



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS CASTANHAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL E GESTÃO
DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO RURAL E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS
AGROALIMENTARES

INGRYD RODRIGUES MARTINS

**FARINHA FUNCIONAL ELABORADA COM RESÍDUOS DE FRUTAS TROPICAIS
DA COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA DE TOMÉ AÇÚ-PA: CARACTERIZAÇÃO
E APLICAÇÃO EM GELADO COMESTÍVEL**

CASTANHAL-PA
2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS CASTANHAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL E GESTÃO
DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO RURAL E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS
AGROALIMENTARES

INGRYD RODRIGUES MARTINS

**FARINHA FUNCIONAL ELABORADA COM RESÍDUOS DE FRUTAS TROPICAIS
DA COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA DE TOMÉ AÇÚ-PA: CARACTERIZAÇÃO
E APLICAÇÃO EM GELADO COMESTÍVEL**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia do Pará, como parte das exigências do
Curso de Mestrado em Desenvolvimento Rural e Gestão de
Empreendimentos Agroalimentares, para obtenção do título de
Mestre.

Linha de pesquisa: Gestão de empreendimentos
agroalimentares.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Regina S. Peixoto Joele

Co-orientador: Prof. Dr. Tonye Gil Matos Vaughon

CASTANHAL-PA
2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS CASTANHAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL E GESTÃO
DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES
MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO RURAL E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS
AGROALIMENTARES

INGRYD RODRIGUES MARTINS

**FARINHA FUNCIONAL ELABORADA COM RESÍDUOS DE FRUTAS TROPICAIS
DA COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA DE TOMÉ AÇÚ-PA: CARACTERIZAÇÃO
E APLICAÇÃO EM GELADO COMESTÍVEL**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares, para obtenção do título de **Mestre**.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Maria Regina Sarkis Peixoto Joele

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) – Campus Castanhal
(orientadora)

Prof. Dr. Tonye Gil Matos Waughon

Universidade do Estado do Pará (UEPA) – Campus V
(Co-orientador)

Prof(a). Dr(a). Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) – Campus Castanhal
(1º Membro)

Prof. Dr. Adriano Cesar Calandrini Braga

Universidade do Estado do Pará (UEPA) – Campus XX
(2º Membro)

Prof(a). Dr(a). Suely Cristina Gomes de Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) – Campus Castanhal
(Suplente)

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, pai, filho e espírito santo. Amém. Pela oportunidade da existência, e por me guiar durante toda esta trajetória. Pela sua grandiosa força sobre meu ser nos breves momentos em que pensei em desistir. És excepcionalmente maravilhoso em minha vida. Não sou nada sem sua presença!

À minha rainha, **Mãe**, ser único e significado de todos entes familiares em um único ser, (“manhi”). Sabia que nenhuma palavra será capaz de expressar o tamanho de minha gratidão por todo apoio sentimental e acolhedor, e especialmente, por sua dedicação e amor enquanto cuidava da nossa pequena Isa, durante todos os momentos em que necessitei deixá-la nos seus braços, enquanto me dedicava neste estudo. Eterna gratidão!

Ao meu esposo, **Murillo de Paula**, companheiro, amigo e grande parceiro de todas as guerras, até das não vencidas! O meu muito obrigada por estar ao meu lado, fortemente, desde o princípio deste sonho, pelas belas palavras de incentivo e força, até pelas ruins. Agradeço por todos os dias que se abdicou de seus afazeres para estar com nossa filha, enquanto me encontrava horas em frente ao computador escrevendo, assim como por todos os dias em que estive no laboratório executando as análises para a obtenção dos dados da pesquisa. Jamais esquecerei de tudo o que passamos juntos durante esta jornada árdua e por fim prazerosa. Esta realização é nossa!

À minha orientadora, Profa. Dra. **Regina Joele**, pelo empenho durante o desenvolvimento do trabalho e por se dedicar nas correções durante todo o percurso, tornando o trabalho mais científico e de qualidade. Além de facilitar e agilizar todo processo burocrático, quando surgia.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. **Tonye Gil**, pela disponibilidade, ensinamentos e grande contribuição na construção deste trabalho. Mesmo em distância e após inúmeras reuniões remotas, pode trazer resultados indispensáveis. Imensamente grata!

Ao Sistema SESCOOP/OCB com o patrocínio da turma especial de mestrado e ao **Júnior Serra**, superintendente do sistema, pela indicação à Cooperativa Agrícola Mista de Tomé Açú (CAMTA), viabilizando o local da pesquisa.

A todos envolvidos da **CAMTA**, seus colaboradores e cooperados, em especial, ao presidente, Seu Edimundo, Alberto Oppata, Jade Costa, Altieres e Denize. Por toda proatividade, disponibilidade, paciência e doações de insumos. Sem o compromisso de vocês, o trabalho não teria sido concretizado.

À minha amiga **Xenna Tiburço**, pela dedicação no início do andamento da pesquisa e colaboração nos tratamentos dos resultados parciais.

As alunas da graduação do curso de Engenharia de Alimentos, **Jéssica Martins** e **Tatiana Cardoso**, no auxílio da produção da redação dos artigos e execução das análises, respectivamente.

À **Tatyane Mylena**, estudante do programa de pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal do Pará (UFPA) – Campus Belém, pelo compartilhamento dos seus conhecimentos e dados relacionados à cinética de secagem. Seus ensinamentos expandiram mais ainda nossos conhecimentos sobre a temática.

Ao financiamento interno concedido pelo **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará** (IFPA - Campus Castanhal), por meio do edital de auxílio a projetos de inovação e pesquisa aplicada (APIPA – nº 04/2019) da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PROPPG).

Aos amigos conquistados durante o mestrado, de modo especial à **Rayssa Santos** e **Janete Oliveira** pelos momentos partilhados, pela força, palavras de incentivo, pelas trocas de conhecimento e aprendizado.

Aos servidores do IFPA-Campus Castanhal principalmente, ao técnico **Sávio**, e as secretárias **Suellem** e **Célia**, meus sinceros reconhecimentos.

E a todos os anjos enviados por Deus, não citados, que por meio de ações simples e inesperadas, contribuíram de forma direta e/ou indireta para a finalização deste trabalho.

Gratidão a todos!

“O sucesso é a notoriedade de seus esforços.”

William Edwards Deming

RESUMO GERAL

Em virtude do descarte inadequado e a grande quantidade de resíduos provenientes da linha de produção de polpas de frutas em agroindústrias, a utilização destes para elaboração de novos produtos alimentares, é muito importante devido a questões ambientais, sociais e econômicas. Portanto, este estudo teve como objetivo elaborar e otimizar uma farinha com os resíduos das frutas tropicais (abacaxi, acerola e maracujá) processadas na agroindústria da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açú (C.A.M.T.A) e desenvolver um gelado comestível tipo “*sorbet*” enriquecido com a farinha. Para determinar o tempo e temperatura de secagem dos resíduos de frutas, foi realizada uma cinética utilizando oito modelos matemáticos. Após a secagem, os resíduos foram triturados, peneirados e envasados à vácuo. As nove diferentes proporções das misturas entre as farinhas foram realizadas por meio do planejamento simplex-centroide. Foi desenvolvida uma formulação de *sorbet* e enriquecida com as nove misturas ternárias da farinha dos resíduos de frutas (FRF) planejadas a partir do designer simplex-centroide. Nas nove formulações dos gelados comestíveis com a adição da FRF foram realizadas as análises de pH, acidez total, °Brix, cor instrumental, microbiológica (coliformes termotolerantes a 45 °C e *Enterobacteriaceae* e *Salmonella* spp.), parâmetros sensoriais e índice de aceitabilidade. Após otimização, na FRF foram avaliados os parâmetros físico-químicos, composição centesimal, compostos fenólicos e capacidade antioxidante e a formulação de *sorbet* contendo a mistura da FRF otimizada foi correlacionada com a fórmula controle e outra padrão da cooperativa, quanto suas composições centesimais. Os resíduos secos à 70 °C por 180 minutos apresentaram melhores resultados para redução de umidade, com maior disponibilidade de carotenoides totais (11,43 a 53,65 µg/g). Os modelos matemáticos obtiveram coeficiente de determinação (R^2) acima de 0,97, erro médio estimado (SE) menor que 0,0110 e erro médio quadrático (RMSE) inferior a 0,0522, com destaque para o modelo de Wang e Sing. Dentre os modelos triangulares disponibilizados pela metodologia de superfície de resposta (RSM), o cúbico apresentou maiores valores de coeficiente de determinação para as respostas sabor ($R^2=0,96$; $p=0,02$), textura ($R^2=0,90$; $p=0,05$) e impressão global ($R^2=0,94$; $p=0,01$). O designer simplex-centroide indicou como mistura ótima com adição de 60,98%, 7,32% e 31,71% para as farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e maracujá, respectivamente. Os escores médios para os atributos sensoriais foi maior para a formulação de *sorbet* que continha a mistura ternária com 60% de abacaxi, 30% de maracujá e 10% de acerola. A FRF apresentou alto conteúdo de fibra alimentar (34,07%), com teor de fenólicos totais (14,05 mg GAE/g) e atividade antioxidante (16,62 µmol Trolox/g) indicando potencial para exploração como alimento funcional. Os parâmetros físico-químicos das formulações dos gelados comestíveis apresentaram pH variando de 4,12 a 5,01, acidez de 0,19 a 0,45 g/100g, °Brix entre 17,00 a 24,40, e os parâmetros de cor instrumental indicaram a baixa luminosidade e tendência a cor vermelha, devido a adição da polpa de açaí. Quanto aos resultados da composição centesimal dos *sorbets*, os valores de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos teve influência com a incorporação da FRF na amostra enriquecida, no entanto demonstraram-se conforme legislações vigentes. Com a incorporação da FRF no *sorbet* aumentou significativamente o teor de fibras totais (5,20%) em comparação com as demais formulações. Os resultados indicam viabilidade para aplicação da farinha em produtos do segmento de gelados comestíveis e com perspectivas em outras fontes agroalimentares, devido os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais serem relevantes, além de disponibilizar ao consumidor um produto que pode ser consumido por diversos públicos, incluindo veganos, celíacos e intolerantes à lactose.

Palavras-chaves: Resíduos agroalimentares. Frutas tropicais. Alimentos Funcionais. Gelados comestíveis.

GENERAL ABSTRACT

Due to inadequate disposal and the large amount of residues from the fruit pulp production line in agro-industries, the use of these for the production of new food products is very important due to environmental, social and economic issues. Therefore, this study aimed to elaborate and optimize a flour with the residues of tropical fruits (pineapple, acerola and passion fruit) processed in the agroindustry of the Tomé-Açu Mixed Agricultural Cooperative (CAMTA) and to develop an edible sorbet ice cream enriched with the flour. To determine the drying time and temperature of the fruit residues, a kinetics was performed using eight mathematical models. After drying, the residues were crushed, sieved and vacuum packed. The nine different proportions of the mixtures between the flours were carried out by means of simplex-centroid planning. A sorbet formulation was developed and enriched with the nine ternary mixtures of fruit residue flour (FRF) planned from the designer simplex-centroid. In the nine formulations of edible ice creams with the addition of FRF, analyzes of pH, total acidity, °Brix, instrumental, microbiological color (thermotolerant coliforms at 45 °C and Enterobacteriaceae and Salmonella spp.), sensory parameters and acceptability index were performed. After optimization, in the FRF the physical-chemical parameters, centesimal composition, phenolic compounds and antioxidant capacity were evaluated, and the sorbet formulation containing the optimized FRF mixture was correlated with the control formula and another standard of the cooperative, regarding their centesimal compositions. The dry residues at 70 °C for 180 minutes showed better results for moisture reduction, with greater availability of total carotenoids (11.43 to 53.65 µg/g). The mathematical models obtained a coefficient of determination (R^2) above 0.97, an estimated mean error (SE) less than 0.0110 and a mean square error (RMSE) less than 0.0522, with emphasis on the Wang and Sing model. Among the triangular models provided by the response surface methodology (RSM), the cubic presented higher values of determination coefficient for the responses of flavor ($R^2 = 0.96$; $p = 0.02$), texture ($R^2 = 0.90$; $p = 0.05$) and global impression ($R^2 = 0.94$; $p = 0.01$). The designer simplex-centroid indicated as an optimal mixture with the addition of 60.98%, 7.32% and 31.71% for the flours of pineapple, acerola and passion fruit residues, respectively. The mean scores for the sensory attributes was higher for the sorbet formulation that contained the ternary mixture with 60% pineapple, 30% passion fruit and 10% acerola. FRF had a high content of dietary fiber (34.07%), with total phenolic content (14.05 mg GAE/g) and antioxidant activity (16.62 µmol Trolox/g) indicating potential for exploration as a functional food. The physical-chemical parameters of the edible ice cream formulations showed pH ranging from 4.12 to 5.01, acidity from 0.19 to 0.45, °Brix between 17.00 to 24.40, and the instrumental color vestments indicated low luminosity and tendency to red color, due to the addition of acai pulp. As for the results of the proximate composition of the sorbets, the values of moisture, ash, lipids, proteins and carbohydrates had an influence with the incorporation of FRF in the enriched sample, however they were demonstrated in accordance with current legislation. With the incorporation of FRF in sorbet, the total fiber content increased significantly (5.20%) in comparison with the other formulations. The results indicate feasibility for the application of flour in products from the edible ice cream segment and with perspectives in other agri-food sources, due to the relevant physical-chemical, microbiological and sensory parameters, in addition to providing the consumer with a product that can be consumed by different audiences, including vegans, celiac and lactose intolerants.

Key words: Agri-food waste. Tropical fruits. Functional foods. Edible ice cream.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 - Os dez países maiores produtores de frutas tropicais no mundo em 2019.	20
Figura 2 - Imagem representativa da morfologia do fruto abacaxi (<i>Ananas comosus</i> L. Merrill).	21
Figura 3 - Os dez países maiores produtores de abacaxi no mundo em 2019.	22
Figura 4 - Imagem ilustrativa da morfologia da fruta acerola (<i>Malpighia emarginata</i> DC.).	23
Figura 5 - Imagem representativa da morfologia do fruto maracujá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>Flavicarpa</i>).	25
Figura 6 - Produção de maracujá no Brasil de 2014-2018.	26
Figura 7 - Visão geral de mistura simplex-centroide de três componentes.	33
Figura 8 - Estrutura química geral dos flavonóides e suas classes distintas.	36
Figura 9 - Principais grupos de compostos fenólicos encontrados em vegetais.	37

CAPÍTULO II

Figura 1 - (A) Cinética de secagem dos resíduos de abacaxi (<i>Ananas comosus</i> L. Merrill); (B) acerola (<i>Malpighia emarginata</i>) e (C) maracujá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>Flavicarpa</i>) nas temperaturas de 60 e 70°C.	58
---	----

CAPÍTULO III

Figura 1 – Planejamento de mistura simplex-centroide das farinhas de resíduos de frutas.	73
Figura 2 – Superfícies de resposta e contornos do efeito da adição da farinha de abacaxi (AB), acerola (AC) e maracujá (MA) sobre os atributos sensoriais sabor (A), textura (B) e impressão global (C) em gelado comestível tipo <i>sorbet</i>	78
Figura 3 – Resposta estimada e experimental para a mistura das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB) e acerola (AC) e maracujá (MA).	79

CAPÍTULO IV

Figura 1 – Região da Agroindústria CAMTA em Tomé Açú-PA/Brasil.	92
---	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Modelos matemáticos para prever o fenômeno de secagem.	29
---	----

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Modelos matemáticos utilizados para prever o fenômeno de secagem dos resíduos de abacaxi (<i>Ananas comosus</i> L. Merrill), acerola (<i>Malpighia emarginata</i>) e maracujá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>Flavicarpa</i>).	55
Tabela 2 - Valores médios da umidade dos resíduos de frutas tropicais úmidos e secos.....	58
Tabela 3 - Parâmetros e seus coeficientes de determinação (R^2) obtidos dos modelos matemáticos ajustados à cinética de secagem dos resíduos de abacaxi (<i>Ananas comosus</i> L. Merrill), acerola (<i>Malpighia emarginata</i>) e maracujá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>Flavicarpa</i>).	60
Tabela 4 - Valores dos Qui-quadrados (X^2), erros médios estimados (SE) e quadráticos (RMSE) dos modelos matemáticos ajustados às curvas de cinética de secagem dos resíduos de abacaxi (<i>Ananas comosus</i> L. Merrill), acerola (<i>Malpighia emarginata</i>) e maracujá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>Flavicarpa</i>).	62
Tabela 5 - Valores médios do teor de carotenoides totais dos resíduos após secagem com 60 e 70 °C.	64

CAPÍTULO III

Tabela 1 - Composição das misturas de farinha de resíduos de frutas a partir do planejamento experimental simplex-centroide.	74
Tabela 2 – Componentes da formulação de gelado comestível tipo <i>sorbet</i>	74
Tabela 3 – Propriedades físico-químicas das formulações de gelados comestível tipo <i>sorbet</i> enriquecidas com a FRF.	80
Tabela 4 – Resultados microbiológicos das formulações elaboradas de gelados comestível tipo <i>sorbet</i>	82
Tabela 5 - Valores dos escores médios da avaliação sensorial e índice de aceitabilidade (IA) dos <i>sorbets</i> com adição da farinha dos resíduos de frutas.	83

CAPÍTULO IV

Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão da composição centesimal da FRF.	97
Tabela 2 - Composição centesimal de sorbets de açaí enriquecidos com/sem farinha de resíduos de frutas tropicais e fórmula comercializada pela agroindústria.	99
Tabela 3 - Teor de fenol total equivalente de ácido gálico (mg/g) e capacidade antioxidante pelo ensaio DPPH equivalente de Trolox ($\mu\text{mol/g}$).....	101
Tabela 4 – Resultados das análises de pH, acidez titulável, atividade de água e de cor em sorbets de açaí enriquecidos com/sem farinha de resíduos de frutas tropicais e fórmula padrão da agroindústria.	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C Graus Celsius

AB Abacaxi

AC Acerola

ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC Association of Analytical Communities

CAMTA Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açú

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations

FRF Farinha dos resíduos de frutas

g Grama

GAE Ácido gálico

IA Índice de Aceitabilidade

ICA Índice de capacidade antioxidante

L Litro

MA Maracujá

MAPA Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento

mg Miligrama

mL Mililitro

OCB Organização das Cooperativas Brasileiras

pH Potencial Hidrogeniônico

R² Coeficiente de determinação

RDC Resolução da Diretoria Colegiada

RMSE Erro médio quadrático

RU Razão de umidade

RSM Metodologia de superfície de resposta

SE Erro médio estimado

T Temperatura

TEAC Trolox

X² Qui-quadrado

μmol Micromol

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL	16
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
1 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
1.1 FRUTICULTURA TROPICAL	20
1.1.1 Abacaxi (<i>Ananas comosus</i> L. Merrill)	21
1.1.2 Acerola (<i>Malpighia emarginata</i> DC.).....	23
1.1.3 Maracujá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>Flavicarpa</i>).....	24
1.2 COOPERATIVISMO	26
1.2.1 Cooperativas agropecuárias	27
1.3 SECAGEM DE ALIMENTOS.....	28
1.3.1 Cinética e modelos matemáticos da secagem	29
1.4 RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS	30
1.4.1 Aproveitamento de resíduos e geração de coprodutos alimentares.....	31
1.4.2 Farinha de resíduos de frutas	32
1.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DE MISTURAS	33
1.6 GELADOS COMESTÍVEIS	34
1.7 COMPOSTOS BIOATIVOS.....	35
1.7.1 Compostos fenólicos e sua capacidade antioxidante	36
REFERÊNCIAS	38

CAPÍTULO II

RESUMO.....	52
ABSTRACT	52
1 INTRODUÇÃO	53
2 MATERIAIS E MÉTODOS	54
2.1 CINÉTICA DE SECAGEM DOS RESÍDUOS DE FRUTAS TROPICAIS	54
2.2 APLICAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS	55

2.3 DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS	56
2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	57
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
3.1 CINÉTICA DE SECAGEM DOS RESÍDUOS DE FRUTAS TROPICAIS	57
3.2 APLICAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS	60
3.3 EXTRAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS	64
4 CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS	65
CAPÍTULO III	
RESUMO.....	71
ABSTRACT	71
1 INTRODUÇÃO	72
2 MATERIAIS E MÉTODOS	73
2.1 OBTENÇÃO DAS FARINHAS	73
2.1.1 Planejamento experimental de misturas	73
2.2 DESENVOLVIMENTO DOS GELADOS COMESTÍVEIS	74
2.2.1 Avaliação físico-química	75
2.2.2 Avaliação microbiológica	75
2.2.3 Avaliação sensorial	75
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	76
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	76
3.1 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DE MISTURAS	76
3.2 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA.....	80
3.3 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA	81
3.4 AVALIAÇÃO SENSORIAL	82
4 CONCLUSÃO.....	84
REFERÊNCIAS	85

CAPÍTULO IV

RESUMO.....	89
ABSTRACT	89
1 INTRODUÇÃO	90
2 MATERIAIS E MÉTODOS	92
2.2 PREPARAÇÃO DAS FARINHAS DOS RESÍDUOS DE FRUTAS	93
2.3 ELABORAÇÃO DOS GELADOS COMESTÍVEIS.....	93
2.4 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FRF E DOS GELADOS COMESTÍVEIS.....	93
2.4.1 Umidade.....	94
2.4.2 Cinzas.....	94
2.4.3 Lipídios	94
2.4.4 Proteínas	94
2.4.5 Fibra bruta	95
2.4.6 Carboidratos totais.....	95
2.5 COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA FRF	95
2.6 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS GELADOS COMESTÍVEIS.....	96
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	96
3.1 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FRF E DOS GELADOS COMESTÍVEIS.....	96
3.2 COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA FRF	101
3.3 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS GELADOS COMESTÍVEIS.....	102
4 CONCLUSÃO.....	103
REFERÊNCIAS	104
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
PRODUTOS GERADOS	113
ANEXO 01.....	114
APÊNDICES	117

INTRODUÇÃO GERAL

A busca por alimentos mais saudáveis vem aumentando, devido à preocupação com a saúde e expectativa de vida longa, consequentemente, o surgimento de mais pesquisa, inovação e desenvolvimento de produtos alimentícios que possam atender as exigências dos consumidores (RUFINO et al., 2010; SOUZA et al., 2010; MARTINELLI; CAVALLI, 2019).

O Brasil é o terceiro fornecedor mundial de alimentos e produtos agrícolas, com expressiva expansão no cultivo de alimentos, tanto na horticultura, quanto em frutas tropicais. Está entre os dez maiores produtores mundiais de espécies frutíferas nativas e exóticas, sendo que mais de 50% de sua produção é destinada para a industrialização, com produção de sucos, geleias, néctares, dentre outros (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018; FAO, 2018).

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), pertencente à família *Bromeliaceae*, é uma das frutas tropicais mais conhecidas no mundo, e o Brasil é um dos principais produtores (ROGÉRIO et al., 2007), com grande aceitação mundial, devido seu sabor doce e por vezes ácido. Após seu processamento, os resíduos gerados (cascas e cilindro central) correspondem, a aproximadamente 38% do peso total do fruto (GRANADA; ZAMBIAZI; MENDONÇA, 2004). Estudos realizados verificaram que as cascas do abacaxi podem ser consideradas fontes de fibra alimentar, além de apresentar valores altos de proteínas, lipídeos e minerais comparados a polpa (GONDIM et al., 2005; CRESTANI et al., 2010).

A acerola (*Malpighia emarginata* DC.) está entre as frutas tropicais de maior expressão econômica no mercado brasileiro e internacional (VIEIRA, et al. 2009). É apreciada por dispor de características atraentes, como sabor, aroma e aparência agradáveis (DEA et al., 2013). Após o processo de industrialização deste fruto, são produzidos 40% de resíduos (semente, grãos e bagaço), em relação ao peso total da fruta. O resíduo gerado é rico em carotenoides, antocianinas, compostos fenólicos, flavonoides e, especialmente, em vitamina C (CAPARINO et al., 2012; JAHURUL et al., 2015).

O maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) da família *Passifloraceae*, é um dos frutos mais cultivados pelo mundo, sendo o Brasil o maior produtor mundial (CORREIA et al., 2010). O fruto é formado por epicarpo, flavedo (casca), mesocarpo, endorcapo (polpa) e sementes, sendo que a casca representa, em torno de 60% do fruto (VIERA et al., 2015). A casca do maracujá pode ser transformada em produtos alimentícios, pois é rica em fibras, principalmente

em pectina, minerais, como o ferro e o cálcio, e compostos antioxidantes (ZERAIK, et al. 2010; LÓPEZ, et al., 2013).

Portanto, observa-se que as indústrias de produtos alimentícios e principalmente as de sucos, bem como as cooperativas agroindustriais, no geral, descartam grande quantidade de resíduos, como o bagaço, casca e caroço, estimado em torno de 40% do total, que deixados ao ar livre, podem ocasionar danos ao meio ambiente (NASCIMENTO; FRANCO, 2015). Alguns estabelecimentos depositam seus resíduos no solo de áreas adjacentes aos locais de produção ou são utilizados para a preparação de alimentação animal (ROSA; ALVAREZ-PARRILLA; GONZALEZ-AGUILARA, 2010; MARTÍN et al., 2010). Porém, a maioria destes resíduos podem resultar em produtos de alto valor nutricional, fonte de compostos bioativos e contribuindo para a geração de renda, além de preservar o meio ambiente (LACHMAN et al., 2013; GERSCHENSON, 2017).

A utilização dos resíduos agroindustriais tem atraído à atenção de empresas, devido as questões ambientais, sociais, sustentáveis e econômicas, principalmente, a partir da elaboração e oferta de novos produtos, com o intuito de aumentar o uso dos recursos naturais pela revalorização e reinserção nos ciclos da produção industrial (CECCATO; BASSO, 2011; GOVINDAN; SOLEIMANI; KANNAN, 2015).

Uma das alternativas para o reaproveitamento destes resíduos é a elaboração de farinhas mistas (RIBEIRO et al., 2015), que podem ser produzidas a partir de produtos regionais, e vem demonstrando boa viabilidade tecnológica e econômica, proporcionando qualidade nutricional aos produtos alimentícios enriquecidos, além de servir como estímulo à agricultura e indústria local, e ainda diminuindo o custo final do produto (ANGIOLONI; COLLAR, 2009; SANTANA et al., 2011; FREITAS et al., 2017). Outro ponto relevante para a utilização de resíduos em alimentos formulados é o enriquecimento com nutrientes que podem beneficiar a saúde, com a prevenção do surgimento de doenças (NAVARRO et al., 2015).

As farinhas de resíduos de frutas concentram os valores nutricionais, além de prolongar a conservação e variabilidade nas propriedades físico-químicas, o que permite uma ampla gama de aplicações tecnológicas (SANTANA et al., 2011). Vale ressaltar que o processo de produção é simples e necessita apenas de equipamentos de fácil manuseio. Portanto, a obtenção de farinha composta pela mistura de resíduos agroindustriais, pode ser otimizada, possibilitando o desenvolvimento de um novo insumo alimentar, com o objetivo de substituir os espessantes importados em gelados comestíveis.

Um dos produtos que podem ser elaborados e enriquecidos com a farinha de cascas de frutas tropicais, é o *sorbet*, que segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), portaria nº 379, de 26 de abril de 1999, enquadra-se na categoria de gelados comestíveis elaborados basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares (BRASIL, 1999).

Os gelados são produtos alimentícios de baixo custo de produção devido sua preparação conter poucos ingredientes e etapas, durante seu processamento. É um alimento agradável ao paladar em termos gerais, diante de seus sabores e texturas (MOSQUIM, 1999; MORZELLE et al., 2012).

Sendo assim, objetivou-se desenvolver gelado tipo *sorbet* em busca de uma formulação mais natural e de qualidade funcional por meio da incorporação de farinha elaborada com os resíduos agroindustriais da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açú, a fim de atingir um produto com características sensoriais e valor nutricional adequados, em concomitante a agregação de valor aos produtos e redução dos impactos ambientais causados pelo destarte inadequado dos resíduos de frutas.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação é composta por quatro capítulos independentes.

No primeiro (CAPÍTULO I) é apresentado a fundamentação teórica relacionada com a temática, dando ênfase na produção de resíduos de frutas e suas aplicações em produtos alimentícios, visando à redução de desperdícios e impactos ambientais, bem como a agregação de valor na produção agroindustrial.

No segundo capítulo (Artigo I) intitulado “**Cinética de secagem e modelagem matemática dos resíduos de frutas tropicais**” - estão apresentadas as operações da cinética de secagem dos resíduos, com a otimização da temperatura empregada quanto à disponibilidade de carotenoides totais, assim como a definição dos modelos matemáticos que obtiveram melhores ajustes com as curvas cinéticas desenvolvidas.

No terceiro capítulo (Artigo II) sobre o tema “**Otimização com designer simplex-centroide de farinha dos resíduos de frutas: efeitos nas propriedades físico-químicas e sensoriais de sorbets**” - está descrito o planejamento experimental de misturas simplex-centroide, das farinhas elaboradas a partir dos resíduos de frutas, bem como a caracterização físico-química das formulações de gelados comestíveis elaboradas. Também, será abordado a aplicação e avaliação dos efeitos da incorporação da farinha otimizada sobre os aspectos físico-químicos e sensoriais dos gelados comestíveis produzidos na agroindústria cooperativista.

No quarto e último capítulo (Artigo III) com o título “**Farinha dos resíduos de frutas tropicais da cooperativa agrícola mista de Tomé Açú-PA: propriedades físico-químicas, bioativa e incorporação em gelado comestível**” - foi realizado a caracterização da composição centesimal da farinha otimizada e das formulações com maior percentual de aceitabilidade correlacionando com fórmula controle (sem a adição da farinha) e a padrão da cooperativa. Também foi analisado, na farinha, o teor de compostos fenólicos assim como a capacidade antioxidante dos compostos bioativos.

CAPÍTULO I

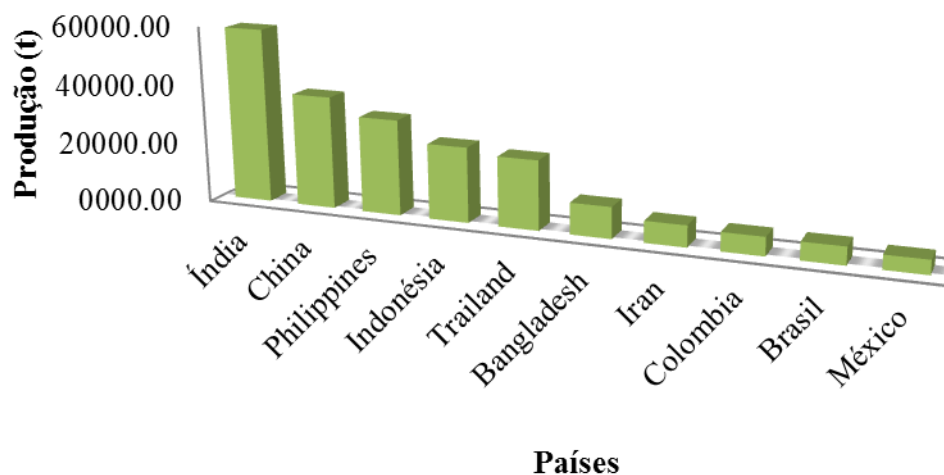
1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 FRUTICULTURA TROPICAL

O Brasil é um país de enorme extensão territorial e apresenta uma das maiores biodiversidades do mundo, a partir de seus seis biomas, dentre estes, a Amazônia que possui uma grande variabilidade de frutas tropicais, com grande importância econômica, social e alimentar (MACHADO et al., 2012; SANTOS et al., 2010).

Na região Norte do país, a fruticultura é uma das principais atividades, sendo fonte de renda para os produtores rurais, com ênfase no cultivo de frutas tropicais, como o açaí, cupuaçu, maracujá, dentre outras. A agricultura familiar fortalece os mercados locais e apresenta grande potencial para exportações, por meio do processamento destes frutos em forma de polpas e sucos que são comercializados em todo o Brasil e exteriores (ABRAFRUTAS, 2019).

Em relação à quantidade de produção mundial de frutas tropicais frescas, o Brasil se encontra na nona posição (Figura 1), contribuindo com 554,60 toneladas, com participação de 4,6 % do total, sendo a Índia e a China, os países dominantes neste segmento, classificados na primeira e segunda colocação entre os dez países, respectivamente (FAO, 2019).



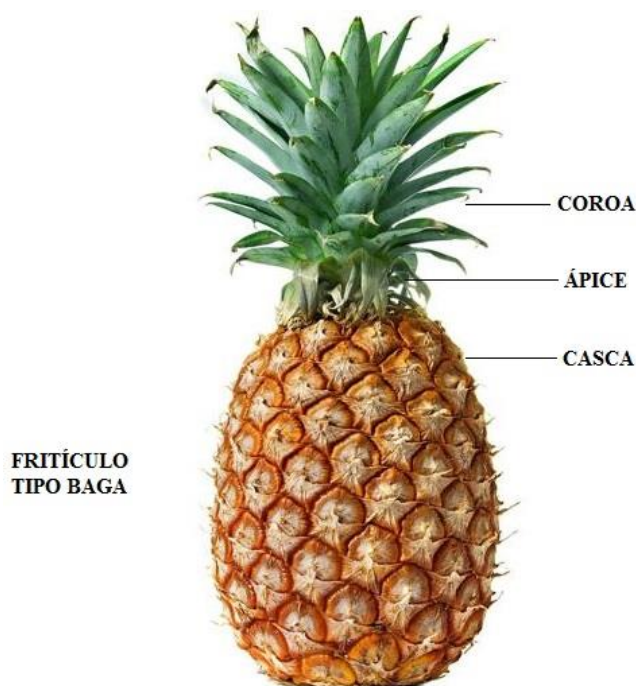
Fonte: faostat, 2019.

Figura 1 - Os dez países maiores produtores de frutas tropicais no mundo em 2019.

As frutas tropicais são valorizadas para uma alimentação saudável, pois, são fontes de compostos bioativos, como carotenoides, compostos fenólicos; além de ricas em vitaminas, fibras e minerais. No entanto, no Brasil, são ainda consideradas como complementos alimentares, onde o consumo *per capita* é de 57 kg/ano de frutas frescas (AYALA-ZAVALA et al., 2011; INFANTE et al., 2013; GERUM et al., 2019). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estimou que o consumo de frutas terá um aumento para 70 kg/ano até 2028, sendo ainda considerado mínimo para países desenvolvidos (BRASIL, 2019).

1.1.1 Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill)

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) é um pseudofruto, sendo o único representante da família *bromeliaceae*. É uma das frutas tropicais mais conhecidas e com grande aceitação em todo o mundo. O fruto (Figura 2) apresenta geralmente forma cilíndrica ou às vezes ligeiramente cônica e é constituído por 100 a 200 bagas ou por frutinhos a partir do eixo central (SEPÚLVEDA et al., 2018).



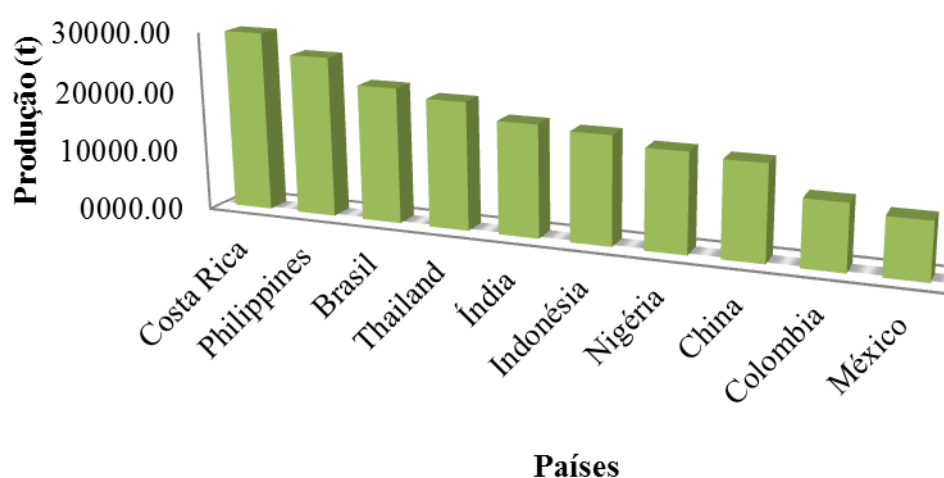
Fonte: <https://www.alecrimorganicos.com.br/p/Abacaxi>

Figura 2 - Imagem representativa da morfologia do fruto abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill).

A sua composição química é variável, pois depende muito do período do ano em que é produzido em paralelo com as condições climáticas, afetando também, de forma direta no valor nutricional (EHRHARDT, 2019), principalmente nos sólidos totais, vitaminas e minerais presentes (RODRÍGUEZ et al., 2013). De modo geral, sua maior produção é na época de verão

gerando frutos com maiores concentrações de açúcares que são, em grande parte, destinados para o processamento de polpas (SUHET, 2011).

A produção mundial de abacaxi no ano de 2019 foi de aproximadamente 27.402,956 toneladas, e o Brasil contribuiu, deste total, com uma produção de 2.253,897 toneladas da fruta, estando no ranking mundial dos dez maiores países produtores (Figura 3), com a terceira colocação, ficando atrás apenas de Costa Rica e Philippines, com a primeira (3.056,445 toneladas) e segunda (2.671,711 toneladas) posição, respectivamente (FAO, 2019).



Fonte: faostat, 2019.

Figura 3 - Os dez países maiores produtores de abacaxi no mundo em 2019.

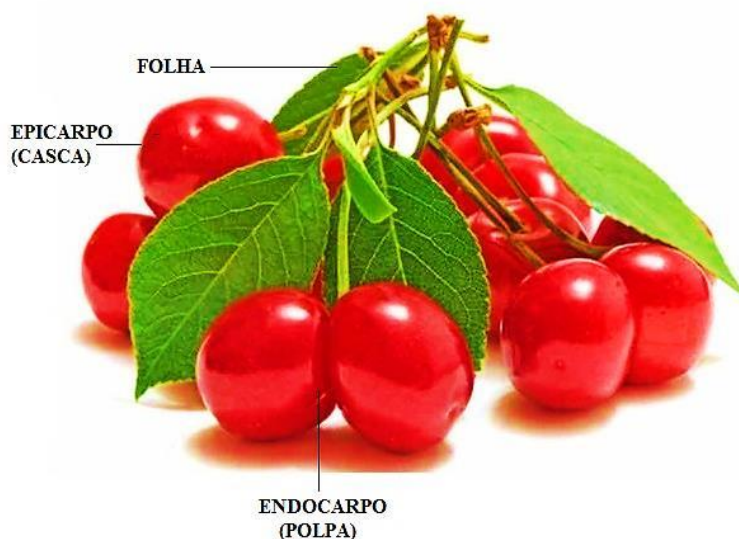
Com o aumento da produção, a industrialização do fruto tende a crescer, e como são altamente perecíveis, as indústrias de alimentos vêm investindo em novas opções de processamento e consumo, de maneira que preserve a qualidade nutricional dos mesmos (COSTA; CARDOSO; SILVA, 2013).

Durante o processamento industrial, é gerado cerca de 50% de resíduos (casca, coroa e talo) do peso total do fruto e, na maioria das agroindústrias, são descartados ou reutilizados na compostagem, acarretando sobrecargas de nutrientes no solo. Desta forma, deve-se investir em novas estratégias de reutilização como forma de agregar valor de compostos disponíveis destes resíduos (FERRASSOLI, 2019; EHRHARDT, 2019).

1.1.2 Acerola (*Malpighia emarginata* DC.)

A acerola (*Malpighia emarginata* DC.) pertence à família *Malpighiaceae*, sendo muito confundida por *Malpighia glabra* L. e *Malpighia puniceifolia* L. Possui origem nas ilhas do Caribe e nas Antilhas tendo boa adaptação ao clima do continente americano (DELVA; SCHNEIDER, 2013; RITZINGER; KOBAYASHI; OLIVEIRA, 2003). A fruta apresenta alto teor de vitamina C, em concentrações semelhantes ao camu-camu (*Mirciaria dúbia*) e desperta interesse econômico, já que seu consumo pode ser *in natura* ou na forma de alimentos processados como produção de sucos, sorvetes, licores, entre outros produtos (JAESCHKE; MARCZAK; MERCALI, 2016).

A aceroleira é uma árvore de porte médio com altura de 2 a 6 m, que floresce de abril a novembro (SMALL, 2011; CALGARO; BRAGA, 2012), e os frutos (Figura 4) são drupas formadas por três sulcos, com forma arredondada, oval ou subglobosa e o peso pode variar de 2 a 16g. Com a chegada da maturação a coloração pode alternar entre vermelho amarelado, vermelho alaranjado a vermelho púrpura. O mesocarpo ou polpa representa uma média de 70 a 80% do peso total, possuindo no geral sabor ácido ou quando muito madura é ligeiramente adocicada. Já o endocarpo é constituído de três caroços, com textura de pergaminho, com formato triangular (ERGUN et al., 2014; LIMA et al., 2014; PRAKASH; BASKARAN, 2018).



Fonte: <https://www.chicogranjeiro.eco.br/produtos/acerola/>

Figura 4 - Imagem ilustrativa da morfologia da fruta acerola (*Malpighia emarginata* DC.).

A produção de acerola no Brasil, de acordo com o último censo agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, foi de 60,96 t, com plantação em uma área total de 7,42 hectares. O estado do Pará contribuiu com 6%, representando uma área de 737 hectares, sendo o Nordeste a principal região brasileira produtora de acerola, responsável por cerca de 74% de toda a produção total do país (IBGE, 2017).

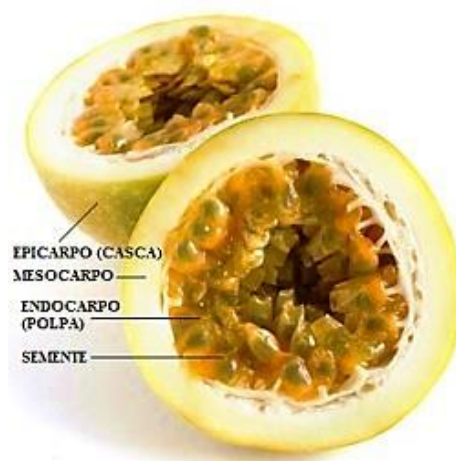
Durante o processamento da acerola, estima-se que em média 40% do volume total do fruto são rejeitados, e estes subprodutos gerados, como as sementes, grãos e o bagaço são resíduos que podem ser reutilizados como suplementação alimentar, pois alguns compostos ativos estão em maiores concentrações do que na própria polpa da acerola (TEDESCO, 2018) como, os carotenoides, antocianinas, fenólicos e flavonoides (REZENDE; NOGUEIRA; NARAIN, 2018; MEZADRI et al., 2008) além de serem fonte de vitamina A, onde todas estes constituintes contribuem com a prevenção de doenças degenerativas (SOUZA et al., 2013). Entretanto, ainda existem inúmeros gargalos que impedem a aplicação de alguns estudos na realidade da produção agroindustrial (ÇAM; IÇYER; ERDOGAN, 2014).

1.1.3 Maracujá (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*)

O maracujá (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) conhecido popularmente, também como maracujá-amarelo ou maracujá-azedo, pertence à variedade *Passifloracea*, com origem na América do Sul, podendo ser cultivado tanto em clima tropical e subtropical. No Brasil, é o mais cultivado e comercializado, por ser uma das frutas tropicais mais populações e de fácil adaptação nas propriedades rurais, com sabor e aroma único, sendo mais consumida em forma de sucos, mas também na forma de produtos processados como sorvetes, mousses, dentre outros (CARVALHO; STENZEL; AULER, 2015; COSTA, 2012; MAIA et al., 2018; STEINBERG, 1988).

O maracujazeiro é caracterizado como uma planta trepadeira sublenhosa, com caule cilíndrico, estriado, com folhas alternadas, serradas e lustrosas na face superior, com uma produção média de 12 a 15 toneladas por hectare. O fruto (Figura 5) é do tipo baga, com formato oval ou subgloboso, tendo variações na forma e coloração conforme a espécie e variedade (COSTA; NUNES; MELO, 2015; TEIXEIRA et al., 1994). A casca é coriácea e é coberta por uma camada fina de cera que protege o mesocarpo duro, e o fim no amadurecimento do fruto, a casca apresenta coloração amarelo mais intenso. Do lado interno da casca, estão os sacos embrionários, onde se encontram cerca de 200 a 300 sementes mais o suco, sendo que o último

apresenta açúcares, como um dos principais constituintes (FERRONATO et al., 2018; MARTINS, 1998; SEBRAE, 2015; VILLAGRA; ROMANIUC NETO, 2011).

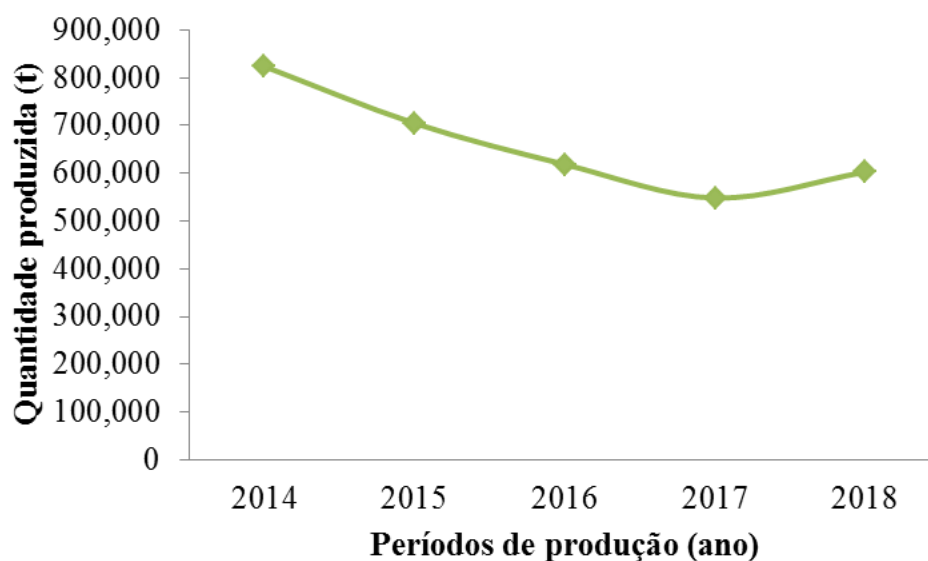


Fonte: <https://resistpts.wordpress.com/2010/08/19/frutas-funcionais/>

Figura 5 - Imagem representativa da morfologia do fruto maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*).

O maracujá é cultivado em todo o Brasil, ocupando mais de 90% de área plantada (FALEIRO et al., 2018; ROSA, 2016) e de acordo com cada região, a produção tem maior intensidade em épocas distintas durante o ano (PIRES; JOSÉ; CONCEIÇÃO, 2011; MELETTI, 2011).

No ano de 2018, em uma área de 43.248 hectares, o Brasil produziu 602,651 toneladas do fruto maracujá (Figura 6), sendo que, do período de 2017 a 2018, o Brasil teve um aumento na produção do fruto, no entanto, quando comparado com o ano de 2014 (823,284 toneladas), o País teve uma produção inferior, demonstrando redução no período de 2014 a 2017 (IBGE, 2018).



Fonte: IBGE, 2018.

Figura 6 - Produção de maracujá no Brasil de 2014-2018.

Os frutos do maracujá são ricos em vitaminas, principalmente A e C além de ser fonte de carotenoides, compostos fenólicos (WIJERATNAM, 2016) e fibras (ZERAIK et al., 2010). A quantidade e variedade de compostos bioativos no fruto vão variar conforme as condições de cultivo, adubação, como também da espécie e a presença de substâncias fenólicas pode conferir ação antioxidante, além de dispor de um grande potencial funcional (SHANMUGAM et al, 2018).

Durante o processamento do maracujá em forma de polpa, cerca de 40 a 60% da massa total do fruto é constituído de resíduos (SEIXA et al., 2014; SOUZA et al, 2018), o que na maioria das vezes é desperdiçado (ANDRADE; FERREIRA; GONÇANVES, 2013). Desta forma, é importante o reaproveitamento dos mesmos para a elaboração de novos produtos alimentícios, trazendo novas alternativas tecnológicas sustentáveis, e que possam ser aplicadas na realidade de âmbito industrial (DAMATTO JUNIOR; FUZITANI; NOMURA, 2014).

1.2 COOPERATIVISMO

Com o avanço da industrialização, o trabalho manual foi ficando defasado e, conseqüentemente muitos operários perderam seus cargos. E neste momento surge a necessidade da busca por alternativas viáveis para suas reinclusões no mercado de trabalho (BIALOSKORSKI, 2006). Neste contexto, o cooperativismo nasce contribuindo com a emancipação dos trabalhadores, onde os mesmos produziram para si, sem o comando de

terceiros, e com o total controle do resultado final atingido, assegurando a proteção ao meio ambiente e a segurança alimentar (SILVA et al., 2003).

Deste modo, a cooperativa passa a ser fator de impacto para a redução na distância entre produtor e consumidor, colaborando com o lucro para o produtor rural e, positivamente reduzindo o preço final dos produtos para o público alvo. Nessa perspectiva, o cooperativismo é direcionado para uma sociedade constituída de pessoas organizadas que possuem o mesmo objetivo, com a satisfação de suas necessidades de bens e serviços, com a aplicação de programas educativos e sociais. No entanto, a cooperativa é uma empresa formada por pessoas para pessoas, estabelecida pela lei nº 5.764/71 no Brasil (MERRETT; WALZER, 2001; PRESNO, 2001; VALENTINOV, 2007).

Levando em consideração o grau de relevância e interferência na economia brasileira, o sistema cooperativista visa o bem estar familiar dos cooperados e a democracia institucional. Assim, o cooperativismo é um sistema organizacional com resultados promissores ao produtor rural (ZEULI; DELLER, 2007; TEIXEIRA et al., 2017).

1.2.1 Cooperativas agropecuárias

O sistema cooperativista no Brasil é representado pela Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB). A OCB foi desenvolvida com o intuito de representar legalmente o sistema cooperativista nacional, bem como atuar na construção técnica com ligação a organizações estatuais da mesma ideologia. A organização congrega diferentes segmentos do cooperativismo brasileiro, sendo o agropecuário com maior representatividade dentro do país, contribuindo com o crescimento econômico nas regiões instaladas (ALVES; LIMA, 2018).

As cooperativas do ramo agropecuário são compostas por produtores rurais, agropastoris e de pesca, visando sempre a solidariedade e o bem em estar coletivo. Trazendo benefícios na produtividade e comercialização dos produtos, com a fixação dos agricultores e pecuaristas no campo a partir da implementação de serviços aos cooperados (OCB, 2019).

Além disso, as cooperativas deste segmento apresentam responsabilidade social a partir de ações direcionadas a cultura, lazer e saúde, assim como o aprimoramento da aplicação de assistência técnica. Outro fator importante é o investimento no desenvolvimento de novos projetos e tecnologias relacionadas com o processo produtivo e, que possa agregar valor aos produtos ou serviços prestados pela cooperativa (HELFAND; PEREIRA; SOARES, 2014).

Ainda o que leva a tais cooperativas a ser tornarem grandes empresas no Brasil é a maturidade na questão sustentável, o que implica diretamente na sua posição no ranking das

maiores empresas. Onde estas devem dispor de intensas capacitações, aperfeiçoamento gerencial e tecnológica, as tornando mais competitivas, fortalecidas e confiantes para o enfrentamento do mercado atual (NEVES; CASTRO; FREITAS, 2019).

Desta maneira, se percebe que as cooperativas proporcionam inúmeros benefícios à sociedade em geral, pois visa o bem estar social e humanizados dos seus cooperados, como também potencializa a comercialização dos produtos ofertados, diante da prestação do melhoramento produtivo e tecnológico, gerando condições melhores de vidas para todos relacionados ao sistema cooperativista.

1.3 SECAGEM DE ALIMENTOS

A secagem ou desidratação é uma das técnicas de conservação mais tradicionais no processamento de alimentos, consiste na redução de água em que as reações químicas e enzimáticas são minimizadas, com a utilização de condições controladas de calor (NEGREIROS, 2019; FARIA, 2012). O principal objetivo do processo de secagem é expandir a vida de prateleira de produtos alimentícios, a partir da remoção de umidade, e em paralelo ocorre à limitação do crescimento de microorganismos, além de possibilitar maior disponibilidade de produtos sazonais no mercado (HOFSKY et al., 2013).

Existem diversas técnicas e métodos de secagem que são aplicados em inúmeras variedades de frutas e vegetais e, são classificados de acordo com a forma que o calor é emitido, do modo de operação, temperatura e pressão. Dentre tais métodos, os mais empregados nas industriais de alimentos são em estufas de convecção ou circulação, liofilizadores, atomizadores (*spray-dryer*), dentre outros (MORAES; SILVA, 2011; CAMPO-VERA, GÉLVEZ-ORDOÑEZ; AYALA-APONTE, 2018).

A secagem por estufa de circulação forçada de ar promove a retirada da umidade presente no alimento, de forma mais rápida e eficaz, proporcionando a redução do tempo de secagem. O produto fica exposto, de forma contínua, em um sistema hermeticamente fechado, permitindo a entrada da corrente de ar aquecido, através de peneiras, assim, o produto pode ser desidratado, de forma homogênea, a partir da evaporação de água disponível (KARIM; JOARDDER, 2014; RATHNAYAKA MUDIYANSELAGE et al., 2017; TEBCHERANI et al., 2010).

Nas indústrias de alimentos, o processo de secagem apresenta grande viabilidade, por ser de baixo custo e produz produtos finais de qualidade, e ainda é realizado de forma rápida (BAI et al., 2013). A secagem tem sido utilizada em diversas matérias-primas alimentícias, e é

uma das possíveis alternativas de aproveitamento de resíduos de frutas, pois promove a diversificação de produtos, aumento do período de armazenamento, dispensando a refrigeração. Além disto, reduz, consideravelmente, as perdas durante a época de safra (NÓBREGA et al., 2015; SARANYA; NAPHAPORN; SAKAMON, 2014).

No entanto, apesar dos benefícios, a secagem dos alimentos pode influenciar na composição de compostos bioativos, por conta da oxidação que acarreta perdas de propriedades nutricionais. Desta forma, a otimização dos parâmetros de secagem é importante para diminuir as perdas de tais constituintes, tomando como base o conhecimento da cinética de secagem (DA SILVA, et al., 2013; SENADEERA et al., 2003).

1.3.1 Cinética e modelos matemáticos da secagem

O estudo da cinética de secagem tem por objetivo principal conhecer o comportamento de um material durante a perda de umidade e, ainda, estimar o tempo necessário de secagem (MENEZES et al., 2013). Com os dados experimentais extraídos no processo de secagem é possível quantificar a água evaporada, o tempo gasto, o peso perdido, entre outros fatores. E os resultados colhidos são representados por meio de curvas, correlacionando o teor de umidade em função do tempo (DEUS et al., 2014; DIÓGENES et al., 2013; CELESTINO, 2010; PEREIRA et al., 2017).

Com a obtenção das curvas de secagem, são aplicados modelos matemáticos que podem descrever o comportamento do processo, a partir de parâmetros interligados com a umidade e o tempo, podendo fornecer desenhos novos para controlar e melhorar a umidade durante o período de secagem de uma partícula (ALVEZ, 2014; FRANCO, 2015; WAUGHON). Na Tabela 1 estão dispostos alguns modelos matemáticos utilizados para descrever o processo da cinética de secagem em produtos agrícolas.

Tabela 1 - Modelos matemáticos para predizer o fenômeno de secagem.

Modelos	Equações
Newton	$RU = \exp(-k \cdot t)$
Henderson e Pabis	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t)$
Page	$RU = \exp(-k \cdot t^n)$
Lewis	$RU = \exp(-k \cdot t)$
Verma	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1-a)\exp(-k_1 \cdot t)$

Wang e Singh	$RU=1 + a \cdot t + b \cdot t^2$
Midilli	$RU=a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$
Logarítmico	$RU=a \cdot \exp(-k \cdot t) + c$
Dois Termos	$RU=a \cdot \exp(-k_o \cdot t) + b \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$
Dois Termos Exponencial	$RU=a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1-a) \exp(-k \cdot a \cdot t)$
Aproximação da Difusão	$RU=a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1-a) \exp(-k \cdot b \cdot t)$

t - tempo de secagem; k, k_o, k_1 - constantes de secagem; a, b, c, n - coeficientes dos modelos; RU - razão de umidade (adimensional).

Fonte: Pinheiro (2018), com adaptações.

1.4 RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Na cadeia produtiva de alimentos de origem vegetal, as indústrias de processamento de sucos e/ou polpas de frutas geram uma grande quantidade de resíduos, e no Brasil não é diferente. Com o constante crescimento de atividades voltadas ao setor agroindustrial, tal situação tem ocorrido de forma intensa, com o objetivo de atender a demanda por esse seguimento de alimentos (AMORIM, 2016; DAL'TOÉ; FIORESE, 2012). Durante o processo industrial, em todas as fases, ocorrem perdas e, consequentemente, geração de resíduos. Brandão Filho et al. (2018) estudaram e analisaram que da colheita até a comercialização existem desperdícios, sendo que em torno de 10% do vegetal adquirido não é consumido, contribuindo com o aumento do volume de resíduos descartados no meio ambiente (OLIVEIRA, 2014).

Os principais resíduos formados após o processamento de frutas são as cascas, sementes e bagaços, oriundos do esmagamento da matéria-prima para a obtenção da polpa (AMORIM, 2016), e estes dispostos inadequadamente podem proporcionar danos irreversíveis ao solo e aos corpos hídricos e, ainda, ocasionar problemas de saúde pública, como a proliferação de vetores como, mosquitos, ratos e baratas, dentre outros (MENEZES FILHO; SOUZA; CASTRO, 2019; SANDRI et al., 2011).

Para minimizar tais impactos, estudos voltados para o reaproveitamento desses resíduos vêm se expandindo a partir de diversas aplicações, seja na alimentação humana, animal e até na produção de biogás e extração de compostos bioativos (CHAGAS, 2019). Neste sentido, a utilização destes tem ganhado destaque em relação aos seus valores nutricionais e, principalmente devido a disponibilidade de compostos ativos com atividade antioxidante como os fenólicos, flavonoides e carotenoides (GÓMEZ; MARTINEZ, 2018; PEREIRA et al., 2018).

Além disso, com a criação de novos produtos, tendo como base os resíduos das frutas, acarreta benefícios comerciais como: a redução de custos e ambientais, com a minimização de lixo orgânico, trazendo alternativas sustentáveis e, em paralelo, fornecendo novas fontes de nutrientes, e podendo ser aplicada como subproduto no setor industrial, com o desenvolvimento de pesquisas tecnológicas, de processamento otimizado em grandes escalas e em quantidade acessíveis (MYODA et al., 2010; SCHIEBER; STINTZING; CARLE, 2001; SILVA; RAMOS, 2009).

1.4.1 Aproveitamento de resíduos e geração de coprodutos alimentares

Existem e vem surgindo inúmeros estudos que buscam o aproveitamento de resíduos provenientes do processamento de frutas, e em diversas formas de aplicação, com a elaboração de produtos novos, principalmente no setor alimentício, animal e nos últimos anos, para a produção de coprodutos para consumo humano. Esses resíduos podem ser denominados de subprodutos de origem vegetal e são compostos por cascas, sementes, ramos e bagaços, os quais são fontes de nutrientes como, as fibras, que representa uma quantidade significativa, podendo ser utilizados para agregar valor a produtos já existentes no mercado (GARMUS et al., 2009; SILVA; BRINQUES; GURAK, 2018; STORCK et al., 2013).

Lima et al. (2017) estudaram alternativas para o aproveitamento das cascas de abacaxi e, após a avaliação sensorial constatou que os produtos elaborados apresentaram aceitabilidade acima de 80%, e em relação a composição centesimal quantificou valores nutricionais superiores quando comparado com o suco obtido do processamento do fruto.

Marques et al. (2017) desenvolveram a farinha do bagaço de acerola e no seu extrato analisaram as atividades antioxidantes e antibacteriana, como também caracterizaram os compostos fenólicos presentes, e tal extrato apresentou alto potencial antioxidante e atividade antibacterianas para bactérias gram-negativas e gram-positivas, podendo ser empregado como alternativa viável na agregação de valor aos produtos alimentícios.

Menezes et al. (2018) estudaram o comportamento dos resíduos de manga, goiaba e acerola após o processo de secagem, e a acerola teve o resíduo com maior disponibilidade de compostos fenólicos, atividade antioxidante e teor de vitamina C, reafirmando a possibilidade de enriquecer produtos já existentes, contribuindo com a redução do desperdício.

Hernández-Santos et al. (2015) já trabalharam com o resíduo de maracujá, especificamente com a casca e, determinaram o teor de alguns compostos bioativos como, polifenóis, carotenoides e ácido ascórbico além do conteúdo de fibras, e afirmam que o coproduto pode ser empregado como ingrediente, contribuindo no enriquecimento,

principalmente, de fibras nas indústrias de alimentos, e podendo ser considerado funcional e ademais, demonstrando concentrações elevadas de antioxidante, com ênfase em polifenóis.

Concomitantemente, Macedo (2018) obteve a farinha da casca do maracujá e estudou a viabilidade na produção de filmes biodegradáveis, e observou que o teor de compostos fenólicos contribuiu de forma positiva, colaborando com o desenvolvimento tecnológico ambiental de grande chance de aplicação prática no seguimento de conservação de alimentos.

1.4.2 Farinha de resíduos de frutas

A farinha é um dos alimentos obtidos a partir da trituração e secagem de partes oriundas de frutas, legumes, grãos, dentre outros. Segundo a RDC nº 263, de 22 de outubro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), as farinhas, de modo geral, são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos.

Dentre as matérias-primas utilizadas para a produção de farinhas, os resíduos de frutas podem ser considerados alternativas viáveis e com potencial de enriquecimento para produtos alimentares, por serem de baixo custo, com alto valor nutritivo e contribuir na diminuição de impactos ambientais (BARBOSA; LOBATO, 2016; FEITOSA et al., 2019; MIRANDA et al., 2014; MOURA et al., 2014).

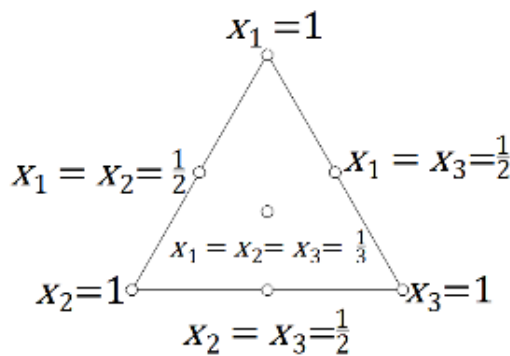
Para Carli (2017), o processo de obtenção de farinhas de resíduos de frutas tem como base as duas principais etapas padrões para a elaboração de qualquer farinha, que é a secagem e a moagem. Ressaltando que, a matéria-prima utilizada deve possuir condições higiênico-sanitárias ideais e outro fator importante é a origem do local de colheita, pois cada fruta possui suas peculiaridades, como composição e teor de umidade, por exemplo, os quais afetam de forma direta a qualidade final da farinha. Defraeye (2017) também ressalta que o tempo e a temperatura de secagem dos resíduos são pontos de grande relevância neste processo.

Vários são os estudos que foram realizados com farinha de resíduos de frutas, desde a caracterização da composição físico-química até sua aplicação como ingrediente na elaboração de novos alimentos (ARANHA et al., 2017; FREIRE, 2018), dentre os quais podem-se destacar a produção da farinha de: semente de acerola (AGUIAR et al., 2010); casca de maracujá (FOGAGNOLI; SERAVALLI, 2014; GONÇALVES; LEÃO, 2013; SOUZA; FERREIRA; VIEIRA, 2008); casca de jabuticaba (MARQUETI, 2014; MILHELETTI et al., 2018; ZAGO et al., 2015); casca de banana verde (OLIVEIRA et al., 2015); entre outros.

1.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DE MISTURAS

O delineamento experimental de misturas é um tipo especial de metodologia de superfície de resposta, ao contrário do habitual, o objetivo geral é estimar as propriedades de um sistema inteiro de multicomponentes, partindo de um número limitado de observações, nos quais os componentes da mistura e as respostas variam conforme as proporções, ou seja, a resposta é afetada pela variação das proporções, e a soma destas representa o total da unidade (ARTEAGA et al., 1994; CORNELL, 2002).

Dentre os tipos de delineamento de misturas, está o simplex-centroide, que é aplicável quando todos os componentes da mistura apresentam o mesmo intervalo e não podem existir restrições no espaço, e sempre o ponto central contém quantidades iguais de todos os ingredientes constituintes da mistura completa. Posto isto, em uma mistura com 3 componentes (Figura 7), o sistema é representado por um triângulo equilátero, onde cada vértice da região corresponde a um só componente (misturas puras) e o ponto central é formado por todos componentes (misturas completas) (CARNEIRO et al., 2005; MYERS; MONTGOMERY, 2002).



Fonte: Sahin, Celik e Burnak (2016).

Figura 7 - Visão geral de mistura simplex-centroide de três componentes.

No experimento de misturas, os fatores são as proporções dos ingredientes em uma mistura e seus níveis são dependentes entre si. Na maioria desses experimentos, a resposta depende das proporções dos ingredientes que formam a mistura. Para uma mistura qualquer com diversos componentes a experimentação se baseia na Equação 1.

$$\sum_{i=1}^q X_i = q_1 + q_2 + q_3 = 100\% \quad (1)$$

Sendo q o número dos componentes e X_i a proporção do i -ésimo, os quais formam a mistura simplex dimensional. Sendo assim, se a proporção de um componente for alterada, toda a mistura é comprometida, afetando diretamente na resposta do experimento, uma vez que a soma das proporções dos vários ingredientes de uma mistura, sempre será 100%. Por este motivo, a escolha dos delineamentos experimentais deve ser apropriada, levando em consideração, o número de fatores e interações, a complexidade e restrição de cada mistura, pois as variáveis são dependentes uma das outras (DE KETELAERE; GOOS; BRIJS, 2011; NETO; CARMINIO; BRUNS, 2010; SAHIN; DERMIRTAS; BURNAK, 2016).

1.6 GELADOS COMESTÍVEIS

De acordo com a RDC nº. 266, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), gelados comestíveis são definidos como sendo os produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcar (es). Ademais, podem ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto (BRASIL, 2005).

Os gelados comestíveis são produtos relativamente seguros, devido o processo de pasteurização ser uma das etapas do processamento, porém, não o torna isento de contaminação após a sua distribuição. De forma geral, produtos que são consumidos gelados, devem ser ingeridos de imediato, pois em pouco tempo de exposição em temperatura ambiente, estes podem estar suscetíveis a proliferação de microrganismos. Portanto, os produtos devem ser conservados e mantidos congelados, principalmente durante as fases de armazenamento e transporte, até a venda aos consumidores (ALVES; UENO, 2010; SEOLIN et al., 2013).

Esse tipo de alimento é considerado um sistema coloidal complexo, por conter glóbulos de gordura, bolhas de ar e cristais de gelo em uma única mistura aquosa (LEITE, 2019), e pode ser considerado um produto nutritivo, pois contém macronutrientes que possibilitam uma alimentação saudável, como a presença de carboidratos, proteínas e gorduras, os quais são responsáveis pela reposição de energia; além de conter várias vitaminas (A, B1, B6, C, D e K) e minerais como, o cálcio e fósforo, que são elementos essenciais em uma alimentação balanceada (ABIS, 2010; RIOS et al., 2014).

A composição é variável, podendo apresentar cerca de 5 a 20% de gordura, 13 a 20% de açúcar e de 0 a 0,7% de espessante. A calda base pode ser preparada com água (*sorbet*) ou leite (*sorvete*), havendo ou não a adição de saborizantes, frutas, chocolate, aromatizantes, acidulantes e corantes, tais ingredientes acarretam em alterações dos macronutrientes. Cada constituinte destes são fundamentais para a qualidade dos atributos sensoriais como, aparência,

cremosidade, textura, cor, aroma e sabor (RIOS et al., 2014; MENEZES, 2018; SOUZA et al., 2010).

Em virtude disto, é possível explorar novas probabilidades de atributos sensoriais em gelados comestíveis, através da adição de novos insumos, desde que não desarmonize a suas características gerais, enquanto que, possibilita efeitos positivos à saúde como, o uso de resíduos alimentícios, corantes e antioxidantes naturais e o desenvolvimento de formulações com baixo teor de gordura. Com essas condições, o produto pode ser alegado como funcional e conquistar os mais diversos mercados (AKBARI et al., 2016; LIU et al., 2018; VARELA; PINTOR; FISZMAN, 2014).

1.7 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os compostos bioativos são substâncias químicas encontradas em frutas, verduras, leguminosas, grãos e outros tecidos vegetais que apresentam atividade biológica, e o consumo destes, em longo prazo, podem estar relacionados com a redução do aparecimento de doenças crônicas, tais benefícios já foram evidenciados em pesquisas envolvendo o controle do estresse oxidativo (CHIKARA et al., 2018; LUCAS et al., 2018; ZHAO et al., 2019).

Dentre estes compostos estão os carotenoides (α -caroteno, β -caroteno, β -criptoxantina, luteína, zeaxantina, astaxantina e licopeno); compostos fenólicos: ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos), flavonoides (flavonois, flavonas, flavanois, flavanonas, antocianidinas e isoflavonoides), estibenos, cumarinas e taninos; alcalóides; compostos nitrogenados (derivados da clorofila, aminoácidos e aminas) e compostos organossulfurados (isotiocianatos, indoles e compostos de enxofre alílicos) (GANESSINGH, SAHIBDEEN; MAHARAJ, 2018; KARASAWA; MOHAN, 2017; PATTHAMAKANOKPORN et al., 2008).

No sistema biológico, espécies reativas de oxigênio (EROs) e de nitrogênio (ERNs) podem alterar a configuração do DNA das células, provocando a oxidação de lipídeos e proteínas. No entanto, devido à capacidade de absorver radicais livres, os fitoquímicos bioativos inibe a cadeia de propagação dessas reações oxidativas, auxiliando na proteção contra possíveis danos, causados pela produção excessiva de espécies pro-oxidativas (PODSEDEK, 2007; XU et al., 2017).

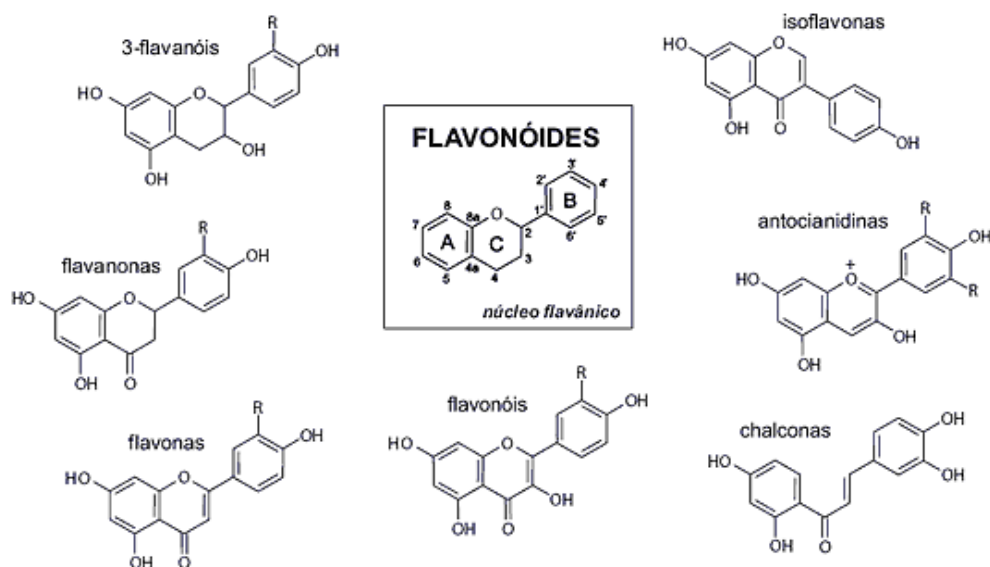
Sendo assim, o consumo de frutas com disponibilidade destes compostos, como fenólicos, podem prevenir o risco de doenças degenerativas, a partir do sequestro de radicais livres, inibidores de oxigênio e agentes redutores (BAENA, 2015; BARROS et al., 2017; HOFE et al., 2014; MIGUEL-CHÁVEZ, 2017; RUMAINUM et al., 2018; XU et al., 2020).

1.7.1 Compostos fenólicos e sua capacidade antioxidante

Os compostos fenólicos, ou polifenóis, são um amplo grupo de metabólitos secundários derivados do fosfato de pentose, e de vias fenilpropanóides das plantas, tais compostos são responsáveis pelos pigmentos em vegetais além de favorecerem o processo de crescimento, reprodução e resistências a patógenos (RANDHIR; LIN; SHETTY, 2004; SHAHIDI; AMBIGAIPALAN, 2015).

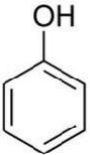
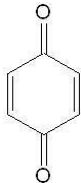
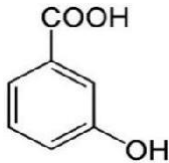
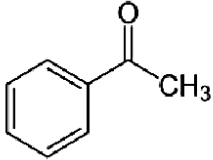
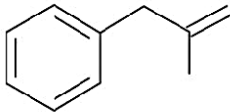
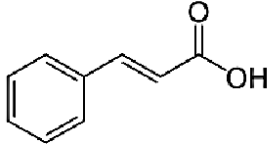
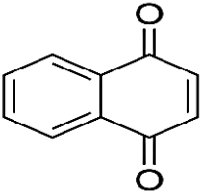
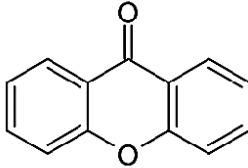
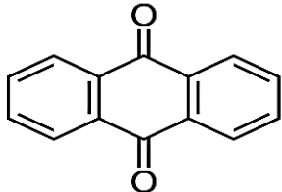
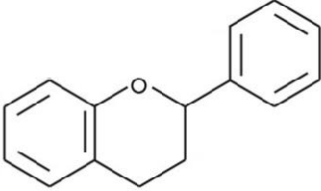
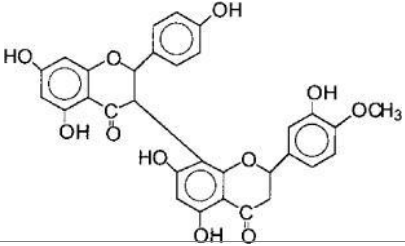
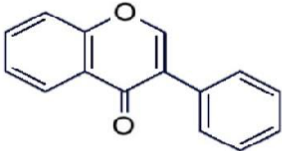
Quanto as suas formas estruturais, apresentam uma grande diversidade, que pode variar desde uma molécula fenólica simples a um polímero complexo de peso molecular elevado (SILVA et al., 2016), tendo como base padrão de estrutura, um grupo fenol, ou seja, uma hidroxila (OH-) ligada a um anel aromático. Dentre o grupo de compostos fenólicos, existem mais de 8000 estruturas identificadas, que envolvem fenóis simples, taninos, ligninas, flavonóides, ácidos fenólicos e as cumarinas. Na Figura 10 estão dispostos alguns grupos de compostos fenólicos presentes em vegetais (KHALID et al., 2019).

Os compostos fenólicos de maior número e mais comum, são os flavonoides, encontrados principalmente nas formas de glicosídeos ou múltiplos açúcares ligados de um grupo de OH (OH-glicosídeo) ou através de ligações carbono-carbono (C-glicosídeo). Os flavonoides são divididos em uma variedade de classes (Figura 8), como flavonas, flavonóis, flavanonas e outras (LE BOURVELLEC; RENARD, 2018).



Fonte: Banjarnahor e Artanti (2014).

Figura 8 - Estrutura química geral dos flavonóides e suas classes distintas.

Fenólico simples	Benzoquinona	Ácido hidroxibenzoico
		
Acetofenona	Ácidos fenilacéticos	Ácidos hidroxicinâmicos
		
Naftoquinonas	Xantonas	Antraquinonas
		
Flavonoides	Biflavonoides	Isoflavonoides
		

Fonte: Ferreira (2015), com alterações.

Figura 9 - Principais grupos de compostos fenólicos encontrados em vegetais.

Os compostos fenólicos, em especial, os flavonoides, atuam como antioxidantes através da inibição de enzimas formadoras de radicais livres (BORLINGHAUS et al., 2014; IRONDI et al., 2015). A indução de enzimas antioxidantes intracelular é outro mecanismo realizado, a partir a ação dos flavonoides, como agente antioxidante. Todavia, a capacidade antioxidante destes compostos bioativos depende da sua estrutura molecular, bem como do número e das posições nos grupos de hidroxilas e das substituições que ocorrem nos anéis aromáticos (MARTINS; PETROPOULOS; FERREIRA, 2016; SOGI et al., 2013).

Para os que ocorrem de forma natural, estão disponíveis geralmente como conjugados com outras moléculas, a exemplo estão os carboidratos que podem apresentar-se na forma de mono e polissacarídeos, como também podem ser derivados funcionais como, os ésteres metílicos (BANERJEE et al., 2017; DONG et al., 2013; KUMAR; PANDEY, 2013; NGAMWONGLUMLERT; DEVAHASTIN; CHIEWCHAN, 2017).

Entre as principais fontes de compostos fenólicos, estão as frutas cítricas, que exibem uma vasta gama de propriedades fisiológicas, se destacando como agentes antialérgicos, anti-inflamatórios, antimicrobianos, antitrombótico e vasodilatadores (MELO et al., 2008; RUFINO et al., 2010; SOUSA; VIEIRA; LIMA, 2011; SCORSATTO et al., 2017).

REFERÊNCIAS

ABIS – Associação Brasileira das Indústrias de Sorvete. **Produção e consumo de sorvetes no Brasil**. Disponível em: http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobreasil.html. Acesso em: 06 fev. de 2020.

ABRAFRUTAS. Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. **Fruticultura se destaca na produção familiar da região Amazônia**. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2019/12/19/fruticultura-se-destaca-na-producao-familiar-do-amazonas/>. Acesso em: 06 jan.2020.

AGUIAR, T. M.; RODRIGUES, F. S.; SANTOS, E. R.; SABAA-SRUR, A. U. O. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 35, p. 91-102, 2010.

ALVES, L. R.; LIMA, J. F. de. Cooperativismo agropecuário e de crédito do brasil do agronegócio. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 14, n. 2, p. 558-587, 2018.

ALVES, M. G.; UENO, M. Restaurantes self-service: segurança e qualidade sanitária dos alimentos servidos. **Revista Nutrição**, v.23, p.573-80, 2010.

ALVEZ, S. B. **Estudo teórico e experimental do processo de secagem do abacate (*Persea americana Mill.*)**. 2014. 103f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

AMORIM, Q. S. **Resíduos da indústria processadora de polpas de frutas: capacidade antioxidante e fatores antinutricionais**. 2016. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, Itapetinga, 2016.

- ANDRADE, R. M. S.; FERREIRA, M. S. L.; GONÇALVES, E. C. B. A. G. Functional capacity of flour obtained from residues of fruit and vegetables. **International Food Research Journal**, v. 21, p. 1675-1681, 2014.
- ANGIOLONI, A.; COLLAR, C. Gel, dough and fibre enriched fresh breads: Relationships between quality features and staling kinetics. **Journal of Food Engineering**, v.91, p.526–532, 2009.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2018. 88p.
- ARANHA, J. B.; NEGRI, T. C.; MARTIN, J. G. P.; SPOTO, M. H. F. Efeito da radiação gama nos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e compostos fenólicos de farinha de resíduos de frutas durante armazenamento. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, e2016123, 2017.
- ARTEAGA, G. E.; LI-CHAN, E.; VAZQUEZ-ARTEAGA, M. C.; NAKAI, S. Systematic experimental designs for product formula optimization. **Trends in Food Science & Technology** August, v. 51, p.443-254, 1994.
- AYALA-ZAVALA, J. F.; VEJA-VEJA, V.; ROSAS-DOMINGUEZ, C.; SIDDIQUI, M. D.; DÁVILA-AVINA, J.; AGUIAR, G. A. G. Agro industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1866–1874, 2011.
- BAENA, R. C. Muito além dos nutrientes: o papel dos fitoquímicos nos alimentos integrais. **Diagnóstico e Tratamento**, v. 20, p.17-21, 2015.
- BAI, J. W.; SUN, D. W.; XIAO, H. W.; MUJUMDAR, A. S.; GAO, Z. J. Novel high-humidity hot air impingement blanching (HHAIB) pretreatment enhances drying kinetics and color attributes of seedless grapes. **Innovation Food Science Engineering**, v. 1, p. 230-237, 2013.
- BANERJEE, J.; SINGH, R.; VIJAYARAGHAVAN, R.; MACFARLANE, D.; PATTI, A. F.; ARORA, A. Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. **Food Chemistry**, v. 225, p.10-22, 2017.
- BANJARNAHOR, S. D. S.; ARTANTI, N. Antioxidant properties of flavonoids. **Medical Journal of Indonesia**, v. 23, p. 239-244, 2014.
- BARBOSA, T. A.; LOBATO, F. S. Determinação da cinética de secagem de produtos alimentícios usando algoritmos genéticos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, p. 28-37, 2016.
- BARROS, R. G. C.; ANDRADE, J. K. S.; DENADAI, M.; NUNES, M. L.; NARAIN, N. Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity in some Brazilian exotic fruit residues. **Food Research International**, v. 102, p.84-92, 2017.
- BIALOSKORSKI, N. S. **Aspectos Econômicos das Cooperativas**. Belo Horizonte: Mandamentos, 2006.
- BORLINGHAUS, F.; ALBRECHT, F.; GRUHLKE, M. C. H.; NWACHUKWU, I. D.; SLUSARENKO, A. J. Allicin: **Chemistry and biological properties**, v.19, p.12591-12618, 2014.
- BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. Pós-colheita e comercialização. Maringá: EDUEM, 2018, p. 489-526, 2018.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA**. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Agência de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o regulamento de gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de setembro, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano nacional de desenvolvimento da fruticultura**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.agricultura.gov.br> . Acesso em: 06 jan. 2020.

CALGARO, M.; BRAGA, M. B. A cultura da acerola. - 3. ed. **rev. ampl.** - Brasília, DF: Embrapa, p.144, 2012.

ÇAM, M.; İÇYER, N. C.; ERDOĞAN, F. Pomegranate peel phenolics: Microencapsulation, storage stability and potential ingredient for functional food development. **LWT – Food Science and Technology**, v.55, p.117–123, 2014.

CAMPO-VERA, Y.; GÉLVEZ-ORDOÑEZ, V. M.; AYALA-APONTE, A. Ultrasonido en el procesamiento (homogenización, extracción y secado) de alimentos. **Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v. 14, p. 103-112, 2018.

CAPARINO, O. A.; TANGO, J.; NINDO, C. I.; SABLANI, S.S.; POWERS, J. R; FELLMAN, J. K. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine ‘Carabao’var.) powder. **Journal of Food Engineering**, v. 111, p. 135-148, 2012.

CARLI, C. G. de. **Farinhas comerciais de frutas: caracterização física, físicoquímica e análise de imagem digital**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Microbiológicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017, 120f.

CARNEIRO, R. L.; SILVA, R. S. S. F.; BORSATO, D.; BONA, E. Gradients methods for simultaneous optimizations: case studies for food systems. **Ciências Agrárias**, v. 26, p.353-362, 2005.

CARVALHO, F. M. Modelagem matemática e determinação das propriedades termodinâmicas do café (*Coffea arabica* L.) durante o processo de secagem. **Revista Ceres**, v.57, p.595-601, 2010.

CARVALHO, S. L. C.; STENZEL, N. M. C.; AULER, P. A. M. **Maracujá-amarelo: recomendações técnicas para cultivo no Paraná**. IAPAR, Londrina - PR, 54 p., 2015.

CECCATO, C.; BASSO, C. Avaliação das perdas de frutas, legume e verduras em supermercado de Santa Maria – RS. *Disciplinarum Scientia. Série: Ciências da Saúde*, v. 12, p. 127-137, 2011.

CELESTINO, S. M. **Princípios de Secagem de Alimentos**. Documentos 217. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Planaltina-DF, 2010.

CHAGAS, E. G. L. **Produção, caracterização e aplicação de farinhas obtidas a partir do resíduo agroindustrial do processamento do camu-camu**. 2019. 113f. Dissertação (Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2019.

CHIKARA, S.; NAGAPRASHANTHA, L. D.; SINGHAL, J.; HORNE, D.; AWASTHI, S.; SINGHAL, S. S. Oxidative stress and dietary phytochemicals: Role in cancer chemoprevention and treatment. **Cancer Letters**, v. 413, p.122-134, 2018.

CORNELL, J. A. **Experiments with mixtures: designs, models and the analysis of mixture**. 3rd ed. New York, USA, John Wiley & Sons, 2002.

COSTA, D. O. D.; CARDOSO, G. R.; SILVA, G. M. V. D. **A evolução do setor produtivo e comercialização de polpa de fruta no brejo paraibano: estudo e caso na coaproddes**. ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Salvador, p. 16, 2013.

COSTA, E. C. S.; NUNES, T. S.; MELO, J. I. M. **Flora da Paraíba, Brasil: Passifloraceae sensu stricto**. Rodriguésia, Rio de Janeiro, v.66, n.1, p.271-284, 2015.

COSTA, J. N. **Estudo da estabilidade de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* degener) em pó, proveniente de cultivo orgânico**. 2012. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

CRESTANI, M.; BARBIERI, R. L.; HAWERROTH, F. J.; CARVALHO, F. I. F. de; DE OLIVEIRA, A. C. Das Américas para o Mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, v.40, p.1473-1483, 2010.

DA SILVA, D. I. S.; NOGUEIRA, G. D. R.; DUZZIONI, A.G.; BARROZO, M. A. S. Changes of antioxidant constituents in pineapple (*Ananas comosus*) residue during drying process. **Industrial Crops and Products**, v.50, p.557–562, 2013.

DAL'TOÉ, A. T. O.; FIORESE, M. L. Estudo da secagem da casca de soja para utilização com fins alimentícios. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, p. 363-372, 2012.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; NOMURA, E. S. Produção de maracujá com uso de mudas avançadas no Vale do Ribeira. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 11, 2014.

DE KETELAERE B.; GOOS P.; BRIJS, K. Prespecified factor level combinations in the optimal design of mixture-process variable experiments. **Food Quality and Preference**, v.22, p.661-670, 2011.

DEA, S. BRECHT, J. K.; NUNES, M. C. do N.; BALDWIN, E. A. Optimal ripeness stage for processing “Kent” mangoes into fresh-cut slices. **HortTechnology**, v. 23, p.12-23, 2013.

DEFRAEYE, T. When to stop drying fruit: insights from hygrothermal modelling. **Applied Thermal Engineering**, v. 110, p.1128-1136, 2017.

DELVA L.; SCHNEIDER, R. G. Acerola (*Malpighia emarginata* DC): production, Postharvest Handling, Nutrition, and Biological Activity. **Food Rev Int.**, p.107–126, 2013.

DEUS, G. I. DE; SILVA, M. S.; SANTIAGO, R. A. C.; SOUZA, A. R. M. DE; LU, D. L. Efeitos da temperatura de secagem nos teores de compostos cianogênicos totais da casca de maracujá. **Revista Alimentação Humana**, v. 20, n. 2 e 3, 2014.

DIÓGENES, A. de M. G., QUEIROZ, A. J. de M., FIGUEIRÊDO, R. M. F., SANTOS, D. da C. Cinética de secagem de grãos de abóbora. **Revista Caatinga**, v. 26, p.71-80, 2013.

DONG, F.; LI, J.; CHANKVETADZE, B.; CHENG, Y.; XU, J.; LIU X. Chiral triazole fungicide Difenoconazole: Absolute stereochemistry, stereoselective bioactivity, aquatic toxicity, and environmental behavior in vegetables and soil. **Environmental Science & Technology**, v. 47, p. 3386-3394, 2013.

- EHRHARDT, D. D. **Caracterização do resíduo do abacaxi e sua utilização no processo de produção de biossurfactantes por bacillus subtilis**. 2019. 90 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.
- ERGUN, M.; ÇAKIR, A.; OSMANOĞLU, A.; ÖZBAY, N. Barbados Kirazı (*Malpighia emarginata* DC.). **Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences**, v. 1, p.180-187, 2014.
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JESUS, O. N. de; MACHADO, C. de F.; FERREIRA, E. M.; KEIZE PEREIRA JUNQUEIRA, P. K.; SCARANARI, C.; WRUCK, D. S. M.; HADDAD, F.; GUIMARÃES, T. G.; BRAGA, M. F. Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares – fase iii: resultados de pesquisa e desenvolvimento 2012-2016. **Embrapa Cerrados**. Brasília-DF: ProImpress, 2018.
- FAO. Food and Agriculture Organization United Nations. **Production tropical fruit**. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 06 jan. 2020.
- FARIA, F. A. **Propriedades físico-químicas de abacate submetido à secagem convectiva e desidratação osmótica**. 2012. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2012.
- FEITOSA, B. F.; DE OLIVEIRA, E. N. A.; OLIVEIRA NETO, J. O. de; DE OLIVEIRA, D. B.; FEITOSA, R. M. Cinética de secagem dos resíduos da agroindústria processadora de polpa de frutas. **Energia na Agricultura**, v. 34, p.134-141, 2019.
- FERRASSOLI, K. P. **Produção de biossurfactantes por Candida tropicalis utilizando resíduos do processamento do abacaxi (Ananas comosus) como substrato**. 2019. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2019.
- FERREIRA, R. L. **Avaliação dos processos de secagem e de extração de compostos antioxidantes em farinha de resíduos de frutas e hortaliças**. 2015. 115f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- FERRONATO, M. de L.; SILVA, E. J da.; FUZINATTO, E.; LUCINI, N.; GERTLER, A. J.; LYRA, H. A. Características Morfológicas da Planta do Maracujá-mirim *Passiflora edulis*. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 13, p.125–126. 2018.
- FOGAGNOLI, G.; SERAVALLI, E. A. G. Aplicação de farinha de casca de maracujá em massa alimentícia fresca. **Brazilian Journal of Food Tecnology**, v. 17, p.204 – 212, 2014.
- FRANCO, T. S. **Desidratação de suco de yacon pelo método de camada de espuma**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- FREIRE, L. S. **Efeito do processamento sobre a composição e o potencial tecnológico da farinha de casca de maracujá amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa Degener)**. 2018. 109f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2018.
- FREITAS, E. do C.; BARROS, H. E. de A.; SANTOS, I. A.; DA SILVA, A.; MIRANDA, R. F. S.; DA SILVA, M. V. Constituintes Fenólicos e Screening da Capacidade Antioxidante de Coprodutos Desidratados de *Theobroma grandiflorum*. **Revista Virtual de química**, v. 9, 2017.
- GANESSINGH, V.; SAHIBDEEN, R.; MAHARAJ, R. An evaluation of the impact of novel processing technologies on the phytochemical composition of fruits and vegetables. **Phytochemicals - Source of Antioxidants and Role in Disease Prevention**, Chapter 12, p. 190-207, 2018.

- GARMUS, T. T. G.; BEZERRA, J. R. M. V.; RIGO, M.; CÓRDOVA, K. R. V. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 3, p.56-65, 2009.
- GERSCHEINSON, L. N. The production of galacturonic acid enriched fractions and their functionality. **Food Hydrocolloids**, v. 68, p.23-30, 2017.
- GERUM, A. F. A. de A.; SANTOS, G. S.; SANTANA, M. do A.; SOUZA, J. da S.; CARDOSO, C. E. L. Fruticultura tropical: Potenciais riscos e seus impactos. **BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura**, n. 232, 2019.
- GÓMEZ, M.; MARTINEZ, M. M. Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.58, p.2119-2135, 2018.
- GONÇALVES, C. R.; LEÃO, M. F. Produção de iogurte com adição de farinhas mistas a partir dos resíduos de maçã, maracujá e uva. **Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer**, v.9, p. 3618, 2013.
- GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. de F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, 2005.
- GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, D. Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. **European Journal of Operational Research**, v. 240, p. 603–626, 2015.
- GRANADA, G. G.; ZAMBLIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. **Revista UFPR**, Curitiba, v. 22, n. 2, 2004.
- HELFAND, S.; PEREIRA, M.; SOARES, W. **Pequenos e médios produtores na agricultura brasileira: situação atual e perspectivas**. Brasília/Campinas: Embrapa/Instituto de Economia da Unicamp, 2014.
- HERNÁNDEZ-SANTOS, B. et al. Dietary fibre and antioxidant compounds in passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) peel and depectinised peel waste. **International Journal of Food Science and Technology**, v.50, p.268–274, 2015.
- HOFE, C. R.; FENG, L.; ZEPHYR, D.; STROMBERG, A. J.; HENNIG, B.; GAETKE, L. M. Fruit and vegetable intake, as reflected by serum carotenoid concentrations, predicts reduced probability of polychlorinated biphenyl–associated risk for type 2 diabetes: National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2004. **Nutrition Research**, v. 34, p.285-293, 2014.
- HOFISKY V. A.; DA SILVA, F. L. H.; GOMES, J. P.; DA SILVA, O. S.; CARVALHO, J. P. D.; DE LIMA, E. E. Cinética de secagem do resíduo de abacaxi enriquecido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.640–646, 2013.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Agropecuário 2017 - Resultados definitivos**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/24/76693?localidade1=15&localidade2=0> . Acesso em: 04 fev. 2020.

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INFANTE, J.; SELANI, M. M.; DE TOLEDO, N. M. V.; SILVEIRA-DINIZ, M. F.; ALENCAR, S. M.; SPOTO, M. H. F. Atividade Antioxidante De Resíduos Agroindustriais De Frutas Tropicais. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 24, p. 92, 2013.

IRONDI, E. A.; OBOH, G.; AKINDAHUNSI, A. A.; BOLIGON, A. A.; ATHAYDE, M. L. Phenolics composition and antidiabetic property of *Brachystegia eurycomaseed* flour in high-fat diet, low-dose streptozotocin- induced type 2 diabetes in rats. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v.5, p.159-165, 2015.

JAESCHKE, D. P.; MARCZAK, L. D. F.; MERCALI, G. D. Evaluation of non-thermal effects of electricity on ascorbic acid and carotenoid degradation in acerola pulp during ohmic heating. **Food Chemistry**, v. 199, p.128–134, 2016.

JAHURUL, M. H. A.; ZAIDUL, I. S. M.; GHAFOR, K.; JUHAIMI, F. Y.; NYAM, K. L.; NORULAINI, N. A. N.; F. SAHENA, F.; OMAR, A. K. M. Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: a review. **Food Chemistry**, v.183, p.173-180, 2015.

KALAYCIOGLU, Z.; ERIM, F. B. Total phenolic contents, antioxidant activities, and bioactive ingredients of juices from pomegranate cultivars worldwide. **Food Chemistry**, v. 221, p. 496–507, 2017.

KARIM, C. K. M. A.; JOARDDER, M. U. H. Intermittent drying of food products: A critical review. **Journal of Food Engineering**, v. 121, p. 48-57, 2014.

KHALID, M.; RAHMAN, S.; BILAL, M.; DAN-FENG, H. Role of flavonoids in plant interactions with the environment and against human pathogens-A review. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 18, p.211-230, 2019.

KUMAR, S.; PANDEY, A. K. Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. **The Scientific World Journal**, v. 13, p. 1-16, 2013.

LACHMAN, J. et al. Towards complex utilisation of winemaking residues: Characterisation of grape seeds by total phenols, tocopherols and essential elements content as a by-product of winemaking. **Industrial Crops and Products**, v.49, p.445-453, 2013.

LE BOURVELLEC, C.; RENARD, C. M. G. C. **Interactions Between Polyphenols and Macromolecules: Effect of Tannin Structure**. Reference Module in Food Science. Sécurité et Qualité des Produits d'Origine Végétale, INRA, Avignon University, Avignon, France, p.1-6, 2018.

LEITE, C. X. dos S. **Propriedades fitoquímicas de casca de manga (*Mangifera indica* L.) liofilizada e aplicação em sorvete**. 2019. 155f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2019.

LIMA, P. C. C. et al. Characterization and evaluation of fruits of West Indian cherry. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, p.550-555, 2014.

LIMA, P. C.; SOUZA, B. S.; SANTINI, A. T.; OLIVEIRA, D. de. Aproveitamento agroindustrial de resíduos provenientes do abacaxi 'pérola' minimamente processado. **HOLOS**, [S.l.], v. 2, p. 122-136, 2017.

LIU, R.; WANG, L.; LIU, Y.; WU, T.; ZHANG, M. Fabricating soy protein hydrolysate/xanthan gum as fat replacer in ice cream by combined enzymatic and heat-shearing treatment. **Food Hydrocolloids**, v. 81, p.39-47, 2018.

LÓPEZ, J. H. V. et al. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidante properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v.51, p.756-763, 2013.

LUCAS, T.; SANTOS, G.; PONTES, E.; DA SILVA, L. A.; DA SILVA, W.; DA SILVA, S.; DE FREITAS N. P.; DOMINGOS, MA.; DE SOUSA, L. P.; PONTES, A.; RÜEGG, R. Food Consumption with Functional Properties Allied to Breast Cancer Treatment. **International Journal of Nutrology**, v.11, p.S24-S327, 2018.

MACEDO, M. C. C. **Obtenção e caracterização de filmes biodegráveis a partir da casca de maracujá**. 2018. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

MAIA, S. M. P. C et al. Farinha de maracujá na elaboração de bolo de milho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.13, p.328-336, 2018.

MARQUES, T. R. et al. Characterization of phenolic compounds, antioxidant and antibacterial potential the extract of acerola bagasse flour. **Acta Scientiarum Technology**, v.39, p.143-148, 2017.

MARQUETI, C. **Obtenção e caracterização de farinha de casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) para adição em biscoitos tipo cookie**. 2014. 117 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

MARTÍN, M. A. et al. Biomethanization of Orange peel waste. **Bioresource Technology**, v.101, p.8993-8999, 2010.

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência da Saúde Coletiva**, v. 24, n. 11, p. 4251-4262, 2019.

MARTINS, D. P. **Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa* Deg) a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e potássio**. 1998. 84f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências e tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacases, 1998.

MARTINS, N.; PETROPOULOS, S.; FERREIRA, I. C. F. R. Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre and post- harvest conditions: A review, **Food Chemistry**, v.211, p.41-50, 2016.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n.1, p.83-91, 2011.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas, **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, vol.44, n.2, 2008.

MENEZES FILHO; A. C. P.; SOUZA, J. C. P.; CASTRO, C. F. S. Avaliação dos parâmetros físico-químicos e tecnológicos da farinha produzida a partir dos resíduos da agroindústria de laranja e melancia. **Agrarian**, v. 12, p.399-410, 2019.

- MENEZES, M. APROVEITAMENTO DA POLPA DE COCO VERDE PARA PRODUÇÃO DE GELADO COMESTÍVEL. 2018. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- MENEZES, M. L. DE; STROHER, A. P.; PERREIRA, N. C.; BARROS, S. T. Davantel de. Análise da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo. **Revista Engevista**, v. 15, 2013.
- MENEZES, V. P. et al. Subprodutos de frutas tropicais desidratados por secagem convectiva. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.13, p. 472-482, 2018.
- MERRETT, C.; WALZER, N. **A cooperative approach to local economic development**. Connecticut: Quorum Books. 2001.
- MEZADRI T. et al. Antioxidant compounds and antioxidant activity in acerola (Malpighia emarginata DC.) fruits and derivatives. **J Food Comp**, v. 21, p.282–290, 2008.
- MICHELETTI, J. et al. The addition of jaboticaba skin flour to muffins alters the physicochemical composition and their sensory acceptability by children. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.21, e2017089, 2018.
- MIGUEL-CHÁVEZ, R. S. Phenolic Antioxidant Capacity: A Review of the State of the Art. **Intech**, p.59-74, 2017.
- MIRANDA, G. S. et al. Efeito do consumo da aveia e farinha da casca de maracujá sobre a glicemia e lipemia em grupo de voluntários. **Revista da Ciência Farmacêutica Básica e Aplicada**, v. 35, p.245-250, 2014.
- MORAIS, M. M.; SILVA, M. A. Retenção de aroma na secagem em atmosferas normal e modificada: desenvolvimento do sistema de estudo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, p.295-302, 2011.
- MORZELLE, M. C.; SOUZA, E. C.; LAMOUNIER, M. L.; SALGADO, J. M. Nutritional and sensory characteristics of ice cream from savana fruits). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n. 387, v. 67, p. 70-78, 2012.
- MOSQUIM, M. C. A. **Fabricando sorvete com qualidade**. São Paulo: Varela, 1999. 62p.
- MOURA, B. D. et al. Estudo da secagem do bagaço de maracujá em secador rotatório: Aplicação de modelos semi empíricos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, 2014.
- MYERS, R.H.; MONTGOMERY, D. C. **Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments**. 2nd ed. New York, USA, John Wiley & Sons, 2002.
- MYODA, T. et al. Antioxidative and antimicrobial potential of residues of camu-camu juice production. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v.8, p.304-307, 2010.
- NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos obtidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, no prelo, 2015.
- NAVARRO, S. D. et al. Resistant starch: a functional food that prevents DNA damage and chemical carcinogenesis. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, p. 1679-1691, 2015.
- NEGREIROS, J. K. S. **Secagem em camada de espuma do suco da romã, composto por sua polpa e casca**. 2019. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal Da Paraíba, João Pessoa, 2019.

NETO, B. B.; CARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. Como fazer experimentos: aplicações na ciência e na indústria. **Ed. Bookman**, 4^a edição, p.414, 2010.

NEVES, M. de C. R.; CASTRO, L. S. de; FREITAS, C. O. de. O impacto das cooperativas na produção agropecuária brasileira: uma análise econométrica espacial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 4, p. 559-576, 2019.

NGAMWONGLUMLERT, L.; DEVAHASTIN, S.; CHIEWCHAN, N. Natural colorants: pigment stability and extraction yield enhancement via utilization of appropriate pretreatment and extraction methods. **Food Science and Nutrition**, v.57, p.3243-3259, 2017.

NÓBREGA, E. M. et al. The impact of hot air drying on the physical-chemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of acerola (*Malpighia emarginata*) residue. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.39, p.131–141, 2015.

OCB – Organização das Cooperativas do Brasil. **Dados diversos**. Disponível em: <http://www.ocb.org.br>. Acesso em: 2 jul. 2021.

OLIVEIRA, A. S. B. **Estudo da secagem de casca de abacaxi visando desenvolvimento de chá a partir do produto seco**. 2014. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2014.

OLIVEIRA, D. A. S. B. et al. Avaliação da qualidade de pão com adição de farinha e purê da banana verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 699-707, 2015.

PATTHAMAKANOKPORN, O.; PUWASTIEN, P.; NITITHAMYONG, A.; SIRICHAKWAL, P. P. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 3, p. 241-248, 2008.

PEREIRA, P. H. M. et al. Resíduos citrícolas: uma breve revisão. **Revista Jovens Pesquisadores**, v. 8, p.11-19, 2018.

PEREIRA, T. S.; PINHEIRO, W. S.; NEGREIROS, J. K.; SOUSA, C. C.; CAVALCANTE, J. A. Caracterização de clara de ovo e do seu pó obtido por secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, p. 1517-8505, 2017.

PINHEIRO, G. K. I. **Cinética de secagem dos frutos de cajá (*spondias mombin* l.) E avaliação da qualidade das farinhas produzidas**. 2018. 91f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2018.

PIRES, M. M.; JOSÉ, A. R. S.; CONCEIÇÃO, A. O. **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ilhéus: Editus, 2011.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. **LWT-Food Science and Technology**, v. 40, p. 1-11, 2007.

PRAKASH, A.; BASKARAN, R. Acerola, an untapped functional superfruit: a review on latest frontiers. **Food Scientists & Technologists**, v. 55, p.3373-3384, 2018.

PRESNO, N. B. As cooperativas e os desafios da competitividade. **Estudos Sociedade e Agricultura**, 17, 119-144, 2001.

- RANDHIR, R.; LIN, Y.-T.; SHETTY, K. Phenolics, their antioxidant and antimicrobial activity in dark germinated fenugreek sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.13, p.295-307, 2004.
- RATHNAYAKA MUDIYANSELAGE, C. M; KARUNASENA, H. C. P; GU, Y. T; GUAN, L.; SENADEERA, W. Novel trends in numerical modelling of plant food tissues and their morphological changes during drying – A review. **Journal of Food Engineering**, v.194, p.24-39, 2017.
- REZENDE, Y. R. R. S.; NOGUEIRA, J. P. N.; NARENDRA NARAIN, N. Microencapsulation of extracts of bioactive compounds obtained from acerola (*Malpighia emarginata* DC) pulp and residue by spray and freeze drying: Chemical, morphological and chemometric characterization. **Food Chemistry**, v.258, p.281-291, 2018.
- RIBEIRO, T. C. et al. Substitution of Wheat Flour with Rice Flour and Rice Bran in Flake Products: Effects on Chemical, Physical and Antioxidant Properties. **International food research journal**, v.22, p.532–538, 2015.
- RIOS, R. V.; PESSANHA, M. D. F.; ALMEIDA, P. F.; VIANA, C. L.; LANNES, S. C. S. Application of fats in some food products. **Food Science and Technology**, v.34, p.3-15, 2014.
- RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. A cultura da Aceroleira. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**/ MAPA. Cruz das Almas, p.17- 22, 2003.
- RODRÍGUEZ, D. et al. Polymorphic Microsatellite Markers in Pineapple (*Ananascosmosus* (L.) Merrill). **Scientia Horticulturae**, v.156, p.127-130, 2013.
- ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; MARTINS, G. A.; RIBEIRO, T. P.; COSTA, J. B.; SANTOS, S.F.; CARVALHO, F.C. Valor nutritivo do resíduo da indústria processadora de abacaxi (*Ananas comosus* L.) em dietas para ovinos. 1. Consumo, digestibilidade aparente e balanços energético e nitrogenado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 3, p. 773-781, 2007.
- ROSA, L.A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILARA, G.A. Fruis and vegetable phytochemicals: chemistry. **Nutritional Value and Stability**, p.3-51, 2010.
- ROSA, R. C. C. Implantação do Pomar. Brasília, Df: **Embrapa Cerrados**. Cap. 7, p.78-88, 2016.
- RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil, **Food Chemistry**, v.121, p.996-1002, 2010.
- SAHIN, Y. B.; CELIK, O. N.; BURNAK, N. Modeling and analysis of the effects of nano-oil additives on wear properties of AISI 4140 steel material using mixture design. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: **Journal of Engineering Tribology**, v. 230, n. 4, p. 442-451, 2016.
- SANDRI, D. O. et al. Análise físico-química do abacaxi cultivar pérola na forma “in natura” em diferentes posições do fruto: cilindro central e polpa. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, p.13, 2011.
- SANTANA, F. C.; SILVA, J. V.; ALVES, A. R.; SANTOS, A.J.A.O.; WARTHA, E.R.S.A.; MARCELLINI, P. S.; SILVA, M. A. A. P. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca do maracujá amarelo (*passiflora edulis* flavicarpa) e fécula de mandioca (*manihot esculenta* crantz). **Alimentos e Nutrição**, v.22, n. 3, p.391-399, 2011.

SANTOS, T. C.; BONOMO, R. F.; CHAVES, M. A.; FONTAN, R. da C. I.; BONOMO, P. Cinética e modelagem da secagem de carambola (*Averrhoa carambola L.*) em secador de bandeja. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 309-313, 2010. Disponível em: <http://eduem.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/viewFile/6048/6277>. Acesso em: 30 dez. 2019.

SARANYA, J.; NAPHAPORN, C.; SAKAMON, D. Composition Profiles and Functional Properties of Dietary Fiber Powder from Lime Residues: Effects of Pretreatment and Drying Methods. **Drying Technology**, v.32, p.484-493, 2014.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds — recent developments. **Trends in Food Science & Technology**, v.12, p.401-413, 2001.

SCORSATTO, M.; PIMENTEL, A. C.; SILVA, A. J. R. da; SABALLY, K.; ROSA, G; OLIVEIRA, G. M. M. de Avaliação de compostos bioativos, composição físicoquímica e atividade antioxidante in vitro da farinha da berinjela, **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v.30, p.235-242, 2017.

SEBRAE. **O cultivo e o mercado do maracujá**. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/O-cultivo-e-o-mercado-do-maracuj%C3%A1> . Acesso em 28 jan. 2020.

SEIXAS, F. L.; FUKUDA, L.; TURNIANI, F. R. B.; GARCIA, P. S. Extraction of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) by microwave-induced heating. **Food Hydrocolloids**, v.38, p.186-192, 2014.

SENADEERA, W.; BHANDARI, B.; YOUNG, G. S.; WIJESINGHE, B. Influence of shapes of selected vegetable materials on drying kinetics during fluidized bed drying. **Journal of Food Engineering**, v.58, p.277–283, 2003.

SEOLIN, V. J.; SCAPIM, M. R. S.; PIERETTI, G. G.; TONON, L. A. C.; MADRONA, G. S. Substituição de açúcar por frutooligosacarídeo em sorvete. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.7, p.1062-73, 2013.

SEPÚLVEDA, L.; RAMANÍ, A.; AGUILAR, C. N.; TEXEIRA, J. A. Valorization of Pineapple Waste for the Extration of Bioactive Compounds and Glycosides Using Autohydrolysis. **Innovative Food Science end Emergin Technologies**, v.47, p.38-45, 2018.

SHAHIDI, F.; AMBIGAIPALAN, P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. **Journal of functional foods**, 2015.

SHANMUGAM, S.; GOMES, I. A.; DENADAI, M.; LIMA, B. S.; ARAÚJO, A. A. de S.; NARAIN, N.; LEITE NETA, M. T. S.; SERAFINI, M. R.; QUINTANS-JÚNIOR, L. J.; THANGARAJ, P. UHPLC-QqQ-MS/MS identification, quantification of polyphenols from *Passiflora subpeltata* fruit pulp and determination of nutritional, antioxidant, α -amylase and α -glucosidase key enzymes inhibition properties. **Food Research International**, v.108, p.611-620, 2018.

SILVA, E. S.; SALOMÃO, I. L.; MCINTYRE, J. P.; GUERREIRO, J.; PIRES, M. L. L. S.; ALBUQUERQUE, P. P.; BERGONSI, S.; VAZ, S. C. Panorama do cooperativismo brasileiro: história, cenários e tendências. **Revista uniRcoop**, v.1, n. 2, p. 75-102, 2003.

SILVA, M. B.; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**, v.56, p.551-554, 2009.

SILVA, M. L. T.; BRINQUES, G. B.; GURAK, P. D. Use of sprouts byproduct flour for fresh pasta production. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.22, p.201 – 211, 2018.

SILVA, P. M.; GAUCHE, C.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity, **Food Chemistry**, v.196, p.309- 323, 2016.

SMALL, E. Acerola (Barbados Cherry). In: **Top 100 Exotic Food Plants**. CRC Press ed. [s.l: s.n.]. p. 37–40, 2011.

SOGI, D. S.; SIDDIQ, M.; GREIBY, I.; DOLAN, K. D. Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of ‘Tommy Atkins’ mango peel and kernel as affected by drying methods. **Food Chemistry**, v.141, p.2649-2655, 2013.

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

SOUZA, C. B. de; JONATHAN, M.; SAAD, S. M. I.; SCHOLS, H. A.; VENEMA, K. Characterization and in vitro digestibility of by-products from Brazilian food industry: Cassava bagasse, orange bagasse and passion fruit peel. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v.16, p.90-99, 2018.

SOUZA, F. de F.; DEON, M. D. I.; CASTRO, J. M. da C. de; LIMA, M. A. C. de; RYBKA, A. C. P.; FREITAS, S. T. de. Principais Variedades de Aceroleiras Cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco. **Embrapa Semiárido**, Petrolina, 2013.

SOUZA, J. C. B.; COSTA, M. R.; DE RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Alimentos e Nutrição**, v.21, p.155-165, 2010.

SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alimentos e Nutrição**, v.19, p.33-36, 2008.

STEINBERG, E. **Maracujá - guia prático para um manejo equilibrado**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1988.

STORCK, C. R.; NUNES, G. L.; OLIVEIRA, B. B. de; BASSO, C. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Ciência Rural**, v.43, p.537-543, 2013.

SUHET, M. I. Fermentação semissólida do resíduo do abacaxi. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.5, p. 47-52, 2011.

TEBCHERANI, S.M.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G.; VIEIRA, R.G.; CAVA, S.S.; SEQUINEL, T. Itajara Minérios Ltda. **Sistema de secagem de bagaço de maçã**. PI0806012-6, 2010.

TEDESCO, M. P. **Filmes de desintegração oral produzidos por tape casting – perspectiva para veiculação de compostos ativos extraídos do resíduo industrial de acerola**. 2018. 108f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

TEIXEIRA, C. G. et al. **Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento, aspectos econômicos** Campinas: ITAL (Série frutas tropicais, 9), p.38- 46. 1994..

TEIXEIRA, F. R.; AGUIAR, M. R.; SILVA, T. da; RIBEIRO, M. E. O.; ANTONIOLLI, B. I. Evolução histórica do cooperativismo no setor agropecuário. **Revista multidisciplinar e de Psicologia**, v. 11, n.39, p. 129-141, 2017.

VALENTINOV, V. Why are cooperatives important in agriculture? An organizational economics perspective. **Journal of Institutional Economics**, v. 3, n. 1, p. 55-69, 2007.

VARELA, P.; PINTOR, A.; FISZMAN, S. How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream. **Food Hydrocolloids**, v.36, p.220-228, 2014.

VIEIRA, A. R.; VINGELIENE, S.; CHAN, D. S. M.; AUNE, D.; ABAR, L.; ROSENBLATT, D. N.; GREENWOOD, D. C.; NORAT, T. Fruits, vegetables, and bladder cancer risk: a systematic review and meta-analysis. **Cancer Medicine**, v. 4, p.136-146, 2015.

VIEIRA, P. A. F.; QUEIROZ, J. H. de; VIEIRA, B. C.; MENDES, F. Q.; BARBOSA, A. de A.; MULLER, E. S.; SANT'ANA, R. de C. O.; MORAES, G. H. K. de. Caracterização química do resíduo do processamento agroindustrial da manga (*Mangifera Indica* l.) var. ubá. **Alimentos e Nutrição**, v.20, p.617-623, 2009.

VILLAGRA, B. L. P.; ROMANIUC NETO, S. Plantas trepadeiras do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). **Hoehnea**, v.38, p.325-384, 2011.

WAUGHON, T. G.; PENA, R. Modelagem da secagem em camada delgada da fibra residual do abacaxi. **B. CEPPA**, v.26, p.297-306, 2008.

WIJERATNAM, S. W. Passion Fruit. **Elsevier**, 2016. (Nota técnica).

XU, D. P.; LI, Y.; MENG, X.; ZHOU, T.; ZHOU, Y.; ZHENG, J.; ZHANG, J. J.; LI, H. B. Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources. **International Journal of Molecular Sciences**, v.18, p.1-32, 2017.

XU, W.; KLUMBYS, E.; ANG, E. L.; ZNAO, H. Emerging molecular biology tools and strategies for engineering natural product biosynthesis. **Metabolic Engineering Communications**, v.10, e00108, 2020.

ZAGO, M. F. C.; CALIARI, M.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CAMPOS, M. R. H.; BATISTA, J. E. R. Jabuticaba peel in the production of cookies for school food: Tecnological and sensory aspects. **Ciência e Agrotecnologia**. v.39, p.624 - 633, 2015.

ZERAIK, M. L.; PEREIRA, C. A. M.; ZUIN, V. G.; YARIWAKE, J. H. Maracujá um alimento funcional. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, p.459–471, 2010.

ZEULI, K.; DELLER, S. Measuring the local economic impact of cooperatives. **Journal of Rural Cooperation**, v. 35, n. 1, p. 1-17, 2007.

ZHAO, C.; LIU, Y.; LAI, S.; CAO, H.; GUAN, Y.; CHEANG, W. S.; LIU, B.; ZHAO, K.; MIAO, S.; RIVIERE, C.; CAPANOGLU, E.; XIAO, J. Effects of domestic cooking process on the chemical and biological properties of dietary phytochemicals. **Trends in Food Science & Technology**, v.85, p.55-66, 2019.

CAPÍTULO II

CINÉTICA DE SECAGEM E MODELAGEM MATEMÁTICA DOS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE FRUTAS TROPICAIS¹

RESUMO

O Brasil é classificado no ranking mundial como o terceiro maior exportador de produtos agrícolas e produtor de frutas, consequentemente gerando muitos resíduos e vem se esforçando para desenvolver pesquisas que reduzam o impacto ambiental causado pelas agroindústrias. Sendo assim, este estudo teve por objetivo realizar a cinética de secagem dos resíduos oriundos do processamento da polpa de abacaxi, acerola e maracujá e avaliar a influência da temperatura na composição de carotenoides totais. Com os dados experimentais do processo cinético, oito modelos matemáticos foram aplicados utilizando como parâmetros, o coeficiente de determinação (R^2), qui-quadrado (X^2), erro médio estimado (SE) e erro médio quadrático (RMSE). As curvas das cinéticas dos resíduos demonstraram comportamentos semelhantes, no entanto na temperatura de 70 °C as perdas de umidade foram mais rápidas. E nesta temperatura, todos os resíduos avaliados apresentaram maiores valores de carotenoides totais, no entanto somente o resíduo de abacaxi diferiu significativamente dos demais. Dentre os modelos estudados, todos tiveram bons ajustes, com destaque para o de Wang e Sing.

Palavras-chaves: Resíduos de frutas. Desidratação. Modelos matemáticos.

ABSTRACT

Brazil is classified in the world ranking as the third largest exporter of agricultural products and fruit producer, consequently generating a lot of waste and has been striving to develop researches that reduce the environmental impact caused by Agrobusinesses. Therefore, this study aimed to perform the drying kinetics of the residues from the processing of pineapple, acerola and passion fruit pulp to evaluate the influence of the temperature on the composition of total flour carotenoids. With the experimental data of the kinetic process, eight mathematical models were applied using as parameters, the coefficient of determination (R^2), chi-square (X^2), estimated mean error (SE) and mean square error (RMSE). The kinetics curves of the residues showed similar behaviors, however at 70 °C the humidity losses were faster. At this temperature, all the residues evaluated showed higher values of total carotenoids, however only the pineapple residue differed significantly from the others. Among the models studied, all had good adjustments, with emphasis on Wang and Sing.

Key words: Fruit waste. Drying kinetics. Mathematical modeling.

¹ Artigo formatado e submetido de acordo com as diretrizes do Journal Food of Engineering (ISSN: 0260-8774).

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é atualmente o terceiro maior exportador agrícola e produtor de frutas, participando com 45,9% da produção total mundial.^[1] Segundo informações da Produção Agrícola Municipal (PAM) no ano de 2019 a produção agrícola do país teve crescimento de 5,1% alcançando o valor de R\$ 361 bilhões.^[2]

Do volume total da fruticultura brasileira no ano de 2018, o abacaxi teve contribuição de 8,4% com 3,4 milhões de toneladas, e o estado do Pará teve uma expressiva participação com 52% da produção.^[2] A casca do abacaxi pode ser considerada fonte de fibra alimentar, além de conter alto teor de proteínas, lipídeos e minerais.^[3] De acordo com Carvalho^[4], a casca do abacaxi apresenta em média 4,5% de proteína, 0,5% de lipídios, 3,1% de fibra bruta e 4,8% de cinzas. Portanto, devido suas características nutricionais, o resíduo (casca) do abacaxi pode ser utilizado como complemento na elaboração de novos produtos.

Com produção de aproximadamente uma tonelada por ano de maracujá, o Brasil se destaca como um dos principais produtores mundiais.^[5] O resíduo deste fruto é composto por uma mistura de casca, sementes e bagaços, a casca representa de 40% a 50% do peso da fruta, a parte interna branca da casca (albedo) é rico em pectina, niacina (vitamina B3), ferro, cálcio, fósforo e fibras diversas. As sementes, no maracujá representam cerca de 6% a 12% do peso total do fruto e podem ser boas fontes de carboidratos, proteínas e minerais.^[6,7]

A acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) é uma fruta que se destaca pelo seu elevado teor de ácido ascórbico e por possuir outros fitonutrientes como compostos fenólicos, flavonoides, antocianinas e carotenoides,^[8,9] ela está entre as frutas tropicais de maior expressão econômica no mercado brasileiro e internacional.^[10] E o Brasil é o maior produtor mundial de acerola, com 11.000 hectares de plantação de acerola, produzindo 3.000 quilos por hectare e um total de 330.000 toneladas ao ano.^[11]

As mudanças e transformações no mundo estão cada vez mais rápidas e junto com elas a preocupação com o meio ambiente. O processo de industrialização aumentou a quantidade e tipo de resíduos gerados elevando mais os problemas sociais e ambientais. Pois, a quantidade de resíduos produzidos e descartados inadequado geralmente são compostos por cascas, bagaços e até mesmo parte da polpa das frutas, que normalmente não são aproveitadas e descartadas na forma de lixo orgânico.^[12] Estudos vêm sendo realizados com resíduos industriais oriundos do processamento de alimentos buscando a redução do impacto ambiental e a criação de novos produtos, bem como o desenvolvimento de tecnologias que agreguem valor aos produtos.^[13,14,15]

Neste contexto, a secagem é um processo simples e aplicado com o objetivo de reduzir o teor de água até níveis seguros para o armazenamento, o que conseqüentemente facilita o transporte, agrega valor ao produto e proporciona maior estabilidade, devido reduzir a atividade de microrganismos deteriorantes.^[16] Este processo envolve a transferência de calor e massa, influenciando na modificação das atividades biológicas e a estrutura química e física.^[17]

A secagem é uma importante tecnologia que pode ser empregada no tratamento de resíduos e na redução dos impactos ambientais, produzindo farinhas ricas em fibras, importante para a alimentar humana.^[18,19] E o aproveitamento de resíduos para o processamento de novos alimentos significa um importante passo para a indústria de alimentos. As farinhas de frutas em comparação a de cereais apresentam maior conservação e valores nutricionais, menor tempo de secagem, com destaque em suas propriedades físicas e químicas, que permitem ampla gama de aplicações.^[20]

Porém, é muito importante estabelecer os parâmetros ideais para o processo avaliando a cinética da secagem, que estuda o comportamento da transferência de massa entre o produto e o agente de secagem.^[21] Pois, os produtos alimentícios podem passar por diversas alterações quando submetidos a secagem, como estrutura, sabor, cor e composição química, desta forma, o processo necessita ser analisado para identificar as variáveis que influenciam no processo.^[22,23] Diante do exposto, o objetivo da pesquisa foi estudar a cinética de secagem dos resíduos de abacaxi, acerola e maracujá, nas temperaturas de 60 e 70 °C, avaliando a influência do processo no teor de carotenoides e, aplicar oito modelos matemáticos que representem os melhores ajustes aos dados experimentais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os resíduos gerados durante o processamento das polpas de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), acerola (*Malpighia emarginata*) e maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) foram coletados e armazenados em caixas térmicas, em condições higiênicossanitárias adequadas na Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açú (CAMTA), localizada no município de Tomé Açú-Pará/Brasil, e transportados até o laboratório da agroindústria do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará-Campus Castanhal/Brasil.

2.1 CINÉTICA DE SECAGEM DOS RESÍDUOS DE FRUTAS TROPICAIS

De início, a umidade inicial dos resíduos foi determinada em estufa a 105 °C, até peso constante, seguindo a Equação 1.

$$\text{Umidade} = \frac{100 \times P}{P'} \quad (1)$$

Em que:

P - perda de peso em gramas;

P' - peso da amostra em gramas.

150g de resíduos foram distribuídos de forma uniforme, em bandejas de aço inox e realizada a secagem em estufa com circulação de ar forçada, configurada nas temperaturas de 60 e 70 °C, em triplicata. As amostras foram pesadas regularmente, a cada 2 minutos durante 20 minutos, depois a cada 5 minutos durante 55 minutos, de 10 em 10 minutos por 60 minutos e a cada 20 minutos, durante 60

minutos, até atingirem peso constante. E a partir dos dados experimentais, foram calculadas as razões de umidade para formar as curvas de secagem de cada resíduo, em função do tempo em minutos, de acordo com a Equação 2.

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad (2)$$

Em que:

RX - razão de água do produto (adimensional);

X - teor de água do produto (base seca);

X_i - teor de água inicial do produto (base seca);

X_e - teor de água de equilíbrio do produto (base seca).

2.2 APLICAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS

Oito modelos foram testados (Tabela 1), com o intuito de descrever, os resultados, obtidos da cinética de secagem, dos resíduos de frutas.

Tabela 1 - Modelos matemáticos utilizados para prever o fenômeno de secagem dos resíduos de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), acerola (*Malpighia emarginata*) e maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*).

Modelos	Equação
Newton (1)	$RU = \exp(-k \cdot t)$
Henderson e Pabis (2)	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t)$
Lewis (3)	$RU = \exp(k \cdot t) \quad (3)$
Verma (4)	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \cdot \exp(-g \cdot t)$
Wang e Sing (5)	$RU = 1 + a \cdot t + b \cdot t^2$
Midilli (6)	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$
Dois Termos (7)	$RU = a \cdot \exp(k_0 \cdot t) + b \cdot \exp(-k \cdot t)$
Aproximação da Difusão (8)	$RU = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \cdot \exp(-k \cdot b \cdot t)$

t - tempo de secagem; *k*, *k₀*, *k₁* - constantes de secagem; *a*, *b*, *g*, *n* - coeficientes dos modelos; RU - razão de umidade (adimensional).

E mediante os dados experimentais obtidos foram considerados os valores para o coeficiente de determinação (R²), qui-quadrado (X²), erro médio estimado (SE) e erro médio quadrático (RMSE) como parâmetros de avaliação para cada um dos modelos, tais parâmetros foram calculados conforme as expressões (3, 4 e 5), respectivamente:

$$SE = \sqrt{\frac{(Y - Y')^2}{GLR}} \quad (3)$$

Em que:

Y - valor experimental;

Y' - valor estimado pelo modelo;

n - número de observações experimentais;

GLR - graus de liberdade do modelo (número de observações menos o número de parâmetros do modelo).

$$RMSE = \left[\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (RX_{pred,i} - RX_{exp,i})^2 \right] \frac{1}{2} \quad (4)$$

$$X^2 = \frac{1}{n-N} \sum_{i=1}^n (RX_{exp,i} - RX_{pred,i})^2 \quad (5)$$

Em que:

RXexp - umidade experimental (adimensional);

RXpred - umidade predita pelo modelo (adimensional);

N - número de observações;

n - número de constantes do modelo.

E para estabelecer a temperatura ideal de secagem dos resíduos de frutas, com relação aos compostos de carotenoides, foi avaliado a existência de diferença significativa ($p < 0,05$) entre as duas temperaturas aplicadas, pois as matérias-primas em questão apresentam disponibilidade relevante de compostos bioativos, e entre os predominantes, estão os carotenoides. [24-26]

2.3 DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS

Foi realizada de acordo com metodologia adaptada de Talcott e Howard [27]. As amostras foram filtradas com solução etanol-acetona (1:1 v/v) até que o filtrado apresentasse coloração branca. Em seguida, os extratos obtidos foram aferidos em balões volumétricos de 25 mL com a solução etanol-acetona. As leituras das absorbâncias foram realizadas em espectrofotômetro a 450 nm. Os valores encontrados são expressos em µg de carotenoides em cada 100 gramas de resíduo, conforme Equação 6.

$$C = \frac{A \times V \times 10^4}{E \times P} \quad (6)$$

Onde:

A - absorbância lida;

V - volume do solvente utilizado para a diluição da amostra;

E - absorvividade de 2000;

P - quantidade da amostra.

2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste *Tukey* com nível 5% de significância, e os dados estão expressos em média $\pm$ desvio padrão. Quanto aos ajustes dos modelos matemáticos aos dados da cinética de secagem foi utilizado o programa computacional *statistica*, versão 7.0, a partir da análise de regressão não-linear.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CINÉTICA DE SECAGEM DOS RESÍDUOS DE FRUTAS TROPICAIS

O comportamento da razão da umidade em função do tempo nos processos de secagem dos resíduos de abacaxi, acerola e maracujá, nas temperaturas de 60 e 70°C, estão apresentadas em formas de curvas de secagem na Figura 1 (A, B e C), respectivamente.

Observa-se que o comportamento dos processos é similar, uniforme e contínuo, nas duas condições de temperatura para todos os resíduos, no entanto a perda de umidade nos resíduos secos à 70 °C ocorre relativamente em tempo menor. Para Jorge et al. ^[28] a relação entre a temperatura empregada e o tempo gasto durante a secagem é inversamente proporcional, ou melhor, quanto maior a temperatura, menor será o tempo de secagem do produto. Yucel et al. ^[29] ressaltam que os parâmetros do processo como, a taxa de secagem, a estabilidade, as características da partícula dependem do método de secagem empregada, pois interferem, de forma simultânea no tempo de exposição das amostras. Com velocidade de perda de umidade na temperatura de 70°C maior do que a 60°C, demonstrando perdas mais rápidas do teor de água, porém, com valor final muito semelhante.

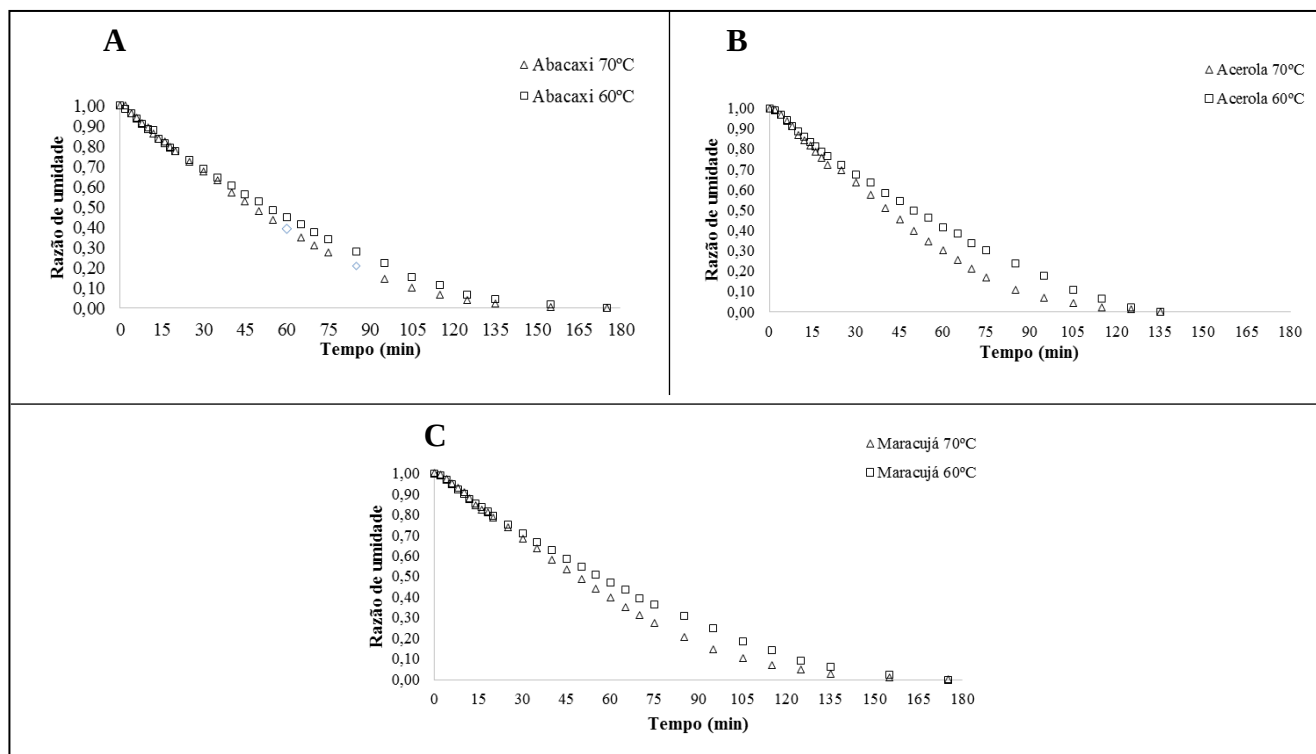


Figura 1 - (A) Cinética de secagem dos resíduos de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill); (B) acerola (*Malpighia emarginata*) e (C) maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) nas temperaturas de 60 e 70°C.

Quanto ao tempo de secagem, os resíduos de abacaxi e maracujá apresentaram redução máxima para razão de umidade próximo a 180 minutos e a acerola em 135 minutos. O menor tempo gasto para os resíduos de acerola foi devido a velocidade de redução da umidade ser mais elevada, facilitando, assim a evaporação do conteúdo de água, durante a secagem deste resíduo, tais fatores não foram observadas nos demais resíduos avaliados.

Feitosa et al. ^[30] observaram perda de umidade mais lenta para os resíduos (semente) de acerola quando comparado aos resíduos (casca) de abacaxi, e os autores afirmam que este comportamento pode ser justificado devido as diferenças na composição física dos resíduos.

Na Tabela 2 encontram-se os valores da umidade dos resíduos de abacaxi, acerola e maracujá, antes e após a cinética de secagem.

Tabela 1 - Valores médios da umidade dos resíduos de frutas tropicais úmidos e secos.

Resíduos de frutas	Umidade inicial	T (°C)	t (min)	Umidade Final
AB*	80,48 ± 0,36 ^a	60	180	9,62 ± 0,14 ^a
		70		8,86 ± 0,09 ^b
AC*	75,59 ± 0,21 ^b	60	135	8,29 ± 0,12 ^c
		70		7,53 ± 0,07 ^d
MA*	84,71 ± 0,44 ^c	60	180	10,26 ± 0,05 ^e

Valores expressos em média ± desvio padrão. ^{a,b} médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si (p<0,05). *AB: Abacaxi; AC: Acerola; MA: Maracujá.

Todos os resíduos apresentaram valor de umidade em base seca abaixo de 15%, valor máximo permitido para farinhas de acordo com a RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). ^[31] Alimentos com teores de umidade baixos são considerados microbiologicamente estáveis e de melhor conservação, ^[32,33] devido não servirem de substrato ideal ao crescimento microbiano. ^[34] Neste sentido, as farinhas dos resíduos de frutas (AB, AC e MA) terão maior vida útil e menor tendência a alterações, como reações químicas e enzimáticas. ^[35,36]

A umidade final dos resíduos, após a cinética de secagem, não apresentou diferença significativa (p<0,05) nas temperaturas (60 e 70°C) avaliadas apenas para os resíduos de MA, entretanto os demais (AB e AC) diferem estatisticamente (p < 0,05).

Os resíduos de MA apresentaram maior teor de água inicial (84,71%) seguidos do AB (80,48%) e AC (75,59%), com diferença significativa (p<0,05). Após a cinética de secagem, os resíduos de AB expostos a temperatura de 70 °C, foram os que perderam o maior percentual de água (71,62%), porém Leite et al. ^[37] obteve maior percentual de perda de umidade (88,76%) em cascas de abacaxi.

Os resíduos secos de acerola e maracujá também indicaram melhor resposta para umidade final na temperatura de 70 °C, apesar da menor perda de umidade. Para os resíduos de AC verificou-se o percentual de 68,06% de perda de água, em menor tempo de exposição, o que de acordo com Silveira et al. ^[38] pode estar associado ao fato do resíduo ser composto, principalmente de semente, e estas contêm altos teores de lipídios (insolúveis em água) poliinsaturados, proteínas e fibras ^[39] que colaboram com a rápida obtenção de equilíbrio de umidade.

Os resultados que apresentaram maiores valores de umidade final foram os resíduos de maracujá, com 10,26% e 10,03%, nas duas temperaturas analisadas, 60 e 70 °C, respectivamente. Valores superiores de umidade final (30,7%) foram coletados por Martins et al. ^[40], ao avaliarem as curvas de secagem da casca de maracujá em 70 °C. Já, Alcântara et al. ^[41] encontraram teor de umidade inferior, para os resíduos da casca de maracujá, com 6,06%. Valores menores foram constatados por Feitosa et al. ^[30] ao determinarem a cinética de secagem dos resíduos agroindustriais de abacaxi e acerola (6,48% e 4,65%).

Sousa ^[42] corrobora que a temperatura exerce efeito significativo sobre a umidade final, e ressalta que quanto maior a temperatura de secagem, menor também será o tempo de exposição do produto. Assim, pode-se declarar que a melhor temperatura para todos os resíduos descritos é a de 70 °C, apresentando mais facilmente perda de umidade, como 0,00 razão de umidade em 155 minutos (AB), 0,00 em 125 minutos (AC) e 0,00 em 155 minutos.

3.2 APLICAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS

Na Tabela 3 encontram-se os valores dos parâmetros dos diferentes modelos matemáticos que fornecem os ajustes aos dados experimentais das cinéticas de secagem dos resíduos de abacaxi, acerola e maracujá em função de seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) para a temperatura de 60 e 70 °C.

Observa-se que dos três resíduos estudados nas diferentes condições de temperatura, os oito modelos matemáticos ajustados apresentaram coeficientes de determinação (R^2) maiores de 90%, o que segundo Madamba et al. ^[43] e Matinazzo et al. ^[44] quanto mais próximo de 100% melhor será o ajuste para a descrição do processo de secagem.

Para os resíduos de abacaxi nas condições de secagem de 60 °C e 70 °C, o modelo que melhor representa é o de Midilli (Modelo 7) com maiores valores de coeficientes de correlação (99,80%). Leite et al. ^[37] ao desidratarem a casca de abacaxi em estufa, nas temperaturas de 75 e 85 °C identificaram que o melhor modelo para os ajustes dos resultados da cinética também foi o de Midilli (7), com R^2 acima de 99%.

Tabela 2 - Parâmetros e seus coeficientes de determinação (R^2) obtidos dos modelos matemáticos ajustados à cinética de secagem dos resíduos de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), acerola (*Malpighia emarginata*) e maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*).

Modelos	Parâmetros	Resíduos de frutas					
		AB		AC		MA	
		60 °C	70 °C	60 °C	70 °C	60 °C	70 °C
(1)	R^2	0,9801	0,9763	0,9733	0,9719	0,9783	0,9743
	K	0,0146	0,0162	0,0155	0,0193	0,0136	0,0161
(2)	R^2	0,9841	0,9843	0,9796	0,9821	0,9841	0,9838
	K	0,0155	0,0177	0,0167	0,0213	0,0146	0,0176
	A	1,0436	1,0662	1,0529	1,0776	1,0505	1,0727
(3)	R^2	0,9801	0,9763	0,9733	0,9719	0,9783	0,9743
	K	-0,0146	-0,0162	-0,0155	-0,0193	-0,0136	-0,0161
(4)	R^2	0,9979	0,9950	0,9994	0,9939	0,9983	0,9938
	K	0,0045	0,0057	0,0022	0,0060	0,0037	0,0056
	A	-2,2833	-3,4063	-1,4028	-2,9375	-2,2719	-3,4276
	G	0,0068	0,0075	0,0064	0,0085	0,0060	0,0073
(5)	R^2	0,9992	0,9990	0,9995	0,9974	0,9995	0,9982
	A	-0,0112	-0,0125	-0,0116	-0,0147	-0,0105	-0,0123
	B	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000

(6)	R ²	0,9980	0,9985	0,9994	0,9981	0,9988	0,9989
	K	0,0066	0,9992	0,0100	0,0054	0,0060	0,0039
	A	0,9867	0,9855	1,0055	0,9903	0,9932	0,9870
	B	-0,0006	-0,0003	-0,0018	-0,0004	-0,0007	-0,0003
	N	1,1524	1,2980	1,0227	1,3058	1,1569	1,3342
(7)	R ²	0,9946	0,9965	0,9796	0,9821	0,9954	0,9971
	k ₀	0,0288	0,0340	0,0316	0,0213	0,0278	0,0345
	k ₁	0,0259	0,0301	0,0283	0,0213	0,0247	0,0304
	A	-6,2940	-5,9060	-6,3681	0,5219	-5,9573	-5,9685
	B	7,2728	6,8918	7,3506	0,5558	6,9412	6,9555
(8)	R ²	0,9941	0,9963	0,9919	0,9956	0,9951	0,9970
	K	0,0273	0,0324	0,0303	0,0392	0,0264	0,0326
	A	-	-11,3610	-9,1656	-12,2882	-10,4902	-15,8286
		10,6496					
	B	0,9423	0,9381	0,9294	0,9399	0,9381	0,9526

t - tempo de secagem; *k*, *k₀*, *k₁* - constantes dos modelos; *a*, *b*, *g* e *n* - coeficientes dos modelos; RU - razão de umidade (adimensional); AB - abacaxi; AC - acerola; MA - maracujá.

Entre os modelos testados, foi constatado que o modelo de Wang e Sing (Modelo 6) foi o que mais se adequou ($R^2 > 99\%$) aos dados da cinética dos resíduos de AC, na temperatura a 60 °C, enquanto que, para a secagem na temperatura de 70°C novamente, Midili (Modelo 7) foi o que melhor se ajustou. Santos et al. ^[45] ao estudarem a modelagem da cinética de secagem das sementes de maracujá também encontraram valores superiores para o coeficiente de determinação.

Dos modelos matemáticos estudados, Wang e Sing (Modelo 6) foi o que se mostrou mais equivalente (99,95%) quanto ao ajuste para os resíduos de MA com secagem a 60°C. De modo similar aos resíduos de AC, o modelo 7 também apresentou maiores valores para R^2 , para a cinética de 70 °C (99,89%). Silva, Vespucci e Devilla ^[46] nas curvas de secagem dos resíduos de maracujá, em temperaturas de 30, 40 e 50°C, obtiveram coeficiente de determinação (R^2) acima de 97%.

Quanto aos parâmetros dispostos nos modelos matemáticos, a constante *k* e os coeficientes *a*, *b*, *g* e *n*, de cada modelo ajustado, não apresentaram variações consideradas entre as temperaturas observadas, para cada resíduo analisado, o que pode ser explicado por não existir diferença significativa entre as temperaturas de 60 e 70°C ($p < 0,05$), efeito observado também por Rodovalho et al. ^[47] quando analisaram tais parâmetros em diferentes temperaturas de secagem de grãos de pimenta. Corrêa et al. ^[48] relataram que o parâmetro *k* tem efeito importante na cinética de secagem, pois temperaturas mais elevadas tendem a acarretar maiores taxas de secagem, possibilitando equilíbrio de umidade em um menor de tempo.

Os valores estatísticos para X^2 , SE e RMSE estão dispostos na Tabela 4 representados por oito modelos matemáticos que foram ajustados a matriz experimental da cinética de secagem dos resíduos de frutas.

Tabela 3 - Valores dos Qui-quadrados (X^2), erros médios estimados (SE) e quadráticos (RMSE) dos modelos matemáticos ajustados às curvas de cinética de secagem dos resíduos de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), acerola (*Malpighia emarginata*) e maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*).

Modelos	Funções	Resíduos de frutas					
		AB		AC		MA	
		60 °C	70 °C	60 °C	70 °C	60 °C	70 °C
(1)	X^2	0,0021	0,0027	0,0025	0,0031	0,0022	0,0030
	SE	0,0086	0,0099	0,0094	0,0105	0,0089	0,0103
	RMSE	0,0454	0,0522	0,0496	0,0554	0,0469	0,0547
(2)	X^2	0,0017	0,0017	0,0019	0,0020	0,0017	0,0020
	SE	0,0076	0,0076	0,0082	0,0083	0,0076	0,0082
	RMSE	0,0405	0,0405	0,0433	0,0442	0,0402	0,0434
(3)	X^2	0,0021	0,0027	0,0025	0,0031	0,0022	0,0030
	SE	0,0086	0,0099	0,0094	0,0105	0,0089	0,0103
	RMSE	0,0454	0,0522	0,0496	0,0554	0,0469	0,0547
(4)	X^2	0,0002	0,0006	0,0001	0,0007	0,0002	0,0008
	SE	0,0028	0,0045	0,0014	0,0049	0,0025	0,0051
	RMSE	0,0146	0,0240	0,0072	0,0259	0,0131	0,0269
(5)	X^2	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0002
	SE	0,0017	0,0021	0,0013	0,0032	0,0017	0,0027
	RMSE	0,0089	0,0109	0,0069	0,0168	0,0089	0,0145
(6)	X^2	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001
	SE	0,0027	0,0025	0,0014	0,0028	0,0021	0,0021
	RMSE	0,0143	0,0133	0,0072	0,0146	0,0109	0,0109
(7)	X^2	0,0018	0,0004	0,0008	0,0005	0,0005	0,0004
	SE	0,0076	0,0038	0,0051	0,0041	0,0041	0,0035
	RMSE	0,0405	0,0202	0,0268	0,0217	0,0216	0,0183
(8)	X^2	0,0007	0,0005	0,0008	0,0005	0,0005	0,0004
	SE	0,0047	0,0039	0,0052	0,0041	0,0042	0,0035
	RMSE	0,0247	0,0206	0,0273	0,0219	0,0222	0,0186

Para os resíduos de abacaxi, após a cinética de secagem nas duas condições avaliadas, o modelo de Wang e Sing (5) foi que representou melhor, com os menores valores de qui-quadrado (X^2), erro médio estimado (SE) e erro quadrático médio (RMSE), inferiores a 0,0001, 0,0022 e 0,0110, respectivamente. Comportamento diferente foi observado por Bitencourt et al. ^[49], após secagem também de resíduos do abacaxi com aplicação de oito modelos matemáticos, e identificaram que entre todos os modelos testados, o de Wang & Singh foi um dos que não descreveram os dados experimentais da cinética de secagem dos resíduos de abacaxi.

Em relação aos dados experimentais da cinética de secagem para os resíduos de acerola, os modelos que menos se ajustaram a secagem na temperatura de 60 °C foram o de Newton (1) e Lewis (2), e o que melhor também, representou foi o de Wang e Singh. Enquanto, Silva et al. ^[50], em seu estudo, ao realizarem secagem dos resíduos agroindustriais do processamento de suco de frutas, verificaram que todos modelos matemáticos descreveram adequadamente o estudo cinético, no entanto o modelo de Page foi o que apresentou o menor valor na temperatura de 60 °C.

Enquanto que os resíduos de acerola desidratados na temperatura de 70 °C, o que melhor descreveu o processo de secagem, mediante os critérios estabelecidos, foi a função de Midilli (6) com os menores valores para qui-quadrado (0,0002), erro médio estimado (0,0028) e desvio médio quadrático (0,0146). Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira et al. ^[51] após desidratação de cubos de mamão e dentre os modelos aplicados, o de Midilli foi um dos que obtiveram os menores valores para X^2 (0,0005), SE (0,0023) e RMSE (0,0021).

Os resíduos de maracujá secos com o emprego de temperatura a 60 °C, apresentou valores inferiores de X^2 (0,0001), SE (0,0017) e RMSE (0,0089), no modelo de Wang e Sing, indicando a melhor representação para a condição de secagem disposta. Pinheiro et al. ^[52] identificam que todos modelos matemáticos utilizados podem prever as curvas de secagem do epicarpo de cajá, com valores para os parâmetros SE e X^2 , próximos a zero, sendo considerados bons ajustes, pois quanto menor os resultados de qui-quadrado (X^2) e do erro médio estimado (SE) melhor será a capacidade de adequação dos dados experimentais aos modelos matemáticos. ^[53-55]

Ainda na Tabela 4, os dados cinéticos na secagem à 70 °C dos resíduos de maracujá, o modelo de Midilli (6) foi o que melhor descreveu o comportamento da curva, a partir dos baixos valores para qui-quadrado (X^2), erro médio estimado (SE) e desvio quadrático médio (RMSE) com 0,0001, 0,0021 e 0,0109, na sequência.

A secagem dos resíduos de maracujá, na temperatura de 70 °C, dentre os oito modelos matemáticos preditos, o modelo de Midilli (6) foi o que demonstrou melhor similaridade aos dados experimentais, com menores valores de qui-quadrado (X^2), erro médio estimado (SE) e desvio quadrático médio (RMSE). No estudo de Araújo et al. ^[56], sementes de maracujá foram secas à 45 °C em diferentes níveis de umidade, e para os ajustes dos modelos matemáticos foram considerados como parâmetros significativos a magnitude do coeficiente de determinação (R^2), o erro médio relativo (P) e o desvio padrão da estimativa (SE) e consideraram o modelo que melhor se encaixa aos dados obtidos aquele que apresentou o valor mais baixo para o erro padrão da estimativa (SE), com 0,0022, pois Avhad e Marchetti ^[57] afirmam que quanto menor o valor do desvio médio estimado maior a garantia do modelo descrever satisfatoriamente os dados experimentais.

3.3 EXTRAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS

Após a cinética de secagem, as amostras foram avaliadas quanto ao teor de carotenoides totais. Os resultados para a quantificação de carotenoides, nos resíduos analisados estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 4 - Valores médios do teor de carotenoides totais dos resíduos após secagem com 60 e 70 °C.

Teor de carotenoides totais (µg/g)	T (°C)	Resíduos de frutas		
		AB	AC	MA
	60	15,70 ± 1,02 ^a	53,27 ± 1,97 ^a	11,04 ± 0,79 ^a
	70	23,47 ± 1,58 ^b	53,65 ± 1,11 ^a	11,43 ± 0,33 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão. ^{a,b} médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si (p<0,05).

AB: Abacaxi; AC: Acerola; MA: Maracujá.

O teor de carotenoides totais dos resíduos de AB secos a temperatura de 70°C foi maior (p < 0,05) do que as amostras obtidas após secagem a 60 °C, no entanto os demais resíduos não apresentaram diferença significativa nas temperaturas avaliadas. Santos ^[58] relata que essa temperatura é comumente utilizada na secagem de alimentos, otimizando o processo, com um menor tempo gasto, com redução na perda de alguns compostos termolábeis, como, a vitamina C, flavonóides, polifenóis, e principalmente os carotenoides. ^[59]

Crizel et al. ^[60] ao avaliarem o teor de carotenoides totais de subprodutos de abacaxi por cromatografia líquida de alta eficiência encontraram valor de 2,02 mg/ 100g, inferiores ao deste estudo. Lima et al. ^[61] quantificaram o teor de carotenoides da polpa de acerola de doze diferentes genótipos e encontraram variações de 9,4 a 40,6 µg/g equivalentes de β-caroteno. Já Rezende, Nogueira e Narain ^[62], após experimentos por spray-dry e liofilização nos extratos obtidos dos resíduos de acerola, obtiveram teores que variaram de 0,76 a 1,58 µg de β-caroteno/g.

Pertuzatti et al. ^[63] analisaram a concentração de carotenoides totais em diferentes cultivos de maracujá e observaram teores distintos, 13,99 e 25,10 mg/100g, para orgânico e convencional, respectivamente.

Porém, essas discrepâncias nos resultados podem ser explicadas por questões geográficas em relação ao solo e clima, como também pelo tipo, temperatura e tempo de secagem, e predominantemente, pelo método empregado em cada estudo. ^[64,65] Ademais, a disponibilidade de carotenoides depende de outros fatores, como o processo de cultivo, o tempo de exposição à luz, além do grau de maturação do fruto. ^[66]

4 CONCLUSÃO

O comportamento cinético dos resíduos de frutas foi semelhante em ambas as temperaturas analisadas, sendo perceptível maior velocidade de perda de umidade nas curvas de secagem à 70 °C. Com relação a quantidade de carotenoides totais, todos resíduos secos na temperatura de 70 °C apresentaram valores superiores.

Os modelos matemáticos apresentaram bons ajustes aos dados da cinética de secagem para os resíduos estudados, com coeficiente de determinação ($R^2 > 0,97$), qui-quadrado ($X^2 < 0,0031$), erro médio estimado ($SE < 0,0110$) e erro médio quadrático ($RMSE < 0,0522$), com prevalência do modelo de Wang e Sing dentre os modelos para predição das curvas cinéticas.

REFERÊNCIAS

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Brasil deve se tornar o segundo maior exportador global agrícola, diz FAO. news.un.org/pt/story/2019/05/1672201 (acessado em 12 de janeiro de 2021).
- [2] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola. agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/29005-pam-2019-valor-da-producao-agricola-nacional-cresceu-5-1-e-atingiu-o-recorde-de-r-361-bilhoes (acessado em 14 janeiro de 2021).
- [3] Granada, G. G.; Zambiasi, R. C.; Mendonça, C. R. B. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. *Bol. Cent. Pesqui. Processar. Aliment.* **2004**, 22 (2), 405-422. DOI: [10.5380/cep.v22i2.1203](https://doi.org/10.5380/cep.v22i2.1203).
- [4] Carvalho, M. G. Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia, complementadas com casca de abacaxi. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil, 2008.
- [5] Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V. *Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2016; 341 p.
- [6] Zeraik, L. M.; Pereira, M. A. C.; Zuin, G. V.; Yariware, H. J. Maracujá: um alimentos funcional?. *Rev. Bras. Farmacogn.* **2010**, 20 (3), 459-471. DOI: [10.1590/S0102-695X2010000300026](https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010000300026).
- [7] Reis, L. C.; Foresti, A. C.; Rodrigues, E. T. Desempenho de cultivares de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) no sistema de produção orgânico. *Revagro* **2018**, 117 (2), 253-260.
- [8] Almeida, S. D. S.; Alves, W. A. L.; Araujo, S. A. D.; Santana, J. C. C.; Narain, N.; Souza, R. R. D. Use of simulated annealing in standardization and optimization of the acerola wine production. *Food Sci. Technol* **2014**, 34 (2), 292-297. DOI: [10.1590/fst.2014.0037](https://doi.org/10.1590/fst.2014.0037).
- [9] Delva, L.; Schneider, R. G. Antioxidant activity and antimicrobial properties of phenolic extracts form acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) fruit. *Int. J. Food Sei. Technol.* **2013**, 48 (5), 1048–1105. DOI: [10.1111/ijfs.12061](https://doi.org/10.1111/ijfs.12061).
- [10] Pommer, C. V.; Barbosa, W. The impacto f breeding on fruit production in warm climates of Brazil. *Rev. Bras. Frutic.* **2009**, 31 (2), 612-634. DOI: [10.1590/S0100-29452009000200043](https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000200043).

- [11] Calgaro, B.; Braga, M. B. **A cultura da acerola**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: 3ª edição, Brasília, Distrito Federal, 2012; 144 p.
- [12] Catarino, R. P. F. Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos. Mestrado (Dissertação em Tecnologia em Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Brasil, 2016.
- [13] Laufenberg, G.; Kunz, B.; Nystroem, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (a) the upgrading concept; (b) practical implementations. *Bioresour. Technol.* **2003**, 87 (2)167-198. DOI: [10.1016 / s0960-8524 \(02\) 00167-0](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00167-0).
- [14] Kobori, C. N.; Jorge, N. caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. *Ciênc. agrotec.* **2005**, 29 (5), 1008-1014. DOI: [10.1590/S1413-70542005000500014](https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000500014).
- [15] Pelizer, L. H.; Pontieri, M. H.; Moraes, I. O. Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. *J. Technol. Manag. Innov.* 2007, 2 (1), 118-127.
- [16] Corrêa, P. C.; Resende, O.; Martinazzo, A. P.; Goneli, A. L. D.; Botelho, F. M. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. *Eng. Agríc.* **2007**, 27 (2), 501-510. DOI: [10.1590/S0100-69162007000300020](https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000300020).
- [17] Resende, O.; Ferreira, L. U.; Almeida, D. P. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem do feijão Adzuki (*Vignaangularis*). *Ver. Bras. de Prod. Agro.* **2010**, v. 12 (2), 171-178. DOI: [10.15871/15178595/rbpa.v12n2p171-178](https://doi.org/10.15871/15178595/rbpa.v12n2p171-178).
- [18] Abud, A. K. S.; Narain, N. Incorporação do resíduo de processamento de polpa de frutas em biscoito: uma alternativa de combate ao desperdício. *Braz. J. Food Technol.* **2009**, 12 (4), 257-265. DOI: [10.4260/BJFT2009800900020](https://doi.org/10.4260/BJFT2009800900020).
- [19] Matias, M. F. O.; Oliveira, E. L.; Magalhães, M. M. A.; Gertrudes, E. Use of fibers obtained from the cashew (*Anacardium occidentale* L.) and guava (*Psidium guayava*) fruits for enrichment of food products. *Braz. arco. biol. technol.* **2005**, 48, 143-150. DOI: [10.1590/S1516-89132005000400018](https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000400018).
- [20] Santana, M. F. S.; Silva, I. C. Elaboração de Biscoitos com Resíduo de Extração de Suco de Caju/Embrapa Agroindústria de Alimentos, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Comunicado técnico 214. Embrapa: Belém, Brasil, 2008.
- [21] Siqueira, V. C.; Resende, O.; Chaves, T. H. Dryng kinetcs of jatropha seeds. *Rev. Ceres* **2012**, 59 (2), 171-177. DOI: [10.1590/S0034-737X2012000200004](https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000200004).
- [22] Doymaz, I.; Esin, G. Convective drying characteristics of eggplant slices. *J. Food Process Eng.* **2009**, 34 (4), 1234-1252. DOI: [10.1111/j.17454530.2009.00426.x](https://doi.org/10.1111/j.17454530.2009.00426.x).
- [23] Gómez, C. A. P.; Munuera, I. M. P.; Carrión, J. A. C.; Hernando, M. I. H.; Pérez, J. V. G. Moisture loss kinetics and microstructural changes in eggplant (*Solanum melongena* L.) during conventional and ultrasonically assisted convective drying. *Food Bioprod. Processar.* **2012**, 90, 624–632. DOI: [10.1016/j.fbp.2012.07.001](https://doi.org/10.1016/j.fbp.2012.07.001).
- [24] Fernandes, A. G.; Santos, G. M. dos; Silva, D. S. da; Sousa, P. H. M. de; Maia, G. A.; Figueiredo, R. W. de. Chemical and physicochemical characteristics changes during passion fruit juice processing. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* **2011**, 31 (3), 747-751. DOI: [10.1590/S0101-20612011000300030](https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000300030).

- [25] Ellong, E. N.; Billard, C.; Adenet, S.; Rochefort, K. Polyphenols, carotenoids, vitamin C content in tropical fruits and vegetables and impact of processing methods. *Food Nutr. Sci.* **2015**, 6 (3), 299–31. DOI: [10.4236 / fns.2015.63030](https://doi.org/10.4236/fns.2015.63030).
- [26] Germer, S. P. M.; Luz, G. M. S.; Silva, L. B. da; Silva, M. G. da; Morgano, M. A.; Silveira, N. F. de A. Fruit dragée formulated with reused solution from pineapple osmotic dehydration. *Pesq. agropec. bras.* **2017**, v. ,52 (9), 806-813. DOI: [10.1590/s0100204x2017000900013](https://doi.org/10.1590/s0100204x2017000900013).
- [27] Talcott, G. J.; Howard, L. R. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. *J. Agric. Food Chem.* **1999**,47 (5), 2109-2115. DOI: [10.1021 / jf981134n](https://doi.org/10.1021 / jf981134n).
- [28] Jorge, A. P. P.; Ferreira Junior, W. N.; Silva, L. C. de M.; Oliveira, D. E. C. de; Resende, O. Drying kinetics of ‘gueroa’ (*Syagrus oleracea*) fruit pulp. *Eng. Agríc. Ambiental* **2021**, 25 (1), 23-29, 2021. DOI: [10.1590/1807-1929/agriambi.v25n1p3-9](https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n1p3-9).
- [29] Yucel, U.; Alpas, H.; Bayindirli, A. Evaluation of high pressure pretreatment for enhancing the drying rates of carrot, apple, and green bean. *J. Food Eng.* **2010**, 98, 266-272. DOI: [10.1016 / j.foodeng.2010.01.006](https://doi.org/10.1016 / j.foodeng.2010.01.006).
- [30] Feitosa, B. F.; de Oliveira, E. N. A.; Oliveira Neto, J. O. de; De Oliveira, D. B.; Feitosa, R. M. Cinética de secagem dos resíduos da agroindústria processadora de polpa de frutas. *Energ. Agric.* **2019** ,34 (1), 134-141. DOI: [10.17224/EnergAgric.2019v34n01p134-141](https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2019v34n01p134-141).
- [31] BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Resolução de Diretoria Colegiada – RDC n.º 263, de 22 de setembro de 2005. **Diário Oficial da União**, 23 de setembro de 2005.
- [32] Basseto, R. Z.; Samulak, R.; Misugi, C.; Barana, A.; Rosso, N. Produção de biscoitos com resíduo do processamento de beterraba (*Beta vulgaris* L.). *Revista Verde* **2013**, 8 (1), 139-145.
- [33] Freitas, E. C.; Barreto, E. S.; Barros, H. E. A.; Silva, A. C. M.; Silva M. V. Processamento e caracterização físico-química de farinhas de resíduos de polpas de frutas congeladas da *Theobroma grandiflorum* e *Fragaria vesca*. *Ver. Bras. de Prod. Agro.* **2015** 17, 425-432.
- [34] Abid, M.; Yaich, H.; Hidouri, H.; Attia, H.; Ayadi, M.A. Effect of substituted gelling agents from pomegranate peel on colour, textural and sensory properties of pomegranate jam. *Food Chem.* **2018**, 239, 1047–1054. DOI: [10.1016/j.foodchem.2017.07.006](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.006).
- [35] Kalaycioglu, Z.; Erim, F. B. Total phenolic contents, antioxidant activities, and bioactive ingredients of juices from pomegranate cultivars worldwide. *Food Chem.* **2017**, 221, 496–507. DOI: [10.1016/j.foodchem.2016.10.084](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.084).
- [36] Storck, C. R.; Basso, C.; Favarin, F. R.; Rodrigues, A. C. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. *Braz. J. Food Technol.* **2015**, 18 (4), 277-284, 2015.
- [37] Leite, D. D. de F.; Santos, F. S. dos; Santos, D. da C.; Lisbôa, J. F.; Ferreira, J. P. de L.; Queiroz, A. J. de M. Modelagem matemática da cinética de secagem da casca abacaxi. *Revista Verde* **2017**, 12 (4), 769-774.

- [38] Silveira, M. L. R.; Santos, C. O.; Penna, N. G.; Sautter, C. K.; Rosa, C. S.; Bertagnolli, S. M. M. Aproveitamento tecnológico das sementes de goiaba (*Psidium guajava* L.) como farinha na elaboração de biscoitos. *B. Ceppa* **2016**, 34 (1), 1-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v34i2.53178>.
- [39] Monteiro, S. A.; Barbosa, M. M.;¹ Silva, F. F. M. da; Bezerra, R. F.; Silva Maia, K. da S. Preparation, phytochemical and bromatological evaluation of flour obtained from the acerola (*Malpighia puniceifolia*) agroindustrial residue with potential use as fiber source. *LWT - Food Sci. Technol.* **2020**, 134, 110142. DOI: [10.1016/j.lwt.2020.110142](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110142).
- [40] Martins, H. F.; Carvalho, S. S. R. de A.; Bispo, J. A. C.; Souza, S. M. A. de; Martinez, E. A. Maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*): cinética de secagem artificial e natural da casca. *Braz. Journ. of Dev.* **2019**, 5 (10), 23234-23245.
- [41] Alcântara, S. R.; Sousa, C. A. B.; Almeida, F. A. C.; Gomes, J. P. Caracterização físico-química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá. *Ver. Bras. de Prod. Agro.* **2012**, 14, 473-478.
- [42] Souza, T. S. B. Avaliação de modelos matemáticos na cinética de secagem de resíduos de abacaxi, acerola e laranja. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química Industrial), Universidade Estadual de Paraíba, Campina Grande, Brasil, 2017.
- [43] Madamba, P. S.; Driscoll, R. H.; Buckle, K. A. Thinlayer drying characteristics of garlic slices. *J. Food Eng.* **1996**, 29 (1), 75-97. DOI: [10.1016/0260-8774\(95\)00062-3](https://doi.org/10.1016/0260-8774(95)00062-3).
- [44] Martinazzo, A. P.; Côrrea, P. C.; Resende, O.; Melo, E. E. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* **2007**, 11 (3), 301–306. DOI: [10.1590/S1415-43662007000300009](https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000300009).
- [45] Santos, H. H.; Rodovalho, R. S.; Silva, D. P.; Morgado, V. N. M. Drying kinetics of passion fruit seeds. *Científica* **2018**, 46 (1), 49-56. DOI: [10.15361/1984-5529.2018v46n1p49-56](https://doi.org/10.15361/1984-5529.2018v46n1p49-56).
- [46] Silva, D. D. A.; Vespucci, I. L.; Devilla, I. A. Modelagem matemática das curvas de secagem de sementes de maracujá ‘brs’ pérola do cerrado. *Científica*, **2018** 46 (1), 99-107.
- [47] Rodovalho, R. S.; Silva, H. W.; Silva, I. L.; Rossetto, C. A. V. Cinética de secagem dos grãos de pimenta bode. *Global Sci. Technol.* **2015**, 8 (2), 128-142. DOI: [10.14688 / 19843801/ gst.v8n2p128-142](https://doi.org/10.14688/19843801/gst.v8n2p128-142).
- [48] Correia, R. C.; Araujo, F. P. De; Araujo, J. L. P. Maracujá (*Passiflora cincinnata*) – alternativa para o incremento da fruticultura de sequeiro no semiárido brasileiro. Embrapa: Petrolina, Brasil, 2010; 105p.
- [49] Bitencourt, B. S.; Correa, J. L. G.; Duarte Augusto, P. E. Modelagem matemática e secagem convectiva de resíduos de abacaxi. *Res. Socie. Develop.* **2020**, v. 9 (4), e06942794. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2794>.
- [50] Silva, A. P. De F.; Sousa, A. P. M. De; Macedo, A. D. B. De; Dantas, D. L.; Costa, J. D.; Almeida, A. F. De; Santana, R. A. C. De; Campos, A. R. N. Obtenção de produto farináceo a partir de

resíduos agroindustriais por diferentes métodos de secagem. *Res. Socie. Develop.* **2020**, 9 (4), e405997334.

[51] Ferreira, J. P. de L.; Castro, D. S. de; Moreira, I. dos S.; Silva, W. P. da; Figueirêdo, R. M. F. de; Queiroz, A. J. de M. Convective drying kinetics of osmotically pretreated papaya cubes. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* **2020**, 24 (3), 200-208.

[52] Pinheiro, G. K. I.; Oliveira, D. E. C. de; Ferreira Junior, W. N.; Resende, O. Cinética de secagem do epicarpo de cajá (*Spondias mombin* L.). *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* **2020**, 24 (2), 121-127. DOI: [10.1590/1807-1929/agriambi.v24n2p121-127](https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n2p121-127).

[53] Draper, N. R.; Smith, H. Applied regression analysis. John Wiley & Sons:1998, 712p.

[54] Günhan, T.; Demir, V.; Hancioglu, E.; Hepbasli, A. Modelagem matemática da secagem de folhas de louro. *Conv. Gerenc. Energ.* **2005**, 46, 1667-1679.

[55] Silva, E. C. O.; Silva, W. P.; Gomes, J. P.; Silva, C. M. D. P. S.; Alexandre, H. V.; Farias, V. S. O.; Melo, B. A.; Queiroz, A. J. M.; Figueiredo, R. M. F. Drying of Albedo and Whole Peel of Yellow Passion Fruit. *J. Agric. Sci.* **2019**, 11 (6), 501-509. DOI: [10.5539 / jas.v11n6p501](https://doi.org/10.5539/jas.v11n6p501).

[56] Araujo, M. E. V. de; Barbosa, E. G.; de Oliveira, A. C. L.; Milagres, R. S.; Pinto, F. de A. de C.; Corrêa, P. C. Physical properties of yellow passion fruit seeds (*Passiflora edulis*) during the drying process. *Sci. Hortic.* 2019, 261, 109032. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109032>.

[57] Avhad, M. R.; Marchetti, J. M. Mathematical modelling of the drying kinetics of hass avocado seeds. *Ind. Crops Prod.* **2016**, 91, 76-87. DOI: [10.1016/j.indcrop.2016.06.035](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.06.035).

[58] Santos, R. F. Aproveitamento de frutas nativas para elaboração de farinhas e incorporação em biscoitos tipo cookies. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Brasil, 2018.

[59] Scorsatto, M.; Pimentel, A. C.; Silva, A. J. R. da; Sabally, K.; Rosa, G.; Oliveira, G. M. M. de. Avaliação de compostos bioativos, composição físicoquímica e atividade antioxidante in vitro da farinha da berinjela, *Int. J. Cardiovasc. Sci.* **2017**, 30 (3), 235-242.

[60] Crizel, T. de M.; Hermes, V. S.; Rios, A. de O.; Flores, S. H. Evaluation of bioactive compounds, chemical and technological properties of fruits byproducts powder. *J. Food Sci. Technol.* **2016**, 53 (11), 4067–4075. DOI: [10.1007 / s13197-016-2413-7](https://doi.org/10.1007/s13197-016-2413-7).

[61] Lima, V. L. A. G.; Melo, E. A.; Maciel, M. I. S.; Prazeres, F. G.; Musser, R. S.; Lima, D. E. S. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. *Food Chem.* **2005**, 90 (4), 565–568.

[62] Rezende, Y. R. R. S.; Nogueira, J. P. N.; Narain, N. Microencapsulation of extracts of bioactive compounds obtained from acerola (*Malpighia emarginata* DC) pulp and residue by spray and freeze

drying: Chemical, morphological and chemometric characterization. *Food Chem.* **2018**, 254, 281-291. DOI: [10.1016/j.foodchem.2018.02.026](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.026).

[63] Pertuzatti, P. B.; Sganzerla, M.; Jacques, A. C.; Barcia, M. T.; Zambiasi, R. C. Carotenoids, tocopherols and ascorbic acid content in yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) grown under different cultivation systems. *LWT - Food Sci. Technol.* **2015**, 64 (1), 259-263. DOI: [10.1016/j.lwt.2015.05.031](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.05.031).

[64] Silva, L. M. R. da; Figueiredo, E. A. T. de; Ricardo, N. M. P. S.; Vieira, I. G. P.; Figueiredo, R. W. de; Brasil, I. M.; Gomes, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chem.* **2014**, 143, 389–404. DOI: [10.1016/j.foodchem.2013.08.001](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.001).

[65] Rodriguez-Amaya, D. B. A guide to carotenoid analysis in foods.: Internacional Life Sciences Institute Press: Washington, 2001; 64 p.

[66] Borguini, R. G.; Bastos, D. H. M.; Moita-Neto, J. M.; Capasso, F. C.; Elizabeth.; Torres, E. A. F. da S. Antioxidant potential of tomatoes cultivated in organic and conventional systems. *Braz. arch. biol. technol.* **2013**, 56 (4), 521-529. DOI: [10.1590/S1516-89132013000400001](https://doi.org/10.1590/S1516-89132013000400001).

CAPÍTULO III

OTIMIZAÇÃO COM DESIGNER SIMPLEX-CENTRÓIDE DE FARINHA DOS RESÍDUOS DE FRUTAS: EFEITOS NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS EM SORBETS²

RESUMO

Considerando a grande quantidade de resíduos agroindustriais depositados inadequadamente na natureza e visando sua qualidade nutricional e funcional. Estes podem ser aproveitados na produção de produtos alimentares, como exemplo dos gelados comestíveis. Este estudo teve como objetivo otimizar a mistura de farinhas de resíduos do abacaxi, acerola e maracujá utilizando o designer simplex-centroide, assim como avaliar seu efeito nas características físico-químicas e sensoriais de gelados comestíveis. Os resíduos foram secos durante 180 minutos em estufa à 70 °C e peneirados (16 *mesh*) para obtenção das farinhas. Diante do planejamento simplex-centroide, nove combinações entre as farinhas foram incorporadas em gelados comestíveis para obtenção das melhores respostas para os atributos sabor, textura e impressão global. As formulações foram analisadas quanto suas qualidades, físico-química (pH, acidez, sólidos solúveis e parâmetros de cor), microbiológica (coliformes termotolerantes a 45 °C, *Enterobacteriaceae* e *Salmonella* spp.) e sensorial. O designer simplex-centroide demonstrou que o modelo cúbico foi o que melhor prediz os resultados para os atributos analisados ($R^2 \geq 0,090$ e $p \leq 0,05$). Os gráficos de superfície de resposta indicaram que a área de maior aceitação se encontrava nas formulações com menor percentual da farinha com os resíduos de acerola. O maior índice de aceitabilidade do sorbet foi o produto com a mistura ternária (60% abacaxi, 30% maracujá e 10% acerola). Os resultados indicaram que o *sorbet* enriquecido com a farinha otimizada é um produto com potencial promissor para as indústrias agroalimentares, além de contribuir agregando valor para a Cooperativa, reduzindo os impactos ambientais gerados pelo descarte de resíduos.

Palavras-chaves: Frutas tropicais. Resíduos agroindustriais. Planejamento de misturas. Gelados comestíveis.

ABSTRACT

Considering the large amount of agro-industrial waste deposited improperly in nature and aiming at its nutritional and functional quality. These can be used in the production of food products, such as edible ice cream. This study aimed to optimize the mixture of pineapple, acerola and passion fruit flours using the designer simplex-centroide, as well as to evaluate its effect on the physical-chemical and sensory characteristics of edible ice creams. The residues were dried for 180 minutes in an oven at 70 °C and sieved (16 mesh) to obtain the flours. In view of the simplex-centroid planning, nine combinations of the flours were incorporated into edible ice cream to obtain the best responses for the attributes of flavor, texture and overall impression. The formulations were analyzed for their qualities, physicochemical (pH, acidity, soluble solids and color parameters), microbiological (thermotolerant coliforms at 45 °C, *Enterobacteriaceae* and *Salmonella* spp.) and sensory. The simplex-centroid designer demonstrated that the cubic model was the one that best predicts the results for the analyzed attributes ($R^2 \geq 0.090$ and $p \leq 0.05$). The response surface graphs indicated that the area of greatest acceptance was found in formulations with a lower percentage of flour with acerola residues. The highest acceptability index for sorbet was the product with the ternary mixture (60% pineapple, 30% passion fruit and 10% acerola). The results indicated that sorbet enriched with optimized flour is a product with promising potential for the agri-food industries, in addition to contributing adding value to the Cooperative, reducing the environmental impacts generated by waste disposal.

Keywords: Tropical fruits. Agro-industrial waste. Mix planning. Edible ice cream.

² Artigo a ser formatado de acordo com diretrizes de periódico para submissão.

1 INTRODUÇÃO

O aumento no consumo de frutas no Brasil e no mundo, vem contribuindo com o crescimento da produção mundial de frutas, e as denominadas tropicais representam cerca de 3% do total de produção agrícola no mundo (CÁDIZ-GURREA et al., 2020). Que apesar do percentual inferior, as frutas tropicais apresentam expressivo interesse por parte da população, devido estas possuírem características sensoriais perceptíveis, alta qualidade nutricional e grande capacidade funcional, na prevenção e amenização de doenças degenerativas (ZUIN; RAMIN, 2018; ALVAREZ-RIVERA et al., 2021).

Em geral, as frutas são consumidas principalmente, *in natura*, porém, as agroindústrias investem cada vez mais no processamento mínimo para suprir a demanda atual do mercado, com a produção de novos produtos alimentícios à base de frutas tropicais como sucos, molhos, geleias, sorvetes e afins (AYALA-ZAVALA et al., 2011; ELLONG et al., 2015). Com o aumento da industrialização destas matérias-primas, paralelamente, com a geração de resíduos, formados por sementes, cascas e folhas de frutas, cresce de forma exponencial, comprometendo negativamente o meio ambiente.

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) só no de 2018 a produção de frutas no Brasil foi 102,15 toneladas de um total mundial com 104,33, ou seja, contribuindo aproximadamente 98%. Com relação as frutas tropicais, o Brasil contribui com 82,17 toneladas do total de 97,07 toneladas da produção mundial per capita bruta (FAO, 2019), o que significa que o volume total de resíduos agroindustriais no país é elevado. Por outro lado, as indústrias de alimentos buscam estratégias para a destinação adequada destes resíduos, visando sua revalorização a partir do aproveitamento no desenvolvimento de novos produtos com qualidade superior (SANCHO et al., 2015; VARO et al., 2019; ALAÑÓN et al., 2020; PINTO et al., 2020).

É perceptível o aumento no número de pesquisas direcionadas à disponibilização de alimentos mais saudáveis, com apelo funcional e nutracêuticos a consumidores cada vez mais exigentes e preocupados com a saúde (VILLALVA et al., 2017; YAZDI et al. 2020). Neste seguimento, farinhas desenvolvidas com resíduos de frutas eliminados do ciclo de beneficiamento, surgiu como alternativa para inserção de mais nutrientes na alimentação humana, pois são fonte de compostos bioativos e fibras alimentares (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006; VARZAKAS, ZAKYNTHINOS; VERPOORT, 2016).

Os setores de gelados comestíveis, vem sendo explorado, demonstrando interesse por formulações inovadoras com características sensoriais, funcionais e nutricionais diferenciadas dos produtos já existentes no mercado, podendo então ser enriquecidos com subprodutos agroindustriais, como a farinha. Posto que, são produtos que possuem níveis inferiores de fibras dietéticas e antioxidantes naturais (SUN-WATERHOUSE, 2011; VITAL et al., 2018; BÖGER et al., 2019).

Assim, o objetivo deste estudo foi otimizar a mistura da farinha elaborada com resíduos de frutas (abacaxi, acerola e maracujá) visando sua utilização em gelado comestível, bem como avaliar seu efeito nas características físico-químicas e sensoriais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 OBTENÇÃO DAS FARINHAS

Os resíduos de frutas foram secos em estufa com circulação de ar, com temperatura à 70 °C durante 180 minutos, posteriormente triturados separadamente, em liquidificador (NL-26 2V, Mondial, Brasil) e peneirados (16 mesh) para obtenção de farinhas com granulometria uniforme, posteriormente, as mesmas foram envasadas a vácuo em embalagens plásticas e acondicionadas em local seco e arejado a temperatura ambiente, para análises posteriores.

2.1.1 Planejamento experimental de misturas

O delineamento experimental simplex-centroide foi utilizado para compor as diferentes proporções das farinhas dos resíduos de AB/abacaxi (*Ananas comosus L. Merrill*), AC/acerola (*Malpighia emarginata*) e MA/maracujá (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) com a formação de nove misturas. A Figura 1 ilustra os vértices do modelo triangular dos pontos correspondentes as misturas ternárias dos componentes, com restrições na quantidade mínima (AB - 0,65; MA - 0,35 e AC - 0,1). As variáveis independentes são as concentrações das farinhas empregadas nos tratamentos e as variáveis respostas são os atributos sensoriais, sabor, textura e impressão global. A Tabela 1 mostra o designer da mistura simplex-centroide.

Figura 1 – Planejamento de mistura simplex-centroide das farinhas de resíduos de frutas.

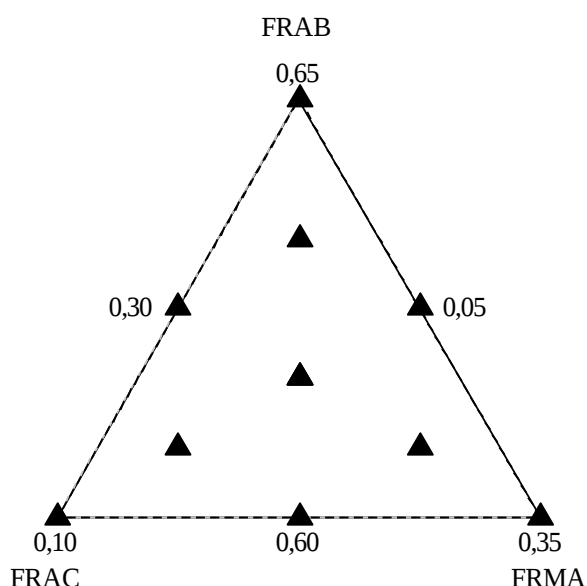


Tabela 1 - Composição das misturas de farinha de resíduos de frutas a partir do planejamento experimental simplex-centroide.

Tratamentos	Variáveis das misturas					
	Pseudocomponentes			Proporções reais (%)		
	FRAB ¹	FRAC ¹	FRMA ¹	FRAB ²	FRAC ²	FRMA ²
1	0,625	0,075	0,300	62,500	7,500	30,000
2	0,600	0,050	0,350	60,000	5,000	35,000
3	0,617	0,067	0,317	61,667	6,667	31,667
4	0,608	0,058	0,333	60,833	5,833	33,333
5	0,608	0,083	0,308	60,833	8,333	30,833
6	0,633	0,058	0,308	63,333	5,833	30,833
7	0,600	0,075	0,325	60,000	7,500	32,500
8	0,650	0,050	0,300	65,000	5,000	30,000
9	0,600	0,100	0,300	60,000	10,000	30,000

FRAB¹, FRAC¹, FRMA¹: variáveis codificadas da proporção de farinha dos resíduos de abacaxi, acerola e maracujá; FRAB², FRAC², FRMA²: quantidade real expressa em porcentagem de farinha dos resíduos de abacaxi, acerola e maracujá.

2.2 DESENVOLVIMENTO DOS GELADOS COMESTÍVEIS

Para a elaboração do gelado comestível tipo *sorbet* foi utilizado polpa de açaí, glicose, sacarose e ácido cítrico, todos fornecidos pela cooperativa agrícola mista de Tomé Açu, PA, Brasil, e a farinha dos resíduos de frutas (FRF) desenvolvidas, ressaltando que para estabelecer a formulação otimizada foram utilizadas as 9 formulações. As proporções dos ingredientes usadas estão listadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Componentes da formulação de gelado comestível tipo *sorbet*.

Ingredientes	Proporção (%)
Açaí médio convencional pasteurizado sem ácido	66,00
Glicose	14,00
Açúcar	5,00
Água	10,00
FRF	5,00

Os *sorbets* foram produzidos de acordo com metodologia de Vasconcelos (2010) com adaptações. Todos os ingredientes em pó (sólidos) foram pesados e misturados, gerando uma pré-mistura. Os ingredientes líquidos também foram pesados, individualmente e reservados. Posteriormente, a água foi aquecida a 70 °C. Logo após, os ingredientes sólidos e a glicose foram adicionados e a mistura formada foi pasteurizada a 85 °C por 30 segundos, seguida de resfriamento. Posteriormente, ao atingir temperatura entre 30 a 40 °C, foi adicionada a polpa de açaí previamente pasteurizada e resfriada, e realizada nova homogeneização. A FRF foi incorporada a calda, na concentração estabelecida na Tabela 2, após testes preliminares. Na sequência foi realizada a aeração e congelamento parcial dos *sorbets* em

produtora de sorvete (PSOFT-300/Polo Sul), em seguida, os produtos foram imediatamente acondicionados em embalagens plásticas, previamente identificadas, e armazenados em freezer com temperatura média de -18 °C.

2.2.1 Avaliação físico-química

As análises de pH, acidez total (AT) e sólidos solúveis (°Brix) foram executas conforme as normas da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005), em triplicata. O pH foi determinado em pHmetro (Starter-3100/OHAUS) e a acidez total avaliada por titulação com solução NaOH 0,1 M, e os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico. O teor de sólidos solúveis foi determinado em refratômetro digital (2WAJ/Biobrix) sendo os resultados expressos em °Brix. Os parâmetros de cor foram realizados em colorímetro portátil (CR-400/Konica Minolta) em diagrama tridimensional de cores, com leitura das coordenadas: L^* referente a luminosidade variando do preto (0) ao branco (+100), a^* que do verde (-60) ao vermelho (+60) e b^* do azul (-60) ao amarelo (+60).

2.2.2 Avaliação microbiológica

As análises microbiológicas dos *sorbets* foram realizadas antes da avaliação sensorial, assegurando, portanto, a segurança alimentar. As análises realizadas foram coliformes termotolerantes a 45 ° C, *Enterobacteriaceae* e *Salmonella* spp. conforme metodologia de Silva et al. (2010). E os resultados comparados aos parâmetros estabelecidos na RDC nº 331, 23 de dezembro de 2019, que dispõe sobre os padrões microbiológicos para os alimentos e sua aplicação (BRASIL, 2019).

2.2.3 Avaliação sensorial

As nove amostras de *sorbets* foram avaliadas por 100 julgadores não treinados, utilizando teste de aceitabilidade, com escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de “1” (desgostei extremamente) a “9” (gostei extremamente). Os atributos avaliados foram sabor, textura e impressão global (APÊNDICE A), segundo Minin (2013) e Moura et al. (2016).

O índice de aceitabilidade (IA) das formulações dos produtos foi determinado através dos valores médios obtidos para cada atributo, e o percentual deste parâmetro foi expresso de acordo com a Equação 1 (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987).

$$IA (\%) = (A \times 100) / B \quad (1)$$

Os quais:

A – Valor médio do atributo;

B – Valor médio máximo obtido do produto.

Todos os participantes da pesquisa receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B), por meio do qual os julgadores foram esclarecidos quanto ao objetivo da pesquisa e informados quais insumos foram utilizados para a elaboração dos produtos, atendendo às normas da Resolução 466 (BRASIL, 2012).

Os *sorbets* foram distribuídos monadicamente em três sessões, com temperatura de 5 °C, em recipientes descartáveis de 50 mL, codificados com três dígitos aleatórios. Anteriormente a execução da análise sensorial, os procedimentos foram previamente submetidos e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos sob nº 25855619.0.0000.8104 (ANEXO 01).

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados encontrados a partir do planejamento de misturas (simplex-centroide) foram analisados no programa estatístico Statistic 7.0 (StatSoft Inc, 2004), utilizando análise de variância e metodologia de superfície de resposta (RSM), possuindo como variáveis independentes as farinhas dos resíduos da polpa de abacaxi (%), acerola (%) e maracujá (%), e como variáveis respostas, os atributos sensoriais, sabor, textura e impressão global.

E os demais dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey com nível 5% de significância. Os resultados estão expressos em média $\pm$ desvio padrão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DE MISTURAS

As superfícies e os contornos de respostas obtidos a partir do designer simplex-centroide para elaboração de farinha composta com os resíduos de abacaxi, acerola e maracujá e adição em gelado comestível estão representadas na Figura 2 (A, B e C), respectivamente.

O modelo foi selecionado mediante o melhor ajuste dos dados experimentais, avaliados através do coeficiente de determinação (R^2) e significância estatística ($p \leq 0,05$). Dentre os modelos triangulares, para todos os atributos analisados, o cúbico, foi que apresentou os maiores valores para parâmetros de correlação e significativos para as respectivas respostas, para os atributos sensoriais, sabor ($R^2=0,96$; $p=0,02$), textura ($R^2=0,90$; $p=0,05$) e impressão global ($R^2=0,94$; $p=0,01$). Assim, para Romagnoli et al. (2020) os modelos propostos podem fazer a predição dos resultados, já que os coeficientes de determinação são $\geq 0,90$ e demonstram serem significativos estatisticamente.

Enquanto que o projeto de mistura simplex-centroide de Márquez-Villacorta e Pretell-Vásquez (2018), para formulação de barras de cereais com os componentes de mistura ternária realizado com o farelo de aveia, pó da casca do abacaxi e flocos de quinoa, utilizaram como variáveis respostas, o teor de proteína, a aceitação sensorial e o conteúdo de fibras. O modelo triangular mais adequado para

representação do comportamento das variáveis demonstraram coeficientes de determinação (R^2) acima de 0,80, sendo o cúbico para o teor de proteína e aceitabilidade sensorial, e o quadrático, para a quantidade de fibra alimentar.

Correia et al. (2020) ao observarem seu estudo com aplicação do delineamento simplex-centroide em extratos alcoólicos de chá verde e preto com polpa de ameixa, afirmam que a superfície de resposta possibilita visualizar o comportamento das variáveis independentes em relação as possíveis respostas para uma mistura ternária, e por meio dela, é capaz de prever a ideal proporção dos componentes.

Avaliando a superfície de resposta e o contorno (Figura 2A) para o atributo sabor, é possível observar que as regiões mais escuras estão entre as proporções da farinha de abacaxi e maracujá, sendo, portanto, a maior área de aceitação, na medida que o percentual da farinha de acerola era reduzido. A superfície de resposta e diagrama de contorno para a textura (2B) das nove formulações de *sorbets*, é notório comportamento similar ao atributo analisado anteriormente (2A), onde conforme a quantidade da farinha de acerola era reduzido gradativamente, os escores aumentavam, demonstrando relação inversamente proporcional. Já em relação a impressão global (2C), a área de aceitação da proporção da farinha de acerola é maior, quando comparado com os outros atributos sensoriais, constando de mais formulações com escores significativos.

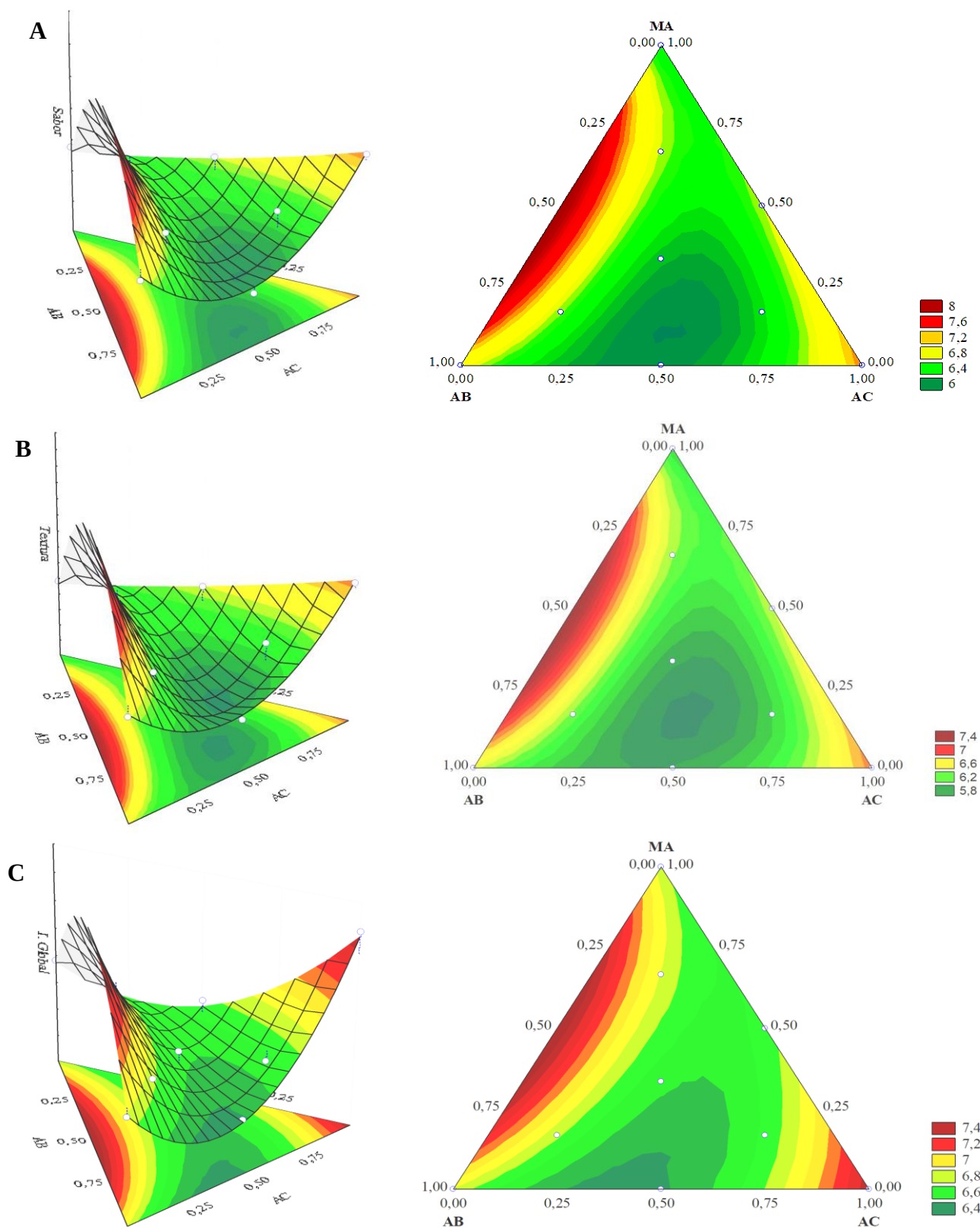


Figura 2 – Superfícies de resposta e contornos do efeito da adição da farinha de abacaxi (AB), acerola (AC) e maracujá (MA) sobre os atributos sensoriais sabor (A), textura (B) e impressão global (C) em gelado comestível tipo *sorbet*.

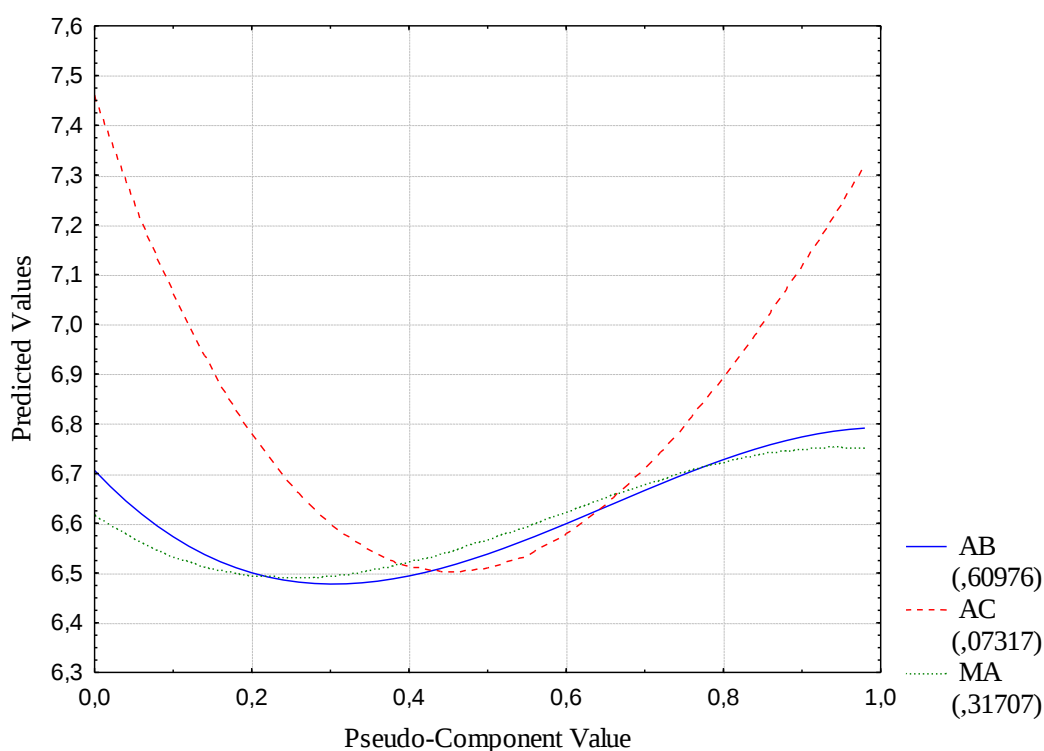


Figura 3 – Resposta estimada e experimental para a mistura das farinhas dos resíduos de abacaxi (AB) e acerola (AC) e maracujá (MA).

A partir das regiões de interesse das superfícies de resposta e contorno a Figura 3 ilustra as repostas esperadas da mistura entre as farinhas a partir do designer simplex-centroide. E nota-se que a área ótima para os atributos avaliados, sabor, textura e impressão global corresponde a quantidade de 60,98% de farinha do abacaxi (AB), 7,32% da acerola (AC) e 31,71% do maracujá (MA) para o enriquecimento do gelado comestível, sendo a formulação nove que apresentou percentuais (60% AB, 10% AC e 30% MA) mais próximos aos indicados.

Também em formulação de gelados comestíveis, Soares et al. (2018) analisaram os efeitos da quantidade de açúcar, leite e polpa de jabolão (*Syzygiumcumini*) sobre os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais no sorvete e, mediante ao método simplex, os valores selecionados encontraram-se nas concentrações de 0,15%, 045% e 0,40%, sequencialmente, de açúcar, leite e polpa da fruta.

No estudo de Maciel, Teixeira e Block (2020) utilizando torta de noz-pecan como suposto ingrediente nas industriais alimentícias, aplicaram no planejamento, o design simplex-centroide e verificaram a interferência de diferentes solventes (etanol, água e ácido acético) na quantificação de compostos fitoquímicos. E concluíram que o sistema ternário para predição com $R^2 > 0,82$, demonstrou melhor combinação na proporção de 14,58 mL de etanol, 9,36 mL de água e 1,06 mL de ácido acético para a extração de compostos bioativos presentes no extrato do coproduto da extração óleos.

3.2 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

A adição das diferentes proporções das farinhas dos resíduos de frutas nas formulações de gelados comestíveis/*sorbet* ocasionou uma mudança significativa nas propriedades físico-químicas (Tabela 3).

Tabela 3 – Propriedades físico-químicas das formulações de gelados comestível tipo *sorbet* enriquecidas com a FRF.

Formulações	pH	Acidez (g/100g)	°Brix	Coordenadas de cor		
				L*	a*	b*
1	4,26 ± 0,02 ^{bcd}	0,19 ± 0,10 ^a	21,30 ± 0,01 ^f	24,08 ± 0,08 ^d	7,05 ± 0,03 ^e	4,27 ± 0,07 ^{bc}
2	4,33 ± 0,05 ^b	0,19 ± 0,10 ^a	17,00 ± 0,06 ^g	25,43 ± 0,04 ^a	7,48 ± 0,03 ^d	3,54 ± 0,06 ^d
3	4,25 ± 0,01 ^{bcd}	0,19 ± 0,08 ^a	21,90 ± 0,13 ^{de}	23,28 ± 0,02 ^f	6,26 ± 0,02 ^f	4,63 ± 0,09 ^b
4	4,29 ± 0,02 ^{bc}	0,19 ± 0,10 ^a	21,60 ± 0,09 ^{ef}	24,09 ± 0,04 ^d	6,17 ± 0,01 ^g	3,68 ± 0,06 ^{cd}
5	5,01 ± 0,09 ^a	0,45 ± 0,01 ^a	22,00 ± 0,11 ^d	24,70 ± 0,05 ^b	7,78 ± 0,02 ^c	3,69 ± 0,04 ^{cd}
6	4,17 ± 0,01 ^{de}	0,43 ± 0,02 ^a	24,40 ± 0,05 ^a	24,24 ± 0,02 ^c	7,78 ± 0,03 ^c	4,05 ± 0,07 ^{bcd}
7	4,12 ± 0,03 ^e	0,44 ± 0,05 ^a	22,90 ± 0,22 ^b	24,24 ± 0,02 ^c	7,48 ± 0,03 ^d	3,97 ± 0,07 ^{bcd}
8	4,21 ± 0,02 ^{cde}	0,43 ± 0,12 ^a	22,50 ± 0,16 ^c	24,14 ± 0,02 ^{cd}	9,54 ± 0,02 ^a	4,24 ± 0,05 ^{bc}
9	4,22 ± 0,01 ^{cde}	0,42 ± 0,19 ^a	24,10 ± 0,14 ^a	23,85 ± 0,02 ^e	8,58 ± 0,03 ^b	6,78 ± 0,16 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão. Médias com letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa entre os resultados ($p \leq 0,05$), pelo teste de Tukey.

O pH das formulações de gelados comestíveis variou na faixa de 4,17 a 5,01 não diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) entre as amostras das formulações 1-3 e 8-9. Uma tendência divergente foi observada por Rodrigues et al. (2018), ao incorporarem polpa de açaí e proteína do soro do leite em três formulações de sorvetes, e verificaram pH com variações próximos a neutralidade, entre 6,04 e 6,15. Entretanto, as formulações apresentaram pH com variação próxima ao sorvete de Parreiras et al. (2019) elaborado com kefir e polpa de manga (*Mangifera indica*), que variou de 4,60 a 5,13.

Com relação ao teor de acidez titulável, as amostras de *sorbets* não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$). Tendo em vista que polpa, suco ou pedaços de frutas podem influenciar neste parâmetro, pois tendem no geral a apresentar menor acidez do que o leite (constituente base de sorvetes) (CORREIA et al., 2008; LAMOUNIER et al., 2015). Tal fato pode ser justificado devido a adição dos diferentes resíduos de frutas, comportamento similar aos valores de pH, já que possuem relação inversamente proporcional (GAVA; SILVA; GAVA, 2008; SOARES et al., 2018).

O conteúdo de sólidos solúveis demonstrou diferença significativa, exceto entre as amostras 6 e 9 ($p \leq 0,05$), variando de 17,00 a 24,40 °Brix, valores esses inferiores ao encontrado por Coelho et al. (2019), com 27,84 - 28,10 ao desenvolverem três formulações de sorvete de manga (*Mangifera indica*) a base de leite de cabra.

Carlos et al. (2019) mencionam que a análise de sólidos solúveis determina o total de todos os componentes dissolvidos em água, e segundo o Regulamento Técnico referente a gelados comestíveis, nº 379, de 26 de abril de 1999 da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece para gelados de frutas ou *sorbets*, teor total, mínimo de 6%, estando, portanto, acima do determinado em legislação (BRASIL, 1999). E de acordo com Vanathi e Palani (2020), o sabor é um dos atributos mais importantes em gelados comestíveis e Perrone et al. (2011) afirmaram que teores elevados de sólidos solúveis contribuem na aceitação do produto, já que atuam positivamente, na textura e cremosidade do produto elaborado.

As farinhas compostas adicionadas nos *sorbets* influenciou significativamente na cor dos produtos finais ($p \leq 0,05$), sendo notório variações nos valores encontrados (Tabela 3). Isto se justifica devido cada farinha ser composta com predominância de diferentes tipos de resíduos e com proporções distintas. Os valores de L^* mostram baixa luminosidade (mais próximas ao preto) entre as amostras, os parâmetros a^* e b^* apresentaram resultados positivos, demonstrando cores mais intensas para a tonalidade vermelha e amarela, estando provavelmente relacionadas com a adição da polpa de açaí.

Karaman et al. (2014) ao analisarem as propriedades físico-químicas de sorvete à base de caqui (*Diospyros kaki*) verificaram que as propriedades de cor foram alteradas com maiores valores para L^* , a^* variaram entre -1,22 a 6,52 e b^* entre 4,83 a 17,09, apresentando relação diretamente proporcional e cores mais próximas do vermelho e amarelo, na medida que a proporção de purê do fruto adicionado aumentava. Mohammadian, Yazdi e Barzegar (2020) também relataram mudanças nos valores dos parâmetros de cor com altos resultados em L^* (85,53 a 87,42), com negativos para a^* (-2,26 a -1,70) e positivos para b^* (13,48 a 12,92), com aumento na luminosidade e cores nos tons verde e amarelo em sorvete funcional após adição de extrato obtido da casca de pistache (*Pistacia vera*).

3.3 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA

Os resultados das análises microbiológicas das nove formulações de *sorbets* desenvolvidos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados microbiológicos das formulações elaboradas de gelados comestível tipo *sorbet*.

Formulações	*Coliformes a 45 °C (UFC/g)	** <i>Salmonella</i> spp.	** <i>Enterobacteriaceae</i> /g
1	<10	Ausência	<10
2	<10	Ausência	<10
3	<10	Ausência	<10
4	<10	Ausência	<10
5	<10	Ausência	<10
6	<10	Ausência	<10
7	<10	Ausência	<10
8	<10	Ausência	<10
9	<10	Ausência	<10

* não estabelecido pela legislação. ** valores de referência de acordo com RDC nº60 (BRASIL, 2019).

De acordo com os valores encontrados para a avaliação microbiológica dos gelados comestíveis, os produtos estavam aptos para serem consumidos, de forma segura, pelos julgadores na avaliação sensorial, devido revelar condições higiênico-sanitárias satisfatórias. Todos os resultados encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019).

A ausência de tais contaminantes releva que o estabelecimento agroindustrial atende as boas práticas de fabricação para fabricantes de gelados comestíveis regidos com obrigatoriedade no Brasil a partir de 25 de setembro de 2003, instituído pela Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) com a Resolução – RDC nº 267 (BRASIL, 2003).

Pois, mesmos estes produtos alimentícios serem mantidos sob congelamento, estão dispostos a contaminação, como qualquer outro alimento rico em nutrientes e com alta disponibilidade de água. Assim, não podendo equiparar inocuidade durante sua comercialização, já que são conservados, até este momento, sob baixas temperaturas, (BARCELOS et al., 2019) sendo crucial o cuidado durante a logística para manutenção da qualidade e evitar as possíveis doenças transmitidas por alimentos (DTA's).

3.4 AVALIAÇÃO SENSORIAL

A Tabela 5 apresenta as médias dos valores dos atributos sensoriais e o índice percentual de aceitação de cada formulação de gelado comestível com a adição da farinha mista dos resíduos de frutas.

Tabela 5 - Valores dos escores médios da avaliação sensorial e índice de aceitabilidade (IA) dos *sorbets* com adição da farinha dos resíduos de frutas.

Formulações	Atributos avaliados						IA TOTAL (%)
	Sabor	IA (%)	Textura	IA (%)	IG	IA (%)	
1	5,83 ^a	64,78	5,64 ^a	62,67	6,40 ^a	71,11	66,19
2	6,37 ^{ab}	70,78	5,96 ^{ab}	66,22	6,76 ^{ab}	75,11	70,70
3	6,00 ^{abc}	66,67	5,61 ^a	62,33	6,62 ^{ab}	73,56	67,52
4	6,54 ^{cd}	72,67	6,16 ^{ab}	68,44	6,73 ^{ab}	74,78	71,96
5	6,44 ^{cd}	71,56	6,04 ^{ab}	67,11	6,51 ^a	72,33	70,33
6	6,85 ^d	76,11	6,29 ^{ab}	69,89	6,73 ^{ab}	74,78	73,59
7	6,71 ^e	74,56	6,29 ^{ab}	69,89	6,69 ^{ab}	74,33	72,93
8	6,82 ^d	75,78	6,31 ^{ab}	70,11	6,78 ^{ab}	75,33	73,74
9	7,24 ^f	80,44	6,73 ^b	74,78	7,40 ^b	82,22	79,15

Médias com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes entre si ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste de Tukey. IA – índice de aceitabilidade; IG – impressão global.

Observa-se que as médias das notas, com maiores relevâncias foram por volta de 8, que se encontram na escala “gostei muito” evidenciando que a formulação 9 foi a mais bem aceita pelos julgadores (Tabela 5), com maior índice do percentual de aceitabilidade. Em contrapartida, a formulação 1 elaborada foi o menos agradável ao paladar dos participantes na sensorial, com média próximo de 6, que significa “gostei ligeiramente”. Analisando de forma isolada cada atributo é notório que a formulação 9 obteve melhor aceitação em comparação com os demais produtos, mostrando valores mais significativos ($p \leq 0,05$) para os atributos impressão global, sabor e textura, respectivamente.

Com respeito ao IA, de acordo com Dutcosky (2013), para que um produto seja considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que se obtenha um índice de aceitabilidade (IA) de no mínimo 70%. Dessa forma, podemos concluir que as formulações de *sorbet*, com a incorporação das diferentes misturas ternárias apresentaram bons resultados, entretanto, a fórmula 9 demonstrou ser a de maior relevância para os provadores, com IA total de 79,15%.

Os resultados estão em concordância com os relatados por Ismail et al. (2020) para sorvete enriquecido em diferentes proporções com o pó da casca de romã (*Punica granatum* L.) que mostrou pontuação de aceitação geral mais alta para a formulação com a adição de 0,25% do pó com diferença significativa ($p \leq 0,05$) para os demais tratamentos, exibindo valor de aceitabilidade geral, próximo de 90%.

Valores inferiores foram observados em sorvetes simbióticos desenvolvidos com a adição de purês das frutas framboesa e amora, onde Acu, Kinik e Yerlikaya (2020) perceberam que não foi viável

a combinação entre culturas probióticas e prebióticas, apresentando efeito negativo nas propriedades sensoriais com resultados médios variando entre 3 e 4, entre o termo “menos bom”.

No estudo realizado por Oliveira, Winkelmann e Tobal (2019) que utilizaram os resíduos da laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) como substitutos de gordura em sorvete, ao avaliarem os atributos sensoriais, sabor e aceitação global, a formulação F4, contendo 2,0% de farinha da casca, obtiveram as melhores médias, correspondentes às notas próximas de 6, equivalentes a expressão “gostei ligeiramente”.

Hasan, Saadi e Jassim (2020) ao substituírem leite desnatado por frutas (banana, marmelo, pêssgo, maçã) desidratadas em pó para produção de sorvete, para o aspecto sensorial sabor, a amostra substituída na concentração de 10% e 20% de banana e maçã em pó registram maiores notas, enquanto que para textura, as amostras com 10% de maçã em pó alcançaram valores mais altos.

4 CONCLUSÃO

Com o uso do designer simplex-centroide foi possível otimizar a combinação das diferentes concentrações das farinhas desenvolvidas com os resíduos advindos do processamento das polpas de frutas de abacaxi, acerola e maracujá, com 60,98%, 7,32% e 31,71%, nas suas respectivas proporções.

Através da metodologia de superfície de resposta, a presença da farinha dos resíduos de frutas nas nove formulações de *sorbet* mostrou área de aceitação superior nas formulações que disponham mais proporções da farinha de abacaxi e maracujá e com percentuais inferiores da farinha de acerola.

Em relação a aceitação sensorial, no geral, os julgadores consideraram, com maior relevância, a formulação nove para os atributos avaliados, incorporada com mistura ternária da farinha contendo 60% de abacaxi, 30% de maracujá e 10% de acerola.

Visando ofertar alimentos processados mais saudáveis e atraentes em termos funcionais, o *sorbet* apresenta-se como produto promissor e relevante, demonstrando potencial de exploração para as agroindústrias do setor de gelados comestíveis, pois possui características físico-químicas favoráveis, condições microbiológicas satisfatórias e considerado índice de aceitabilidade sensorial.

REFERÊNCIAS

AACC - American Association of Cereal Chemists. **Official methods of analysis of AOAC**. 18th ed. St. Paul, 2005.

ACU, M.; KINIK, O.; YERLIKAYA, O. Probiotic viability, viscosity, hardness properties and sensorial quality of synbiotic ice creams produced from goat's milk. **Food Science and Technology**, Epub June 01, 2020. DOI: [10.1590/fst.39419](https://doi.org/10.1590/fst.39419).

ALANÓN, M. E.; IVANOVIĆ, M.; PIMENTEL-MORA, S.; BORRÁS-LINARES, I.; ARRÁEZ-ROMÁN, D.; SEGURA-CARRETERO, A. A novel sustainable approach for the extraction of value-added compounds from Hibiscus sabdariffa L. calyces by natural deep eutectic solvents. **Food Research International**, v. 137, 109646, 2020. DOI: [10.1016/j.foodres.2020.109646](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109646).

ALVAREZ-RIVERA, G.; BALLESTEROS-VIVAS, D.; IBÁÑEZ, E.; PARADA-ALFONSO, F.; CIFUENTES, A. 3.51 - Foodomics of Bioactive Compounds From Tropical Fruits By-Products. **Comprehensive Foodomic**, p. 672-688, 2021. DOI: [10.1016/B978-0-08-100596-5.22882-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22882-5).

AYALA-ZAVALA, J. F.; VEGA-VEGA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; PALAFOX-CARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J. A.; WASIM SIDDIQUI, M. D.; DÁVILA-AVIÑA, J. E.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives, **Food Research International**, v. 44, n. 1, p. 1866-1874, 2011. DOI: [10.1016/j.foodres.2011.02.021](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.021).

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006. DOI: [10.1016/j.foodchem.2005.07.042](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042).

BARCELOS, S. C. de; SILVA, E. F. da; BATISTA, E. M.; SANTOS, S. M. L. dos; SÁ, D. M. A. T.; MONTE, A. L. de S. Qualidade microbiológica e físico-química de sorvetes sabor chocolate comercializados na cidade de Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 26, p. 1-14, e019024, 2019. DOI: [10.20396/san.v26i0.8654452](https://doi.org/10.20396/san.v26i0.8654452).

BÖGER B.; LEAL, A. B.; LUCCHETTA L.; PORTO, E. P. Use of jabuticaba (Plinia cauliflora) skin in the processing of ice creams. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 46, n. 2, p. 154-159, 2019. DOI: [10.4067/s0717-75182019000200154](https://doi.org/10.4067/s0717-75182019000200154).

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada -RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 de setembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019. **Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 de dezembro de 2019.

CÁDIZ-GURREA, M. de la L.; VILLEGAS-AGUILAR, M. del C.; LEYVA-JIMÉNEZ, F. J.; PIMENTEL-MORAL, S.; FERNÁNDEZ-OCHOA, A.; ALANÓN, M. E.; SEGURA-CARRETERO,

A. Revalorization of bioactive compounds from tropical fruit by-products and industrial applications by means of sustainable approaches. **Food Research International**, v. 138, Part B, 109786, 2020. DOI: [10.1016/j.foodres.2020.109786](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109786).

CARLOS, S. A. V., DO AMARAL, L. A., SANTOS, M. M. R., SANTEE, C. M., ZAMPIERI, D. F., SOARES, W. R. G., NOVELLO, D.; SANTOS, E. F. dos. Elaboração de sorvete de cupuaçu utilizando fibra de casca de maracujá como substituto de gordura. **Evidência**, v. 19, n. 1, p. 23-44, 2019. DOI: [10.18593/eba.v19i1.17300](https://doi.org/10.18593/eba.v19i1.17300).

COELHO, B. E. S.; de OLIVEIRA, E. A. M.; GUIMARÃES, W. do N.; SANTOS, R. de J.; MIRANDA, C. V. de C.; DE SOUSA, K. dos S. M. Desenvolvimento e avaliação físico-química de sorvete de manga ‘tommy aktins’ a base de leite de cabra. **Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 4, p. 41-47, 2019. DOI: [10.21206/rbas.v9i04.8860](https://doi.org/10.21206/rbas.v9i04.8860).

CORREIA, I. A. S.; BORSATO, D.; SAVADA, F. Y.; PAULI, E. D.; MANTOVANI, A. C. G.; CREMASCO, H.; CHENDYNSKI, L. T. Inhibition of the biodiesel oxidation by alcoholic extracts of green and black tea leaves and plum pulp: Application of the simplex-centroid design. **Renewable Energy**, v. 160, p. 288-296, 2020. DOI: [10.1016/j.renene.2020.06.118](https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.06.118).

CORREIA, R. T. P.; MAGALHÃES, M. M. A.; PEDRINI, M. R. S.; CRUZ, A. V. F. D.; CLEMENTINO, I. Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 2, p. 251-256, 2008.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531 p.

ELLONG, E. N.; BILLARD, C.; ADENET, S.; ROCHEFORT, K. Polyphenols, Carotenoids, Vitamin C Content in Tropical Fruits and Vegetables and Impact of Processing Methods. **Food and Nutrition Sciences**, v. 6, n. 3, p. 299-313, 2015. DOI: [10.4236/fns.2015.63030](https://doi.org/10.4236/fns.2015.63030).

Food and Agriculture Organization United Nations (FAO). Production Tropical Fruit. 2019. Acessado em: fao.org/faostat/en/#compare. Acessado em 11 de mar. de 2021.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; GAVA, J. R. F. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. 511p.

HASAN, G. M.; SAADI, A. M.; JASSIM, M. A. Study the effect of replacing the skim milk used in making ice cream with some dried fruit. **Food Science and Technology**, Epub October 26, 2020. DOI: [10.1590/fst.29620](https://doi.org/10.1590/fst.29620).

ISMAIL, H. A.; HAMEED, A. M.; MAHMOUD, M.; REFAEY, M. M.; SAYQAL, A.; ALY, A. A. Rheological, physio-chemical and organoleptic characteristics of ice cream enriched with Doum syrup and pomegranate peel. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 13, n. 10, p. 7346-7356, 2020. DOI: [10.1016/j.arabjc.2020.08.012](https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.08.012).

KARAMAN, S.; TOKER, O. S.; YÜKSEL, F.; ÇAM, M.; KAYACIER, A.; DOGAN, M. Physicochemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream: Technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 1, p. 97-110, 2014. DOI: [10.3168/jds.2013-7111](https://doi.org/10.3168/jds.2013-7111).

- LAMOUNIER, M. L.; ANDRADE, F. C.; MENDONÇA, C. D.; MAGALHÃES, M. L. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, p. 93, 2015. DOI: [10.14295/2238-6416.v70i2.400](https://doi.org/10.14295/2238-6416.v70i2.400).
- MACIEL, L. G.; TEIXEIRA, G. L.; BLOCK, J. M. Dataset on the phytochemicals, antioxidants, and minerals contents of pecan nut cake extracts obtained by ultrasound-assisted extraction coupled to a simplex-centroid design. **Data in Brief**, v. 28, 105095, 2020. DOI: [10.1016/j.dib.2019.105095](https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.105095).
- MÁRQUEZ-VILLACORTA, L. F.; PRETELL-VÁSQUEZ, C. C. Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. **Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, 16(2), 67-78, 2018. DOI: [10.18684/bsaa.16n2.1167](https://doi.org/10.18684/bsaa.16n2.1167).
- MOHAMMADIAN, A.; GHANDEHARI, Y. A.; BARZEGAR, M. Inhibition activity on alpha-glucosidase of experimental, functional ice cream with the addition of pistachio peel extract. **Journal of Food and Bioprocess Engineering**, v. 3, n. 1, p. 53-60, 2020. DOI: [10.22059/JFABE.2020.76395](https://doi.org/10.22059/JFABE.2020.76395).
- MOURA, J. S.; SÁ, N. C.; MENEZES, E.; MELO, L. Efeito da localização do teste sensorial institucional e atitudes do consumidor na aceitação de alimentos e bebidas com diferentes níveis de processamento. **Food Quality and Preference**, 48, 262-267, 2016. DOI: [10.1016/j.foodqual.2015.10.002](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.10.002).
- OLIVEIRA, N. A. de S.; WINKELMANN, D. O. V.; TOBAL, T. M. Farinhas e subprodutos da laranja sanguínea-de-mombuca: caracterização química e aplicação em sorvete. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, e2018246. Epub June 13, 2019. DOI: [10.1590/19816723.24618](https://doi.org/10.1590/19816723.24618).
- PARREIRAS, P. M.; DANTAS, M. I. de S.; COELHO, A. I. M.; SOUZA, E. C. G. de. Desenvolvimento de sorvete de kefir com polpa de manga: avaliação sensorial, físico-química e de bactérias ácido lácticas. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 40, n. 1, p. 109-118, 2019. DOI: [10.5433/1679-0367.2019v40n1p109](https://doi.org/10.5433/1679-0367.2019v40n1p109).
- PERRONE, I. T.; RENHE, I. R. T.; PEREIRA, J. P. F.; COLOMBO, M.; COELHO, J. S.; MAGALHÃES, F. A. R. Influência de diferentes espessantes nas características sensoriais do doce de leite para confeitaria. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 379, p. 45-50, 2011.
- PINTO, D.; CÁDIZ-GURREA, M. de la L.; SUT, S.; FERREIRA, A. S.; LEYVA-JIMENEZ, F. J.; DALL'ACQUA, S.; SEGURA-CARRETERO, A.; DELERUE-MATOS, C.; RODRIGUES, F. Valorisation of underexploited *Castanea sativa* shells bioactive compounds recovered by supercritical fluid extraction with CO₂: A response surface methodology approach. **Journal of CO₂ Utilization**, v. 40, 101194, 2020. DOI: [10.1016/j.jcou.2020.101194](https://doi.org/10.1016/j.jcou.2020.101194).
- RODRIGUES, J.; BEZERRA, J. R. M.; TEIXEIRA, A. M.; RIGO, M. **Ambiência**, v. 14, n. 2, p. 225-236, 2018. DOI: [10.5935/ambiencia.2018.02.01](https://doi.org/10.5935/ambiencia.2018.02.01).

ROMAGNOLI, É. S.; BORSATO, D.; SILVA, L. R. C.; TASHIMA, D. L. M.; CANESIN, E. A. Influence of the extracts of senna leaves, blackberries and hibiscus Flowers in the oxidation reaction of commercial biodiesel. **Biofuels**, v. 11, n. 7, p. 839-845, 2020. DOI: [10.1080/17597269.2017.1418569](https://doi.org/10.1080/17597269.2017.1418569).

SANCHO, S. de O.; SILVA, A. R. A. da; DANTAS, A. N. de S.; MAGALHÃES, T. A.; LOPES, G. S.; RODRIGUES, S.; COSTA, J. M. C. da; FERNANDES, F. A. N.; SILVA, M. G. de V. Characterization of the Industrial Residues of Seven Fruits and Prospection of Their Potential Application as Food Supplements. **Journal of Chemistry**, 2015. DOI: [10.1155/2015/264284](https://doi.org/10.1155/2015/264284).

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; GOMES, R.A.R.; OKAZAKI, M.M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 624 p. 2010.

SOARES, J. C.; GARCIA, M. C.; GARCIA, L. G. C.; CALIARI, M.; SOARES JÚNIOR, M. S. Jambolan sherbets overrun, color, and acceptance in relation to the sugar, milk, and pulp contents in formulation. **Food Science and Technology**, 38 (1), 313-318, 2018. DOI: [10.1590/fst.21817](https://doi.org/10.1590/fst.21817).

SUN-WATERHOUSE, D. The development of fruit-based functional foods targeting the health and wellness market: a review. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, n. 5, p. 899-920, 2011. DOI: [10.1111/j.1365-2621.2010.02499.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02499.x).

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Editora da UFSC, 1987. 60p.

VANATHI, A.; PALANI, D. R. Physico-Chemical and Sensory Qualities of Ice Cream Incorporated with Encapsulated Flavour. **Asian Journal of Dairy and Food Research**, v. 39, n. 1, p. 24-29, 2020. DOI: [10.18805/ajdfr.DR-1497](https://doi.org/10.18805/ajdfr.DR-1497).

VARZAKAS, T.; ZAKYNTHINOS, G.; VERPOORT, F. Plant food residues as a source of nutraceuticals and functional foods. **Foods**, v. 5, n. 4, p. 88, 2016. DOI: [10.3390 / foods5040088](https://doi.org/10.3390/foods5040088).

VILLALVA, F. J.; BRUNERI, A. P. C.; VINDEROLA, G.; OLIVEIRA, E. G. de; PAZ, N. F.; RAMÓN, A. N. Formulation of a peach ice cream as potential symbiotic food. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 3, p. 456-461, 2017. DOI: [10.1590/1678-457x.19716](https://doi.org/10.1590/1678-457x.19716).

VITAL, A. C. P.; SANTOS, N. W.; MATUMOTO-PINTRO, P. T.; SCAPIM, M. R. S.; MADRONA, G. S. Ice cream supplemented with grape juice residue as a source of antioxidants. **International Journal of Dairy Technology**, v. 71, n. 1, p. 183-189, 2018. DOI: [10.1111/1471-0307.12412](https://doi.org/10.1111/1471-0307.12412).

YAZDI, A. P. G.; BARZEGAR, M.; GAVLIGHI, H. A.; SAHARI, M. A.; MOHAMMADIAN, A. H. Physicochemical properties and organoleptic aspects of ice cream enriched with microencapsulated pistachio peel extract. **International Journal of Dairy Technology**, v. 73, n. 3, p. 570-577, 2020. DOI: [10.1111/1471-0307.12698](https://doi.org/10.1111/1471-0307.12698).

ZUIN, VÂNIA G.; RAMIN, LUIZE Z. Green and sustainable separation of natural products from agro-industrial waste: Challenges, potentialities, and perspectives on emerging approaches. **Chemistry and Chemical Technologies in Waste Valorization**, p. 229-282, 2018. DOI: [10.1007/s41061-017-0182-z](https://doi.org/10.1007/s41061-017-0182-z).

CAPÍTULO IV

FARINHA DOS RESÍDUOS DE FRUTAS TROPICAIS DA COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA DE TOMÉ AÇÚ-PA: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, BIOATIVA E INCORPORAÇÃO EM GELADO COMESTÍVEL³

RESUMO

A busca por hábitos alimentares saudáveis vem despertando nas indústrias de alimentos o interesse por uma produção que atenda as exigências do mercado consumidor. Dentre estes, estão a produção de gelados comestíveis enriquecidos com nutrientes, portanto adaptando-se a realidade e acompanhando as novas tendências. Assim, objetivou-se, avaliar os parâmetros físico-químicos da farinha dos resíduos de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), acerola (*Malpighia emarginata*) e maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) na proporção, respectivamente, de 60, 10 e 30 (%) e do sorbet de açaí após sua adição. Foi realizada a composição centesimal da farinha (FRF) e de três formulações de sorbets (cooperativa, controle e outra com a incorporação da FRF). Na farinha foi quantificado o teor total de fenólicos e a atividade antioxidante. Nos gelados comestíveis ainda foram avaliados os valores de pH, acidez, atividade de água e as coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*). A FRF apresentou teor de fibra (34,07%) superior ao determinado em legislação brasileira para farinhas e demonstrou teor de fenólicos totais interessante, com potencial para ser explorado como complemento alimentar. Foi possível observar que a adição da farinha de resíduos ao sorbet resultou no aumento de fibras alimentares totais ($5,20 \pm 0,03$) e apresentou conteúdo de carboidratos relativamente baixo ($9,24 \pm 0,03$). Sendo assim, pode-se concluir que o produto possui boas probabilidades de ser inserido no mercado por abranger o público geral, com inclusão de veganos, celíacos e intolerantes à lactose e apresentar ótima qualidade funcional, segundo os parâmetros investigados.

Palavras-chaves: Gelados comestíveis. Aproveitamento de resíduos agroindustriais. Fibras alimentares. Alimentos funcionais.

ABSTRACT

The search for healthy eating habits has aroused interest in the food industries for a production that meets the demands of the consumer market. Among these are the production of edible ice cream enriched with nutrients, therefore adapting to reality and following new trends. Thus, the objective was to evaluate the physicochemical parameters of the flour from the pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill), acerola (*Malpighia emarginata*) and passion fruit (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) residues in the proportion, respectively, of 60, 10 and 30 (%) and açaí sorbet after its addition. The proximate composition of the flour (FRF) and three sorbet formulations (cooperative, control and another with the incorporation of the FRF) were carried out. In the flour, the total phenolic content and antioxidant activity were quantified. In edible ice creams, the values were still evaluated pH, acidity, water activity and color coordinates (L^* , a^* and b^*). The FRF had a fiber content (34.07%) higher than that determined in Brazilian flour legislation and showed an interesting total phenolic content, with the potential to be explored as a dietary supplement. It was observed that the addition of waste flour to sorbet resulted in an increase in total dietary fibers (5.20 ± 0.03) and a relatively low carbohydrate content (9.24 ± 0.03). Therefore, it can be concluded that the product has a good chance of being inserted in the market as it covers the general public, with the inclusion of vegans, celiacs and lactose intolerants and presenting excellent functional quality, according to the parameters investigated.

Keywords: Edible ice cream. Use of agro-industrial waste. Food fibers. Functional foods.

³ Artigo a ser formatado de acordo com diretrizes de periódico para submissão.

1 INTRODUÇÃO

Com as mudanças nos hábitos alimentares, em paralelo, ao avanço tecnológico nas indústrias de alimentos e a busca incessante por saúde, as indústrias agroalimentares são induzidas a pesquisar, criar e desenvolver novos produtos para atender o mercado consumidor. Com essa demanda, um novo segmento de produtos alimentícios está em expansão e a ciência e tecnologia dos alimentos vem possibilitando a inovação, como forma de atender à busca das pessoas por alimentos mais saudáveis, bem como benefícios à saúde ou que tenham alguma propriedade funcional (GOETZKE; NITZKO, SPILLER, 2014; AGUIAR et al., 2019).

Dentre estas, estão as indústrias de sorvetes que vem se adaptando a essa nova realidade e busca possibilidades de acompanhar as novas tendências do mercado, encontrando maneiras de agregar valor a seus produtos, através da adição de ingredientes funcionais com propriedades nutritivas, trazendo, portanto, um novo olhar aos gelados comestíveis, com a desconstrução da ideia de guloseima ou produto refrescante consumido apenas no verão (CHINELATE et al., 2011).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) classifica gelados comestíveis em seis categorias distintas quanto a sua composição básica tais como, sorvete de creme, sorvetes de leite, sorvetes, *sherbets*, gelados de fruta ou *sorbets* e gelados (BRASIL, 1999). Uma grande vantagem deste alimento é sua capacidade de atender às necessidades de indivíduos com intolerância à lactose e alergia a proteína do leite, uma vez que não é utilizado leite em sua fabricação (KASSADA et al., 2015).

Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvete (ABIS, 2019), há um crescimento no consumo nacional de 9% entre 2017 e 2019, com consumo per capita em 2019 de 5,29 L/ano. Observa-se que o sorvete e gelados são produtos, consumidos como sobremesa e bem apreciados no Brasil, por este motivo, é um ótimo veículo para incorporação de ingredientes funcionais transformando esta simples sobremesa gelada em um produto com diferencial, funcional e nutricional (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006; LAMOUNIER et al., 2015).

Uma alternativa que vem crescendo nos últimos anos, é o aproveitamento de resíduos (principalmente cascas) de certos frutos, os quais são utilizados como ingredientes complementares para a produção de alimentos, perfeitamente passíveis de serem incluídos na alimentação humana que, positivamente reduz seu descarte indevido impactando assim, no meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2002; FERREIRA, et al. 2012; DUTTA et al. 2021). Pois, segundo Marquetti et al. (2018), os resíduos provenientes do processamento das frutas, podem ser utilizados como matéria-prima para a produção de alimentos. E de acordo com Toledo et al. (2017) e Assis et al. (2019), as farinhas obtidas de resíduos agroindustriais podem ser utilizadas como ingrediente alimentar, como substituto total ou parcial em formulações. A farinha obtida de aproveitamento dos resíduos de frutas provenientes do setor agroindustrial, apresenta potencial para aplicação em alimentos processados como, pães, massas, biscoitos e etc (LIMA et al., 2018).

Determinados alimentos possuem propriedades funcionais relacionadas à saúde, e tais benefícios podem ser provenientes de seus próprios constituintes, ou pela adição de ingredientes que promovem modificações em seu valor nutricional. Dentre as possibilidades estão, maior disponibilidade de fibras alimentares, incremento de proteínas modificadas, insumos com propriedades antioxidantes, com fonte de minerais e outras substâncias naturais além da inoculação de microrganismos (BHAT; BHAT, 2011; BAJAD et al., 2016).

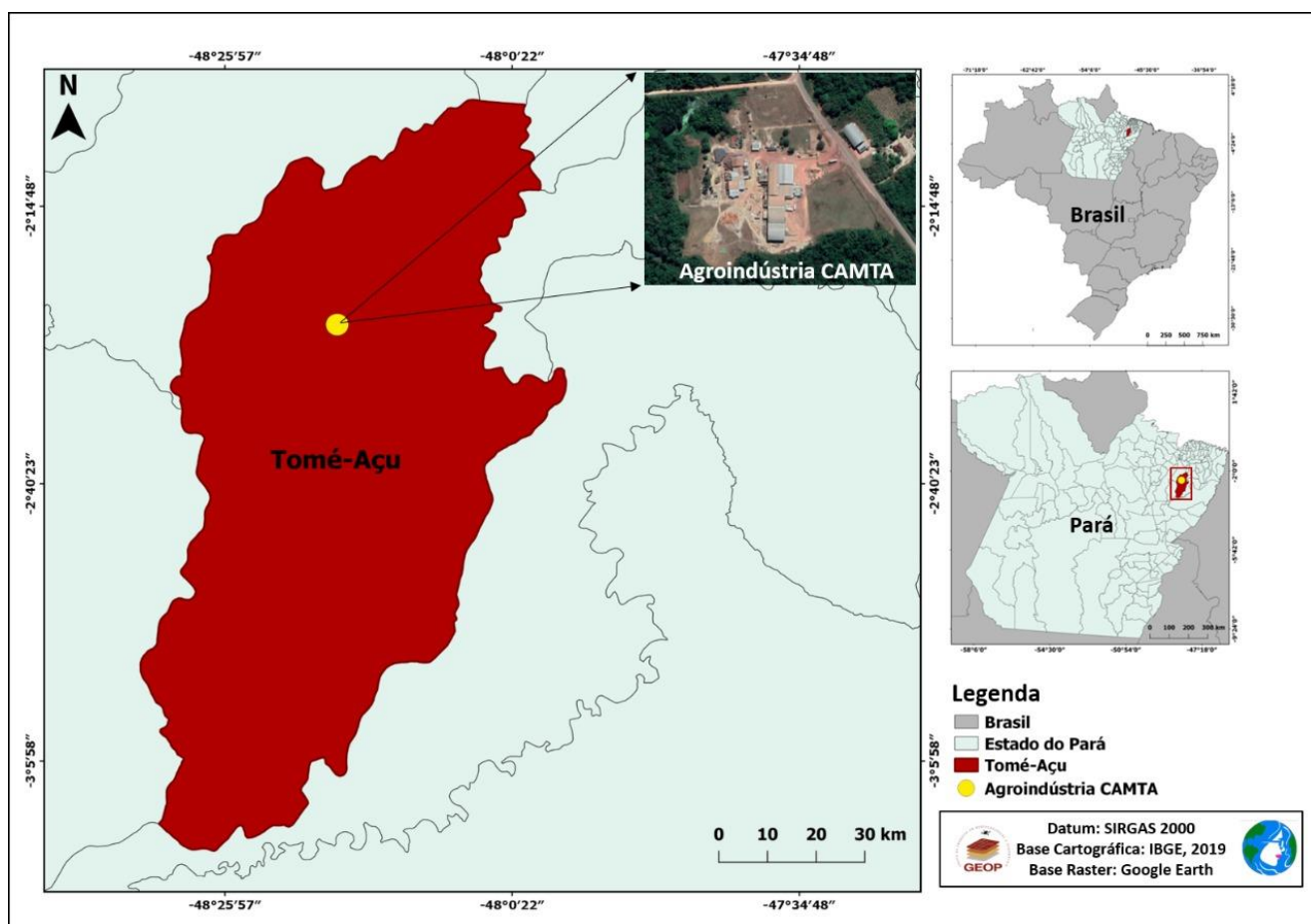
O nutriente, que atualmente, está mais sendo usado como complemento alimentar são as fibras, devido sua função na redução dos níveis de colesterol e diminuição dos riscos de desenvolvimento de câncer, devido reter substâncias tóxicas ingeridas, reduzindo o trânsito intestinal positivamente e formar substâncias protetoras, a partir da fermentação bacteriana dos compostos da alimentação (ANJO, 2004; SELANI et al., 2016).

Diante do apresentado, e visando a agregação de valor na cadeia produtiva de uma agroindústria cooperativista, o presente estudo teve como objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos da farinha elaborada com os resíduos de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), acerola (*Malpighia emarginata*) e maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*), oriundos do processamento das polpas, bem como desenvolver e caracterizar uma formulação de gelado comestível “tipo sorbet” enriquecido.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE ESTUDO

A Sede da agroindústria da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé Açu está localizada no município de Tomé-Açu (Figura 1), situado na mesorregião do nordeste no estado do Pará sob as coordenadas geográficas 2°25'42,7623" S e 48°15'56,447" W.



Fonte: Do autor.

Figura 1 – Região da Agroindústria CAMTA em Tomé Açu-PA/Brasil.

A cooperativa foi fundada por imigrantes japoneses, em 30 de setembro de 1949, com plantação de pimenta-do-reino, de início, com sistema monocultivo com adaptação para o agroflorestal, ganhando força a partir do ano de 1980, com o plantio de culturas com o dendê, o cacau e frutas tropicais. Com implantação da fábrica de sucos passaram a realizar o beneficiamento das frutas, além da instalação de uma linha de produção exclusiva para a obtenção da polpa do fruto do açaí, dessa forma a fruticultura cresceu e se tornou o segmento mais rentável para a cooperativa (HOMMA, 2007; POMPEU; KATO; ALMEIDA, 2017).

No ano de 2007, a CAMTA diversificou ainda mais a produção, direcionando à produtos alimentares, com criação do segmento de doces e geleias de frutas. No momento atual a cooperativa não

deixa de investir no controle e na qualidade dos seus produtos elaborados, sempre se adaptando para atender as expectativas do mercado consumidor. Com a extração de óleos vegetais passou a aumentar seu portfólio de produtos agrícolas, graças ao sistema agroflorestal. Este sistema contribuiu positivamente, corroborando com a ampliação, de forma expressiva, da linha de produção da CAMTA, trazendo visibilidade mundial para a cooperativa (YAMADA, 2009; POMPEU; ROSA; VIEIRA, 2012).

2.2 PREPARAÇÃO DAS FARINHAS DOS RESÍDUOS DE FRUTAS

Os resíduos (cascas, sementes e bagaço), resultantes do processo do despulpamento de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), acerola (*Malpighia emarginata*) e maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) advindos da agroindústria Cooperativa Agrícola Mista de Tomé Açu (CAMTA), localizada no município de Tomé Açu – PA/Brasil foram coletados e encaminhados para o laboratório de físico-química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA-Campus Castanhal/Brasil) para serem desidratados em estufa de circulação de ar a 70 °C durante o período de 180 minutos com umidade inferior a 15%, valor este máximo permitido em legislação brasileira (BRASIL, 2005). Após secagem, os resíduos foram triturados separadamente, em liquidificador doméstico (NL-26 2V, Mondial, Brasil) e peneirados (16 mesh) para obtenção de farinhas com granulometria uniforme. Em seguida, as farinhas formaram mistura ternária, na proporção de 60, 10 e 30 (%), para bacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), acerola (*Malpighia emarginata*) e maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*), na sequência.

2.3 ELABORAÇÃO DOS GELADOS COMESTÍVEIS

Foram elaboradas, duas formulações de *sorbet* com base na fórmula padrão da cooperativa, sendo uma com a incorporação da farinha dos resíduos de frutas (FRF) e outra controle (sem a FRF). Os ingredientes utilizados no preparo foram, polpa de açaí (66%), glicose (14%), água (10%), açúcar (5%) e a FRF (5% - formulação incorporada). Todos os insumos foram doados pela Cooperativa Agrícola Mista de Tomé Açu (CAMTA), com exceção da FRF, sendo esta, desenvolvida durante o andamento da pesquisa.

2.4 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FRF E DOS GELADOS COMESTÍVEIS

A composição centesimal de um alimento permite a verificação da proporção dos seus componentes nutricionais, a partir das análises de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos e fibra bruta (AOAC, 1997). As determinações da composição centesimal nas amostras foram realizadas no laboratório de físico-química do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPA-Campus Castanhal), em triplicata, e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

2.4.1 Umidade

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico, foram pesadas em cadinho de porcelana, 5 g de FRF, em seguida secos em estufa ($105\pm 1^\circ\text{C}$) durante 3 horas, este procedimento foi replicado até a amostra alcançar peso constante. Os resultados foram calculados conforme a equação (1).

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{(M_i - M_f) * 100}{M_i} \quad (1)$$

Onde:

M_i - Massa inicial; M_f - Massa final.

2.4.2 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado pelo método gravimétrico, onde 2 g de FRF foram pesadas em cadinhos de porcelana, previamente secos durante 60 minutos, em mufla ($550\pm 1^\circ\text{C}$) e resfriados em dessecador por cerca de 20 minutos, em sequência, as amostras foram incineradas a 550°C , durante 4 horas. O teor de cinza foi calculado pela equação (2).

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{\text{Cinzas} * 100}{m_i} \quad (2)$$

Onde:

m_i - Massa inicial; Cinzas - Material após mufla.

2.4.3 Lipídios

Para a extração dos lipídios foi utilizado o método de Soxhlet, que se baseia na perda de peso do material submetido à extração com éter de petróleo, ou na quantidade de material solubilizado pelo solvente. O teor de lipídios total foi determinado pela equação (3).

$$\text{Lipídios (\%)} = \frac{P_1 - P_2}{m_i} * 100 \quad (3)$$

Onde:

P_1 - Peso antes da extração (papel + amostra);

P_2 - Peso depois da extração (papel + amostra);

m_i - Massa inicial.

2.4.4 Proteínas

O teor de proteínas totais foi avaliado pelo método de Kjeldhal, através de valor de nitrogênio total, como indicador utilizou-se o ácido bórico (H_3BO_3) a partir titulação do ácido clorídrico (HCL). O

fator considerado para cálculo da proteína bruta foi 6,25. O total de proteínas foi calculado pela equação (4).

$$\text{Proteínas (\%)} = \frac{(V_A - V_B) * f_a * F * 0,014}{P} \quad (4)$$

Onde:

V_A - Volume do HCL gasto na titulação da amostra;

V_B - Volume gasto na titulação do branco;

F_a - Fator de correção do HCL utilizado na titulação;

F - Fator de conversão do nitrogênio total em proteínas;

P - Massa da amostra (g).

2.4.5 Fibra bruta

O conteúdo de fibras foi determinado segundo método enzimico gravimétrico, que consiste na digestão ácida (H_2SO_4 -1,25%) e alcalina (NaOH-1,25%) da amostra, com posterior secagem a 105 °C, em estufa durante quatro horas, e incineração em forno mufla a 550 °C por uma hora. Os percentuais de fibras encontrados na FRF foram expressos através da equação (5).

$$\text{Fibra bruta (\%)} = \frac{(C-A)-D}{B} * 100 \quad (5)$$

Onde:

A - Massa do saquinho vazio (g);

B - Massa da amostra (g);

C - Massa do conjunto cadinho-saquinho-extrato (g);

D - Massa do conjunto cadinho + cinzas (g).

2.4.6 Carboidratos totais

O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença (Equação 6) e o resultado expresso em porcentagem.

$$\text{Carboidratos} = 100 - (\text{Umidade} + \text{Cinzas} + \text{Proteínas} + \text{Lipídios}) \quad (6)$$

2.5 COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA FRF

O teor total de compostos fenólicos foi determinado utilizando o método espectrofotométrico, segundo a metodologia descrita por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1998) e Georgé et al. (2005), com modificações. O ácido gálico foi utilizado para determinação da curva padrão com 15 pontos de concentração (0-17,25 mg/L) e os resultados foram correspondentes a equivalência de ácido gálico (GAE) a cada g de farinha (mg GAE/g).

A extração dos compostos, em triplicata, foi realizada em 1 g de amostra da FRF utilizando solução contendo 70% de acetona, 29,5% de água e 0,5% de ácido acético. Após este período foram realizadas as leituras em espectrofotômetro (UV-M90/Bel Engineering), com absorvância de 750nm, previamente calibrado com a solução do branco. A determinação de compostos fenólicos totais foi calculada a partir da equação $y = 0,0487x - 0,0129$ com $R^2 = 0,9945$.

A capacidade antioxidante foi determinada pela diminuição do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), com leituras, em triplicata, em espectrofotômetro (UV-M90/Bel Engineering) previamente configurado com absorvância de 515 nm. Foi utilizando como referência a curva de Trolox com 7 pontos (0-25 $\mu\text{mol/L}$), a partir da metodologia apresentada por Brand-Willians, Cuvelier e Berset (1995). O potencial de inibição do DPPH foi expresso em equivalência de Trolox (TEAC) em $\mu\text{mol TEAC/g}$. O índice de capacidade antioxidante (ICA) foi determinado utilizando a $y = 0,0222x + 0,0206$ com $R^2 = 0,991$.

2.6 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS GELADOS COMESTÍVEIS

As análises físico-químicas realizadas nas formulações de gelado comestível foram realizadas segundo com a metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1997). O pH foi determinado em pHmetro (Starter-3100/OHAUS). A acidez total foi realizada utilizando solução NaOH 0,1 mol. L^{-1} na titulação até atingir a faixa de pH entre 8,2 a 8,4, os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico. A atividade de água das amostras foi determinada à temperatura de 30 °C em equipamento apropriado (4TEV/AquaLab). As leituras das coordenadas de cor, L^* referente a luminosidade do preto (0) ao branco (+100), a^* que varia do verde (-60) ao vermelho (+60) e b^* do azul (-60) ao amarelo (+60) foram realizadas em colorímetro portátil (CR-400/Konica Minolta).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTENSIMAL DA FRF E DOS GELADOS COMESTÍVEIS

O teor de umidade presente na farinha de resíduos de frutas tropicais (Tabela 1) está abaixo do valor máximo para farinhas de vegetais (15%) estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) com a RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005), portanto, garantindo seu armazenamento em condições adequadas, sob temperatura ambiente. Segundo Bertagnolli et al. (2014), farinhas com o teor de água acima de 15% possuem maior probabilidade de formar grumos prejudicando a eficiência do processo de produção. Segundo Leda (2017), farinhas com valor de umidade abaixo do limite estipulado pela legislação diminui a possibilidade de crescimento

microbiano, reações químicas e reações catalisadas por enzimas, podendo ser armazenadas apresentar tempo maior de prateleira.

Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão da composição centesimal da FRF.

Parâmetros	Resultados
Umidade (%)	8,89 ± 0,02
Cinzas (%)	3,46 ± 0,14
Lipídios (g/100g)	13,87 ± 0,09
Proteínas (g/100g)	1,11 ± 0,07
Carboidratos (g/100g)	72,68 ± 0,12
Fibra bruta (%)	34,07 ± 0,11

Valores expressos em média ± desvio padrão.

O valor de cinzas disponível no produto (Tabela 1) encontra-se de acordo com o determinado pela legislação brasileira, máximo de 6% (BRASIL, 2005). As cinzas indicam a quantidade de resíduo mineral fixo presente no alimento, ressaltando que nem sempre representa a quantidade total de óxidos, uma vez que alguns podem sofrer volatilização durante a incineração. O cálcio, sódio e potássio são os minerais majoritários presentes em cascas de maracujá e abacaxi independentes do tipo de cultivo e das condições do plantio (GONDIM et al., 2005; FELIPE et al., 2006; MARQUES et al., 2010).

É importante destacar que as cinzas são apontadas como parâmetro geral de qualidade e frequentemente são usadas como base na identificação dos alimentos. Trata-se do resíduo inorgânico que ficou após a queima da matéria orgânica e se referem a grande quantidade de minerais existentes nas amostras, os referidos minerais podem influenciar positivamente em termos nutricionais (CHAVES et al, 2004; SILVA et al., 2010; SILVA, 2015).

O teor de lipídios totais obtidos na farinha de resíduos (Tabela 1), é superior ao encontrado por Moreno (2016) em farinha de trigo convencional (1,23%). Soquetta et al. (2016) defende que a quantidade superior de lipídios em farinha de frutos pode ser explicada pela maior concentração de sementes, aumentando o teor de lipídios, tal fato foi constatado após caracterizar farinhas obtidas somente da casca e dos resíduos de kiwi (*Actinidia deliciosa*), com 2,10% e 16,10%, respectivamente. Sendo assim, pode-se dizer que a farinha constituída com os resíduos de frutas obteve maior quantidade de gordura em decorrência das misturas das cascas do abacaxi e maracujá, como também das sementes de acerola.

Silva et al. (1999) e Narain et al. (2004) afirmam necessidade dos lipídios na alimentação diária, o qual possui funções importantes para a atividade metabólica de um organismo. A determinação de lipídios em farinha de frutas visando a sua utilização como ingrediente em formulações é importante, devido o papel que desempenham na qualidade funcional e nutricional do alimento, contribuindo com a textura, sabor e valor calórico (FENNEMA; PARKIN; DAMODARAN, 2010).

De acordo com a RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), um alimento é considerado como fonte de proteína quando apresenta no mínimo 6 g de proteína por porção. Porém, em frutos, as proteínas se encontram em baixa concentração, mesmo na casca que é a fração com maior teor, em geral em torno de 1% de proteína (GONDIM et al., 2005).

O valor de proteínas na amostra de FRF (Tabela 1) foi maior do que o encontrado por Silva (2015) nas farinhas de resíduos de abacaxi (0,78%), acerola (0,95) e goiaba (0,89%). No entanto, Leão et al. (2017) ao analisar os parâmetros físico-químicos da farinha preparada com subprodutos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) identificaram níveis de proteínas na polpa e casca, de 3,25% e 3,36 %, respectivamente.

A teor de carboidratos é um dado importante para avaliar a aplicação do resíduo em novos produtos (SANCHO et al., 2015). O teor de carboidratos totais da farinha do resíduo de frutas tropicais encontrado foi de 72,68 %, próximo à da farinha dos resíduos de abacaxi estudada por Júnior et al. (2006) com 69,92% e menor a farinha de acerola nos estudos de Silva (2017) que obteve teor de carboidrato de 79,65 %.

Em relação ao valor de açúcares indicado pela CNNPA nº 12 de 1978, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), para farinhas (72,0 %), pode se observar que a farinha de resíduo de frutas tropicais está dentro dos parâmetros exigidos. Segundo Santos et al. (2019) os carboidratos quando determinados por diferença dos demais constituintes a redução da umidade proporciona automaticamente o aumento deste teor.

Os resíduos de frutas são ricos em fibras, vitaminas, minerais e substâncias antioxidantes que apresentam efeitos benéficos para a saúde (BARROS, 2019). Conforme a Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), referente as informações nutricionais complementares de alimentos, considera-se produto alimentício com alto teor de fibra se apresentar, no mínimo, 6% de fibra, e como fonte de fibra se possuir no mínimo 3% (BRASIL, 1998).

A FRF em estudo, obteve teor de 34,07% de fibra bruta, valor este bem acima ao estipulado pela legislação, confirmando que a farinha tem potencial para ser considerada um complemento alimentar. Corroborando com este estudo, Storck et al. (2015) obtiveram também farinha dos resíduos de uva com 21,3% de fibras. Teores de fibra alimentar mais elevados foram constatados por Resende, Franca e Oliveira (2019) em farinha de diferentes resíduos de buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.), com valores variando de 50,33% a 88,91%, sendo o maior valor encontrado na farinha da casca do fruto.

Todos os parâmetros avaliados da composição centesimal dos sorbets, comercializado pela Cooperativa e os elaborados (controle e com adição de FRF) apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), exceto para o teor de lipídeos entre todas as amostras, proteínas totais entre as amostras CONTROLE/FRF e carboidratos entre as PC/CONTROLE (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição centesimal de sorbets de açaí enriquecidos com/sem farinha de resíduos de frutas tropicais e fórmula comercializada pela agroindústria.

Determinações	Formulações		
	PC	CONTROLE	FRF
Umidade (%)	71,52 ± 0,19 ^a	74,74 ± 0,11 ^b	69,83 ± 0,38 ^c
Cinzas (%)	1,12 ± 0,13 ^a	1,43 ± 0,07 ^b	1,90 ± 0,02 ^c
Lipídeos (%)	12,94 ± 0,62 ^a	15,71 ± 0,42 ^a	14,57 ± 0,28 ^a
Proteínas (%)	2,56 ± 0,24 ^a	4,67 ± 0,07 ^b	4,46 ± 0,19 ^b
Carboidratos (%)	11,85 ± 0,71 ^a	3,93 ± 0,94 ^a	9,24 ± 0,45 ^b
Fibras totais (%)	1,95 ± 0,53 ^a	3,73 ± 0,47 ^b	5,66 ± 0,87 ^c

Valores expressos em média ± desvio padrão. Médias na mesma linha acompanhadas com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

PC – Fórmula padrão da cooperativa; FRF – Fórmula com adição da farinha dos resíduos de frutas.

A amostra de *sorbet* com FRF apresentou menor teor de umidade (69,83 %) quando comparada a formulação PC, demonstrando influência da adição da farinha na redução do teor de umidade final do produto colaborando assim, com o aumento dos níveis de sólidos solúveis. Pois, segundo Soler e Veiga (2001), quanto maior a umidade, menor a concentração de sólidos. A presença de sólidos solúveis neste tipo de produto é muito apreciada, pois auxiliam na melhora da textura e cremosidade, resultando em um produto mais consistente.

Em um estudo realizado por Boff (2011) foi desenvolvido sorvete sabor chocolate com adição de 1,10% de fibra da casca de laranja, e encontraram valores de umidade próximos (69,97%) a formulação enriquecida. Enquanto Vivian, Hermanns e Weber (2017) ao elaborarem gelado comestível com a adição de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), o produto final apresentou umidade relativamente baixa (64,67%) em relação as três formulações de *sorbets*.

Conforme a RDC nº 266 de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que fixa o padrão de identidade e qualidade de gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e desenvolvimento de gelado comestível, bases para gelados comestíveis, não existem valores específicos para umidade em sorvetes. No entanto, alimentos com umidade elevada possuem menor vida útil, por encontrar-se mais susceptíveis a proliferação e contaminação por microrganismos (ETHUR; ZANATTA; SCHLABITZ, 2010; REIS et al., 2018).

A quantidade de resíduo mineral fixo (cinzas) encontrado na amostra de FRF foi superior a quantidade disponível nas demais amostras (Tabela 2). Chinellato et al. (2011) encontraram valores de cinzas em formulação de sorvete com 5% de linhaça igual a 1,10, inferior ao observado nesta pesquisa. Enquanto Hassan et al. (2011) investigaram as propriedades físico-químicas do pó obtido da fruta de *Mangifera pajang* K. e mostrou conteúdo total de cinzas superior, com 2,7%. Araújo et al. (2006) em

concordância com Leonel, Leonel e Sampaio (2014) relaciona o conteúdo mineral com a quantidade de cinzas determinada no alimento, sendo de grande relevância para a qualidade nutricional do produto.

Quanto ao teor de lipídeos, o sorbet com a FRF apresentou valor maior do que a fórmula padrão da cooperativa (PC) (Tabela 2), devido o valor considerável de lipídios da FRF (13,87%). De acordo com a ANVISA (1998), produtos sólidos e prontos para consumo que contenham até 3 g de gorduras totais /100 g de produto são considerados alimentos com baixo teor de gordura, portanto, todas as três amostras de gelado comestível analisadas, apresentam alto teor de gordura. Maidana, Guimarães e Bogo (2019), em seu trabalho com elaboração de sorvete de pomelo (*Citrus paradisi*), obteve em média 10,86 % de lipídeos, mostrando ainda menos teor quando comparado as formulações PC, CONTROLE e FRF.

As proteínas em produtos gelados melhoram a viscosidade da mistura e aumenta o tempo de derretimento dos produtos, além de intervir no batimento, emulsificação e na formação da estrutura, devido a capacidade de retenção de água. A presença das proteínas também contribui nas propriedades funcionais, tais como, interação com outros estabilizantes e reduz a formação de grandes cristais de gelo (QUEIROZ et al., 2009; SOUZA, 2010; OLIVEIRA et al. 2012). De acordo com os resultados de proteínas obtidos (Tabela 2), os valores estão acima do teor mínimo previsto na legislação brasileira, que determina que gelados comestíveis devem conter no mínimo 28% de sólidos totais e 2,5% de proteínas (BRASIL, 1999). Na amostra PC a quantidade de proteínas é relativamente inferior as demais formulações avaliadas (CONTROLE e FRF) diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$), resultado semelhante foi reportado por Carvalho, Asquieri e Damiani (2018) com 2,38% em sorvete utilizando polpa de sapota (*Quararibea cordata vischer*).

Os carboidratos são de suma importância para a produção de gelados comestíveis, pois aumentam a viscosidade, atuando para uma melhor homogeneização, melhorando a suavidade e textura, ainda compõem uma solução juntamente com a água, o que reduz o ponto de congelamento do composto (MOSQUIM, 1999; BARRIONUEVO et al., 2011). A amostra FRF apresentou valor de carboidratos superior a amostra controle (Tabela 2), devido a proporção de farinha de resíduos de frutas adicionada ao sorbet, pois a mesma é rica em fibras e outros constituintes. Diferente de Aranda-Gonzalez et al. (2016) que obtiveram altos teor de carboidratos em formulações de sorvetes sabor morango com substituição total do açúcar por diferentes níveis de extratos de *S. rebaudiana*, com 65,22% e 70,51% após adição dos extratos, 5% e 8%, respectivamente. Em legislação brasileira para gelados comestíveis não existem limites nos teores de carboidratos, entretanto visando a disponibilidade de alimentos processados mais saudáveis e com restrição ao conteúdo de sacarose, é relevante considerar a quantidade deste componente que, em altas concentrações aliada ao seu consumo frequente tende a comprometer, negativamente, o metabolismo glicêmico (QUEIROZ; SILVA; ALFENAS, 2010; LAMOUNIER et al., 2015).

Em relação a proporção de fibras alimentar nas formulações, todas as amostras diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$), com destaque na formulação FRF com 5,66%. Quantidades inferiores foram encontradas por Carlos et al. (2019) em sorvete de cupuaçu enriquecido com 0,4% e 0,8% da casca de

maracujá como substituto da gordura, 0,39% e 0,52% de fibras, respectivamente e por Oliveira, Winkelmann e Tobal (2019) em sorvete de chocolate após adição de farinha dos subprodutos da laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), com 1,56% de fibra bruta, valor próximo a formulação padrão da cooperativa (PC).

As fibras presentes em alimentos são importantes agentes que influenciam na microbiota do trato gastrointestinal de humanos e podem exercer efeitos benéficos atuando, na prevenção de câncer de cólon, através da diminuição da presença de substâncias tóxicas na luz intestinal e devido a maior eliminação fecal, além disso, contribuem na constipação intestinal crônica e no controle dos níveis de colesterol séricos, como também auxiliam no tratamento de dislipidemias e reduz a probabilidade de doenças crônicas não transmissíveis como, a obesidade (KIPKA, 2008; BERNAUD; RODRIGUES, 2013; LAMOUNIER, et al., 2015).

3.2 COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA FRF

Os valores encontrados para o teor de fenólicos totais e ação antioxidante dos compostos bioativos disponíveis na farinha analisada podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 - Teor de fenol total equivalente de ácido gálico (mg/g) e capacidade antioxidante pelo ensaio DPPH equivalente de Trolox (μmol/g).

Compostos bioativos	FRF
Fenólicos totais	14,05 ± 0,14
Atividade antioxidante	16,62 ± 0,17

Valores expressos em média ± desvio padrão. *FRF- farinha dos resíduos de frutas.

Os fenólicos são os compostos com maior atividade antioxidante principalmente, os presentes em frutas e hortaliças, sua maioria são flavonóides, isoflavonas, flavonas, antocianinas, catequinas e outros fenólicos, que possuem capacidade de inativar cadeias lipídicas de radicais livres e, assim evita a conversão de hidroperóxidos em oxirradicais reativos (ISABELLE et al., 2010; LÓPEZ-VARGAS et al., 2013).

Os resultados do teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante da farinha dos resíduos das frutas de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril), acerola (*Malpighia emarginata*) e maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) mostraram melhor disponibilidade deste composto e menor ação antioxidante quando comparado com o pó de fibra alimentar obtido a partir de coprodutos do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*) descrito por López-Vargas et al. (2013) exibindo respectivamente, 0,64 mg GAE/g e 25,16 mg/g. Já Martínez et al. (2012) relataram atividade antioxidante no concentrado de fibra de maracujá com 5,12 μmol Trolox/g, valor este inferior em relação a FRF.

Resultados superiores de fenólicos totais foram constatados por Cangussu et al. (2021) nas cascas de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) com 44,53 mg de ácido gálico/100g. Pereira et al. (2020)

ao estudarem o perfil bioativo da mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.), a fruta apresentou, também alto conteúdo de fenólicos totais expressando 130,5 mg /100g equivalente de ácido gálico.

Analisando a atividade antioxidante da FRF, Sousa, Vieira e Lima (2011) verificaram valores inferiores de atividade antioxidante em resíduos úmidos da polpa de acerola (*Malpighia glabra* L.) e abacaxi (*Ananas comosus* L.), 0,518 e 0,110 mM.g⁻¹ equivalente ao Trolox, respectivamente. Entretanto, Pereira et al. (2013) ao avaliarem as características antioxidante da farinha dos resíduos de acerola (*Malpighia glabra* L.) observaram melhor capacidade no sequestro do radical DPPH exibindo 359,42 µg GAE/mL de extrato.

Para Domínguez-Rodríguez et al. (2017) as variações nos valores da atividade antioxidante nos ensaios DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil) ocorrem devido existir diferentes formas de expressar os resultados assim como a possibilidade do uso de diversos solventes para sua extração. Sendo então, muitas vezes realizada a combinação de ensaios (DPPH/ABTS) para alcançar resultados otimizados. Quanto as concentrações de fenólicos em matérias-primas alimentícias, os mesmos são influenciados diante da origem geográfica, métodos de cultivo, tempo e condições de estocagem, e parâmetros de secagem (BABBAR et al., 2011; MORAES et al., 2017).

3.3 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS GELADOS COMESTÍVEIS

As análises físico-química de pH, acidez, atividade de água e as coordenadas de cor, L* e b* diferiram a nível de 5% de probabilidade entre os gelados comestíveis analisados (Tabela 4), diferente da coordena de cor a*, que não apresentou diferença significativa (<0,05) entre a formulação padrão da cooperativa e a controle.

Tabela 4 – Resultados das análises de pH, acidez titulável, atividade de água e de cor em sorbets de açaí enriquecidos com/sem farinha de resíduos de frutas tropicais e fórmula padrão da agroindústria.

Formulações	pH	Acidez (g/100g) *	Aw	Coordenadas de cor		
				L*	a*	b*
PC	5,17 ± 0,02 ^a	2,06 ± 0,00 ^a	0,98 ± 0,00 ^a	13,61 ± 0,05 ^a	5,11 ± 0,13 ^a	8,90 ± 0,13 ^a
CONTROLE	4,97 ± 0,01 ^b	3,10 ± 0,15 ^b	0,99 ± 0,00 ^b	16,56 ± 0,12 ^b	4,62 ± 0,10 ^a	6,73 ± 0,09 ^b
FRF	4,76 ± 0,02 ^c	5,13 ± 0,15 ^c	0,98 ± 0,00 ^c	11,36 ± 0,43 ^c	7,08 ± 0,79 ^b	11,46 ± 0,74 ^c

Valores expressos em média ± desvio padrão. Médias na mesma coluna acompanhadas com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). *expressa em ácido cítrico.

PC – Fórmula padrão da cooperativa; FRF – Fórmula com adição da farinha dos resíduos de frutas.

A amostra FRF, com a adição de farinha de resíduos de frutas, apresentou menor pH e maior índice de acidez em decorrência do mix de resíduos de frutas que compõe a farinha (abacaxi, acerola e

maracujá), visto que são frutas ácidas. Em comparação, outras pesquisas (FERRAZ et al., 2012; LAMOUNIER. et al, 2015) com sorvetes, o valor de pH encontrado é considerado baixo. Valores maiores de pH, também foram identificados nos sorvetes avaliados por Peres e Bolini (2020) com sabor chocolate, de baixa caloria, após a adição de diferentes edulcorantes (aspartame, sucralose, neotame e estévia), variando de 6,0 a 6,3. Já Passos et al. (2016) obtiveram pH de 5,50 a 5,61 em sorvetes de goiaba com a adição de galactomanana de *Caesalpinia pulcherrima* em substituição a estabilizantes, resultados relativamente maiores aos *sorbets* estudados.

O teor da atividade de água presente nas amostras de *sorbets* apresentou diferença significativa entre as formulações elaboradas (Tabela 4), confirmando que os diferentes ingredientes nas formulações estudadas interferem na condição de água livre presente nos produtos. Todas as formulações apresentam alta atividade água, o que já era esperado devido gelados comestíveis tipo *sorbet* apresentarem a água como constituinte majoritário (base água). Para Silva et al. (1999) em concordância com Pazianotti et al. (2010) a atividade da água tem um papel muito importante na estabilidade do produto durante sua vida de prateleira, quando apresenta elevados valores pode favorecer a oxidação lipídica e valores muito baixo (próximo de zero) formam canais que resulta na eliminação de água, com isto o oxigênio é eliminado. Segundo Castro e Martins (2012), ao analisarem a qualidade físico-química de sorvetes acondicionados em diferentes condições de temperaturas, argumentam que valores de atividade de água de 0,2 a 0,3 pode baixar a velocidade de reação de oxidação dos ácidos graxos livres. E a velocidade da oxidação pode aumentar quando os valores de atividade de água ficam muito baixos (próximo de zero) e a valores muito elevados.

Comparada a amostra PC e através dos parâmetros de cor L*, a* e b* observou-se que a amostra FRF apresenta coloração um pouco mais voltada para o amarelo, devido aos componentes da farinha de resíduos e o parâmetro a* indica coloração avermelhada correspondente a tonalidade da polpa de açaí. O baixo valor de L* demonstra a luminosidade mais escura, como era de se esperar devido a adição da polpa de açaí. Resultados equivalentes para a análise de cor foram relatados por Santos e Silva (2012) em sorvete de Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomez) com substituição de gordura vegetal e açúcar, onde apresentou valores baixos de L* com tendencia ao preto e positivos para os parâmetros a* (vermelho) e b* (amarelo). Góral et al. (2018) obtiveram o parâmetro L* variando de 68,13 a 68,67, valores significativamente menores a amostra controle (69,40) apresentando, sorvetes à base de leite de coco com estabilizantes, mais escuros, a coordenada a* aproximou-se do tom esverdeado (-3,50 a -3,63) e o b* para o amarelo (13,57 a 14,77).

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados das físico-químicas, a farinha desenvolvida apresenta alto conteúdo de fibras alimentares totais e minerais, além de relevante teor de compostos fenólicos, demonstrando ser

fonte promissora de antioxidantes naturais, importante incremento nutricional para gelados comestíveis, possibilitando, dessa forma, a redução da quantidade de carboidratos.

Arelada a práticas sustentáveis, produção de produtos funcionais e agregação de valor na cadeia produtiva de agroindústrias, o *sorbet* de açaí incorporado com a farinha mista dos resíduos de frutas tropicais é uma boa alternativa para o segmento de gelados comestíveis, pois se apresenta como um produto mais natural e exibe qualidade funcional.

Somando a isto, corrobora com a minimização do impacto ambiental gerado pelo desperdício dos resíduos de alimentos processados, através de descartes indevidos de matéria orgânica como, os bagaços e cascas de frutas que podem ser reinseridos no processo produtivo, bem como disponibiliza ao mercado um produto que abrange o público em geral, com inclusão da população vegana, celíaca e intolerantes à lactose.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. M.; GERALDI, M. V.; CAZARIN, C. B. B.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Chapter 11 - Functional Food Consumption and Its Physiological Effects. **Bioactive Compounds** p. 205-225, 2019. DOI: [10.1016/B978-0-12-814774-0.00011-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814774-0.00011-6).

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3 (2), p. 145-154, 2004.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. In Fruits Juices. 16th edition, v. II, Maryland: AOAC International, 1997.

ARANDA-GONZALEZ, I.; PERERA-PACHECO, M.; BARBOSA-MARTÍN, E.; BETANCUR-ANCONA, D. Replacing sugar with *S. rebaudiana* extracts on the physicochemical and sensory properties of strawberry ice cream. **Ciência Rural**, v. 46 p. 4), p. 604-609, 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150505>.

ARAÚJO, A. A. de S.; MERCURI, L. P.; SEIXAS, S. R. S.; STORPIRTIS, S.; MATOS J. do R. Determinação dos teores de umidade e cinzas de amostras comerciais de guaraná utilizando métodos convencionais e análise térmica. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 2, p. 269-277, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S151693322006000200013>.

ASSIS, R. Q.; ANDRADE, K. L.; GOMES BATISTA, L. E.; OLIVEIRA RIOS, A. de; DIAS, D. R. N.; DIAYE, E. A.; SOUZA, É. C. de. Characterization of mutamba (*Guazuma ulmifolia* LAM.) fruit flour and development of bread. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 19, 101120, 2019. DOI: [10.1016/j.bcab.2019.101120](https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101120).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS E DO SETOR DE SORVETES (ABIS). **Mercado do setor de sorvetes e gelados no Brasil**. Disponível em: <http://www.abis.com.br/mercado/>. Acessado em: 16 de jan. de 2021.

BABBAR, N.; OBEROI, H. S.; UPPAL, D. S.; PATIL, R. T. Total phenolic content and antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues. **Food Research International**, v. 44, n. 1, p. 391-396, 2011. DOI: [10.1016/j.foodres.2010.10.001](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.001).

- BAJAD, D. N.; KALYANKAR, S. D.; DEHMUKH, M. A.; BACHANTI, P. R.; BAJAD, G. S. Impact of physico-chemical properties of mix on the final quality of ice-cream. **Asian Journal of Dairy & Food Research**, v. 35, p. 293-297, 2016. DOI: [10.18805/ajdfr.v35i4.6627](https://doi.org/10.18805/ajdfr.v35i4.6627).
- BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidante activity, occurrence, and potentia. **Food Chemistry**, v. 99, p. 191-203, 2006. DOI: [10.1016/j.foodchem.2005.07.042](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042).
- BARRIONUEVO, M. R.; CARRASCO J. M. N.; CRAVERO, B. A. P.; RAMÓN, A. N. Formulación de un helado dietético sabor arándano con características prebióticas. **Diaeta**, v. 29, n. 134, p. 23-28, 2011.
- BARROS, V. M. **Influência do processamento de secagem nos teores de compostos bioativos e antinutricionais em farinha de resíduo de acerola**. 2019. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Nutrição) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.
- BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 57, n. 6, p. 397-405, 2013. DOI: [10.1590/S0004-27302013000600001](https://doi.org/10.1590/S0004-27302013000600001).
- BERTAGNOLLI, S. M. M.; SILVEIRA, M. L. R.; FOGAÇA, A. de O.; UMANN, L.; PENNA, N. G. Bioactive compounds and acceptance of cookies made with Guava peel flour. **Food Science Technology, Campinas**, v. 34, n. 2, p. 303-308, 2014. DOI: [10.1590/fst.2014.0046](https://doi.org/10.1590/fst.2014.0046).
- BHAT, Z. F.; BHAT, H. I. N. A. Milk and dairy products as functional foods: a review. **International Journal of Dairy Science**, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2011. DOI: [10.3923 /ijds.2011.1.12](https://doi.org/10.3923 /ijds.2011.1.12).
- BOFF, C. G. E. **Desenvolvimento de sorvete de chocolate utilizando fibra de casca de laranja como substituto de gordura**. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 59p. 2011. Disponível em: hdl.handle.net/10183/56089. Acessado em: 18 de fev. de 2021.
- BORGES, A. de M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. de. Caracterização de farinhas de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 333-339, 2009.
- BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. **Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**. Diário Oficial da União. 12 de novembro de 2012.
- BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. **Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar**. Diário Oficial da União, 13 de janeiro de 1998.
- BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial da União, 22 de setembro de 2005.
- BRASIL. Ministério da saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Decreto-lei nº 986, de 21 de outubro de 1969. **Normas técnicas especiais**. Diário Oficial da União. 21 de outubro de 1969.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. **Aprova o Regulamento Técnico referente a Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis.** Diário Oficial da União, 29 abril de 1999.

CANGUSSU, L. B.; LEÃO, D. P.; OLIVEIRA, L. S.; FRANCA, A. S. Profile of bioactive compounds in pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) peel flours. **Food Chemistry**, v. 350, 129221, 2021. DOI: [10.1016/j.foodchem.2021.129221](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129221).

CARLOS, S. A. V.; DO AMARAL, L. A.; SANTOS, M. M. R.; SANTEE, C. M.; ZAMPIERI, D. F.; SOARES, W. R. G.; NOVELLO, D.; SANTOS, E. F. dos. Elaboração de sorvete de cupuaçu utilizando fibra de casca de maracujá como substituto de gordura. **Evidência**, v. 19, n. 1, p. 23-44, 2019. DOI: [10.18593/eba.v19i1.17300](https://doi.org/10.18593/eba.v19i1.17300).

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; ALVES, S. M.; FIGUEIREDO F. J. C. Aproveitamento do mesocarpo do maracujá na fabricação de produtos flavorizados. **Embrapa Amazônia Oriental – Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2005.

CARVALHO, V. S.; ASQUIERI, DAMIANI, C. Produção de sorvete utilizando a polpa de sapota (*Quararibea cordata* vischer). **Revista Agrarian**, v. 11, n. 40, p. 189-194, 2018. DOI: [10.30612/agrarian.v11i40.7025](https://doi.org/10.30612/agrarian.v11i40.7025).

CASTRO, R. R.; MARTINS, O. A. análise físico-química de cobertura líquida para sorvete sabor chocolate em diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista Eletrônica de Educação e Ciência (REEC)**, v. 2, n. 3, p. 01-05, 2012.

CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; ARAÚJO, J. C. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, p. 1519-5228, 2004.

CHINELATE, G. C. B.; PONTES, D. F.; CONSTANT, P. B. L.; SOUZA, L. B. Aspectos físico-químicos e microbiológico de gelados comestíveis de leite de búfala adicionados de fibras alimentares. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 1 (1), p. 07-12, 2011.

CHINELATE, G. C. B.; PONTES, D. F.; CONSTANT, P. B. L.; SOUZA, L. B. Aspectos físico-químicos e microbiológico de gelados comestíveis de leite de búfala adicionados de fibras alimentares. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v.1, n.1, p. 07-12, 2011.

DUTTA, D. V. R.; CHEELA, S.; JAGLAN, A. K.; RANI, S.; ADIBHATLA, S.; DUBEY, B. Products, processes, environmental impacts, and waste management of food industry focusing on ice cream. **Environmental Impact of Agro-Food Industry and Food**, Chapter 7, p. 147-168, 2021. DOI: [10.1016/B978-0-12-821363-6.00008-4](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821363-6.00008-4).

DOMÍNGUEZ-RODRÍGUEZ, G.; MARINA, M. L.; PLAZA, M. Strategies for the extraction and analysis of non-extractable polyphenols from plants. **Journal of chromatography A**, v. 1514, p. 1-15, 2017. DOI: [10.1016/j.chroma.2017.07.066](https://doi.org/10.1016/j.chroma.2017.07.066).

ETHUR, E. M.; ZANATTA, C. L.; SCHLABITZ, C. Physico-chemical and microbiological evaluation of flour obtained from vegetable not conforming to marketing. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 21, n. 3, p. 459-468, 2010.

FELIPE, E. M. F.; COSTA, J. M. C. da; MAIA, G. A.; HERNANDEZ, F. F. Avaliação da qualidade de parâmetros minerais de pós-alimentícios obtidos de casca de manga e maracujá. **Alimentos e Nutrição**, v.17, n.1, p.79-83, 2006.

FENNEMA, O. R., PARKIN, K. L., DAMODARAN, S. Química de Alimentos de Fennema, 4ª edição, Artmed, 2010.

FERRAZ J. L.; CRUZ A. G.; CADENA R. S.; FREITAS M. Q.; PINTO U. M.; CARVALHO C. C.; FARIA J. A.; BOLINI H. M. Sensory acceptance and survival of probiotic bacteria in ice cream produced with different overrun levels. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 1, p. 24-28, 2012. DOI: [10.1111 / j.1750-3841.2011.02508.x](https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02508.x).

GEORGÉ, P. S.; BRAT, P.; ALTER, M. J. Amiot, Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p. 1370–1373, 2005. DOI: [10.1021/jf048396b](https://doi.org/10.1021/jf048396b).

GOETZKE, B.; NITZKO, S.; SPILLER, A. Consumption of organic and functional food. A matter of well-being and health?. **Appetite**, v. 77, p. 96-105, 2014. DOI: [10.1016/j.appet.2014.02.012](https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.02.012).

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. de F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. **Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas**. Ciênc. Tecnol. Aliment. v.25, n. 4, p.825-827, 2005. DOI:[10.1590/S0101-20612005000400032](https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400032).

GÓRAL, M.; KOZŁOWICZ, K.; PANKIEWICZ, U.; GÓRAL, D.; KLUZA, F.; WÓJTOWICZ, A. Impact of stabilizers on the freezing process, and physicochemical and organoleptic properties of coconut milk-based ice cream. **Food Science and Technology (LWT)**, v. 92, p. 516-522, 2018. DOI: [10.1016/j.lwt.2018.03.010](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.010).

HASSAN, F. A.; ISMAIL, A.; HAMID, A. A.; AZLAN, A.; SADEQ HASAN AL-SHERAJI, S. H. Characterisation of fibre-rich powder and antioxidant capacity of Mangifera pajang K. fruit peels. **Food Chemistry**, v. 126, p. 283-288, 2011. DOI: [10.1016/j.foodchem.2010.11.019](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.019).

HOMMA, A. **Imigração Japonesa na Amazônia: Sua Contribuição para o desenvolvimento agrícola**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2007.

ISABELLE, M.; LEE, B. L.; LIM, M. T.; KOH, W.; HUANG, D.; ONG, C. N. Antioxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. **Food Chemistry**, v. 123, n. 1, p. 77-88, 2010. DOI: [10.1016/j.foodchem.2010.04.002](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.002).

JÚNIOR, J. E. L., COSTA, J. M. C., NEIVA, J. N. M., RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

KASSADA, A. T.; CAMPOS, B. E.; BRANCO, G. C. S.; FIOROTO, P. O.; MADRONA, G. S. Sorbet a base de caldo de cana saborizado artificialmente. **Revista GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 5, n. 1, p. 1716-1725, 2015. DOI: [10.7198/geintec.v5i1.359](https://doi.org/10.7198/geintec.v5i1.359).

KIPKA, D. E. Dossiê: fibras alimentares. **Food Ingredients Brasil**. São Paulo: Editora Insumos, n. 3, 2008. 24 p.

LAMOUNIER, M. L.; ANDRADE, F. das C.; MENDONÇA, C. D. de. MAGALHÃES, M. L. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jabuticaba (*myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 2, p. 93-104, 2015. DOI: [10.14295/2238-6416.v70i2.400](https://doi.org/10.14295/2238-6416.v70i2.400).

LEDA, A. M. **Caracterização físico-química das farinhas dos resíduos de acerola, abacaxi e do mix**. Monografia (Graduação em Química Industrial) – Centro de Ciências e Tecnologia,

Universidade Estadual de Paraíba, Campina Grande, Brasil, 2017. Disponível em: dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/15813. Acessado em 18 de fev. de 2021.

LEONEL, S.; LEONEL, M.; SAMPAIO, A. C. Processamento de frutos de abacaxizeiro cv smooth cayenne: perfil de açúcares e ácidos dos sucos e composição nutricional da farinha de cascas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 433-439, 2014. DOI: [10.1590/01002945-274/13](https://doi.org/10.1590/01002945-274/13).

LIMA, D. S.; DUARTE, N. B. A.; BARRETO, D. L. C.; OLIVEIRA, G. P. de; TAKAHASHI, J. A.; FABRINI, S. P.; SANDE, D. Passion fruit and apple: from residues to antioxidant, antimicrobial and anti-Alzheimer's potential. **Ciência Rural**, v. 48(9), e20180076, 2018. DOI: [10.1590/0103-8478cr20180076](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180076).

LÓPEZ-VARGAS, J. H.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v. 51, p. 3, p. 756-763, 2013. DOI: [10.1016/j.foodres.2013.01.055](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.055).

MAIDANA, K. de S.; GUIMARÃES, R. de C. A.; BOGO, D. Avaliação sensorial e físico-química de sorvete de pomelo. **Revista UNIABEU**, v. 12, n. 30, p. 322-335, 2019.

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M. T.; MANHÃES, L. R. T.; SABAA-

SRUR, A. U. O. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, 2010.

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M. T.; MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, 2010. DOI: [10.1590/S0100-29452010005000117](https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000117).

MARQUETTI, C.; SANTOS, T. B. dos; KAIPERS, K. F. C.; BÖGER, B. R.; TONIAL, I. B.; WAGNER JUNIOR, A.; LUCCHETTA, L.; PRADO, N. V. do. Jaboticaba skin flour: analysis and sustainable alternative source to incorporate bioactive compounds and increase the nutritional value of cookies. **Food Science and Technology**, v. 38(4), p. 629-638, 2018. DOI: [10.1590/fst.06717](https://doi.org/10.1590/fst.06717).

MORAIS, D. R.; ROTTA, E. M.; SARGI, S. C.; BONAFE, E. G.; SUZUKI, R. M.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V. Proximate Composition, Mineral Contents and Fatty Acid Composition of the Different Parts and Dried Peels of Tropical Fruits Cultivated in Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 28, n. 2, p. 308-318, 2017. DOI: [10.5935/0103-5053.20160178](https://doi.org/10.5935/0103-5053.20160178).

MORENO, J. de S. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha de resíduos de frutas em cookies**. 2016. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2016.

NARAIN, N.; ALMEIDA, J. N.; GALVÃO, M. S.; MADRUGA, M. S.; BRITO, E. S. Compostos voláteis dos frutos maracujá (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*) e de cajá (*Spondias mombin* L.) obtidos pela técnica de headspace dinâmico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 24, n. 2, p. 212-216, 2004. DOI: [10.1590/S010120612004000200009](https://doi.org/10.1590/S010120612004000200009).

NETO, A. A. C. **Desenvolvimento de Massa Alimentícia Mista de Farinhas de Trigo e Mesocarpo de Babaçu (*Orbignya* sp.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012.

OLIVEIRA, N. A. de S.; WINKELMANN, D. O. V.; TOBAL, T. M. Farinhas e subprodutos da laranja sanguínea-de-mombuca: caracterização química e aplicação em sorvete. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, e2018246, 2019. DOI: [10.1590/1981-6723.24618](https://doi.org/10.1590/1981-6723.24618).

OLIVEIRA, R. R.; SEREIA, M. J.; OLIVEIRA, T. P.; SANTOS, A. R.; AZEVEDO, A. S. B. Efeito da adição de diferentes concentrações de açúcar e mel em parâmetros físicos, químicos e sensoriais de frozen yogurt com baixo teor de gordura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 3, n. 2, p. 104-112, 2012.

PASSOS, A. A. C.; SÁ, D. M. A. T.; MORAIS, G. M. D. de; CHACON, L. S. da S.; BRAGA, R. C. Avaliação da incorporação de galactomanana de *Caesalpinia pulcherrima* em sorvetes e comparação com estabilizantes comerciais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 275-282, 2016. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160032>.

PAZIANOTTI, L.; BOSSO, A. A.; CARDOSO, S.; COSTA, M. de R.; SIVIERI, K. Características microbiológicas e físico-químicas de sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de Arapongas-PR. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 65 p. 15-20, 2010. DOI: [10.14295/2238-6416.v65i377.145](https://doi.org/10.14295/2238-6416.v65i377.145).

PEREIRA, C. T. M.; SILVA, C. R. dos P.; LIMA, A. de; PEREIRA, D. M.; COSTA, C. do N.; CAVALCANTE NETO, A. A. Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante in vitro da farinha de resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.). **Acta Tecnológica**, v. 8, p. 2, p. 50-56, 2013. DOI: [10.35818/acta.v8i2.213](https://doi.org/10.35818/acta.v8i2.213).

PEREIRA, G. A.; ARRUDA, H. S. A.; MORAIS, D. R. de; ARAUJO, N. M. P.; MARIA PASTORE, G. M. Mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) fruit as a novel source of dietary fibre and phenolic compounds. **Food Chemistry**, v. 310, 125857, 2020. DOI: [10.1016/j.foodchem.2019.125857](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125857).

PERES, J. F.; BOLINI, H. M. A. Sorvetes de chocolate simbiótico de baixa caloria: análise tempo-intensidade múltipla e estudo de preferência. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, e2019108, 2020. DOI: [10.1590/1981-6723.10819](https://doi.org/10.1590/1981-6723.10819).

POMPEU, G. do S. dos S.; KATO, O. R.; ALMEIDA, R. H. C. Percepção de agricultores familiares empresariais de Tomé-Açu, Pará, Brasil sobre os sistemas de agrofloresta. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, p. 152-166, 2017.

POMPEU, G. S. S.; ROSA, L. S.; VIEIRA, T. A. Adoption of agroforestry systems by smallholders in brazilian amazon. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, Yucatán, v. 15, n. 1, p. 165-172, 2012.

QUEIROZ, H. G. da S.; NETA, N. do A. S.; PINTO, R. S.; RODRIGUES, M. do C. P.; COSTA, J. M. C. da. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de sorvetes do tipo tapioca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 1, p. 60-65, 2009.

QUEIROZ, K. C.; SILVA, I. N.; ALFENAS, R. de C. G. Associação entre fatores nutricionais e o controle glicêmico de crianças e adolescentes com diabetes melito tipo 1. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 54, n. 3, p. 319-325, 2010. DOI: [10.1590/S000427302010000300011](https://doi.org/10.1590/S000427302010000300011).

REIS, D. R.; BRUM, F. B.; SOARES, E. J. O.; MAGALHÃES, J. R.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G. Drying kinetics of baru flours as function of temperature. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 10, 713-719, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n10p713-719>.

- RESENDE, L. M.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. **Food Chemistry**, v.270, p. 53-60, 2019. DOI: [10.1016/j.foodchem.2018.07.079](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.079).
- SANCHO, S. de O.; SILVA, A. R. A. da; DANTAS, A. N. de S.; MAGALHÃES, T. A.; LOPES, G. S.; RODRIGUES, S.; COSTA, J. M. C. da; FERNANDES, F. A. N.; SILVA, M. G. V. Characterization of the Industrial Residues of Seven Fruits and Prospection of Their Potential Application as Food Supplements. **Journal of Chemistry**, p. 1-9, 264284, 2015. DOI: [10.1155/2015/264284](https://doi.org/10.1155/2015/264284).
- SANTOS, G. G.; SILVA, M. R. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomez) ice cream prepared with fat replacers and sugar substitutes. **Food Science and Technology**, v. 32, n. 3, p. 621-628, 2012. DOI: [10.1590/S0101-20612012005000086](https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000086).
- SANTOS, N. C.; SILVA, W. P.; BARROS, S. L.; ARAÚJO, A. J. B.; GOMES, J. P.; ALMEIDA, R. L. J.; NASCIMENTO, A. P. S.; ALMEIDA, R. D.; SILVA, C. M. D. P. S.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. D. F. Study on Drying of Black Rice (*Oryza sativa* L.) Grains: Physical-Chemical and Bioactive Quality. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 9, p. 203-212, 2019. DOI: [10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0150](https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0150).
- SELANI, M. M.; BIANCHINI, A.; RATNAYAKE, W. S.; FLORES, R. A.; MASSARIOLI, A. P.; DE ALENCAR, S. M.; CANNIATTI BRAZACA, S. G. Physicochemical, functional and antioxidant properties of tropical fruits co-products. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 71(2), p. 137-144, 2016. DOI: [10.1007/s11130-016-0531-z](https://doi.org/10.1007/s11130-016-0531-z).
- SILVA, D. A. **Utilização da farinha de resíduos de acerola e umbu cajá na produção de bolo tipo cupcake**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2017.
- SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999. DOI: [10.1590/S0100-40421999000100016](https://doi.org/10.1590/S0100-40421999000100016).
- SILVA, M. C. F. da. **Potencial antioxidante do mix de farinhas dos resíduos da agroindústria**. 2015. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.
- SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**. v.31, n.3, p.669-682, 2010.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.M. Lamuela-Raventós, Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent, **Methods Enzymol**, v. 299, p. 152–178, 1998. DOI: [10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1).
- SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. **Sorvetes**. Embrapa Agroindústria Tropical. ITAL/CIAL: São Paulo, Brasil, 2001. 68 p.
- SOQUETTA, M. B.; STEFANELLO, F. S.; HUERTA, K. DA M.; MONTEIRO, S. S.; ROSA, C. S. da; TERRA, N. N. Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). **Food Chemistry**, v. 199, p. 471-478, 2016. DOI: [10.1016/j.foodchem.2015.12.022](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.022).

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. de. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011. [10.4260/BJFT2011140300024](https://doi.org/10.4260/BJFT2011140300024).

SOUZA, J. C. B.; COSTA, M. R.; DE RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Sorvete: Composição, Processamento e Viabilidade da Adição de Probiótico. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 155-165, 2010.

STORCK, C.R.; BASSO, C.; FAVARIN, F.R.; RODRIGUES, A.C. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.18, n. 4, p.277-284, 2015. DOI: [10.1590/1981-6723.1615](https://doi.org/10.1590/1981-6723.1615).

TOLEDO, N. M. V.; NUNES, L. P.; SILVA, P. P. M. da; SPOTO, M. H. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. (2017). Influence of pineapple, apple and melon by-products on cookies: physicochemical and sensory aspects. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 52 (5), p. 1185-1192, 2017. DOI: [10.1111/ijfs.13383](https://doi.org/10.1111/ijfs.13383).

VIVIAN, C. C. U.; HERMANNNS, D. P. G.; WEBER, F. H. Desenvolvimento de gelado comestível adicionado de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n. 3, p. 508-527, 2017 DOI: [10.21674/2448-0479.33.508-527](https://doi.org/10.21674/2448-0479.33.508-527).

YAMADA, M. Uma breve história de desenvolvimento agroflorestal Nikkei na Amazônia: o caso da colônia de Tomé-Açu, PA. **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 691-704, 2009.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados da pesquisa concluíram-se que:

- ✓ A cinética de secagem dos três resíduos (abacaxi, acerola e maracujá) apresentaram curvas semelhantes, com maior velocidade na perda de umidade a 70 °C. O teor de carotenoides totais foi maior na secagem a 70 ° C. Os oito modelos matemáticos testados constaram de ajuste com coeficiente de determinação acima de 0,97, qui-quadrado (X^2) inferiores a 0,0031, erro médio estimado (SE) e quadrático (RMSE) menores que 0,0110 e 0,0522, respectivamente, demonstrando predomínio para o modelo de Wang e Sing.
- ✓ A otimização das misturas entre as farinhas, através do designer simplex-centroide mostrou proporções ótimas com 60,98%, 7,32% e 31,71%, para as farinhas dos resíduos de abacaxi, acerola e maracujá. As superfícies de respostas e contornos observou que as regiões mais escuras estão nas formulações de *sorbet* que continham maior percentual das farinhas de abacaxi e maracujá, e menor da acerola, sendo, portanto, a área de maior aceitação para os atributos sensoriais avaliados. Os julgadores consideraram a fórmula nove com a adição das farinhas de abacaxi (60%), acerola (10%) e maracujá (30%) com os maiores escores médios e índices de aceitabilidade para os atributos sabor, textura e impressão.
- ✓ A FRF apresentou conteúdo de fibras alimentares totais e minerais superiores e valores inferiores de carboidratos totais, assim como teor fenólico total significativo. Constatou maiores resultados da composição centesimal na formulação de *sorbet* enriquecido com a FRF quando relacionados com as demais estudadas (CONTROLE e PC);
- ✓ A farinha pode ser utilizada para enriquecer produtos alimentícios deste segmento, apresentando potencial tecnológico para agregação de valor de outros alimentos processados. Os gelados comestíveis tipo “*sorbet*” demonstraram parâmetros físico-químicos próprios a este tipo de produto, padrões microbiológicos em acordo com os critérios regidos em legislação vigente e atraentes em função dos níveis de aceitabilidade sensorial.
- ✓ O *sorbet* de açaí incorporado com a mistura ternária da farinha otimizada dos resíduos de frutas tropicais pode ser uma alternativa viável para o aproveitamento dos resíduos advindos do processamento de polpas de frutas em cooperativas agroindustriais, além possuir diferencial por ser um gelado comestível com apelo funcional e mais natural.

PRODUTOS GERADOS

- ✓ Farinha mista otimizada com resíduos do processamento de abacaxi, acerola e maracujá na Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (CAMTA);
- ✓ Formulação do *Sorbet* (APÊNDICE C), gelado comestível, enriquecido com farinha de resíduo de frutas (FRF) otimizada;
- ✓ Ficha técnica (APÊNDICE D) da farinha otimizada e do *sorbet* com maior índice de aceitabilidade sensorial;
- ✓ Manual descrevendo o processo de obtenção da farinha dos resíduos de frutas e sua aplicação em formulações de gelados comestíveis, assim como enfatizando o controle adequado no processo usando os critérios regidos em legislações específicas para produtos alimentícios deste segmento;
- ✓ Elaboração do Artigo III que relata os benefícios da formulação incorporada com a farinha dos resíduos de frutas, comprovando seu potencial para exploração, podendo então, ser inserida na linha de produção agroindústria cooperativista, bem como ser disponibilizada no portfólio da cooperativa.

Com a finalização do projeto, um dos produtos gerados é a farinha mista dos resíduos de frutas tropicais (FRF) que será utilizada no desenvolvimento de gelados comestíveis como substituto dos espessantes comerciais. Os resíduos são oriundos do processo de produção de polpas de frutas na cooperativa CAMTA. Desta forma viabilizará a redução do custo do produto final, agregando valor na cadeia produtiva.

A cooperativa poderá disponibilizar para o mercado, um produto mais natural, com qualidade nutricional e funcional importantes, devido à incorporação da farinha rica em fibras, podendo abranger o público, no geral, como também a população vegana, vegetariana, celíaca e intolerante à lactose. Foi também criada uma ficha técnica para o *sorbet* que obteve o maior índice de aceitabilidade sensorial.

ANEXO 01

FACULDADE DE ENSINO SUPERIOR DA AMAZÔNIA REUNIDA - FESAR



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: FARINHA DE RESÍDUOS DE FRUTAS TROPICAS E SUA APLICABILIDADE EM GELADO COMESTÍVEL NA COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA DE TOMÉ AÇÚ

Pesquisador: INGRYD RODRIGUES MARTINS

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 25855619.0.0000.8104

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO PARA

Patrocinador Principal: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO PARA

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.845.609

Apresentação do Projeto:

O projeto visa elaborar e avaliar três formulações de gelado comestível tipo sorbet, sendo duas com a adição de farinha de casca de frutas tropicais (FCF) e a amostra padrão (0% FCF). As amostras das três formulações dos sorbets serão codificadas com algarismos de três dígitos, de forma aleatória e avaliadas por 100 julgadores não treinados, usando uma hedônica estruturada de nove pontos variando de “1” (desgostei extremamente) a “9” (gostei extremamente), onde os provadores expressarão o grau de gostar ou desgostar das amostras analisadas, a partir de intervalos numéricos e termos descritivos. Os atributos avaliados serão aroma, sabor, textura e impressão global. Também será investigado com os julgadores, à vontade em adquirir ou comprar os produtos, utilizando escala de atitude (intenção de compra), com os extremos alternando de “1” (certamente não compraria) a “5” (certamente compraria), segundo Minin (2013). Os sorbets serão distribuídos em recipientes descartáveis, com temperatura adequada para consumo. Os dados coletados serão avaliados pela análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas em relação a amostra padrão pelo teste de Turkey.

Objetivo da Pesquisa:

GERAIS:

Avaliar as farinhas de cascas de frutas tropicais resultantes do processamento de polpas de frutas da agroindústria da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açú (C.A.M.T.A) e sua aplicação em sorbet.

Endereço: Av. Brasil, nº 1435 - Setor Alto Paraná

Bairro: ALTO PARANA

UF: PA

Município: REDENCAO

Telefone: (94)3424-5133

CEP: 68.550-013

E-mail: cep@fesar.com.br

Continuação do Parecer: 3.845.609

ESPECÍFICOS:

Obter as farinhas das cascas de abacaxi, manga e maracujá após despulpamento;
Realizar o planejamento experimental de misturas das três farinhas quanto ao maior teor de pectina;
Determinar a composição centesimal da farinha otimizada das cascas de frutas tropicais (FCF);
Produzir sorbets com diferentes percentuais de FCF e outro sem adição (controle);
Realizar análises microbiológicas nas formulações dos sorbets elaborados;
Analisar sensorialmente os sorbets com adição da FCF e controle;
Avaliar as características físico-químicas do sorbet com maior índice de aceitação.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

A probabilidade de desconfortos será mínima, por se tratar de avaliação sensorial de um produto alimentício. Quanto aos riscos, são extremamente baixos, uma vez que os produtos desenvolvidos serão avaliados quanto o nível de contaminação de coliformes termotolerantes a 45 ° C e Salmonella sp, onde os resultados serão analisados conforme a legislação vigente (BRASIL, 2001), assegurando, assim a saúde dos julgadores.

Benefícios:

Os indivíduos que participarão da avaliação sensorial consumirão gelados comestíveis (Sorbets) com qualidade nutricional e funcional importante devido a incorporação de farinha rica em fibras com redução do uso de espessantes, após todo o desenvolvimento do processo e análises laboratoriais.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é relevante para a cooperativa e toda a comunidade que pode ser beneficiada pelos resultados da mesma. Metodologia e bibliografia consultadas estão adequadas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos estão de acordo com a resolução 466.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Av. Brasil, nº 1435 - Setor Alto Paraná

Bairro: ALTO PARANA

UF: PA

Telefone: (94)3424-5133

Município: REDENCAO

CEP: 68.550-013

E-mail: cep@fesar.com.br

FACULDADE DE ENSINO
SUPERIOR DA AMAZÔNIA
REUNIDA - FESAR



Continuação do Parecer: 3.845.609

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1458705.pdf	05/02/2020 17:01:39		Aceito
Outros	CompromissoCAMTA.PDF	05/02/2020 17:00:58	INGRYD RODRIGUES	Aceito
Declaração de concordância	DeclaracaoLocalPesquisa.pdf	05/02/2020 17:00:21	INGRYD RODRIGUES	Aceito
Outros	AceiteOrientador.pdf	05/02/2020 16:59:09	INGRYD RODRIGUES	Aceito
Declaração de Pesquisadores	CompromissoPesquisadores.pdf	05/02/2020 16:57:47	INGRYD RODRIGUES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	05/02/2020 16:57:24	INGRYD RODRIGUES MARTINS	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	05/02/2020 16:56:32	INGRYD RODRIGUES	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	05/02/2020 16:55:21	INGRYD RODRIGUES	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	05/02/2020 16:52:37	INGRYD RODRIGUES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetofinal.pdf	31/10/2019 13:27:49	INGRYD RODRIGUES MARTINS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

REDENCAO, 18 de Fevereiro de 2020

Assinado por:
RODRIGO ALVES DE OLIVEIRA
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Brasil, nº 1435 - Setor Alto Paraná

Bairro: ALTO PARANA

UF: PA

Telefone: (94)3424-5133

Município: REDENCAO

CEP: 68.550-013

E-mail: cep@fesar.com.br

APÊNDICES

APÊNDICE A

 INSTITUTO FEDERAL Pará Campus Castanhal	AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SORBET	
--	--------------------------------------	---

Nome:	Sexo ()	Idade ()	Data:
Por favor, prove as amostras de gelado comestível, da esquerda para direita, e avalie quanto o grau de gostar ou desgostar seguindo a escala abaixo. Entre as provas, enxague a boca com água e espere 30 segundos.			
1 - Desgostei muitíssimo	Amostra _____ () Sabor () Textura () Aceitação Global		
2 - Desgostei muito			
3 - Desgostei moderadamente			
4 - Desgostei ligeiramente			
5 - Nem gostei nem desgostei			
6 - Gostei ligeiramente			
7 - Gostei regularmente			
8 - Gostei muito			
9 - Gostei muitíssimo			
Comentários:			

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado (a) Senhor (a):

Gostaríamos de convidá-lo (a) a participar da pesquisa “FARINHA DE RESÍDUOS DE FRUTAS TROPICIAS E SUA APLICABILIDADE EM GELADO COMESTÍVEL NA COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA DE TOMÉ AÇÚ” das discentes, mestrandas Ingrid Rodrigues Martins e graduanda do curso de Engenharia de Alimentos, Xenna Tiburço, que se refere a um projeto de Dissertação de Mestrado do programa de pós-graduação em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares, do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia, no Campus Castanhal - Pará. Cujo objetivo da pesquisa é **“Avaliar as farinhas de cascas de frutas tropicais resultantes do processamento de polpas de frutas da agroindústria CAMTA e sua aplicação no sorbet”**. A sua participação é muito importante e ela se daria da seguinte forma: Degustação e avaliação dos **atributos sensoriais como, aroma, sabor, textura e impressão global**, através de uma escala Hedônica, como também **à vontade em adquirir ou comprar os produtos**, utilizando escala de atitude. Quanto à probabilidade de alergias alimentares e intolerâncias são mínimas, uma vez que o (a) senhor (a) foi informado (a), anteriormente sobre os ingredientes utilizados na preparação do produto. Já em relação à intoxicação alimentar, o produto foi processado de acordo com os padrões de manipulação exigidos pela ANVISA. Gostaríamos de esclarecer também que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Os benefícios esperados são: oferecer ao mercado uma opção mais saudável de gelado comestível, sendo rico em fibras e contendo valor nutricional de qualidade. Informamos que o(a) senhor(a) não pagará nem será remunerado por sua participação.

Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura do participante

Castanhal/PA , ____ de _____ de _____.

Em casos de dúvidas e esclarecimentos, entrar em contato com a Pesquisadora Responsável:

Ingrid Rodrigues Martins (91) 98219-8842 (ingrydlmp@hotmail.com).

APÊNDICE C
FORMULAÇÕES

	TABELA DE FORMULAÇÃO	COD FÓRMULA
		REVISÃO Nº
PROJETO:	PROJETOS DE INOVAÇÃO E PESQUISA APLICADA	
CÓDIGO DO PROJETO:	EDITAL nº 04/2019	
PRODUTO:	SORBET DE AÇAÍ COM FARINHA DOS RESÍDUOS DE FRUTAS	

Código	Matéria Prima, Ingredientes, Insumos	QUILO PRODUTO	% (P/P)
		5000,000	
	Açaí médio convencional pasteurizado sem ácido	3300,000	66,000%
	Açúcar invertido (glicose)	700,000	14,000%
	Açúcar cristal	250,000	5,000%
	Água	500,000	10,000%
	Farinha de resíduos de frutas	250,000	5,000%
TOTAL		5000,000	100,000%

PROCEDIMENTO DE FORMULAÇÃO	1. Pesagem dos ingredientes sólidos e pré-mistura; 2. Pesagem dos ingredientes líquidos (polpa de frutas, glicose e água); 3. Adição dos ingredientes secos em água à 70 °C; 4. Adição da glicose na base; 5. Pasteurização da base; 6. Adição da polpa de fruta (30-40 °C); 7. Incorporação dos resíduos de frutas; 8. Mistura da calda em produtora de sorvetes; 9. Armazenamento à -18 °C.
---------------------------------------	---

CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS
pH= 4,5 - 5,0 / °Brix= 21-24 / Acidez= 0,42-0,44

OBSERVAÇÕES	
--------------------	--

Nº REVISÃO	DATA REVISÃO	ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
-----------------------	-------------------------	-------------------	--------------------

--	--	--	--

	TABELA DE FORMULAÇÃO	COD FÓRMULA
		REVISÃO Nº
PROJETO:	PROJETOS DE INOVAÇÃO E PESQUISA APLICADA	
CÓDIGO DO PROJETO:	EDITAL nº 04/2019	
PRODUTO:	AÇUCAR INVERTIDO (GLICOSE)	

Código	Matéria Prima, Ingredientes, Insumos	QUILO PRODUTO	% (P/P)
		10000	
	Açúcar	696,300	69,630%
	Água	303,500	30,35%
	Ácido cítrico	0,200	0,020%
TOTAL		1000,000	100,000%

PROCEDIMENTO DE FORMULAÇÃO	1. Pesagem dos ingredientes; 2. Adicionar a água e aquecer até 60 °C; 3. Acrescentar o açúcar e o ácido cítrico; 4. Homogeneizar até completa dissolução; 5. Resfriar a 25 °C; 6. Envasar em recipiente adequado; 7. Armazenar sob temperatura de congelamento.
-------------------------------	---

CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS
pH= 3,5 - 4,0 / °Brix= 69-70

OBSERVAÇÕES	
-------------	--

Nº REVISÃO	DATA REVISÃO	ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL

APÊNDICE D

FICHAS TÉCNICAS

	FICHA DE INFORMAÇÃO TÉCNICA - TECHNICAL INFORMATION SHEET	DATA EMISSÃO ISSUE DATE	CÓDIGO CODE
	SORBET DE AÇAÍ CAMTA PASTEURIZADO PASTEURIZED AÇAÍ SORBET CAMTA	DATA DE REVISÃO REVIEW DATE	REVISÃO Nº REVIEW Nº

DESCRIÇÃO DO PRODUTO/PRODUCT DESCRIPTION

Sorbet de açaí é um produto elaborado basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares, podendo ser adicionados de outros ingredientes alimentares (ANVISA, nº 266, de 22 de setembro de 2005). **Produto obtido por processo de Pasteurização¹.**

The Açaí sorbet is made of pulps, juices, pieces of fruits and sugar. Other ingredients might be added (ANVISA, no. 266, september 22, 2005).

Product obtained by Pasteurization².

INGREDIENTES/INGREDIENTS

Polpa de açaí, água, açúcar, acidulante ácido cítrico e farinha dos resíduos de frutas. **Não Contém Glúten.** Este produto está sujeito a pequenas alterações sensoriais, conforme variedade das frutas.

Açaí pulp, water, sugar, acidifier citric acid and fruit waste flour. **Gluten Free.** This product is subject to some sensory changes, according to per variety of fruits.

ALERGÊNICOS / ALLERGENS

O produto é livre de potenciais alergênicos conforme RESOLUÇÃO - RDC Nº 26, DE 2 DE JULHO DE 2015.

This product is free of potential allergens according to RESOLUTION - RDC No. 26, JULY 2ND 2015.

USO PRETENDIDO/PRETENDED USE

Gelado comestível, sobremesa de açaí
Edible ice cream, Açaí dessert.

SUGESTÃO DE USO/ SUGGESTED USE

Produto pronto para o consumo.
Ready to consume.

EMBALAGEM E TRANSPORTE / PACKAGING AND TRANSPORT

Embalagem primária Primary packaging	Pote de polipropileno. Peso líquido: 200g e 500g Polypropylene pot. Net weight: 200g and 500g Saco PE+PE laminado. Peso líquido: 10kg Laminated Bag PE+PE. Net weight: 10kg
Embalagem secundária Secondary packaging	Caixas de papelão Kraft acoplada em microondulado. Peso líquido: 10kg. Kraft boxes engaged in microcorrugated. Net weight: 10kg.



FICHA DE INFORMAÇÃO TÉCNICA - TECHNICAL INFORMATION SHEET

DATA EMISSÃO
ISSUE DATE

CÓDIGO
CODE

SORBET DE AÇAÍ CAMTA
PASTEURIZADO
PASTEURIZED AÇAÍ SORBET CAMTA

DATA DE
REVISÃO
REVIEW DATE

REVISÃO
Nº
REVIEW Nº

EMBALAGEM E TRANSPORTE / PACKAGING AND TRANSPORT

Transporte e Armazenamento Transportation and Storage	Veículos fechados, livres de materiais estranhos e odores. Manter congelado de -15°C a -21°C. Closed vehicles, free from foreign materials and odors. Keep Frozen at -15°C to -21°C.
Conservação / Conservation	Após aberto, consumir no mesmo dia. Once opened, consume on the same day.
Validade / Expiration date	24 meses após a data de fabricação, se estocado nas condições descritas. 24 months after manufacture, if stored under the described conditions

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS / PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS

% Acidez total expressa em ácido cítrico / % Total acidity expressed in citric acid	0,42 – 0,44
°Brix a 25° C por Refratometria / °Brix at 25° C by Refractometry	21,0 – 24,0
pH a 25° C por Potenciometria / pH at 25 °C by Potentiometric	4,5 – 5,0

CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS / SENSORY CHARACTERISTICS

Cor / Color	Roxo Violáceo / Violet – Purple
Consistência / Consistency	Cremoso / Creamy
Aroma / Flavor	Característico de açaí/ Characteristic of açaí
Sabor / Taste	Característico de açaí/ Characteristic of açaí

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS / MICROBIOLOGICAL PARAMETERS

<i>Enterobacteriaceae</i> / <i>Enterobacteriaceae</i> * (g)	≤ 10 ²
<i>Salmonella</i> sp / <i>Salmonella</i> sp* (25g)	Ausente / Absent

*Segundo parâmetros para gelados comestíveis estabelecidos na INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 331, de 23 de dezembro de 2019 - MAPA. *According parameters for ice creams established in INSTRUCTION No. 331, 23 december 2019 - MAPA.

¹ Processo término para eliminação de organismos patogênicos a fim de garantir a qualidade, integridade e segurança microbiológica dos alimentos.

² Pasteurization is a heat-treatment process in which pathogens are removed to ensure quality, integrity and microbiological food safety.

**FICHA DE INFORMAÇÃO TÉCNICA -
TECHNICAL INFORMATION SHEET**DATA EMISSÃO
ISSUE DATECÓDIGO
CODESORBET DE AÇAÍ CAMTA
PASTEURIZADO
PASTEURIZED AÇAÍ SORBET CAMTADATA DE
REVISÃO
REVIEW DATEREVISÃO
Nº
REVIEW N°**INFORMAÇÃO NUTRICIONAL / NUTRITIONAL INFORMATION****INFORMAÇÃO NUTRICIONAL**

PORÇÃO DE 60 g (1 bola)

Quantidade por porção		%VD (*)
Valor Energético	46 kcal = 191 KJ	2%
Carboidratos Totais (g)	5,1	2%
Proteínas (g)	0,6	1%
Gorduras Totais (g)	2,6	5%
Fibra Alimentar (g)	1,0	4%
Sódio (mg)	15,7	1%
Calcio (mg)	0,0	0%
Ferro (mg)	0,0	0%
Potássio (mg)	0,0	**

(*) % Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 KJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. (**) Valores Diários não estabelecidos.

**FICHA DE INFORMAÇÃO TÉCNICA -
TECHNICAL INFORMATION SHEET**DATA EMISSÃO
ISSUE DATECÓDIGO
CODESORBET DE AÇAÍ CAMTA
PASTEURIZADO
PASTEURIZED AÇAÍ SORBET CAMTADATA DE
REVISÃO
REVIEW DATEREVISÃO
N°
REVIEW N°

Nutrition Facts

1 servings per container

Serving size

1 ball (60g)

Amount per serving

Calories**46**

% Daily Value*

Total Fat

3 g

3%

Saturated Fat

0 g

0%*Trans Fat*

0 g

Cholesterol

0 mg

0%**Sodium**

16 mg

1%**Total Carbohydrate**

5 g

2%

Dietary Fiber

1 g

4%

Total Sugars

8 g

Includes 8g Added Sugars

Protein

1 g

Calcium

0 mg

0%**Iron**

0 mg

0%**Potassium**

0 Mg

0%

*The %Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.

COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA DE TOMÉ-AÇU

CNPJ: 05.753.983/0005-84 | IE: 15.006.081-5

Rodovia PA 140, Km 02 – Quatro Bocas – Tomé-Açu, PA, Brasil | 68682-000

(+55 91) 3734-1352/1319 | www.camta.com | camta@camta.com

	FICHA DE INFORMAÇÃO TÉCNICA - TECHNICAL INFORMATION SHEET	DATA EMISSÃO ISSUE DATE	CÓDIGO CODE
	SORBET DE AÇAÍ CAMTA PASTEURIZADO PASTEURIZED AÇAÍ SORBET CAMTA	DATA DE REVISÃO REVIEW DATE	REVISÃO N° REVIEW N°

REGISTRO DE ALTERAÇÃO / UPDATE RECORD:

N° REVISÃO REVISION N°	DATA REVISÃO REVIEW DATE	ALTERAÇÕES CHANGES	RESPONSÁVEL RESPONSIBLE
-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	------------------------------------

**FICHA DE INFORMAÇÃO TÉCNICA -
TECHNICAL INFORMATION SHEET**DATA EMISSÃO
ISSUE DATECÓDIGO
CODEFARINHA DE RESÍDUOS DE FRUTAS
CAMTA
FRUIT WASTE FLOUR CAMTADATA DE
REVISÃO
REVIEW DATEREVISÃO
N°
REVIEW N°**DESCRIÇÃO DO PRODUTO/PRODUCT DESCRIPTION**

Farinhas são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos (ANVISA, nº 263, de 22 de setembro de 2005).

Flours are products obtained from edible parts of one or more species of cereals, legumes, fruits, seeds, tubers and rhizomes by grinding and or other technological processes considered safe for food production (ANVISA, nº 263, of september 22, 2005).

INGREDIENTES/INGREDIENTS

Resíduos das frutas de: abacaxi, acerola e maracujá. **Não Contém Glúten.** Este produto está sujeito a pequenas alterações sensoriais, conforme variedade das frutas.

Fruit residues of: pineapple, acerola and passion fruit. **Gluten Free.** This product is subject to some sensory changes, according to per variety of fruits.

ALERGÊNICOS / ALLERGENS

O produto é livre de potenciais alergênicos conforme RESOLUÇÃO - RDC Nº 26, DE 2 DE JULHO DE 2015.

This product is free of potential allergens according to RESOLUTION - RDC No. 26, JULY 2ND 2015.

USO PRETENDIDO/PRETENDED USE

Uso no enriquecimento de produtos alimentares / Use in the enrichment of food products.

SUGESTÃO DE USO/ SUGGESTED USE

Produto pronto para formulações de gelados comestíveis / Product ready for edible ice cream formulations.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS / PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS

Umidade / humidity	≤ 15%
--------------------	-------

CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS / SENSORY CHARACTERISTICS

Cor / Color	Característico da farinha / flour characteristic.
Consistência / Consistency	Característico da farinha / flour characteristic.
Aroma / Flavor	Característico da farinha / flour characteristic.
Sabor / Taste	Característico da farinha / flour characteristic.

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS / MICROBIOLOGICAL PARAMETERS

<i>Bacillus cereus</i> presuntivo / <i>Bacillus cereus</i> presumptive* (g)	≤ 10 ³
<i>Salmonella</i> sp / <i>Salmonella</i> sp* (25g)	Ausente / Absent
<i>Escherichia coli</i> / <i>Escherichia coli</i> * (g)	≤ 10 ²

*Segundo parâmetros para farinhas de vegetais estabelecidos na INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 60, de 23 de dezembro de 2019 - MAPA. *According parameters for ice creams established in INSTRUCTION No. 60, 23 december 2019 - MAPA.

**FICHA DE INFORMAÇÃO TÉCNICA -
TECHNICAL INFORMATION SHEET**DATA EMISSÃO
ISSUE DATECÓDIGO
CODEFARINHA DE RESÍDUOS DE FRUTAS
CAMTA
FRUIT WASTE FLOUR CAMTADATA DE
REVISÃO
REVIEW DATEREVISÃO
Nº
REVIEW N°**INFORMAÇÃO NUTRICIONAL / NUTRITIONAL INFORMATION****INFORMAÇÃO NUTRICIONAL****PORÇÃO DE 100g (1/2 copo)**

Quantidade por porção		% VD (*)
Valor Energético	420 Kcal = 1.757 KJ	21%
Carboidratos (g)	72,7	27%
Proteínas (g)	1,1	2%
Gorduras Totais (g)	13,9	18%
Fibra Alimentar (g)	34,1	23%
Sódio (mg)	0,0	0%
Calcio (mg)	0,0	0%
Ferro (mg)	0,0	0%
Potássio (mg)	0,0	**

(*) % Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

(**) Valores Diários não estabelecidos.

COOPERATIVA AGRICOLA MISTA DE TOMÉ-AÇU

CNPJ: 05.753.983/0005-84 | IE: 15.006.081-5
Rodovia PA 140, Km 02 – Quatro Bocas – Tomé-Açu, PA, Brasil | 68682-000
(+55 91) 3734-1352/1319 | www.camta.com | camta@camta.com

**FICHA DE INFORMAÇÃO TÉCNICA -
TECHNICAL INFORMATION SHEET**DATA EMISSÃO
ISSUE DATECÓDIGO
CODEFARINHA DE RESÍDUOS DE FRUTAS
CAMTA
FRUIT WASTE FLOUR CAMTADATA DE
REVISÃO
REVIEW DATEREVISÃO
Nº
REVIEW N°

Nutrition Facts

1 servings per container

Serving size

1/2 cup (100g)

Amount per serving

Calories**420**% Daily
Value***Total Fat** 14 G **18%**Saturated Fat 0 G **0%***Trans* Fat 0 G**Cholesterol** 0 Mg **0%****Sodium** 0 Mg **0%****Total Carbohydrate** 72 G **26%**Dietary Fiber 34 G **22%**

Total Sugars 72 G

Includes 72g Added Sugars

Protein 1 GCalcium 0 Mg **0%**Iron 0 Mg **0%**Potassium 0 Mg **0%**

*The %Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.

COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA DE TOMÉ-AÇU

CNPJ: 05.753.983/0005-84 | IE: 15.006.081-5

Rodovia PA 140, Km 02 – Quatro Bocas – Tomé-Açu, PA, Brasil | 68682-000
(+55 91) 3734-1352/1319 | www.camta.com | camta@camta.com

	FICHA DE INFORMAÇÃO TÉCNICA - TECHNICAL INFORMATION SHEET	DATA EMISSÃO ISSUE DATE	CÓDIGO CODE
	FARINHA DE RESÍDUOS DE FRUTAS CAMTA FRUIT WASTE FLOUR CAMTA	DATA DE REVISÃO REVIEW DATE	REVISÃO Nº REVIEW N°

REGISTRO DE ALTERAÇÃO / UPDATE RECORD:

Nº REVISÃO REVISION N°	DATA REVISÃO REVIEW DATE	ALTERAÇÕES CHANGES	RESPONSÁVEL RESPONSIBLE
-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	------------------------------------