

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ -
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

LUIS KENEDY ALVES ROCHA FILHO

**MEL DE ABELHA AFRICANIZADA COMO AGENTE DE PRÉ-TRATAMENTO
OSMÓTICO EM BANANA PRATA (*Musa acuminata*) E DERIVADOS DO AGENTE**

LIMOEIRO DO NORTE – CE

2021

LUIS KENEDY ALVES ROCHA FILHO

MEL DE ABELHA AFRICANIZADA COMO AGENTE DE PRÉ-TRATAMENTO
OSMÓTICO EM BANANA PRATA (*Musa acuminata*) E DERIVADOS DO
AGENTE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *campus* Limoeiro do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Otávio Portela Pereira

Coorientadora: Profa. Dra. Ana Maria de Abreu Siqueira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- R672m Rocha Filho, Luis Kenedy Alves.
 MEL DE ABELHA AFRICANIZADA COMO AGENTE DE PRÉ-TRATAMENTO OSMÓTICO EM
 BANANA PRATA (*Musa acuminata*) E DERIVADOS DO AGENTE / Luis Kenedy Alves Rocha Filho. -
 2021.
 170 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campus
 Limoeiro do Norte, 2021.
 Orientação: Prof. Dr. Júlio Otávio Portela Pereira.
 Coorientação: Profa. Dra. Ana Maria de Abreu Siqueira.
1. Métodos de conservação. 2. Higroscopicidade. 3. Aproveitamento de resíduos. 4. Subprodutos. 5.
 Metodologia de análises. I. Título.

CDD 664



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Rua Estevão Remígio de Freitas, 1145 - Bairro Centro - CEP 62930-000 - Limoeiro do Norte - CE - www.ifce.edu.br

ANEXO

LUIS KENEDY ALVES ROCHA FILHO

MEL DE ABELHA AFRICANIZADA COMO AGENTE DE PRÉ-TRATAMENTO OSMÓTICO EM BANANA PRATA (*Musa acuminata*) E SEUS DERIVADOS.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: 06/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Júlio Otávio Portela Pereira (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) - *campus* Sobral

Profª. Dra. Ana Maria de Abreu Siqueira (Coorientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) – *campus* Limoeiro do Norte

Prof. Dr. Pahlevi Augusto de Souza (Membro Interno Titular)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
(IFRN) - *campus* Currais Novos

Prof. Dr. Jonas Luiz Almada da Silva (Membro Externo Titular)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) - *campus* Limoeiro do Norte

Profa. Dra. Masu Capistrano Camurça Portela (Membra Externa Titular)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) - *campus* Sobral



Documento assinado eletronicamente por **Pahlevi Augusto de Souza, Usuário Externo**, em 20/01/2022, às 20:56, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Julio Otavio Portela Pereira, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 24/01/2022, às 09:05, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jonas Luiz Almada da Silva, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 24/01/2022, às 17:29, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Masu Capistrano Camurça Portela, Professor(a) do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 26/01/2022, às 12:20, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Maria de Abreu Siqueira, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 08/02/2022, às 16:10, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **3336091** e o código CRC **BC2A4B89**.

*À Lindalva Maria de Oliveira,
minha mãe, que teve enorme e exclusiva
dedicação de sua vida na criação e
educação de seus dois filhos. Que
cumpru o papel duplo de pai e mãe nas
vidas de meu irmão e minha. Que nunca
nos deixou faltar nada material e
moralmente e que posso dizer ser a
razão de todo meu esforço e viver. Com
todo amor e carinho. In Memoriam à
Jacinta Maria de Oliveira, minha tia e
Maria Benite, minha madrinha.*

AGRADECIMENTOS

Ao Criador da vida.

À minha mãe, Lindalva Maria de Oliveira, pelo enorme e exclusivo investimento de sua vida na educação e formação de filhos homens e cidadãos de bem.

Ao meu irmão, Jonh Diêgo Oliveira Rocha, pela fraternidade, cuidado, dedicação e auxílio em minha vida, desde que a sua própria iniciou, e seu futuro filho que está a caminho.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Júlio Otávio Portela Pereira, que me acolheu e me escolheu para ser seu orientado, que me proporcionou a felicidade de ter tido bolsistas para me auxiliar, e a Professora Doutora Ana Maria de Abreu Siqueira que me deu seu sim, em meios a vários não que a vida me deu, além de todo carinho e ajuda percorrida nesse caminho, aos quais estas poucas palavras jamais serão suficientes para alcançar ou descrever com justeza esse processo de aprendizado compartilhado.

Ao meu primo e irmão Vicente Paulo de Oliveira Filho, pelo apoio, incentivo, amizade, fraternidade e cumplicidade envolvida.

Aos meus melhores amigos Jonathan Lima Silva, Wendell Carlos Oliveira da Silva e Felipe Veríssimo Santos (Peso) pela parceria, empreendimento e paciência nos nossos longos anos de amizade, e pela resistência à distância física impostas pelos caminhos que escolhemos seguir. Obrigado por estarem comigo durante essa jornada evolutiva preciosa e por aprendermos mutuamente e crescermos juntos. Obrigado por estarem em minha vida e serem seres de muita luz.

Ao meu amigo João Júnior Martins que me indicou o curso de Tecnologia em Alimentos no IFCE campus Limoeiro do Norte, que me sustentou a ideia e me fortaleceu e incentivou a retornar ao curso, não estaria aqui se não fosse sua coragem, exemplo e força.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará *campus* Limoeiro do Norte pela contínua busca na melhoria da educação básica técnica e tecnológica na região e de todos que compõe a instituição, em especial aos colaboradores dos serviços gerais, vigilantes, entre outros, que nos acompanhou durante os períodos presenciais em meio a uma pandemia, e que foi de essencial auxílio para tudo dar certo, obrigado Adamastor Holanda Filho, Andrezza Karla Matoso de Sousa, Antônia Claudênia Braz, Cícero Pereira de Lima, Cristiano Leite Maia, Euraci Costa Barboza,

Francisco Danilo Chaves Silva, José Carlos Gomes Damaceno, José Carlos Ribeiros Gomes, José Eduardo da Silva, José Vandro Silva Lima, Josélia Braúna Carneiro, Laiz Kelly Oliveira da Silva, Leandro José Rodrigues Fernandes, Luciano José Rodrigues Fernandes, Luiz Neudson Roberto, Maria Gerliane Gomes Palhares, Maria Naíde Gonçalves Maia Alves, Raimundo Erineudo da Silva Freitas, Ricardo Adriano Oliveira Santiago, Silveria Eliani Oliveira e Vera Lúcia da Silva Castro.

Às minhas colegas Mestras, que sempre foram solícitas e ensinam além das paredes desta instituição, em especial Ma. Ana Thais Campos de Oliveira, Ma. Fernanda Tayla de Sousa Silva e Ma. Fátima Rafaela Silva Costa. Toda a nossa trajetória nestes mais de 34 meses jamais conseguiremos resumir em nenhuma dissertação. Obrigado por serem presentes de Deus neste árduo caminho que percorremos. Juntos fomos mais fortes, superamos obstáculos, caímos juntos, choramos juntos, pulamos de alegria juntos, e finalmente chegamos à conquista do título também juntos. Amo e para sempre amarei vocês.

Aos professores Dra. Ana Cristina da Silva Moraes (*in memoriam*), Dra. Ana Maria de Abreu Siqueira, Dra. Andreia Rodrigues da Silva, Dr. Antônio Belfort Dantas Cavalcante (*in memoriam*), Dra. Ariosvana Fernandes de Lima, Esp. Carlos Robério de Oliveira Barroso, Dra. Daniele Maria Alves Teixeira Sá, Me. Diego Gadelha de Almeida, Tecnº. Francisco Ivanio de Sousa, Ma. Germana Conrado de Souza, Esp. Giorgio Kerolly Leonel Tavares, Esp. Hyngrid Rannielle de Oliveira Gonsalves, Me. João Paulo de Lima, Dr. Jonas Luiz Almada da Silva, Ma. Karine Martins Cunha Venceslau, Ma. Karlucy Farias de Sousa, Ma. Kelly de Fátima Nogueira Lima Silva, Dra. Luana Guabiraba Mendes, Dr. Luiz Clenio Jairo Moreira, Dra. Maria Aparecida Liberato Milhome, Dra. Marlene Nunes Damaceno, Dra. Mayara Salgado Silva, Dr. Pahlevi Augusto de Souza, Esp. Rejane Maria Maia Moisés, Dra. Renata Chastinet Braga, Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos, Dra. Séfura Maria Assis Moura e Dra. Virna Luiza de Farias.

Aos professores membros da banca de qualificação e de defesa, Dra. Ana Cristina de Abreu Siqueira (suplente), Dra. Masu Capistrano Camurça Portela, Dr. Jonas Luiz Almada da Silva, Dra. Mayara Salgado Silva (suplente) e Dr. Pahlevi Augusto de Souza que com as suas orientações e sugestões pude enriquecer e dar prosseguimento ao melhor desta pesquisa. Em especial à Profa. Mayara pelo convite à colaboração do livro

“Produtos Fermentados Derivados do Mel: hidromel, vinagre e aguardente”, em coautoria com o meu orientador Prof. Júlio Otávio.

Aos técnicos de laboratório Francisco Jorge Nogueira de Moura, Esiana de Almeida Rodrigues, Luísa Kélbia Maia, Mayra Cristina Freitas Barbosa e Jarbas Rodrigues Chaves.

Aos amigos e colegas que foram responsáveis pela conquista de diversas vitórias e empreenderam esforço, comprometimento, carinho e muito amor envolvido em nossa amizade: Nathan Pereira dos Santos, Paulo Henrique Guerra de Carvalho, Francisco Jonas de Souza, Maurício Matheus Lima Silva e Ma. Patrícia Chaves e Silva.

A minha grande amiga e mestra Graziella Iara Silva, que me cuidou com todo carinho e me deu suporte em relação à minha saúde (física e mental) durante esse período de mestrado.

Ao meu amigo José Gilliard da Silva Oliveira que com muita paciência e dedicação me auxiliou a ter êxito quanto presidente da Associação Espírita Nosso Lar (2019-2021), durante todo o período do mestrado, alguém por quem tenho profunda estima e admiração, e que com quem muito aprendo.

A minha maravilhosa amiga Maria Lídia Nunes de Freitas, que me acolhe, ampara, orienta, abraça, aconselha, e me ensina pra vida desde os meus 15 anos. Toda a minha trajetória espírita, e o pouco que evolui espiritualmente devo muito aos seus ensinamentos, carinhos e carões, obrigado por me ajudar a crescer, me incentivar, e nunca desistir de mim. Te amo muito.

Ao meu diretor de teatro, diretor do Grupo Fênix Teatro & Audiovisual, ao qual tenho honra em fazer parte, Mário César Fernandes, que fez a figura paterna desde os meus 12 anos de idade, e que me apresentou ao mundo das artes, me orienta para além dela, e me ensina, incentiva, aconselha, e está sempre me apoiando. Obrigado por nunca desistir de mim e por poder me ajudar a conciliar teatro e mestrado. E obrigado pela revisão ortográfica realizada em meu trabalho. É uma honra ter sua leitura.

Aos bolsistas PIBIC, PIBITI, PIBIC-Jr e MOSLIPRO que me auxiliaram em todos os momentos dessa pesquisa, Leonardo Angelo Nogueira, Beatriz Ariadna de Queiroz Marques, Rafael Soares de Lima, Vinícius Almeida Maia e João Lucas Bezerra do Nascimento. Especialmente à Beatriz e meu amigo Jonas por me acolherem em seu lar

durante o tempo que eu precisei para a realização do mestrado, e que foram e sempre serão uma segunda família.

Aos meus colegas de trabalho Creverlanda Rodrigues de Lima, Antonio Victor Vale de Brito, Tasso Wilker de Sousa, Emanuel Levi Oliveira Morais, Felipe Wanderson Oliveira Lima, ao senhor meu chefe Secretário de Saúde de Quixeré, João Urânio Nogueira Ferreira, Francisca Marília Queiroz Silva, Coordenadora da Vigilância em Saúde, e demais colegas que seguiram com todas as dificuldades durante minhas ausências necessárias.

Aos meus amigos de infância Ana Paula da Silva, Antônio Heleno Ribeiro Santiago, Maria Erinita Cunha Gomes, Fâmylle Sabrina da Silva, Maria Ionara de Brito Melo. Ao meu sobrinho de consideração Gabriel Washington da Silva Santiago.

Aos meus amigos/amores por quem tenho profundo carinho, admiração e estima, Emanuel Victor de Freitas Lima, Jefferson Amaral dos Santos (meu estimado tradutor), Francisco Eliomar Honorato de Lima Filho, Ana Caroline Sousa Cunha (Caroll Lordello), Douglas Figueiredo de Lima Castro, Michael Wellington Sousa Costa, Natanael Alefe Sousa Costa, Simão Diego Rufino dos Santos, Francisco Lutiano Silva Lima, Vitor Steven Menezes de Oliveira, Cauã Macauni Nascimento Alves, Carlos Eduardo Alves Dantas, Kevlia Rayane da Silva, André Luiz Lopes de Lima, Emanuel Rabelo Barreto, Ismael Renan de Freitas Sales, Flávio Umbilino da Silva Júnior, Gerardo Bernardo do Nascimento Filho e Maria Zuleide da Silva.

Aos meus tios e primos que foram em diversos momentos base para continuidade do curso, Luiza de Marilaque de Oliveira Souza, Inácio Oliveira Xavier e sua esposa Maria Marluce de Souza Martins Oliveira, Ângela Lúcia de Oliveira, Louize Emanuele de Souza Oliveira, Antonio Rodrigues de Souza Júnior, Dário Giordano de Oliveira Souza, Anátalia Paulo de Oliveira, Vandeci Ferreira Gomes, Márcia Lúcia de Oliveira Gomes, Marizangela Lissandra de Oliveira Santiago, Tereza Raquel de Oliveira, Max Wemerson Oliveira dos Santos.

Não menos importante, à mim mesmo. Por tudo o que passei e pela forma que me deixei fortalecer. Por nunca ter desistido, mas por ter consciência que as quedas foram necessárias. Por me aceitar não ser forte o tempo todo, e retirar pesos e pressões sobre meus ombros sozinho. Por me amar a ponto de conquistar meus sonhos. Por estar comigo mesmo sempre que eu precisei.

“Mãe, palavra mais doce que o mel
Talvez um pedaço do céu
Que Deus transformou em mulher...”

Leonardo Sullivan

RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar o processo de pré-tratamento osmótico em banana prata com utilização do mel de abelhas africanizadas. Sua capacidade higroscópica permite, em determinadas circunstâncias, absorver umidade. Tendo em vista a impregnação osmótica que ocorre nos fluxos do processo, o mel pode conferir características sensoriais e nutricionais à banana durante a imersão. Inicialmente realizou-se uma revisão sistemática da literatura (RSL), onde foram selecionados e avaliados 11 trabalhos que utilizaram o mel com o propósito de pré-tratamento osmótico em frutos. Posteriormente foi realizado um estudo e compilados das metodologias oficiais das análises de mel em suas exigências legais de características sensoriais de cor, aroma e sabor, e seus parâmetros de maturidade, pureza e deterioração, com objetivo de contribuir nas análises posterior. Seguiu-se então para realização do estudo onde avaliou-se o mel anterior e posterior a cada tratamento, variando-se o tempo de imersão (2, 4 e 6h) e o ciclo de reuso do agente osmótico (1º, 2º e 3º utilização), quanto aos parâmetros de acidez (mEq/kg), pH, sólidos solúveis (°Brix), umidade (%), cinzas (%RMF), açúcares totais, redutores, sacarose aparente e o ganho de água em massa. As bananas após processo osmótico foram submetidas à secagem em estufas a 60 °C por 4 horas, e avaliadas quanto aos parâmetros físicos de cor (L^* , a^* , b^* , C^* e $^{\circ}Hue$) e textura instrumental, a perda de massa após o pré-tratamento e secagem, e físico-químicos de pH, acidez (mEq/kg e % de ác. má.), umidade (%), sólidos solúveis (°Brix) e *ratio* (SS/ATT). O mel resíduo do processo foi transformado em dois subprodutos: licor e bala. Foram elaboradas seis formulações de licor de mel, utilizando-se por álcool extrator cachaça e vodka, acrescidos de banana, limão e maracujá em suas respectivas formulações, e analisados quanto aos parâmetros de acidez total, acidez fixa e acidez volátil (g/100 g), pH, sólidos solúveis (°Brix), *ratio* (SS/ATT) e grau alcóolico (°GL). Foram elaboradas três formulações de bala de mel com gengibre e limão, variando-se o teor de gengibre. As amostras foram submetidas a análise físicas de cor e textura (N), e físico-químicas de acidez (mEq/kg e % ác. cít.), pH, sólidos solúveis (°Brix), *ratio* e umidade (%). O mel houve acentuado ganho de massa, principalmente no experimento com 6 horas de imersão, não variando entre os tratamentos quanto a umidade, sólidos solúveis e cinzas. A banana apresentou-se com cor mais clara e com textura macia, não diferindo do tratamento controle. Os

licores apresentaram-se dentro do exigido quanto ao teor alcóolico, com alto valor de saturação. As balas apresentaram-se com diferença significativa na dureza e cor, e de alta umidade, sendo indesejável por causar a “mela”, irreversível e diminuindo a vida de prateleira do produto. O mel de abelhas africanizadas utilizado de forma versátil pode contribuir com outros setores, como da fruticultura, de bebidas alcóolicas e de *candies*, agregando valor funcional, nutricional, sensorial e diminuindo perdas pós-colheitas.

Palavras-chaves: Métodos de conservação. Higroscopicidade. Aproveitamento de resíduos. Subprodutos. Metodologia de análises.

ABSTRACT

The present work aimed to analyze the osmotic pretreatment process in chunky banana using honey from Africanized bees. Its hygroscopic capacity allows, under certain circumstances, to absorb moisture. In view of the osmotic impregnation that occurs in the process flows, honey can provide sensory and nutritional characteristics to the banana during immersion. Initially, a systematic literature review (RSL) was carried out, where 11 studies that used honey for the purpose of osmotic pretreatment in fruits were selected and evaluated. Subsequently, a study was carried out and compiled of official methodologies of honey analysis in their legal requirements for sensory characteristics of color, aroma, and flavor, and their parameters of maturity, purity, and deterioration, with the aim of contributing to further analysis. The study followed, where the honey before and after each treatment was evaluated, varying the immersion time (2, 4, and 6 hours) and the osmotic agent reuse cycle (1st, 2nd, and 3rd use), regarding the parameters of acidity (mEq/kg), pH, soluble solids (°Brix), humidity (%), ash (%RMF), total sugars, reducing agents, apparent sucrose and mass water gain. The bananas after an osmotic process were dried in ovens at 60 °C for 4 hours, and evaluated for physical parameters of color (L^* , a^* , b^* , C^* and °Hue) and instrumental texture, weight loss after pretreatment and drying, and physicochemical pH, acidity (mEq/kg and % of mal acid), humidity (%), soluble solids (°Brix) and ratio (SS/ATT). The waste honey from the process was transformed into two by-products: liquor and candy. Six honey liqueur formulations were prepared, using a cachaça and vodka for alcohol, plus banana, lemon, and passion fruit, and analyzed for parameters of total acidity, fixed acidity, and volatile acidity (g/100 g). pH, soluble solids (°Brix), ratio (SS/ATT), and alcoholic degree (°GL). Three formulations of honey candy with ginger and lemon were prepared, varying the ginger content. The samples were subjected to physical analysis of color and texture, and physical-chemical analysis of acidity (mEq/kg and % acid cit.), pH, soluble solids (°Brix), ratio, and moisture (%). Honey had a significant gain in mass, especially in the experiment with 6 hours of immersion, not varying between treatments in terms of moisture, soluble solids, and ash. The banana had a lighter color and a soft texture, not differing from the control treatment. The liqueurs were within the required alcoholic content, with a high saturation value. The candies showed a significant difference in hardness and color, and

high humidity, being undesirable for causing irreversible “mela” and reducing the shelf life of the product. The honey from Africanized bees used in a versatile way can contribute to other sectors, such as fruit growing, alcoholic beverages, and candies, adding functional, nutritional, sensory value and reducing post-harvest losses.

Keywords: Conservation methods. Reuse of waste. Hygroscopicity. By-products. Analysis methodology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Simulação do processo de desidratação osmótica de um alimento e seus fluxos.....	26
Figura 2.1 – Processo de Revisão Sistemática utilizada neste estudo.	41
Figura 2.2 – Filtro 1, 2 e 3 utilizados em diversas bases para seleção dos artigos relacionados com o estudo.	44
Figura 2.3 – Quantidade de publicações em cada etapa do processo de seleção.	48
Figura 2.4 – Gráfico de Retorno dos Trabalhos pelas Bases Digitais.	49
Figura 3.1 – Bananas selecionadas para processamento.	68
Figura 3.2 – Fluxograma de processamento da banana passa pré-tratada com mel.....	69
Figura 3.3 – Especificações dos tratamentos de pré-tratamento osmótico na elaboração da banana-passa.....	70
Figura 3.4 – Bananas pré-tratadas anterior à secagem em estufa. Experimento A1.	70
Figura 3.5 – Variação em gramas com média e desvio-padrão da massa do mel antes e após cada tratamento osmótico.....	75
Figura 3.6 – Bananas-passas pré-tratadas com mel posterior à secagem em estufa.....	82
Figura 3.7 – Análise de perfil de textura (TPA) em texturômetro com probe P/36 R. ..	87
Figura 4.1 – Fluxograma de processamento do licor de mel.....	101
Figura 4.2 – Formulações de licor de mel.	107
Figura 5.1 – Fluxograma de elaboração das balas.....	122
Figura 5.2 – Formulações das balas de mel com gengibre e limão.	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Grau de rigor na seleção e classificação de trabalhos com o tema em estudo.	43
Quadro 2.2 – Critérios de exclusão de publicações.....	46
Quadro 2.3 – Critérios de qualidade usados para avaliação das publicações.....	46
Quadro 2.4 – Formulário de consolidação dos dados durante a análise das publicações.	48
Quadro 2.5 – Trabalhos Selecionados.	49
Quadro 2.6 – Aplicação das Questões de Pesquisas.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Resultado da massa em gramas das bananas utilizadas em cada tratamento osmótico após cada etapa do processo de secagem e a perda de massa em gramas.	75
Tabela 3.2 – Caracterização físico-química do mel como agente osmótico.	76
Tabela 3.3 – Resultados das análises físico-químicas nas bananas com médias e desvios-padrões.	80
Tabela 3.4 – Resultado para cor instrumental das bananas desidratadas.....	84
Tabela 4.1 – Formulações dos licores de mel elaborados.	100
Tabela 4.2 – Resultados em média e desvio padrão das análises físico-químicas nos licores de mel com frutos.....	105
Tabela 4.3 – Resultado com médias e desvios-padrões da análise de cor dos licores....	108
Tabela 5.1 – Formulações das balas de mel adicionadas de gengibre e limão.....	121
Tabela 5.2 – Resultados das análises físico-químicas com média e desvio padrão das formulações de bala de mel com gengibre e limão.	125
Tabela 5.3 – Resultado das análises físicas de cor e textura das balas.....	1277
Tabela A.1 – Escala de cor Pfund para classificação de méis.....	140
Tabela A.2 – Padrão de identidade e qualidade de méis florais e méis de melato segundo legislações.....	164
Tabela A.1 – Tabela de Chataway para correlação de índice de refração e umidade em mel.....	170

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD Atividade Diastásica

AOAC Association of Official Agricultural Chemists

BDTD Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CIELab Commission Internationale d'Eclairage L* a* b*

DO Desidratação Osmótica

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations

FOS Frutooligossacarídeo

HMF Hidroximetilfurfural

HPLC High Performance Liquid Chromatography

IAL Instituto Adolf Lutz

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IHC International Honey Commission

LANARA Laboratório Nacional de Referência Animal

RMF Resíduo Mineral Fixo

SciELO Scientific Electronic Library Online

TPA Texture Profile Analysis

TPC Total Phenolic Compounds

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE QUADROS	15
LISTA DE TABELAS.....	16
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	17
SUMÁRIO.....	18
CAPÍTULO 1	23
APRESENTAÇÃO GERAL	23
1 INTRODUÇÃO.....	23
2 OBJETIVOS.....	29
2.1 Objetivo Geral	29
2.2 Objetivos Específicos	29
REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO 2	38
MEL DE ABELHAS AFRICANIZADAS COMO AGENTE DE PRÉ-TRATAMENTO OSMÓTICO NA CONSERVAÇÃO DE VEGETAIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	38
RESUMO.....	38
ABSTRACT	39
1 INTRODUÇÃO.....	39
1.1 Objetivos e contribuições desta revisão.....	40
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.1 Planejamento do wstudio.....	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
3.1 Visão geral dos dados	49
3.2 Análises dos trabalhos	53
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS	59
CAPÍTULO 3	63

UTILIZAÇÃO DE MEL DE ABELHA AFRICANIZADA COMO AGENTE DE PRÉ-TRATAMENTO OSMÓTICO EM BANANA PRATA (<i>Musa acuminata</i>):	
CARACTERIZAÇÃO DO AGENTE E DO PRODUTO.....	63
RESUMO.....	63
ABSTRACT	64
1 INTRODUÇÃO.....	65
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	68
2.1 Obtenção das matérias-primas.....	68
2.2 Realização dos tratamentos	68
2.3 Análises físicas e físico-químicas no mel.....	70
2.4 Análises físicas e físico-químicas na banana.....	71
2.4.1 Perda de massa.....	71
2.4.2 Cor	71
2.4.3 Perfil de textura instrumental	72
2.4.4 Potencial hidrogeniônico (pH).....	72
2.4.5 Sólidos solúveis	73
2.4.5 Acidez total titulável.....	73
2.4.6 Ratio – SS/ATT.	73
2.4.7 Umidade.....	73
2.5 Análise estatística	74
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
3.1 Ganho de massa do mel e perda de massa da banana.....	74
3.2 Caracterização do agente osmótico	76
3.3 Caracterização da banana pré-tratada osmoticamente com mel.....	79
4 CONCLUSÃO.....	87
REFERÊNCIAS	88
CAPÍTULO 4	96
APROVEITAMENTO DE MEL RESULTANTE DO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA NA ELABORAÇÃO DE LICOR COMPOSTO	96
RESUMO.....	96
ABSTRACT	96
1 INTRODUÇÃO.....	97

2 MATERIAL E MÉTODOS	100
2.1 Aquisição da Matéria Prima	100
2.2 Processamento do licor	100
2.3 Análises físicas e físico-químicas nos licores.....	101
2.3.1 Acidez total, acidez fixa e acidez volátil	101
2.3.2 pH	102
2.3.3 Grau alcoólico.....	102
2.3.4 Sólidos Solúveis	103
2.3.5 Ratio – SS/ATT.	103
2.3.6 Cor instrumental	103
2.4 Análise estatística	104
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	105
4 CONCLUSÃO.....	109
REFERÊNCIAS	109
CAPÍTULO 5	115
APROVEITAMENTO DE MEL RESULTANTE DO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA NA ELABORAÇÃO DE BALAS POTENCIALMENTE FUNCIONAIS	115
RESUMO.....	115
ABSTRACT	115
1 INTRODUÇÃO.....	116
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	120
2.1 Aquisição das Matérias Primas.....	120
2.2 Elaboração das Balas	121
2.3 Análises realizadas nas balas.....	122
2.3.1 Cor instrumental	122
2.3.2 Perfil de textura (TPA)	123
2.3.3 Acidez total titulável.....	124
2.3.4 Potencial hidrogeniônico (pH).....	124
2.3.5 Sólidos solúveis	124
2.3.6 Ratio – SS/ATT	124
2.3.7 Umidade.....	125

2.4 Análise estatística	125
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	125
4 CONCLUSÃO	128
REFERÊNCIAS	129
CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
APÊNDICE	136
APENDICE A – GUIA DE ANÁLISES EM MEL	137
RESUMO.....	137
ABSTRACT	137
1 INTRODUÇÃO.....	137
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	138
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	139
3.1 Características Sensoriais e análises.....	139
3.2 Características físico-químicas e análises.....	140
3.2.1 Indicadores de Maturidade	140
3.2.2 Indicadores de Pureza	145
3.2.3 Indicadores de Deterioração	152
4 CONCLUSÃO.....	165
REFERÊNCIAS	165
ANEXO A	170
Tabela A.1- Tabela de Chataway para correlação de índice de refração e umidade em mel.	170
REFERÊNCIAS	171

CAPÍTULO 1

APRESENTAÇÃO GERAL

“Na Natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”,

Antoine-Laurent de Lavoisier. (1743-94)

CAPÍTULO 1

APRESENTAÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas no mundo, tendo China e Índia, respectivamente, em primeiro e segundo lugar, e a fruticultura é um dos setores de maior relevância para o agronegócio no país, responsável pela geração de empregos diretos e indiretos, dinamizando economias locais pelo efeito elevado de multiplicador de renda (REETZ, 2015; NASCIMENTO *et al.*, 2019).

Um dos graves problemas enfrentados pelos centros comerciais de frutas no mundo é o desperdício, em destaque os pequenos polos varejistas de frutas no Brasil. A FAO (2021) aponta que das frutas produzidas na América Latina 55% delas são desperdiçadas por ano, somando uma média de 1,3 bilhão de toneladas jogadas no lixo em todo o globo. Estas perdas, ainda conforme a FAO (2021), são referentes à diminuição física da massa do produto nas etapas de pré e pós-colheita, com deterioração causadas por danos mecânicos, fisiológicos ou fitossanitários. Dentre as diversas etapas produtivas, estima-se 28% de perdas na produção, 22% no manejo e armazenamento inadequados, 17% no mercado e distribuição (transporte) e 28% de perdas pelos consumidores (ALMEIDA *et al.*, 2012; FAO, 2021; SPAGNOL *et al.*, 2018; SOUZA, 2019).

A falta de conscientização e capacidade dos envolvidos no manuseio, transporte e comercialização de frutas são apontadas por Silva *et al.* (2018) como as principais causas para o aumento das perdas pós-colheitas de frutas e acrescentam ainda Sousa *et al.* (2018) que são decorridos danos por desordens fisiológicas, injúrias patológicas e danos mecânicos advindos das negligências ou imperícias existentes nas diferentes etapas da cadeia produtiva dos hortifrúteis.

Dentre a variedade de frutas produzidas, a banana é a cultura apresentada como uma das principais do agronegócio internacional, sendo a mais consumida no mundo como fruta fresca. O Brasil está no ranking do quarto maior produtor mundial (atrás da Índia, China e Indonésia), apresentando 6,8 toneladas aproximadamente no ano de 2018, abastecendo principalmente o mercado interno, tornando o país que mais consome banana no mundo (IBGE, 2018). As exportações da fruta se tornam limitadas devido ao rápido amadurecimento e uma variedade de perdas pós-colheitas, alcançando 20% do total

produzido e dificultando o transporte para centros comerciais distantes (MEDINA *et al.*, 2021).

Essas perdas decorrentes de diversos fatores já mencionados ocasionam em alterações físicas, químicas e biológicas, alterando tanto as características organolépticas quanto a integridade do alimento, promovendo potencial risco à saúde do consumidor (VASCONCELOS, MELO FILHO, 2010; BARROS *et al.*, 2020).

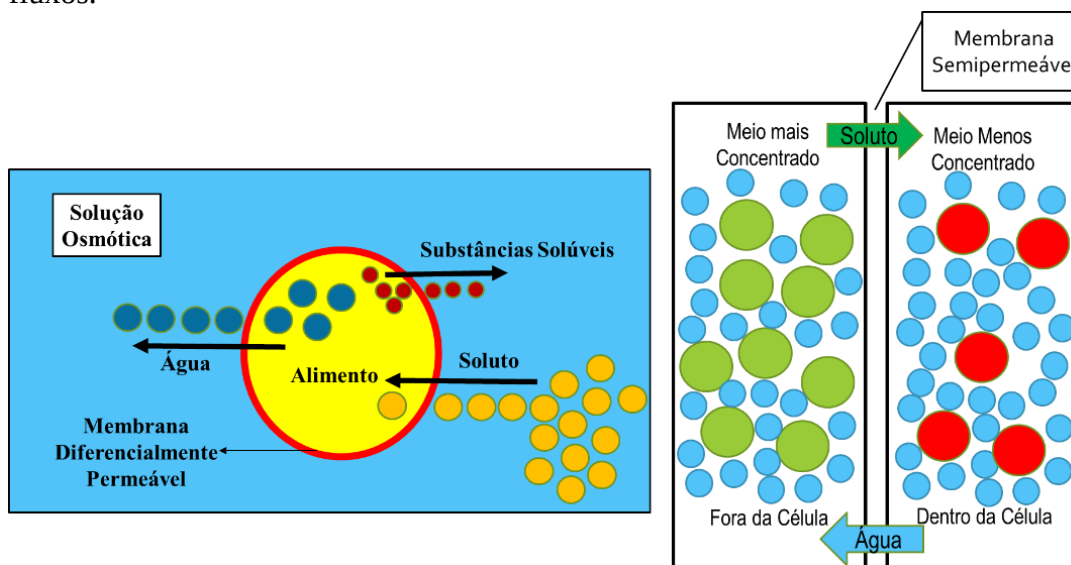
A tecnologia de alimentos possui, dentre as diversas ciências, técnicas, processos e procedimentos que são capazes de reduzir tais perdas, aumentando, com ênfase, a disponibilidade de alimentos, bem como maior durabilidade dos mesmos, trazendo processos inovadores e a industrialização para a produção alimentícia (GAVA; FRIAS; SILVA, 2008; NESPOLO *et al.*, 2015; QUEJI, PESSOA, 2011). A conservação de alimentos possui três principais características: físicas, químicas e biológicas, e tem por objetivo manter os alimentos em sua forma mais estável possível, mesmo em condições não favoráveis (SILVA JUNIOR, 2002; LEONARDI; AZEVEDO, 2018).

Estas técnicas possuem ação baseada nos processos que causam deterioração dos alimentos, como ações dos microrganismos, enzimas e reações do oxigênio com o ar, inibindo o crescimento microbiano, desenvolvendo características nutricionais e sensoriais dos alimentos e aumentando o prazo de validade. Técnicas como a pasteurização, desidratação, refrigeração, congelamento, uso de aditivos, fermentação, salga, conservação pelo açúcar, entre outros (LEONARDI; AZEVEDO, 2018; LOPES, 2007; VASCONCELOS; MELO FILHO, 2010; BARROS *et al.*, 2020).

O método de conservação por secagem apresenta diversas vantagens por sua utilização, tais como: baixo custo, maior vida útil do produto, facilidade no transporte e comercialização e redução nas perdas pós-colheita, não permite ainda ambiente favorável nos alimentos para crescimento e proliferação microbiana devido à ausência de água, diminuindo, também, a susceptibilidade das ações enzimáticas que causam transformações químicas. A secagem, realizada por dois métodos gerais (natural e artificial), é uma técnica que tem as variáveis principais de tempo e temperatura, e outros fatores como clima, velocidade do ar dos equipamentos, termostatos e características do produto a ser desidratado, sendo viável a aplicação de métodos combinados para se chegar às características pretendidas do produto (SILVA, 2011; ROMERO *et al.*, 1997; SILVA; BERBERT, 1999; CELESTINO, 2010; BARROS *et al.*, 2020).

A desidratação osmótica (DO), também denominada de impregnação ou saturação, é considerada um pré-tratamento de baixo custo, combinada por tanto com a técnica de secagem ou outras, possui alta relevância no processamento e transformação de frutos perecíveis em produtos derivados de alto valor agregado e maior vida de prateleira em relação aos mesmos *in natura*, promovendo ainda inibição efetiva da polifenoloxidase (PPO), prevenindo a perda de compostos voláteis e reduzindo os danos causados pelo calor à cor e ao sabor durante a secagem. O diferencial de gradientes promovidos por uma solução hipertônica de composição diversa (açúcares, sais, álcoois, solução de amido) onde os alimentos são submersos promove a saída da água livre do alimento para a solução através da membrana diferencialmente permeável ou semipermeável, resultando em um alimento com umidade intermediária com necessidade de processos complementares (secagem, congelamento, embalagens). Como mostra a Figura 1.1, as paredes celulares nos vegetais possuem interstícios de tamanho e número adequado para não apresentarem barreira quanto a permeabilidade da água e soluto menores, permitindo a difusão, com fluxo principal da saída de água do alimento para a solução, e um fluxo secundário de entrada (impregnação) de solutos da solução osmótica para o alimento, que influenciará nas características nutricionais e sensoriais do produto com o ganho acentuado de sólidos (LENART, 1996; RAOULT-WACK, 1994; ERLE; SCHUBERT, 2001; AZUARA; BERISTAIN; GUTIÉRREZ, 2002; FORNI, 1997; FERRANDO; SPIESS, 2001; MAYOR; MOREIRA; SERENO, 2011; POKHARKAR; PRASAD; DAS, 1997; DEVIC *et al.*, 2010; TIROUTCHELVAME; MARAN; PRAGALYAASHREE, 2019; SILVA, 2015; DASH; BALASUBRAMANIAM; KAMAT, 2019).

Figura 1.1 – Simulação do processo de desidratação osmótica de um alimento e seus fluxos.



FONTE: Adaptado de Araújo (2005).

Uma das desvantagens é a perda suave de alguns sólidos naturais como açúcares, minerais, entre outros nutrientes e micronutrientes. Também é visto como desvantagem o tempo que é levado para realização do processo, causando degradação parcial em alguns alimentos, havendo diversas técnicas estudadas para superar esta desvantagem. A solução osmótica também não possui tratamento ou aproveitamento específico, e ainda são utilizadas em altas proporções. Estas soluções possuem altas concentrações de sólidos, tem custo elevado e ocasionam problemas na sua reutilização pela dificuldade de controle do processo. Seu reuso e a separação de compostos extraídos dos alimentos tem sido objetivo de estudos e pesquisas (GERMER *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2013; QIU *et al.*, 2019).

Os fatores principais que influenciam a seleção dos solutos para a desidratação osmótica são: as características sensoriais do produto, o seu custo e o peso molecular, sendo o sal (Cloreto de Sódio), sacarose, lactose, glicerol, glicose, frutose e amido os mais comuns e frequentemente utilizado (BARBOSA-CÁNOVAS; VEJA-MERCADO, 1996; CHAUHAN *et al.*, 2011). O Brasil é um dos grandes produtores de cana de açúcar, tornando-o propício à realização deste tipo de pré-tratamento no processamento de frutas passas com utilização do mesmo como agente osmótico (SOUSA *et al.*, 2003), porém, o açúcar não é o único produto açucarado que o Brasil produz, tendo em vista alta produção de mel.

Originário das abelhas conhecidas por melíferas, o mel é uma substância natural produzido a partir de néctares florais ou extraflorais ou a partir de exsudados de insetos sugadores de plantas que as abelhas coletam, transportam, transformam e armazenam (CAMARGO, 2006; BRASIL, 2000). Possui aparência viscosa, com elevado teor nutritivo (330 kcal/ 100g), apresentando uma rápida absorção de carboidratos durante o consumo (SAJID *et al.*, 2020), devido aos seus principais componentes serem carboidratos simples (glicose e frutose – 80%) e água, possuindo ainda outros componentes como ácidos orgânicos, aminoácidos, frutooligossacarídeos, proteínas, enzimas, lipídios, vitaminas, ácidos fenólicos e minerais (CAMPOS, 1987; WHITE, 1975; CRANE, 1980; HE *et al.*, 2020). Foram encontradas mais de 181 substâncias diferentes no mel, algumas de forma exclusiva, tornando-o um dos produtos biológicos mais complexos (CRANE, 1980 GHELDOLF; ENGESETH, 2002; GHELDOLF; WANG; ENGESETH, 2002; SILVA *et al.*, 2008; ALVAREZ-SUAREZ *et al.*, 2009).

Esta composição pode variar em suas características físico-químicas devido aos seguintes fatores: espécies de abelhas, condições climáticas, florada que cerca o viveiro (apiários para as espécies de *Apis*, e meliponário para as espécies *Melíponas*), armazenamento e processamento do mel até sua maturação (AZEREDO *et al.*, 2003; PÉREZ *et al.*, 2007).

O mel possui ainda as seguintes: aroma, sabor, cor, cristalização (determinada pela quantidade de glicose), fermentação e higroscopicidade devido à frutose ser bastante higroscópica, determinando também a doçura do mel. Esta última propriedade proporciona ao mel, por ser uma solução concentrada em açúcares, a capacidade de perder ou absorver água do meio em determinadas condições (CRANE, 1980; VASCONCELOS; LIBERATO, 2021), o que pode ser explorado na utilização deste como agente osmótico concentrado em açúcares para realização de pré-tratamento em frutos.

Apresenta propriedades terapêuticas (AZEREDO *et al.*, 2003; PÉREZ *et al.*, 2007) e é usualmente utilizado na medicina popular (LIRA *et al.*, 2014), agindo como uma barreira viscosa, prevenindo contaminação por substância do meio externo e facilitando cicatrizações de lesão e queimaduras (ALVES *et al.*, 2008), devido as suas ações antibacteriana, antibiótica, anticárie, anti-inflamatória, antimicrobiana, bioestimulante, depurativa, emoliente, energética, imunoestimulante e cicatrizante (MATSUNO, 1997; MOTHERSHAW; JAFFER, 2004; HORIE *et al.*, 2004; BEKERS *et al.*, 2004; WAILI-

AL, 2004; AL *et al.*, 2009; COMBARROS-FUERTE *et al.*, 2019; CEBRERO *et al.*, 2020; CALDAS *et al.*, 2020).

O mel possui ainda propriedades e se caracteriza como um alimento funcional, sendo este definido como o alimento que oferece um efeito benéfico para além do valor nutritivo inerente à sua composição, com potencial de contribuição na prevenção e tratamento de doenças (ANJO, 2004).

Alguns polissacarídeos como celulose, hemicelulose, pectinas, gomas, mucilagens, amido resistente, lignina, um polímero de fenilpropil álcool, ácidos, inulina e o frutooligossacarídeo (sendo as duas últimas consideradas como prebióticas), são componentes alimentares não digeríveis que possuem potencial benefício ao consumidor, estimulando seletivamente a proliferação ou ação de bactérias desejáveis ao cólon (CASTILHO *et al.*, 2005; REZENDE *et al.*, 2021). Os frutooligossacarídeos são encontrados no leite e mel (LEITE *et al.*, 2000; NAKANO, 1998), portanto este pode ser considerado por alimento funcional por apresentar este componente com ação prebiótica que age na regulação do trânsito intestinal e pressão arterial, reduzindo o risco de desenvolver câncer, bem como diminuindo os níveis de colesterol (MACEDO *et al.*, 2008; PEREIRA; LUSNE; MACFADEM, 2019).

A complexidade de configuração molecular dos fruto-oligossacarídeos (FOS) ou oligofrutoses torna-os resistentes à enzima salivar e intestinal de ação hidrolítica, atravessando o organismo e chegando ao cólon intactos. Sua formação se dá a partir da hidrólise da inulina, que tem grande importância e diferentes funções no organismo humano, entre estas a alterar o trânsito intestinal, reduzir colesterol plasmático e da hipertrigliceridemia, e contribui ainda para a biodisponibilidade de minerais e aumento da concentração de *Bifidobacterium* no cólon. A banana, assim como o mel, encontra-se dentro dos alimentos que apresentam em sua composição estas moléculas (STURMER *et al.*, 2012)

No cenário mundial de 2019, a China possui o mel mais barato do mercado, ocupando o primeiro lugar no *hanking* de produção responsável nesse ano por 24% de todo o mel produzido no mundo, no patamar de país que mais exporta mel, com preços inferiores ao preço médio mundial, com queda de exportação para a União Europeia em 2020 no contexto da pandemia causada pelo novo coronavírus, Sars-CoV-2, de 18,5%. Entretanto importa mel com preço unitário mais elevado a nível mundial, indicando

consumidores exigentes que demandam produtos com maior valor agregado (PORTAL APÍCOLA 2021; FAO, 2021).

A importância e relevância social da apicultura no cenário nacional tem ênfase na região Nordeste, em especial nos estados do Piauí, Bahia e Ceará onde se concentram 94% dos estabelecimentos com apicultura segundo o Censo Agropecuário de 2017, tendo em vista as poucas atividades produtivas rentáveis em meio rural no semiárido e as limitações inerentes da região, com destaque a escassez de água. Apesar de grande produção e exportação, o consumo interno per capita brasileiro esteve entre os menores do mundo em 2018, constando apenas 0,06 kg/pessoa/ano, enquanto outros países como EUA apresentam 0,6 kg/ pessoa/ ano, e a Alemanha acima de 1kg/ pessoa/ ano (VIDAL, 2021).

Faz-se necessário, portanto, estudar estratégias para explorar o mercado interno, como o uso do mel de abelhas africanizadas (que possui maior produção e destaque) como agente de pré-tratamento osmótico em frutos, como a banana, aprofundando estudos sobre sua capacidade higroscópica neste uso tecnológico, sua reutilização e aproveitamento ao final do processo, tendo em vista que não há tratamento ou descarte adequado de outros agentes osmóticos, o mel, que possui reconhecidas propriedades, pode ser elaborado derivados como balas e licores, entre muitos outros, proporcionando o crescimento de duas cadeias produtivas que a princípio pareciam separadas: apicultura e fruticultura.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o mel de abelha africanizada como agente de pré-tratamento osmótico em banana e o aproveitamento do resíduo na elaboração de derivados e sua caracterização.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o uso do mel como agente de pré-tratamento osmótico em diferentes tempos de imersão;
- Caracterizar o mel in natura e após cada tratamento quanto aos parâmetros físicos e físico-químicos;

- Aplicar secagem complementar ao pré-tratamento das bananas em estufa por 240 minutos e avaliar parâmetros físicos e físico-químicos da banana-passa controle (sem pré-tratamento osmótico) e das bananas-passas em cada pré-tratamento;
- Elaborar derivados do mel em bala (adicionada de gengibre e limão) e licor (adicionado de frutos) e caracterizar quanto aos parâmetros físicos e físico-químicos.

REFERÊNCIAS

- AL, L. M.; DANIEL, D.; MOISE, A.; BOBIS, O.; LASLO, L.; BOGDANOV, S. Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. **Food Chemistry**, v. 112, p. 863-867, 2009.
- ALMEIDA, E. I. B.; RIBEIRO, W. S.; COSTA, L. C.; LUCENA, H. H.; BARBOSA, J. A. Levantamento de perdas em hortaliças frescas na rede varejista de Areia (PB). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBRAS)**, v.2, n.1, p.53-60, 2012.
- ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; TULIPANI, S.; ROMANDINI, S.; VIDAL, A. Y.; BATTINO, M. Methodological aspects about determination of phenolic compounds and in vitro evaluation of antioxidant capacity in the honey: a review. **Current Analytical Chemistry**, v. 5, n. 4, p. 293-302, 2009.
- ALVES, D. F. S.; CABRAL JÚNIOR; F. DAS C.; CABRAL, P. P. DE A. C.; OLIVEIRA JUNIOR, R. M. DE; REGO, A. C. M. DO; MEDEIROS, A. C. Efeitos da aplicação tópica do mel de *Melipona subnitida* em feridas infectadas de ratos. **Revista Colégio Brasileiro de Cirurgiões**. Rio de Janeiro, v. 35, n. 3, p. 188-93, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912008000300010>.
- ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal vascular brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.
- ARAÚJO, E. A. F. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de nectarina (*Prunus persica*)**. 2005. 130f. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, 2005.
- AZEREDO, L. DA, C.; AZEREDO, M. A. A.; DE SOUZA, S. R.; DUTRA, V. M. L. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of diferente floral origins. **Food Chemistry**, v. 80, n. 2, p. 249-254, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00261-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00261-3).
- AZUARA, E.; BERISTAIN, C. I.; GUTIÉRREZ, G. F. Osmotic dehydration of apples by immersion in concentrated sucrose/maltodextrin solutions. **Journal of food processing and preservation**, v. 26, n. 4, p. 295-306, 2002.

BARBOSA-CANÓVAS, G., VEJA-MERCADO, H. Dehydration of foods. Nova Iorque, **Editora Chapman & Hall**, p. 265-284. 1996.

BARROS, D. M.; SILVA, A. P. F.; MOURA, D. F.; MEDEIROS, S. M. F. R. S.; CAVALCANTI, I. D. L.; SILVA, J. H. L.; LEITE, A. R. F.; SANTOS, J. M. S.; MELO, M. A.; COSTA, J. O.; SILVA, G. M.; OLIVEIRA, G. B.; ROCHA, T. A.; COSTA, M. P.; PADILHA, A. C. B. S.; FERREIRA, S. A. O.; FONTE, R. A. B. Principais Técnicas de Conservação dos Alimentos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 806-821, 2020.

BEKERS, M.; MARAUSKA, M.; GRUBE, M.; KARKLINA, D.; DUMA, M. New prebiotics for functional food. **Acta-Alimentaria**, v. 33, n. 1, p. 31-37, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial da União**, Seção I, 21 de outubro de 2000.

CALDAS, M. J. M.; SILVA, I. P.; MACHADO, C. S.; CARVALHO, C. A. L.; SODRÉ, G. S. Qualidade e perfil antimicrobiano do mel de *Melipona asilvai*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 32760-32768, 2020.

CAMARGO, R. C. R.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; WOLFF, L. F. **Mel: características e propriedades**. Embrapa Meio-Norte, Teresina, 2006.

CAMPOS, R. G. M. Contribuição para o estudo do mel, pólen, geleia real a própolis. **Boletim da Faculdade da Farmácia de Coimbra**. Coimbra, v. 11, n. 2, p. 17-47, 1987.

CASTILHO, A.C., RAMOS, S. C., MAGNONI, D., CUKIER, C.; AVARENGA, A. **A Importância das Fibras Alimentares para o Paciente Diabético**. Support. 2005.

CEBRERO, G.; SANHUEZA, O.; PEZOA, M.; BÁEZ, M. E.; MARTÍNEZ, J.; BÁEZ, M.; FUENTES, E. Relationship among the minor constituents, antibacterial activity and geographical origin of honey: A multifactor perspective. **Food Chemistry**, v. 315, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126296>. Acesso em 06 de setembro de 2021.

CELESTINO, S.M.C. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina: Embrapa cerrados, 2010.

CHAUHAN, O. P.; SINGH, A.; SINGH, A.; RAJU, P. S.; BAWA, A. S. Effects of osmotic agents on colour, textural, structural, thermal, and sensory properties of apple slices. **International Journal of Food Properties**, v. 14, n. 5, p. 1037-1048, 2011.

COMBARROS-FUERTES, P.; ESTEVINHO, M. L.; DIAS, L. G.; CASTRO, J. M.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; TORNADIJO, M. E.; FRESNO-BARO, J. M. Bioactive Components and Antioxidant and Antibacterial Activities of Different Varieties of Honey: A Screening Prior to Clinical Application. **Journal of Agricultural and Food**

Chemistry, v. 67, p. 688-698, 2019. Disponível em:

<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b05436>. Acesso em 06 de setembro de 2021.

CRANE, E. **A book of honey**. Oxford: Oxford University Press, 1980.

DASH, K. K.; BALASUBRAMANIAM, V. M.; KAMAT, S. High pressure assisted osmotic dehydrated ginger slices. **Journal of Food Engineering**, v. 247, p. 19-29, 2019.

ERLE, U.; SCHUBERT, H. Combined osmotic and microwave-vacuum dehydration of apples and strawberries. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 2-3, p. 193-199, 2001.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **Perdas e desperdício de alimentos na América Latina e o Caribe**. Disponível em:

<http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>. Acesso em 06 de setembro de 2021.

FERRANDO, M.; SPIESS, W. E. L. Cellular response of plant tissue during the osmotic treatment with sucrose, maltose, and trehalose solutions. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 2-3, p. 115-127, 2001.

FORNI, E., SORMANI, A., SCALISE, S.; TORREGIANI, D. The influence of sugar composition on the colour stability of osmodehydrofrozen intermediate moisture apricots. **Food Research International**, v. 30, n. 2, p. 87-94, 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(97\)00038-0](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(97)00038-0). Acesso em 06 de setembro de 2021.

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

GERMER, S. P. M.; QUEIROZ, M. R.; AGUIRRE, J. M.; BERBARI, S. A.; SILVEIRA, N. F. A. Reuse of sucrose syrup in the osmotic dehydration of peaches. **Drying Technology**, v. 30, n. 14, p. 1532-1540, 2012.

GHELDOLF, N.; ENGESETH, N. J. Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum sample. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 50, n. 10, p. 3050-3055, 2002.

GHELDOLF, N.; WANG, X.; ENGESETH, N. J. Identification and quantification of antioxidants components of honeys from various floral sources. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 50, n. 10, p. 5870-5877, 2002

HE, C.; LIU, Y.; LIU, H.; ZHENG, X.; SHEN, G.; FENG, J. Compositional identification and authentication of Chinese honeys by HNMR combined with multivariate analysis. **Food Research International**, p. 130, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108936>.

HORIE, M.; SAITO, H.; NATORI, T.; NAGATA, J.; NAKAZAWA, H. Determination of streptomycin and dihydrostreptomycin in honey by liquid chromatography-

electrospray mass spectrometry. **Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies**, v. 27, n. 5, p. 863-874, 2004.

IBGE. Produção Agrícola Municipal -Produção brasileira de banana em 2018 [Internet]. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. 2018 [cited 2020 Mar 12]. Available from: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/banana/b1_banana.pdf

LEITE, J. M. C.; TRUGO, L. C.; COSTA, L. S. M.; QUINTEIRO, L.M. C.; BARTH, O. M.; DUTRA, V. M. L.; MARIA, C. A. B. Determination of oligosaccharides in Brazilian honeys of different botanical origin. **Food Chemistry**, v. 70, n. 1, p. 93-98, 2000.

LEONARDI, J. G.; AZEVEDO, B. M. Métodos de conservação de alimentos. **Revista Saúde em Foco**, v. 10, n. 1, 2018.

LIRA, A. F.; SOUSA, J. P. L. M.; LORENZON, M. C. A.; VIANNA, C. A. F. J.; CASTRO, R. N. Estudo comparativo do mel de *Apis mellifera* com méis de meliponíneos. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 3, p. 169-178, 2014.

LOPES, R. L. T. Conservação de alimentos. **Dossiê Técnico. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais: CETEC**, 2007. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MjEz>. Acesso em: 06 de setembro de 2021.

MACEDO, L. N.; LUCHESE, R. H.; GUERRA, A. F.; BARBOSA, C. G. Efeito Prebiótico do Mel sobre o Crescimento e Viabilidade de *Bifidobacterium* spp. e *Lactobacillus* spp. em Leite. **Ciência & Tecnologia de Alimentos**. [online]. v.28, n. 4, p. 935-942, Campinas, Oct/Dec 2008.

MATSUNO, T. **O efeito terapêutico da própolis**. [S.l.]: [s.n.], 1997. v. 1.

MAYOR, L.; MOREIRA, R.; SERENO, A. Shrinkage, density, porosity and shape changes during dehydration of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) fruits, **Journal of Food Engineering**, 103, n. 1, p. 29 – 37, 2011.

MEDINA, L. B.; MACHADO, B. C.; PANDO, F. P.; MARQUES, P. O.; TERRA, S. B. Pós colheita de banana. **Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão da UERGS (SIEPEX)**, v. 1, n. 10, 2021.

MOTHERSHAW, A. S.; JAFFER, T. Antimicrobial activity of foods with different physico-chemical characteristics. **International Journal of Food Properties**, v. 7, n. 3, p. 629-638, 2004.

NAKANO, H. Recent Japanese development in the enzymatic production and application of oligosaccharides, presented at. *In: Seminar on enzyme and bacterial technology Campinas*: Japan International Cooperation Agency, 1998.

NASCIMENTO, S. S.; ALMEIDA, E. I. B.; MENDES, M. S.; SOUSA, A. N. S.; TOMM, T. F. R.; PIRES, I. C. G. Panorama da comercialização e perdas pós-colheita no setor varejista de frutas frescas, em Chapadinha (MA). **Agrotópica**. Ilhéus. v. 2, n. 31, p. 159-168, 2019.

NESPOLO, C. R.; OLIVEIRA, F. A.; PINTO, F. S. T.; OLIVEIRA, F. C. **Práticas em tecnologia de alimentos**. Artmed Editora, 2015.

PEREIRA, A. A. R.; LUSNE, A. P. I.; MACFADEM, H. H. L. A. Probióticos e prebióticos na prevenção e tratamentos de doenças. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 162-176, 2019. DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i3.677. Disponível em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/677>. Acesso em: 8 set. 2021.

PÉREZ, R. A.; PÉREZ, IGLESIAS, M. T.; PUEYO, E.; GONZÁLEZ, M.; LORENZO, C. Amino acid composition and antioxidant capacity of Spanish honeys. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 2, p. 360-365, 2007. <https://doi.org/10.1021/jf062055b>.

POKHARKAR, S.M.; PRASAD, S.; DAS, H.A. Model for osmotic concentration of bananas slices. **Journal Food Science and Technology**, 34, n.3, p. 230 – 232, 1997.

PORTAL APÍCOLA. Ucrânia gana terreno. 28 Dic de 2020. Publicado em: Internacional, Mercado/ Precio, Noticias Breves. Disponível em: <http://api-cultura.com/ucrania-gana-terreno/>. Acesso em: 06 de set. 2021

QIU, L.; ZHANG, M.; TANG, J.; ADHIKARI, B.; CAO, P. Innovative technologies for producing and preserving intermediate moisture foods: A review. **Food research international**, v. 116, p. 90-102, 2019.

QUEJI, M. F. D.; PESSOA, L. S. Influência do tratamento osmótico na produção de tomate desidratado. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 5, n. 1, p. 282-92, 2011.

RAOULT-WACK, A. L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 5, n. 8, p. 255-260, 1994.

REETZ, E. R. *et al.* Anuário brasileiro da fruticultura 2014. **Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz**, 2015.

REZENDE, A. C. R.; PIRES, C. V.; SILVA, L. S.; GONÇALVES, A. C. A.; SILVA, W. A. Desenvolvimento e caracterização de queijo Petit suisse adicionado de biomassa de banana verde com cobertura de calda de maracujá. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e27410615833-e27410615833, 2021.

ROMERO, J. T.; GABAS, A. L.; YAMASHITA, F.; TELIS, V. R. N.; MENEGALLI, F. C. **Secagem de produtos alimentícios**. São José do Rio Preto: UNESP, p. 58, 1997.

SAJID, M.; YAMIN, M.; ASAD, F.; YAQUB, S.; AHMAD, S.; MUBARIK, M. A. M. S.; AHMAD, B.; AHMAD, W.; QAMER, S. Comparative study of physio-chemical analysis of fresh and branded honeys from Pakistan. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 27, n. 1, p. 173-176, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.06.014>.

SILVA, A. L. **Processos combinados osmo-convectivos assistidos por ultrassom para a desidratação da mangaba (*Hancornia speciosa*)**. 2015. 73 p. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Engenharia de Processos. Universidade Tiradentes. Aracajú, 2015.

SILVA, J.S.; BERBERT, P. A. **Colheita, secagem e armazenamento**. Viçosa: Aprenda Fácil, 145p., 1999.

SILVA, L. R.; ALMEIDA, E. I. B.; FERREIRA, L. S.; FIGUEIRINHA, K. T.; FERREIRA, A. G. C.; SOUSA, W. S. Estimativa e causas de perdas pós-colheita de frutas frescas na Microrregião de Chapadinha, MA, Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 12, n. 4, p. 288-299, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v12i4.5223>.

SILVA, R. A; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M. C. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 1, p. 113-120, 2008.

SILVA, J. M. **Secagem combinada de pedaços cúbicos de goiaba em leito fixo de jorro**. 2011. 110f. Tese de Doutorado em Engenharia de Processos. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

SOUSA, A. N. S.; ALMEIDA, E. I. B.; NASCIMENTO, S. S.; MENDES, M. S.; SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, R. W.; NASSU, R. T.; SOUZA NETO, M. A. Influência da concentração e da proporção fruto: xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. **Food Science and Technology**, v. 23, p. 126-130, 2003.

SOUZA, É. I. A. **Perdas pós-colheita em bananas produzidas em Rio Preto da Eva**. 2019. 109 f. Dissertação de Mestrado apresentado ao curso de Agronomia Tropical, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2019.

SPAGNOL, W. A.; SILVEIRA JÚNIOR, V.; PEREIRA, E.; GUIMARÃES FILHO, N. Redução de perdas nas cadeias de frutas e hortaliças pela análise da vida útil dinâmica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.

STURMER, E. S.; CASASOLA, S.; GALL, M. C.; GALL, M. C. A Importância dos Probióticos na Microbiota Intestinal Humana. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, n. 27, p. 264-272, 2012.

TIROUTCHELVAME, D.; MARAN, J. P.; PRAGALYAASHREE, M. M. Response surface analysis and optimization of osmotic dehydration of *Musa acuminata*

slices. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 8, n. 4, p. 1016-1020, 2019.

VASCONCELOS, M. A. S.; MELO FILHO, A. B. **Conservação de alimentos**. Recife. EDUFRPE, 2010.

VASCONCELOS, V. C. S.; LIBERATO, M. C. T. C. Análise físico-químicas de méis de diferentes regiões do estado do Ceará. *In*: LIBERATO, M. C. T. C. **Produção Acadêmica do Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia da Universidade Estadual do Ceará**, v. 1, Belo Horizonte, Poisson, 2021. p. 69-96.

VIDAL, M. F. Mel natural: cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB. **Caderno Setorial ETENE**. v. 6, n. 157, p. 1-10, 2021.

WAILI-AL, N. S. Natural honey lowers plasma glucose, C-reactive protein, homocysteine, and blood lipids in health, diabetic, and hypelipidemic subjects: comparison with dextrose and sucrose. **Journal of Medicinal Food**, v. 7, n. 1, p. 100-107, 2004.

WHITE, J. W. Physical characteristics of honey. *In*: CRANE, E. **Honey a Comprehensive survey**. London: Heinemann, 1975.

CAPÍTULO 2
**MEL DE ABELHAS AFRICANIZADAS COMO AGENTE DE PRÉ-
TRATAMENTO OSMÓTICO NA CONSERVAÇÃO DE VEGETAIS: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

“Purifica teu coração antes de
permitires que o amor entre nele, pois até
o mel mais doce azeda num recipiente
sujo.”

Pitágoras (570-590 A.E.C).

CAPÍTULO 2

MEL DE ABELHAS AFRICANIZADAS COMO AGENTE DE PRÉ- TRATAMENTO OSMÓTICO NA CONSERVAÇÃO DE VEGETAIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

RESUMO

A composição natural dos alimentos torna-os perecíveis, e o homem ao longo do tempo desenvolveu diversas maneiras de conservar alimentos. A desidratação osmótica, sendo um destes métodos de conservação, tem por finalidade a retirada da água presente nos alimentos através de sua membrana semipermeável quando o mesmo está imerso em solução hipertônica. Diversos compostos podem ser utilizados como agente osmótico, dentre estes o mel de abelhas africanizadas por ser um composto saturado de açúcares, o mesmo possui a capacidade higroscópica, capaz de absorver água em determinadas condições. O presente estudo teve por objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura selecionando trabalhos entre os anos de 2011 e 2021 que utilizassem o mel como pré-tratamento osmótico em vegetais. Após formulada a chave de busca e utilizada nas bases digitais, aplicaram-se os critérios de inclusão e exclusão, questões principais e secundárias de pesquisas, em cada uma das etapas dos filtros, selecionando de 436 respostas, 11 artigos, e à estes aplicaram-se critérios de rigor e de qualidade para avaliar os trabalhos resultantes. A desidratação osmótica utilizada como metodologia de conservação de frutos tem diversas variáveis a serem estudadas, tais como concentração, temperatura, agitação do sistema, composição do agente, bem como o tipo de fruto e as características intrínsecas de maturidade e apresentação (inteiro, fatiados, em cubos). As análises que comprovem a atuação do agente osmótico dependem dos objetivos que cada estudo quis atingir, como a perda de água, ganho de sólidos, retenção ou impregnação de compostos bioativos. Percebem-se as limitações desta pesquisa quando esta é feita com um único pesquisador, mesmo sendo amplamente utilizada, podendo-se excluir trabalhos que venham a ser relevantes durante o processo de extração de dados. Conclui-se que esta tecnologia antiga se encontra em constante modificação e estudos, principalmente quando se trata do uso de outros agentes osmóticos, em especial o mel.

Palavras-chaves. *Apis mellifera*. Desidratação. Higroscopicidade.

ABSTRACT

The natural composition of foods makes them perishable, and overtime man developed several ways to preserve food. Osmotic dehydration, as one of these conservation methods, aims to remove the water present in food through its semi-permeable membrane when it is immersed in a hypertonic solution. Several compounds can be used as an osmotic agent, including honey from Africanized bees. As a compound saturated with sugars, honey has a hygroscopic capacity, capable of absorbing water under certain conditions. The present study aimed to carry out a systematic review of the literature, selecting works between the years 2011 and 2021 that used honey as an osmotic pre-treatment in vegetables. After formulating a search key and used in the digital databases, inclusion and exclusion criteria, main and secondary research questions were applied in each of the filter steps, selecting from 436 responses, 11 articles, and to these criteria were applied rigor and quality to evaluate the resulting work. Osmotic dehydration used as a fruit conservation methodology has several variables to be studied, such as concentration, temperature, system agitation, agent composition, as well as the type of fruit and the intrinsic characteristics of maturity and presentation (whole, sliced, in cubes). The analyzes that prove the performance of the osmotic agent depend on the objectives that each study wanted to achieve, such as water loss, solids gain, retention, or impregnation of bioactive compounds. The limitations of this research are perceived when it is carried out with a single researcher, even though it is widely used, and it is possible to exclude works that may be relevant during the data extraction process. It is concluded that this old technology is in constant modification and study, especially when it comes to the use of other osmotic agents, especially honey.

Keywords. *Apis mellifera*. Dehydration. Hygroscopicity.

1 INTRODUÇÃO

Os métodos de conservação de alimentos têm por objetivo aumentar a vida de prateleira, sem prejuízo às características sensoriais, tornando-os menos susceptíveis às transformações indesejadas, sejam elas físicas, químicas, enzimáticas e/ ou microbiológicas (VASCONCELOS; MELO FILHO, 2010). Ao longo dos anos o ser humano desenvolveu diversos procedimentos para a conservação de alimentos, dentre

elas o uso do calor, do frio, da salga e da defumação, aditivos, fermentação, concentração e desidratação.

Pode ter sido o mel, segundo registros antigos, primeiro alimento utilizado como adoçante, e para além de sua aceitação sensorial de sabor e aroma, possui comprovadas propriedades funcionais. Sua composição geral possui açúcares (75%), água (20%) e outros componentes (5%), dentre estes: proteínas, minerais, ácidos orgânicos, flavonóis, compostos fenólicos, enzimas (catalase, peroxidase, e a glicose-oxidase). Possui propriedades físicas de cristalização, fermentação e higroscopicidade, sendo este último a capacidade que possui em absorver umidade em determinadas condições, estando relacionado à sua concentração de açúcares, em específico à frutose (SIME *et al.*, 2015; GONÇALVES, 2019, AJIBOLA; CHAMUNORWA; ERLWANGER, 2012; HANEL *et al.*, 2020; CRANE, 1982; ROCHA FILHO *et al.*, 2021).

1.1 Objetivos e contribuições desta revisão

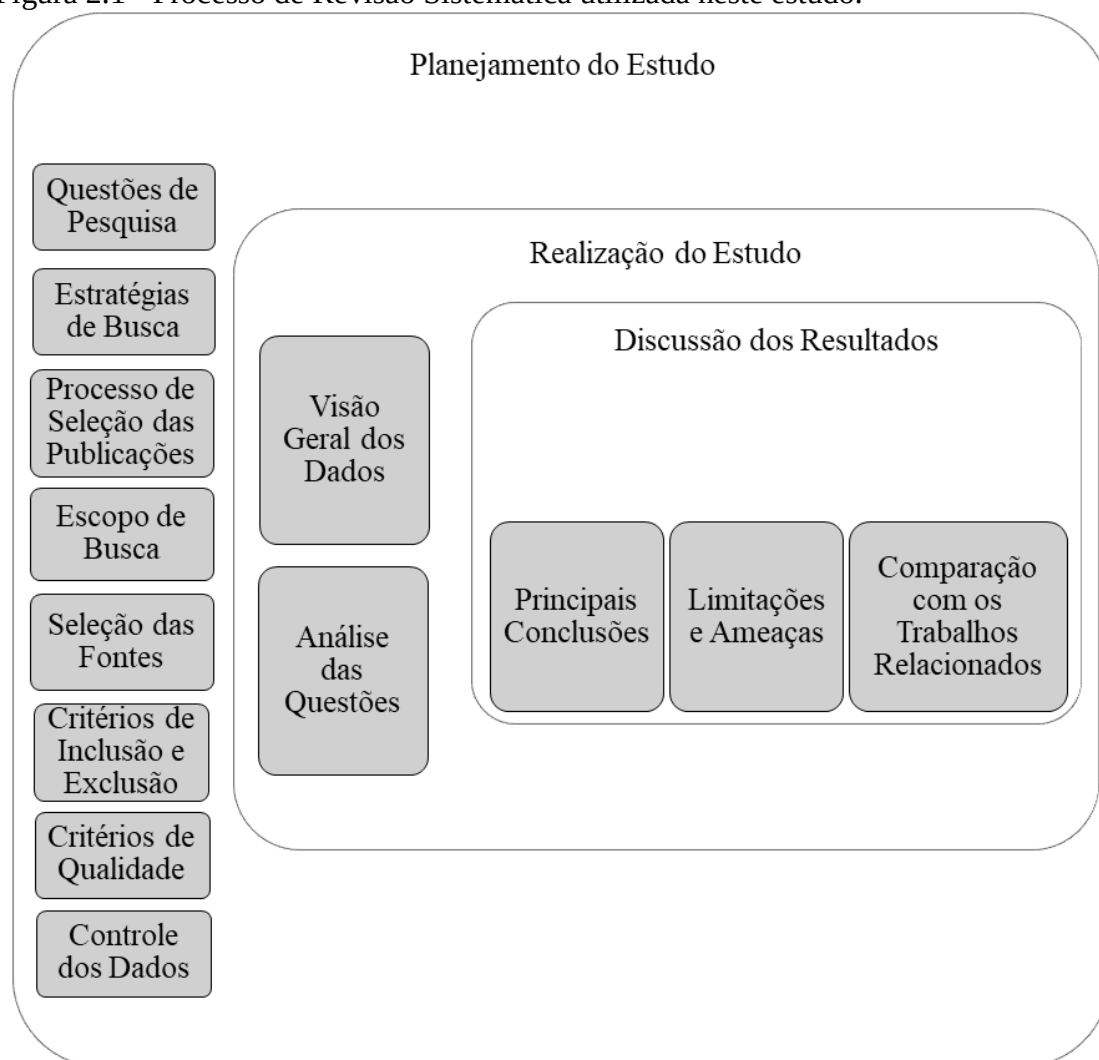
Agrupar e revisar estudos similares sobre conservação por desidratação osmótica com utilização do mel como agente de pré-tratamento em frutos, observando-se as singularidades do processo, do produto e das análises realizadas, tendo em vista oferecer aos leitores subsídios sobre a temática proposta. Portanto, este trabalho objetivou: (1) avaliar pesquisas de conservação por desidratação osmótica; (2) identificar e analisar os processos utilizados e combinados; (3) avaliar a utilização do mel como agente de desidratação osmótica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Segundo Kitchenham e Chartes (2007), revisões sistemáticas podem ser poderosas ferramentas de fundamentação em novas atividades de pesquisas, os autores esboçam um processo com um conjunto de etapas, desde a identificação das questões da pesquisa, até análise dos dados dos trabalhos selecionados. Essas revisões sistemáticas são um meio de identificar, avaliar e interpretar pesquisas para uma determinada temática de forma justa e imparcial (KITCHENHAM; DYBA; JORGENSEN, 2004; KITCHENHAM; CHARTES, 2007).

As revisões informais diferem das sistemáticas, podendo ser estas auditadas e repetidas. Por possuir esse método rigoroso, podem apresentar resultados mais confiáveis, comparado às informais (KITCHENHAM; DYBA; JORGENSEN, 2004). Este estudo está dividido em três fases, com etapas correspondentes às sessões do presente capítulo, demonstrada na Figura 2.1.

Figura 2.1 - Processo de Revisão Sistemática utilizada neste estudo.



Fonte: Adaptado de Silva (2016).

2.1 Planejamento do estudo

Para cada objetivo, foram identificadas questões de pesquisas associadas, sendo definidas três questões principais de pesquisa (QP) com propósitos específicos e três questões secundárias (QS), para direcionar possibilidades de futuros estudos.

A primeira questão principal (QP1) foi: Qual o agente de desidratação osmótica utilizado? Com o propósito de identificar e conhecer os agentes utilizados nos processos de desidratação osmótica, com o uso principal do mel, podendo ser este combinado ou não com outros agentes. A segunda questão principal (QP2) foi: Qual o fruto desidratado na pesquisa? Para saber, principalmente, as estruturas dos frutos utilizados, seu estágio de maturação, a sua fisiologia e o formato que o mesmo foi submetido à desidratação (inteiro ou fracionado), e outras condições. Por fim, a terceira questão (QP3) foi: Quais os métodos combinados utilizados na desidratação? Para observar as metodologias utilizadas e os processos combinados como uso de estufas, antes ou depois da utilização da desidratação osmótica, ou outro tipo de secagem, uso de aditivos, substâncias ou componentes auxiliares ao agente de desidratação osmótica no processo.

As questões secundárias definidas foram: Onde a pesquisa foi desenvolvida? Em quais condições elas foram realizadas? Quais as análises realizadas para comprovar eficiência do processo e os trabalhos de pesquisas relacionados? Para a primeira questão secundária (QS1), “Onde a pesquisa foi desenvolvida?” Foi importante para relacionar às condições climáticas, de acessibilidade e desenvolvimento do país onde o trabalho foi desenvolvido, com vista à reprodução adaptada dos processos, conhecendo os fatores envolvidos a serem adequados e modificados. Na segunda questão secundária (QS2), “Em quais condições elas foram realizadas?”. Teve como objetivo entender as condições e os fatores envolvidos, mensuráveis ou não, controláveis ou não, para entender e comparar os diferentes resultados encontrados. E a última questão secundária (QS3) foi: Quais as análises realizadas para comprovar eficiência do processo e os trabalhos de pesquisas relacionados? Ao final de cada estudo e pesquisa relacionado com a desidratação osmótica, surge-se um produto novo modificado, onde o mesmo deve ser submetido à análises de qualidade microbiológicas, físico-químicas, sensoriais, e consequentemente o estudo de viabilidade do processo para indústria em larga escala e, a partir desses resultados, compreender a eficiência ou necessidades de modificações dos processos de desidratação.

Além destas perguntas que foram posteriormente utilizadas para avaliação rigorosa dos artigos conforme Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Grau de rigor na seleção e classificação de trabalhos com o tema em estudo.

Grau de Rigor	Classificação	Descrição
0	Sem evidências	Não apresenta evidências de validação ou avaliação.
1	Demonstração ou exemplos	Os autores descrevem uma aplicação e fornecem um exemplo para ajudar na descrição.
2	Observações especialistas	São fornecidas algumas avaliações textuais, qualitativas ou opiniões. Por exemplo, compara e contrasta as vantagens e desvantagens.
3	Experimento em laboratório	O resultado é obtido a partir de simulações com dados artificiais utilizados em exemplos reais. As evidências são coletadas informalmente ou formalmente.
4	Investigação empírica	Investiga o comportamento da abordagem proposta dentro de um contexto real.
5	Análise rigorosa	Utilização de uma metodologia mais formal para avaliar e validar o estudo. Por exemplo, definindo questões e variáveis para serem analisadas durante a aplicação da abordagem.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Definida as questões de pesquisas, foram elaborados critérios para assegurar o escopo e viabilidade do estudo. Para que estudos relevantes possam estar inclusos nos resultados da pesquisa é necessário e importante assegurar uma boa estratégia de busca. Pensando nisso, foi proposto utilizar combinações variadas de termos derivados relacionados com o assunto do trabalho.

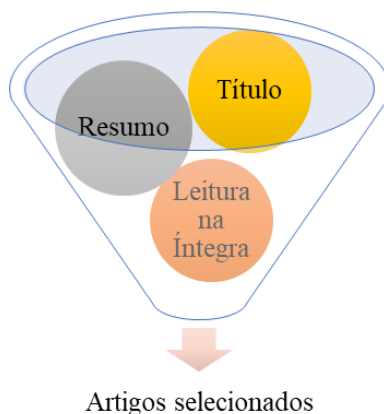
Para tanto foi utilizada expressões de busca, aparecendo um grande número de estudos. Afim de diminuir esse número, foi adotado a seguinte estratégia para definir a busca:

- Utilização dos principais termos e seus derivados a partir das questões de pesquisa.
- Tradução destes termos para o idioma inglês, e utilização de nomes científicos no que foi possível.
- Identificação e utilização de sinônimos com variantes de número e gênero.
- Utilização do operador lógico “AND” para ligar os parâmetros e do operador lógico “OR” para relacionar os sinônimos.
- Verificação destes termos nos títulos, resumos e palavras-chaves dos trabalhos.

Com base nas questões de pesquisas foram testadas e selecionadas expressões de busca para executar nas bibliotecas digitais. Definiu-se, portanto, a chave “osmotic dehydration and honey”.

O processo de seleção das publicações foi dividido em etapas descritas na Figura 2.2. Na primeira etapa a seleção das bibliotecas digitais selecionadas, a expressão de busca executada em cada uma das bases e os trabalhos apresentados, conforme a busca, foram compilados, separadamente com trabalhos identificados em buscas manuais, formando um conjunto de publicações encontradas.

Figura 2.2 - Filtro 1, 2 e 3 utilizados em diversas bases para seleção dos artigos relacionados com o estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na segunda fase são descartados artigos duplicados e aqueles que não corresponderam a publicações científicas, com base na referência completa de cada trabalho. Além do título, que consistiu no primeiro filtro, os abstracts foram lidos e analisados conforme os critérios de inclusão e exclusão, formando uma lista de publicações candidatas.

Na terceira e última etapa foi realizado o download dos trabalhos que passaram pelos dois primeiros filtros para serem lidos em sua totalidade e analisados novamente, utilizando-se os critérios de inclusão e exclusão. Por último, as questões de pesquisas e secundárias foram aplicadas em cada um dos trabalhos selecionados. As publicações foram consolidadas e as respostas das questões registradas.

O escopo da busca foi definido em três níveis: período de tempo, idioma e origem. Para o tempo de publicação dos trabalhos selecionou-se entre os anos de 2011 e 2021. Com relação ao idioma, as chaves de buscas foram traduzidas para o inglês, visto ser considerado padrão de grandes periódicos e conferências internacionais, e foi realizada a pesquisa nas bases digitais tanto em português como em inglês, obtendo ainda resultados em espanhol e russo, considerando também desta forma os resultados que aparecessem em português. No que tange à origem dos trabalhos, a busca foi realizada em bibliotecas digitais por meio dos seus mecanismos de busca. As bases utilizadas foram selecionadas pois atendiam aos seguintes critérios: possuir mecanismos de busca que permitissem o uso de expressões lógicas; permitir busca em campos específicos das publicações: título, resumo e palavras-chave; pertencer a uma das editoras listadas no Portal de Periódicos da CAPES; e incluir em sua base publicações na área de agrárias, ciência e tecnologia de alimentos. Além das buscas nestas bases, foram consideradas também outras revisões sistemáticas, como descrito anteriormente, e adicionalmente teses e dissertações. Selecionando-se ao final a SciELO, Science Direct, Periódicos CAPES, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT).

Para garantir que fossem analisados apenas trabalhos científicos que cumprissem com os objetivos desta revisão foram considerados alguns critérios de inclusão e exclusão das publicações. Consequentemente foram analisadas publicações que cumprissem o seguinte critério de inclusão: “Estudos que abordassem a desidratação osmótica de vegetais com utilização de mel como agente de pré-tratamento osmótico e uso de quaisquer outros métodos combinados de secagem”.

Os estudos foram analisados para determinar a relevância das publicações de acordo com os critérios pré-definidos, na aplicação do primeiro filtro de seleção, foram avaliados o título, palavras-chaves e abstract de cada publicação para verificar a aplicação do critério de inclusão e exclusão, e as que não se adequavam foram removidas do conjunto de publicações candidatas.

Quadro 2.2 – Critérios de exclusão de publicações.

Critérios	Descrição
CE1	Estudos que não abordem conservação de alimentos ou desidratação osmótica.
CE2	Publicações que não utilizassem mel ou seus componentes como agentes osmótico.
CE3	Tutoriais, cursos, notas e <i>workshops</i> .
CE4	Publicações indisponíveis em inglês ou português.
CE5	Trabalhos que não são publicações científicas.
CE6	Indisponível para <i>download</i> sem custos.
CE7	Publicações duplicadas, mesmo com referências diferentes.

CE1 – Critério de exclusão 1; CE2 – Critério de exclusão 2; CE3 – Critério de exclusão 3; CE4 – Critério de exclusão 4; CE5 – Critério de exclusão 5; CE6 – Critério de exclusão 6; CE7 – Critério de exclusão 7.
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os trabalhos selecionados passaram por uma avaliação utilizando um conjunto de critérios de qualidades durante a leitura completa das publicações. Estes critérios se encontram listados no Quadro 2.3 abaixo.

Quadro 2.3 – Critérios de qualidade usados para avaliação das publicações.

ID	Critérios	Descrição
CQ1	Objetivos do Estudo	Os objetivos do estudo estão claramente definidos e justificados?
CQ2	Contexto de Pesquisa	Existe uma descrição adequada do contexto em que a pesquisa foi realizada (por exemplo, detalhes sobre o agente de desidratação osmótica, as características do fruto desidratado, as condições ambientes

		controláveis e não controláveis ao qual foi submetido o experimento)?
CQ3	Projeto de Pesquisa	O projeto de pesquisa foi justificado e descrito, isto é, há informações sobre amostra, condução e coleta dos dados?
CQ4	Análise de Dados	A análise dos dados foi rigorosa? Por exemplo, se o estudo fornece descrição e justificativa das abordagens de análise dos dados (qualitativos ou quantitativos), se foram utilizados dados suficientes para apoiar as conclusões e se foram usados métodos de controle para verificar os resultados.
CQ5	Conclusões	As conclusões são claras e foram apresentados dados suficientes para apoiá-las?
CQ6	Críticas	Os autores examinaram criticamente seu próprio trabalho, potenciais desvios e influências?
CQ7	Limitações	A credibilidade e as limitações do trabalho foram discutidas de forma explícita? As descrições do trabalho são o suficiente para reproduzi-las?

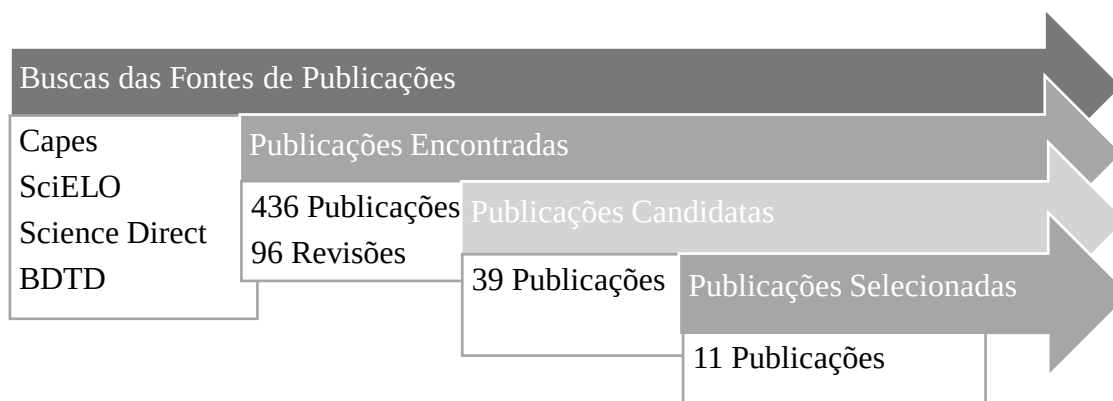
CQ1 – Critério de qualidade 1; CQ2 – Critério de qualidade 2; CQ3 – Critério de qualidade 3; CQ4 – Critério de qualidade 4; CQ5 – Critério de qualidade 5; CQ6 – Critério de qualidade 6; CQ7 – Critério de qualidade 7.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Não havendo estudos similares para selecionar critérios de qualidade, foi definido para este estudo uma escala de 3 (três) pontos para responder cada uma das questões: “Não”, “De certa forma” ou “Sim”. A resposta intermediária foi utilizada no intuito de abranger mais os estudos e assuntos. Para cada resposta da escala foi atribuído um valor numérico: 0 = Não; 0,5 = De certa forma; 1 = Sim. Ao final, com as notas atribuídas a cada estudo foram somados os valores das respostas de cada critério avaliado.

Na coleta de dados foram encontradas em sua totalidade 436 publicações, sendo destes 96 trabalhos de revisão. Após todos os filtros e aplicação dos critérios de exclusão e inclusão, foram selecionados 11 trabalhos para a presente revisão sistemática, conforme descrito na Figura 2.3.

Figura 2.3 - Quantidade de publicações em cada etapa do processo de seleção.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A leitura das publicações selecionadas teve por objetivo extrair os dados necessários para responder as questões de pesquisa. O formulário dos dados do estudo descritos no Quadro 2.4 foi composto por 18 campos. Esses campos tem por objetivo tanto a documentação dos trabalhos, como atender às questões de pesquisa e avaliar a qualidade dos estudos selecionados.

Quadro 2.4 – Formulário de consolidação dos dados durante a análise das publicações.

Objetivo	Campo	Objetivo	Campos
Dados Gerais	Título	QS2	Condições de realização da pesquisa.
	Autor(es)	QS3	Análises realizadas para confirmar a eficiência da pesquisa.
	Ano da Publicação	CQ1	Objetivos do Estudo
	Referências	CQ2	Contexto de Pesquisa
	Resumo dos Trabalhos	CQ3	Projeto de Pesquisa
QP1	Agente de desidratação osmótica utilizado.	CQ4	Análise de Dados
QP2	Fruto desidratado na pesquisa.	CQ5	Conclusões

QP3	Métodos combinados utilizados.	CQ6	Críticas
QS1	Local de desenvolvimento da pesquisa.	CQ7	Limitações

QP1 – Questão principal 1; QP2 – Questão principal 2; QP3 – Questão principal 3; QS1 – Questão secundária 1; QS2 – Questão secundária 2; QS3 – questão secundária 3; CQ1 a CQ7 – Critérios de Qualidade 1 a 7.

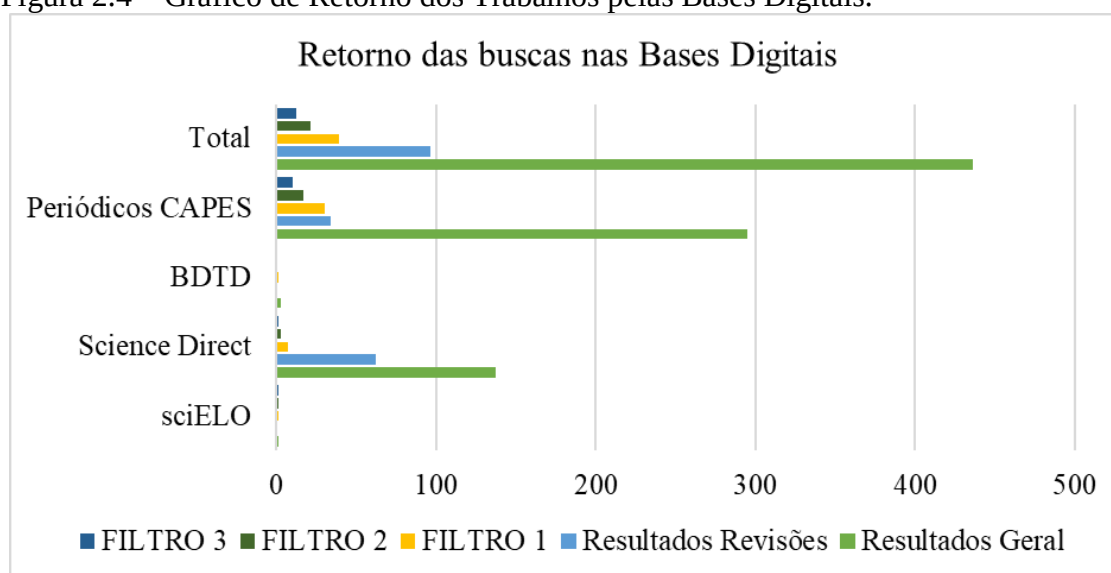
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Visão geral dos dados

Inicialmente será apresentado uma visão geral dos estudos que foram retornando pelas buscas a partir das chaves de busca e das publicações selecionadas (Figura 2.4 e Quadro 2.5). Após isso, uma análise das questões de pesquisa e das repostas extraídas dos trabalhos.

Figura 2.4 – Gráfico de Retorno dos Trabalhos pelas Bases Digitais.



BDTD – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Quadro 2.5 – Trabalhos Selecionados.

ID	PAÍS/ANO	AUTORES	TÍTULO	ORIGEM
----	----------	---------	--------	--------

A1	Índia/ 2011	O.P. CHAUHAN; A. SINGH; A. SINGH; P.S. RAJU; A.S. BAWA.	Effects of Osmotic Agents on Colour, Textural, Structural, Thermal, and Sensory Properties of Apple Slices	CAPES
A2	Irlanda/ 2011	C. RÖßLE; N. BRUNTON; T. R. GORMLEY; F. BUTLER.	Quality and antioxidant capacity of fresh-cut apple wedges enriched with honey by vacuum impregnation	CAPES
A3	Canadá/ 2012	J. K. JACOB; G. PALIYATH.	Infusion of fruits with nutraceuticals and health regulatory components for enhanced functionality	Science Direct
A4	Índia/ 2012	R. GUPTA; B. SINGH E; U. S. SHIVHARE	Optimization of Osmo-convective Dehydration Process for the Development of Honey-ginger Candy Using Response Surface Methodology	CAPES
A5	Tailândia/ 2018	JARIYAWARANUGOON, U.	Evaluation of pretreatment on osmo-dried coconut properties and its impact on quinoa dessert.	CAPES
A6	Índia/ 2019	K. SETHI; M. KAUR	Effect of Osmotic Dehydration on Physicochemical Properties of Pineapple using Honey, Sucrose and Honey-Sucrose Solutions	CAPES
A7	Nigéria/2019	O. I. OBAJEMIHI; J. O. OLAOYE; M. S. SANUSI; T. D. AKPENPUUN; K. M. SALAWU; A. A. ASIPA; D. O. DIKKO.	Response surface methodology assessment of osmotic pre-drying and convective dehydration processes on the anti-oxidant property of Hausa variety of tomato	CAPES
A8	Equador/ 2020	D. ACEA-DEL SOL; C. A. L. SANCHEZ-IZNAGA.	Combined dehydration of the pineapple for conservation.	sciELO
A9	Índia/ 2020	S. KHUBBER; K. CHATURVEDI; S. M. T. GHARIBZAHEDI; R. M.	Non-conventional osmotic solutes (honey and glycerol) improve mass transfer and	CAPES

		S. CRUZ; J. M. LORENZO; R. GEHLO; F. J. BARBA	extend shelf life of hot-air dried red carrots: Kinetics, quality, bioactivity, microstructure, and storage stability.	
A10	Rússia/ 2020	D. I. BARBASHIN.	Содержание сахаров, кислотность и АОА в обезвоженных ягодах черной смородины/ Conteúdo de açúcar, acidez e АОА em bagas de groselha preta desidratadas.	CAPES
A11	Índia/ 2021	E. ELANGOVAN; S. K. NATARAJAN.	Effects of pretreatments on quality attributes, moisture diffusivity, and activation energy of solar dried ivy gourd	CAPES

A1 – Artigo 1; A2 – Artigo 2; A3 – Artigo 3; A4 – Artigo 4; A5 – Artigo 5; A6 – Artigo 6; A7 – Artigo 7; A8 – Artigo 8; A9 – Artigo 9; A10 – Artigo 10; A11 – Artigo 11.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Após a devida identificação dos trabalhos selecionados, o quadro 2.6 apresenta de acordo com a identificação de cada trabalho (ID) as respostas das questões de pesquisa. As células marcadas com “X”, significa que houve resposta para a respectiva pergunta, e nas células QS2 e QS3 estão identificados o grau de rigor utilizado na avaliação dos trabalhos. A tabela 2.1 identifica a pontuação de Qualidade final de cada artigo selecionado e a pontuação entre 0,5 e 1 dos critérios identificados no quadro 2.3.

Quadro 2.6 – Aplicação das Questões de Pesquisas

ID	QP1	QP2	QP3	QS1	QS2	QS3
A1	Glicose, frutose, sacarose, maltose, sorbitol e mel.	Fatias de maçã.	Branqueamento anterior à imersão.	X	5	5
A2	Mel muito escuro (proveniente do México) e Mel escuro (proveniente da Argentina), diluído até 50 °Brix.	Fatias de maçãs minimamente processadas.	Embalagem de atmosfera modificada e armazenamento entre 2-4 °C.	X	2	3
A3	Xarope de Sacarose (25%), frutooligossacarídeo e lectina de soja (1%), polifenóis do vinho (1%), vitamina C (0,25%). Concentração final entre 70 e 75 °Brix.	Cerejas frescas refrigeradas (5 °C), mangas frescas maduras, mirtilos frescos congelados (-20 °C/ 18h).	Secagem a 45° por 6 a 7 horas.	X	5	5

A4	Mel puro.	Gengibre em cubos.	Branqueamento (4, 6, 8, 10 e 12 minutos). Secagem convectiva de 40, 50, 60, 70 e 80 °C com 75 rpm de agitação. Secagem em estufa a 103 ± 1 °C.	X	2	2
A5	Solução de mel (20%), <i>Roselle</i> cálice (Flor de hibisco) (2%), Flor de ervilha borboleta (2%). Imersão de 10 minutos. Sacarose a 65° Brix, imersão por 3h.	Fatias de coco.	Branqueadas a vapor a 100° C.	X	5	5
A6	Solução 1 – Solução controle em temperatura ambiente (30 °C); solução 2 – Solução controle a 50 °C; solução 3 – mel em temperatura ambiente; solução 4 – mel a 50 °C; solução 5 – sacarose em temperatura ambiente; solução 6 – sacarose a 50 °C; solução 7 – sacarose + mel em temperatura ambiente; solução 8 – sacarose + mel a 50 °C.	Abacaxis em cubos.	Secagem a 60 °C, 8h para tratamento controle e 5h para pré-tratamento osmótico.	X	3	3
A7	Açúcar e mel. Concentrações – 20, 30, 40, 50, 60 °Brix. Tempos de imersão – 10, 20, 30, 40 e 50 minutos. Temperatura – 10, 20, 30, 40 e 50 °C.	Tomates fatiados variedade Hausa.	Secagem por convecção a 65 °C por 10 horas.	X	2	2
A8	Mel de abelha, mel de cana de açúcar (A, B, C), mel de cana de açúcar rebaixado (A, B, C), xarope de sacarose (açúcar branco direto), xarope de sacarose (açúcar bruto).	Fatias de Abacaxis.	Branqueamento anterior a imersão em solução osmótica, e secagem natural (solar) posterior.	X	2	2
A9	Solução de Sacarose; sacarose + mel; sacarose + mel + glicerol.	Cenouras descascadas e cortadas em tiras.	Branqueamento (90 °C/ 2min), adicionado de 2g/100 g de metabissulfito de potássio (MBK), e 1 g/100 g de cloreto de cálcio (CaCl_2).	X	4	5
A10	Solução de sacarose (60%) + água; mel puro (100%), solução de mel (60%) + água; sem tratamento. Imersões realizadas por 2 horas.	Bagas pretas de groselha descongeladas.	Secagem em estufa.	X	3	4
A11	Ácido ascórbico (Vitamina C); suco de limão; solução de açúcar; mel. Imersos por 10 minutos.	Cabaças de hera.	Secagem em secador solar por convecção forçada e secagem natural.	X	5	5

ID – Identificação. A1 – Artigo 1; A2 – Artigo 2; A3 – Artigo 3; A4 – Artigo 4; A5 – Artigo 5; A6 – Artigo 6; A7 – Artigo 7; A8 – Artigo 8; A9 – Artigo 9; A10 – Artigo 10; A11 – Artigo 11. QP1 – Questão principal 1; QP2 – Questão principal 2; QP3 – Questão principal 3; QS1 – Questão secundária 1; QS2 – Questão secundária 2; QS3 – questão secundária 3; S – Sim; N – Não; X – Não especificado.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Tabela 2.1 – Avaliação da dos Critérios de Qualidade.

	CQ1	CQ2	CQ3	CQ4	CQ5	CQ6	CQ7	QF
ID	Objetivos do Estudo	Contexto de Pesquisa	Projeto de Pesquisa	Análise de Dados	Conclusões	Críticas	Limitações	
A1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	6,0
A2	1	1	1	1	1	1	1	7,0
A3	0,5	0,5	1	1	1	1	1	6,0
A4	1	1	1	1	1	1	1	7,0
A5	1	1	1	1	1	1	0,5	6,5
A6	1	1	0,5	1	1	0,5	0,5	5,5
A7	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	4,0
A8	1	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	5,0
A9	1	1	1	1	1	1	0,5	6,5
A10	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	3,0
A11	1	1	1	1	1	0,5	0,5	6,0

A1 – Artigo 1; A2 – Artigo 2; A3 – Artigo 3; A4 – Artigo 4; A5 – Artigo 5; A6 – Artigo 6; A7 – Artigo 7; A8 – Artigo 8; A9 – Artigo 9; A10 – Artigo 10; A11 – Artigo 11. CQ1 – Critério de qualidade 1; CQ2 – Critério de qualidade 2; CQ3 – Critério de qualidade 3; CQ4 – Critério de qualidade 4; CQ5 – Critério de qualidade 5; CQ6 – Critério de qualidade 6; CQ7 – Critério de qualidade 7. QF. – Qualidade Final.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3.2 Análises dos trabalhos

O estudo de Chauhan *et al.* (2011), identificado como A1, utilizou vários agentes osmóticos, e dentre estes o mel, os autores realizaram investigação do efeito destes agentes osmóticos em fatias de maçãs quanto aos parâmetros cor, textura, propriedades estruturais e térmicas, ganho de sólidos, perda de água, transição vítrea, e atributos sensoriais de aparência, cor, sabor, textura, aroma e aceitabilidade. As maçãs foram lavadas com água contendo metabissulfito de potássio (MBK) e cloreto de cálcio (CaCl_2) na proporção de 1 g/Kg ambos. As maçãs foram branqueadas a 95 °C por 2 minutos e posteriormente imersas nas respectivas soluções de cada tratamento a 40 °C e 65 °Brix (Agentes: glicose, frutose, sacarose, maltose, sorbitol e mel) por duas horas. Não houve tratamento de secagem posterior. Os xaropes de frutose e maltose se mostraram mais

efetivos quanto ao ganho de sólidos solúveis e perda de água, em comparação com os demais utilizados na pesquisa. Entretanto para os parâmetros de cor, textura, estrutura celular e atributos sensoriais, as fatias de maçãs imersas em solução de sacarose obtiveram melhores resultados.

A pesquisa de Rößle *et al.* (2011), identificada como A2, também utilizou fatias de maçãs, usando como agente osmótico mel muito escuro e mel escuro, ambos puros, provenientes do México e Argentina, respectivamente. Os pesquisadores usaram o mel com impregnação a vácuo com objetivos de avaliar a impregnação de compostos antioxidantes característicos em méis escuros, no fruto imerso (fatias de maçãs), ao longo de 7 dias de armazenamento mantidos sob refrigeração entre 2-4 °C. As maçãs, após fatiadas e lavadas foram imersas em solução com 6% de concentração de inibidor de escurecimento Natureseal® AS1 (AgriCoat Ltd, Great Shefford, UK) na proporção de 3:1. As fatias também foram imersas nos respectivos méis dos tratamentos osmóticos na mesma proporção (3:1) com solução a 50 °Brix. A câmara de vácuo (Inject Star Inc., Mountain view, AR, USA) utilizada manteve as fatias sob pressão de 525 mmHg por 10 minutos. Após isso, foram drenadas e embaladas em bandejas transparentes (15 cm · 10.5 cm · 3 cm; Versatile Packaging, Silverstream, Ireland), seladas a quente com filme semipermeável (transmissão de O₂ de <2 ml/24 h/23 °C; transmissão de vapor de água de <6 g/24 h/38 °C) usando máquina de embalagem de atmosfera modificada (Ilpra Foodpack Basic V/G, Ilpra, Vigenovo, Italy), a 2-4 °C por 7 dias, sendo todas realizadas em três repetições. As análises foram realizadas no dia zero (controle), e nos dias 1 e 7. Houve diferença significativa entre as amostras pré-tratadas com inibidores de escurecimento e sem, apontando para a necessidade do uso deste nos processos osmóticos. Sensorialmente as amostras controle foram as preferidas. Os resultados de compostos fenólicos totais (TPC) e a atividade antioxidante das amostras imersas em mel foram inferiores às amostras minimamente processadas, podendo ter sido causa de morte celular induzida pela desidratação osmótica. Sugeriu-se ainda neste trabalho o uso futuro de revestimentos (como alginato de sódio) para diminuir o efeito de translucidez causado pelo processo de impregnação osmótica a vácuo.

Como compilados no quadro anterior, somente os autores Jacob e Paliyath (2012), identificado como A3, não utilizaram o mel como agente osmótico. Entretanto, sua pesquisa conteve um importante elemento que também se encontra no mel, o frutooligossacarídeo (FOS). Este trabalho enriqueceu o xarope utilizado como agente

osmótico com compostos de interesses como o FOS (NutraFlora®), Lecitina, polifenóis provenientes do vinho (Provinols®) e vitamina C, entre outros compostos que fizeram parte das formulações das soluções hipertônicas com concentração final entre 70 e 75° Brix. Os frutos utilizados foram cereja frescas, maduras e sem caroços, mangas maduras e sem caroços, e mirtilo descongelados. As soluções osmóticas tiveram três ciclos de utilização, todos na proporção de 1:1, a temperatura ambiente, ao abrigo da luz, com vácuo de 35-40 mmHg por 2 horas, e continuou-se a infusão por 24 h em cada um dos ciclos. Posteriormente os frutos passaram por processo de secagem em forno de convecção mecânica de precisão (modelo STM 135) a 45 °C por 6 a 7 horas, seguido ao processo foram embaladas e armazenadas sob refrigeração a 4 °C. As análises apresentaram-se benéficas no enriquecimento destas frutas quanto ao FOS e aos componentes da Lectina, entretanto o uso de polifenóis não impediu a lixiviação dos já presentes naturalmente nas frutas.

Os autores Gupta, Singh e Shivhare (2012), identificado como A4, realizaram estudos de otimização do processo de desidratação osmótica avaliando as variáveis independentes de branqueamento, temperatura da solução osmótica, tempo de imersão e temperatura de secagem por convecção. Utilizaram mel (17,9% de umidade, 80 °Brix) para desidratar gengibre na proporção de 4:1 (solução: fruto), e avaliaram pela metodologia de superfície de respostas os parâmetros de ganho de sólidos (g/100 g), perda de água (g/100 g) e aceitabilidade geral do doce de mel e gengibre produzido posteriormente à desidratação. Os gengibres cortados em cubos (0,5 cm X 0,5 cm X 0,5 cm) branqueados em água fervente por 4, 6, 8, 10 e 12 minutos, foram imersos em mel nas temperaturas de 20, 30, 40, 50 e 60 °C, em agitação constante de 75 rpm, pelo tempo de 60, 90, 120, 150 e 180 minutos, secos posteriormente por convecção a temperaturas de 40, 50, 60, 70 e 80 °C, com fluxo de 1,6 m/s até teor de umidade em base úmida de 3 a 5%. Os gengibres osmodesidratados foram utilizados para elaboração de bala com xarope a 70 °Brix, cristalizando na superfície da bala e sendo embalados, mantidos a temperatura ambiente e avaliados sensorialmente. Observou-se, entre as diversas variáveis estudadas, que as temperaturas mais elevadas da solução osmótica e os maiores tempos de imersão interferiram significativamente nos resultados. Tempos menores de imersão obtiveram ganho mínimo de sólidos e menor preferência sensorial da bala de gengibre. Os tempos de branqueamento acima de 4 minutos interferiram significativamente nos resultados, bem como a interferência da agitação constante

durante o processo que trouxeram melhores resultados. Temperaturas altas de secagem caramelizaram os açúcares, interferindo nos resultados sensoriais, obtendo menor aceitabilidade geral.

Quanto o autor Jariyawaranugoon (2018), identificado como A5 utilizou, além do controle, três formulações de solução hipertônica (mel a 20%, *Roselle calyces* a 2% e *Clitoria ternatea* a 2%) para desidratar fatias de coco com proporção de 4:1 (agente: fruto), posterior ao processo de imersão na solução que durou 10 minutos. Além das três soluções, foram utilizadas fatias de coco não branqueadas e branqueadas em vapor a 100 °C por 3 minutos. Após o pré-tratamento osmótico, foram imersas em solução osmótica de sacarose por 3h a 65 °Brix na mesma proporção (4:1) e posteriormente desidratadas a 70 °C por 3h, resfriadas, embaladas em sacos de polipropileno e armazenadas a temperatura ambiente (30 ± 2 °C). Com as fatias de coco desidratadas e caracterizadas foram elaboradas sobremesa mista com quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) e realizada análise sensorial. Entre os agentes deste estudo, o mel se mostrou o mais eficaz para estender a vida de prateleira do produto, enquanto que as fatias pré-tratadas com *Clitoria ternatea* (flor azul conhecida por ervilha-borboleta) melhoraram cor, sabor e textura, influenciando, conseqüentemente, na sobremesa mista elaborada caracterizada como a mais preferida na análise sensorial, bem como apresentou-se mais colorida em comparação com a formulação da sobremesa com 100% de quinoa (controle).

O trabalho das autoras Sethi e Kaur (2019), A6, utilizaram em sua pesquisa solução de sacarose (65 °Brix), mel (80 °Brix) e mel com sacarose (72 °Brix) para desidratar cubos de abacaxi por 210 minutos em temperatura ambiente (30 °C) e temperatura de 50 °C tendo como controle o mesmo produto com imersão em água em ambas temperaturas pelo mesmo período de tempo. Padronizou-se a temperatura de secagem entre 50, 60 e 70 °C a partir da retenção de ácido ascórbico e análise sensorial. Posteriormente os cubos de abacaxis pré-tratados foram secos em estufa a 60 °C por 5 horas para as amostras pré-tratadas e 8 horas para as amostras controle, e armazenadas em sacos herméticos de polietileno. Todas as soluções apresentaram-se como uma boa opção para o pré-tratamento osmótico, sendo a combinação do mel com sacarose em temperatura de 50 °C a que obteve resultados significativamente melhores que as demais em termos de análises sensorial e analítica.

O trabalho de Obajemihi *et al.* (2019), identificado como A7, avaliou fatias de tomates variedade Hausa imersas em solução de sacarose com mel em diferentes

concentrações (20, 30, 40, 50 e 60 °Brix), tempos de imersão (10, 20, 30, 40 e 50 minutos), e temperatura da solução osmótica (10, 20, 30, 40 e 50 °C) quanto ao teor de vitamina C. Após pré-tratamento, as fatias foram secas por convecção a 65 °C até alcançarem equilíbrio de 3 a 5% de umidade, resultando em um tempo total de 10 horas de secagem. As análises estatísticas realizadas concluíram que o processo otimizado para fatias desta variedade de tomate com maior concentração de vitamina C seria na concentração de 35,43 °Brix, por 11,10 minutos a 23,86 °C. Concentrações moderadas das soluções osmótica (40° Brix) obtiveram teor de 14 mg/100 g de vitamina C. Tempos prolongados de imersão na solução osmótica não retiveram teores maiores do composto, sendo o tempo de 10 minutos o melhor. Enquanto que a temperatura abaixo da temperatura ambiente (29 °C) apresentou melhor resultado na retenção de vitamina C.

O estudo realizado por Acea-Del Sol e Sanchez-Iznaga (2020), identificado como A8, utilizaram abacaxis em rodela, branqueadas com temperaturas variando entre 60 e 80 °C por 3 a 4 minutos. As soluções osmóticas utilizadas foram mel de abelha puro, mel de cana de açúcar (A, B e C), e mel de cana de açúcar diluído (A, B e C), xarope de sacarose com açúcar branco e xarope de sacarose com açúcar bruto, sendo um total de 9 tratamentos osmóticos. O experimento transcorreu por um período aproximado de 8 a 10 horas, com leve agitação do sistema em temperatura ambiente. O mel de abelha e o mel de cana de açúcar C apresentaram melhores resultados de estabilidade de °Brix (14 e 13,64 °Brix, respectivamente), após 7h40min e 7 h, respectivamente. Para ganhos de sólidos solúveis as soluções que apresentaram maior resultados foram as de sacarose com açúcar branco, mel de cana de açúcar B, e mel de cana de açúcar diluído B, enquanto que as maiores perdas de peso foram para os méis de cana de açúcar C, B e A respectivamente. Os atributos sensoriais que mais se destacaram foram nas fatias de abacaxi pré-tratadas com xarope de sacarose com açúcar branco.

A pesquisa de Khubber *et al.* (2020), identificada como A9, utilizaram mel (Dabur, Índia), sacarose (CDH Pvt. Ltd., Nova Delhi, Índia), glicerol (Titan Biotech. Ltd., Índia) e estévia (*Stevia rebaudiana*) (Green Valley Stevia, Punjab, Índia) para desidratar cenouras vermelhas frescas cvs. Hisar Gairic. As cenouras selecionadas e sanitizadas foram cortadas uniformemente (3–4 cm de comprimento; 1–1,5 cm de largura), branqueadas a 95 °C por 2 minutos, imersas em água quente contendo 0,2 g/100 g de metabissulfito de potássio (KMS), e 1 g/100 g de cloreto de cálcio (CaCl₂). Foram imersas nas respectivas soluções osmóticas por 24 horas. Após esse período foram submetidas a

secagem convectiva com velocidade 20 m/s, a 60 °C, por 6 a 8 horas, até atingir umidade entre 15 e 30 g/100 g, em seguida armazenadas. O estudo apresentou resultados indicando as soluções de glicerol e mel como mais eficazes para estender a vida de prateleira dos produtos e maior retenção de compostos bioativos e melhor qualidade físico-química, também apresentaram maior taxa de transferência de massa, contudo, após 16 horas, todas as soluções apresentaram equilíbrio. O mel também apresentou vantagem em reter β -caroteno e componentes antioxidantes. Concluiu-se que o mel e o glicerol podem ser bons substitutos da sacarose no tratamento osmótico.

O estudo de Barbashin (2020), identificado como A10, utilizou mel puro (100%), solução com sacarose (60%), solução de mel (60%), e um controle (apenas água) para o tratamento osmótico de bagas de groselhas pretas descongeladas. Os resultados indicam um potencial promissor na retenção de compostos antioxidantes e o uso destas bagas como matérias-primas pela riqueza de compostos bioativos.

O trabalho de Elangovan e Natarajan (2021), identificado como A11, utilizaram mel (puro), suco de limão (puro), ácido ascórbico (10 g/L) e solução açucarada (10 g/L), e solução controle para pré-tratamento de cabaça de hera (*Coccinia grandis*). A fruta foi submersa por 10 minutos nas respectivas soluções, seguida de secagem em três tipos: ao sol (natural), convecção (natural), convecção (forçada). As amostras pré-tratadas com mel apresentaram resultados promissores quanto aos parâmetros de cor e sabor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A desidratação osmótica (DO) é um método usado para a remoção parcial da umidade de materiais alimentícios. Além disso, a absorção de soluto e a lixiviação sutil dos constituintes dos alimentos durante o processo resultaram em alteração da composição do produto original, levando, assim, à melhoria de propriedades nutricionais, funcionais e sensoriais.

É considerada ainda a DO como o método de obtenção de frutas e vegetais minimamente processados devido à maior semelhança sensorial entre o produto desidratado e o natural. Também proporciona alguns benefícios, ou seja, minimiza os danos térmicos aos nutrientes, inibindo o escurecimento enzimático e reduzindo os custos, fornecendo um produto nutritivo e saudável que está disponível durante todo o ano. Variáveis como variedade, nível de maturidade e geometria dos materiais

alimentícios, bem como pré-tratamentos, temperatura, concentração, tempo de imersão e tipos de agentes osmóticos afetam a transferência de massa durante a desidratação osmótica.

Portanto, todas as metodologias e análises a serem realizadas, antes, com pré-tratamento, durante e após o processo de desidratação osmótica tem que ser selecionado com base nas reais necessidades deles para o processo e produto envolvido.

A presente revisão sistemática sobre o processo de DO em vegetais utilizando-se o mel como agente desidratante obteve poucos estudos relacionados nas bases digitais para o intervalo de 2011 a 2021. Mesmo sendo um processo já conhecido, o uso do mel e o aprimoramento desta tecnologia são pesquisas recentes, justificando-se o pouco número de pesquisas relacionadas.

A higroscopia do mel pode ser ainda melhor explorada em seu uso tecnológico na preservação de vegetais pelo processo de DO, conferindo-lhes diferenças ao produto *in natura* quanto às características sensoriais e nutricionais, consequência da complexidade da composição própria do mel. O fruto-passa pré-tratado com mel trará ao mercado e ao consumidor um produto com maior conservação dos componentes nutricionais inerentes ao mesmo e com impregnação de novos solutos provenientes do agente osmótico (o mel).

Deste modo, a pesquisa realizada apresenta elevada importância no entendimento do processo de desidratação osmótica de frutos, visando não somente a utilização dos agentes de desidratação, mas também os métodos e tecnologias combinadas adicionados aos processos de cada estudo, que traz ampla visão e norteamento para pesquisadores desejosos de reprodução destes.

REFERÊNCIAS

ACEA-DEL SOL, D.; SANCHEZ-IZNAGA, A. L. Combined dehydration of the pineapple for conservation. **Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias**, v. 29, n. 2, p. 74-83, 2020.

AJIBOLA, A.; CHAMUNORWA, J. P.; ERLWANGER, K. H. Nutraceutical values of natural honey and its contribution to human health and wealth. **Nutrition & metabolism**, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2012.

BARBASHIN, D. I. Sugar content, acidity and antioxidant activity in dehydrated blackcurrant. **Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies**. Voronezh, v. 82, n.1, p.183-186, 2020.

CHAUHAN, O. P.; SINGH, A.; SINGH, A.; RAJU, P. S.; BAWA, A. S. Effects of osmotic agents on colour, textural, structural, thermal, and sensory properties of apple slices. **International Journal of Food Properties**, v. 14, n. 5, p. 1037-1048, 2011.

CRANE, E. O mel no passado e no presente. **O livro do mel**. Editora Nobel, São Paulo, Brasil, 1982.

ELANGO VAN, E.; NATARAJAN, S. K. Effects of pretreatments on quality attributes, moisture diffusivity, and activation energy of solar dried ivy gourd. **Journal of Food Process Engineering**, v. 44, n. 4, p. e13653, 2021.

GONÇALVES, L. M. **Comparação físico-química entre amostras de mel de *Apis mellifera* africanizada e *Tetragonisca angustula***. 2019. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

GUPTA, R.; SINGH, B.; SHIVHARE, U. S. Optimization of osmo-convective dehydration process for the development of honey-ginger candy using response surface methodology. **Drying Technology**, v. 30, n. 7, p. 750-759, 2012.

HANEL, S. N.; FEIDEN, A.; FEIDEN, A.; LEONEL, A. P. S.; CHAMBÓ, E. D.; PAULA, G.; VEIT, E.; PEZENTI, T. A.; ROESLER, D. A.; WALTER, S. A.; BRENZAN, C. K. M.; SOARES, M. L. Características físico-químicas do mel da produção apícola nas ilhas do Rio Paraná em Guaíra-PR. In: PRANDEL, J. A. (Org.) **Conhecimentos teóricos, metodológicos e empíricos para o avanço da sustentabilidade no Brasil**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, p.41-53, 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1120359/1/CARACTERISTICASFISICOQUIMICASDOMEL2020.pdf>. Acesso em 20 de fevereiro de 2020.

JACOB, J. K.; PALIYATH, G. Infusion of fruits with nutraceuticals and health regulatory components for enhanced functionality. **Food Research International**, v. 45, n. 1, p. 93-102, 2012.

JARIYAWARANUGOON, U. Evaluation of pretreatment on osmo-dried coconut properties and its impact on quinoa dessert. **Food Research**, v. 2, n. 3, p. 287-293, 2018.

KHUBBER, S.; CHATURVEDI, K.; GHARIBZAHEDI, S. M. T.; CRUZ, R. M. S.; LORENZO, J. M.; GEHLOT, R.; BARBA, F. J. Non-conventional osmotic solutes (honey and glycerol) improve mass transfer and extend shelf life of hot-air dried red carrots: Kinetics, quality, bioactivity, microstructure, and storage stability. **LWT**, v. 131, p. 109764, 2020.

KITCHENHAM, B. A.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. **Technical Report EBSE 2007-001**, Keele University and Durham University Joint Report, Julho 2007.

KITCHENHAM, B. A.; DYBA, T.; JORGENSEN, M. Evidence-based software engineering. *In: Proceedings of the 26th international conference on software engineering*. IEEE Computer Society, 2004. p. 273-281.

OBAJEMIHI, O. I.; OLAOYE, J. O.; CHENG, J. OJEDIRAN, J. O.; SUN, D. Response surface methodology assessment of osmotic pre-drying and convective dehydration processes on the anti-oxidant property of Hausa variety of tomato. **Croatian journal of food science and technology**, v. 11, n. 2, p. 187-194, 2019.

ROCHA FILHO, L K. A.; NOGUEIRA, L. A.; LIMA, R. S.; SIQUEIRA, A. M. A.; PEREIRA, J. O. P. Avaliação físico-química de amostras de méis de diferentes espécies de abelhas localizados no Vale do Jaguaribe. *In: VIEIRA, V. B; PIOVESAN, N. (Org.) Investigação científica no campo da engenharia e da tecnologia de alimentos 2*. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, p. 34-45, 2021. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/50100>. Acesso em 30 de outubro de 2021.

RÖßLE, C.; BRUNTON, N.; GORMLEY, T. R.; BUTLER, F. Quality and antioxidant capacity of fresh-cut apple wedges enriched with honey by vacuum impregnation. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, n. 3, p. 626-634, 2011.

SETHI, K.; KAUR, M. Effect of osmotic dehydration on physicochemical properties of pineapple using honey, sucrose and honey-sucrose solutions. **International Journal of Engineering Advanced Technology**, v. 9, n. 1, p. 6257-6262, 2019.

SIME, D.; ATLABACHEW, M.; ABSHIRO, M. R.; ZEWDE, T. Total phenols and antioxidant activities of natural honeys and propolis collected from different geographical regions of Ethiopia. **Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia**, v. 29, n. 2, p. 163-172, 2015.

VASCONCELOS, M. A. S.; MELO FILHO, A. B. **Conservação de alimentos**. Recife. EDUFPRPE, 2010.

Capítulo 3

UTILIZAÇÃO DO MEL DE ABELHA AFRICANIZADA COMO AGENTE DE PRÉ-TRATAMENTO OSMÓTICO EM BANANA PRATA (*Musa acuminata*): CARACTERIZAÇÃO DO AGENTE E DO PRODUTO.

“Não é digno de saborear o mel aqueles que se afastam da colmeia com medo das picadas das abelhas”

William Shakespeare

(1564-1616)

CAPÍTULO 3
UTILIZAÇÃO DE MEL DE ABELHA AFRICANIZADA COMO AGENTE DE
PRÉ-TRATAMENTO OSMÓTICO EM BANANA PRATA (*Musa acuminata*):
CARACTERIZAÇÃO DO AGENTE E DO PRODUTO.

RESUMO

O mel é um produto elaborado pelas abelhas a partir dos néctares florais ou exudados sacarínicos que as mesmas recolhem, transformam e armazenam. Em sua rica composição há a presença de 80% de açúcares, dentre eles a glicose e a frutose, que estão diretamente ligadas com as propriedades do mel. A propriedade higroscópica é a capacidade que certos materiais possuem em absorver água/umidade em determinadas condições. A impregnação osmótica é um método de pré-tratamento amplamente utilizado na conservação de vegetais, considerando-se diversos agentes hipertônicos que possam realizar os fluxos característicos do método: retirada da água do produto para a solução, entrada de solutos da solução para o produto, e um terceiro fluxo em quantidade insignificante de retiradas de solutos do produto para o agente osmótico. A banana é uma fruta amplamente cultivada e consumida em todo o mundo, entretanto apresenta cerca de 40% de perdas pós-colheitas associadas às diversas etapas do seu manejo, bem como às características peculiares de rápido amadurecimento. O uso do mel como agente de pré-tratamento osmótico foi objeto do presente estudo. O mel foi adquirido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) do IFCE campus Limoeiro do Norte, e as bananas em comércio local no município de Limoeiro do Norte. Os tratamentos levaram em consideração o tempo de imersão (A – 2h; B – 4h; C – 6h) e a reutilização do mel (1, 2 e 3), sendo realizados em 3 repetições, contando ainda com um tratamento controle (sem pré-tratamento osmótico). Após o processo as bananas foram secas em estufas a 60 °C por 4 horas. Foram avaliadas as características do mel puro e dos méis após os tratamentos de ganho de massa (g), acidez (mEq/kg), pH, sólidos solúveis (°Brix), umidade (%), cinzas (%RMF), açúcares totais (g/100 g), açúcares redutores (g/100 g) e sacarose aparente (g/100 g). Foram avaliadas ainda as características da banana pré-tratada e controle após a etapa de secagem em estufa a 60 °C por 4 horas para os parâmetros de acidez total (mEq/kg e % de ác. málico), pH, umidade (%), sólidos solúveis (°Brix), *ratio*, cor instrumental com valores de L*, a*, b*, C* e °H, e perfil de textura (TPA) medidos

em N (Newton) de dureza, adesividade, gomosidade, mastigabilidade, resiliência, elasticidade e coesividade. O mel apresentou-se como potencial agente de pré-tratamento osmótico em banana, com destaque para o ganho de massa no tratamento com 6 horas de imersão, e pouca variabilidade na sua umidade e perda de sólidos solúveis. As bananas apresentaram características similares à banana sem pré-tratamento osmótico, o que provavelmente não afetará na escolha do consumidor, e ainda será um produto com potencial enriquecimento nutricional.

Palavras-chaves: Aproveitamento. Banana Passa. Conservação. Secagem.

ABSTRACT

Honey is a product made by bees from floral nectars or saccharine exudates that they collect, transform and store. Its rich composition contains 80% of sugars, including glucose and fructose, which are directly linked to the properties of honey. The hygroscopic property is the ability of certain materials to absorb water/moisture under certain conditions. Osmotic impregnation is a pre-treatment method widely used in vegetable conservation, considering several hypertonic agents that can perform the characteristic flows of the method: removal of water from the product to the solution, entry of solutes from the solution to the product, and the third inflow of negligible amount of solute withdrawals from the product to the osmotic agent. Banana is a fruit widely cultivated and consumed all over the world, however, it presents about 40% of post-harvest losses associated with the different stages of its management, as well as its peculiar characteristics of fast ripening. The use of honey as an osmotic pretreatment agent was the aim of the present study. Honey was purchased at the Teaching, Research, and Extension Unit (UEPE) of the IFCE campus Limoeiro do Norte, and bananas were purchased from local commerce in the municipality of Limoeiro do Norte. The treatments took into account the immersion time (A – 2h; B – 4h; C – 6h) and the reuse of honey (1, 2, and 3), being carried out in 3 repetitions. After the process, the bananas were dried in ovens at 60 °C for 4 hours. Honey characteristics of mass gain (g), acidity (mEq/kg), pH, soluble solids (°Brix), moisture (%), ash (%RMF), total sugars (g/100 g), sugars were evaluated reducing agents (g/100 g) and apparent sucrose (g/100 g), as well as evaluating the characteristics of the pretreated banana after the drying step in an oven at 60 °C for 4 hours of total acidity (mEq/kg and % malic acid), pH, humidity (%), soluble solids

(°Brix), ratio, instrumental color with values of L*, a*, b*, C* and °H, and texture profile (TPA) measured in N with hardness, adhesiveness, gumminess, chewiness, resilience, elasticity and cohesiveness. Honey was a potential osmotic pretreatment agent for bananas, with emphasis on the gain in mass in the treatment with 6 hours of immersion, and little variability in its moisture and loss of soluble solids. Bananas showed similar characteristics to bananas without osmotic pretreatment, being observed as an advantage in the functional potential of the product without any difference in consumer acceptance

Keywords: Exploitation. Dried Banana. Conservation. Drying.

1 INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* spp) possui origem asiática (SIQUEIRA, 2014) e está entre as frutas tropicais e subtropicais mais consumidas no mundo (CHEN, *et al.*, 2019). Pertencente à família Musaceae, do gênero *Musa*, é uma planta herbácea, vivaz, acaule, comercializada por dúzia, quilo, e até por unidade. Dentre os vegetais produzidos, encontra-se em quarto lugar, atrás somente do arroz, trigo e milho, sendo cultivada em 130 países (TRAJANO, 2017).

No Brasil é a segunda fruta de maior destaque, após a laranja, com área colhida de 462 mil hectares, produção de 6,8 milhões de toneladas anuais, que em valor monetário chega a 7,5 bilhões de reais (ROCHA; GERUM; SANTANA, 2021). Entre 2017 e 2019 foram produzidos cerca de 116 milhões de toneladas, gerando aproximadamente US\$ 31 milhões (FAO, 2019). Todos os estados brasileiros e o Distrito Federal produzem banana, sendo os maiores produtores São Paulo (1 milhão de toneladas), Bahia (828 mil toneladas), Minas Gerais (825 mil toneladas), Santa Catarina (723 mil toneladas) e Pernambuco (492 mil toneladas) (IBGE, 2019).

Há ainda polos de produção que detêm potencial de ampliação de suas participações na exportação da fruta. São eles: Baixo-Jaguaribe-CE e Vale do Açu-RN (Nordeste), Norte de Minas Gerais e Vale do Ribeira-SP (Sudeste) e Norte de Santa Catarina (Sul) (SALOMÃO *et al.*, 2016; BORGES, 2021; ROCHA; GERUM; SANTANA, 2021). As variedades com maior produção no Ceará são a ‘Prata Anã’, sobretudo a variação ‘Prata Catarina’, seguida pela ‘Prata Rio’. Em primeiro lugar no estado encontra-se o município de Redenção com quantidade de área colhida de 3.010 ha, com produção de 46.704 t, e rendimento médio de 15,52 t/ha. O município de Limoeiro

do Norte, localizado no Baixo-Jaguaribe, encontra-se em segundo lugar com quantidade de área colhida de 1.880 ha, com produção de 37.600 t, e rendimento médio de 20,00 t/ha (IBGE, 2018)

Sua importância também se dá pela composição nutricional que apresenta 70% de água, sendo rica em carboidratos (média de 27%), apresenta ainda 19% de açúcares e 1% de amido, sendo considerada, portanto, boa fonte de energia, contém ainda 1,2% de proteínas. Possui quantidades consideráveis de vitamina A, B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina), C (ácido ascórbico), sais minerais como potássio, fósforo, cálcio, sódio, magnésio, zinco, cobre, iodo, manganês, ferro e cobalto. Um consumo de 115 g de banana fornece um terço do recomendado para o consumo diário de potássio para uma pessoa. Além de que cada banana contém aproximadamente 100 calorias, sendo um dos alimentos preferidos de atletas. Sua ingestão habitual reduz risco de derrames, doenças relacionadas à pressão sanguínea, enquanto que a ausência destes compostos que a banana é rica pode provocar insônia, fraqueza e irritabilidade. Contém ainda capacidade de regular o nível de glicose no sangue, repercutindo, portanto, no estado de ânimo das pessoas. Não produz colesterol, como todas as fontes vegetais, nem causa obesidade, e reduz o risco de ataques cardíacos. O mercado interno consome praticamente 99% da produção, e o consumo aparente¹ no país é 26 kg/habitante/ano (NERIS *et al.*, 2018; KUMAR *et al.*, 2019, YANG *et al.*, 2020, FARIAS *et al.*, 2020; ROCHA; GERUM; SANTANA, 2021).

O alto teor de umidade nos vegetais, em geral, torna os mesmos altamente perecíveis (FARIAS *et al.*, 2020) havendo, no caso das bananas, perdas pós-colheitas de até 40 % (EMBRAPA, 2012) causado pelo seu rápido amadurecimento, ocasionando o amolecimento dos tecidos vegetais devido à degradação dos componentes da parede celular, reduzindo sua vida útil por consequência (CUNHA *et al.*, 2018; JIANG *et al.*, 2019; ZOU *et al.*, 2014; PIGOZZI *et al.*, 2020). Outra causa da diminuição de sua vida útil e perdas pós-colheitas acentuadas é o fungo *C. musae* que causa antracnose (ZOEIR *et al.*, 2017). Por ser um fruto climatério, possui curto período de amadurecimento com influência da temperatura ambiente de armazenamento (BATISTA, 2017). A taxa respiratória e a produção do etileno aceleram o amadurecimento, e o fruto também não

1 Cálculos realizados somando-se produção e importações, subtraindo-se exportações e perdas, dados referentes ao ano de 2019 considerando-se 20% de perdas.

suporta baixas temperaturas de armazenamento, sendo as indicadas entre 12 e 13 °C (PRILL *et al.*, 2012) As boas práticas de manipulação pós-colheita e o uso assertivo das técnicas de armazenamento são essenciais para diminuir os índices de perda (MAIA *et al.*, 2008).

A industrialização das frutas torna-se alternativa na redução destas perdas, tanto do ponto de vista tecnológico e comercial, quanto nutricional devido a riqueza de nutrientes da banana. A partir da mesma pode ser elaborado farinhas ou pó da banana verde e madura, cremes, flocos, passas, purês, néctar, geleia, bananada, rapadura, balas, vinagres, vinhos, licores, sucos, bolos, tortas, banana ao rum e chips, contudo o mais comumente utilizado é a secagem para produção de banana-passa. No Brasil a secagem abrange 13% da industrialização da banana (TANADA, 1996; LIMA; QUEIROZ; NEBRA, 2002; TRAJANO, 2017; MELO; DIAS, 2018).

O processo de secagem implicará em redução considerável do custo de manipulação do produto, proporcionando ainda aumento de sua vida útil, tendo em vista que a remoção da umidade reduzirá a atividade de água, inibindo o desenvolvimento microbiano e retardando a deterioração de origem físico-química (FARIAS *et al.*, 2020).

A desidratação osmótica consiste na remoção da água e a incorporação de sólidos nos alimentos, proporcionando aumento da vida de prateleira dos produtos, bem como melhorando atributos funcionais e sensoriais. A transferência de massa ocorre quando o alimento é imerso em solução hipertônica: o gradiente de pressão osmótica gera uma força motriz através da sua membrana semipermeável ou diferencialmente permeável, com três fluxos principais: a saída da água do alimento para a solução, a entrada de solutos da solução ao alimento, e a retirada de nutrientes do alimento para a solução, entretanto este último fluxo ocorre em quantidades insignificantes, tornando este tipo de processamento uma excelente alternativa para agregar valor ao produto (SULISTYAWATI *et al.*, 2018; DIMAKOPOULOU-PAPAZOGLOU; KATSANIDIS, 2019; BOZKIR *et al.*, 2019; RAHAMAN *et al.*, 2019; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2020).

O mel produzido pelas abelhas africanizadas pode ser explorado devido à sua capacidade higroscópica como agente no pré-tratamento osmótico de vegetais, sendo a região do Vale do Jaguaribe, onde se localiza o município de Limoeiro do Norte citado como uma das potências na bananicultura. Diante deste contexto o objetivo deste capítulo foi a utilização do mel como pré-tratamento no processo de elaboração da banana passa,

analisando o agente em seu uso e reuso, quanto aos parâmetros de maturidade, pureza e deterioração do mel, bem como análises físicas e físico-químicas do produto final.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção das matérias-primas.

As bananas foram adquiridas em comércio local, todas da variedade “Prata” na última escala de maturação (amarelas com manchas marrons) em escala visual da casca (Figura 3.1), e o mel foi adquirido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) *campus* Limoeiro do Norte, localizado nas coordenadas geográficas -5.182270306365164, -38.013186117508624, sendo da safra do ano de 2020, transportado e armazenado em recipiente de polietileno de alta densidade vedado e ao abrigo da luz.

Figura 3.1 - Bananas selecionadas para processamento.



Fonte: Autor (2021).

2.2 Realização dos tratamentos

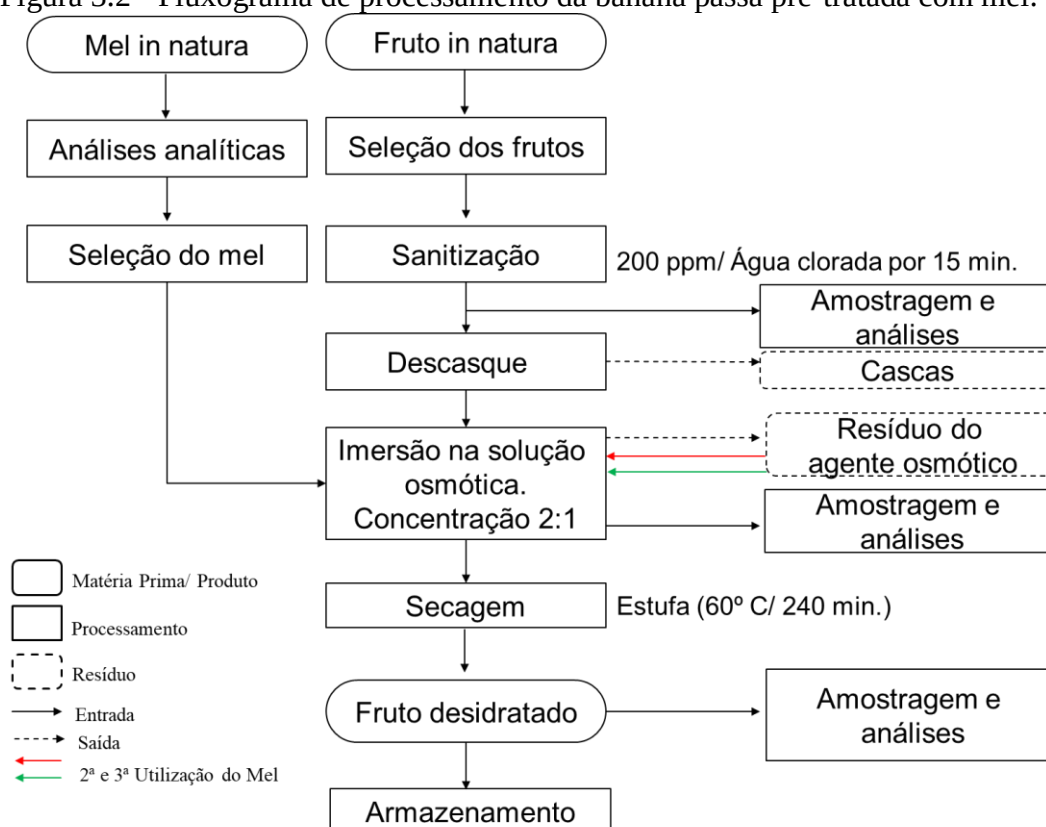
Após selecionados, os frutos foram sanitizados por 15 minutos em solução sanitária a 200 ppm, enxaguando-se em seguida e descascados manualmente. O recipiente utilizado para o processamento osmótico foi pesado seco e anotado sua massa. Em

seguida foram pesados o mel, e posteriormente a banana na proporção de 2:1 do agente osmótico e fruto em gramas, respectivamente. Após imersão das bananas no mel, o recipiente foi envolto de papel alumínio e mantido em temperatura ambiente (média de 30 °C), pelo tempo designado em cada tratamento

Após cada tratamento, as bananas tiveram o excesso de mel retirado com auxílio de papel toalha, pesadas em balança semianalítica, e seguiram para secagem em estufa com velocidade de ar de 1,5 m/s por 4 horas a 60 °C.

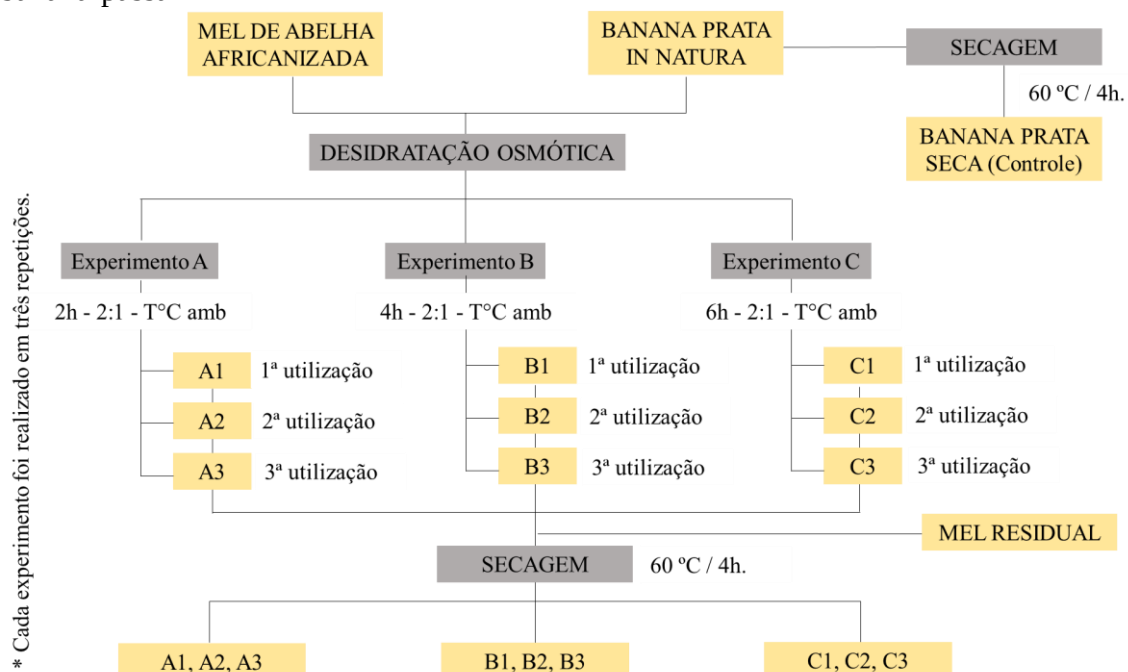
A figura 3.2 descreve o processamento realizado enquanto a figura 3.3 especifica os experimentos realizados, diferenciando-se principalmente o tempo de imersão (2, 4 e 6h) e a utilização do agente osmótico em 1º, 2º e 3º ciclo de uso. A figura 3.4 apresenta as bananas após retirada do excesso de mel do tratamento osmótico, antes da secagem em estufa.

Figura 3.2 - Fluxograma de processamento da banana passa pré-tratada com mel.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Figura 3.3 - Especificações dos tratamentos de pré-tratamento osmótico na elaboração da banana-passa



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Figura 3.4 - Bananas pré-tratadas anterior à secagem em estufa. Experimento A1.



Fonte: Autor (2021).

2.3 Análises físicas e físico-químicas no mel

A pesagem do mel anterior ao tratamento, e posterior a cada tratamento osmótico foi realizada para o acompanhamento do ganho de massa referente à saída de água da banana para o agente osmótico em balança semianalítica.

As análises de açúcares totais (g/100 g), redutores (g/100 g) foram realizadas de acordo com metodologia proposta pela AOAC (2000) através de análise titulométrica da solução da amostra em mistura de soluções de Fehling A e B em aquecimento, seguindo-se dos cálculos para sacarose aparente (BRASIL, 2000). Os sólidos solúveis (°Brix) e a umidade (%) foram determinados por refratrometria (AOAC, 2000), convertendo-se o índice de refração a 20 °C através da Tabela de Chataway (Anexo A). Analisou-se a acidez total (m.E.q./Kg) com mel diluído e titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N com uso de pHmetro para medir ponto de equivalência (pH = 8,3) (AOAC, 1998), assim como o pH foi determinado diretamente com pHmetro digital calibrado em contato direto com a solução da amostra (BRASIL, 1981). Também foi calculado o *ratio*, que é a razão entre sólidos solúveis e a acidez total titulável (SS/ATT). As descrições das análises encontram-se compiladas no Apêndice A.

2.4 Análises físicas e físico-químicas na banana

2.4.1 Perda de massa

Foi analisado com pesagem em balança semianalítica com o fruto in natura, posterior ao pré-tratamento com retirada do excesso da solução osmótica com papel absorvente, e posterior à secagem em estufa e expresso em gramas (g).

2.4.2 Cor

A determinação instrumental da cor das bananas foi feita em colorímetro portátil (Hunter Lab, modelo MINISCAN EZ-MSEZ0506), com base no sistema CIELAB, mensurando-se as coordenadas L*, a* e b*.

A partir dos dados das coordenadas obtidos anteriormente, calcularam-se os valores de cromaticidade (C*) e tonalidade (°H) segundo McGuire (1992), de acordo com as Equações de 3.1 a 3.5. No sistema de cor CIELAB, L* representa a luminosidade, cujos valores variam do 0 (preto) a 100 (branco); enquanto a* positivo indica o vermelho e o negativo o verde, ao passo que b* positivo representa o amarelo e o negativo o azul. Já os parâmetros C* e °H são derivados das coordenadas colorimétricas anteriormente citadas, em que C* é corresponde à cromaticidade ou saturação/vivacidade da cor e o ângulo °H indica a tonalidade da cor. O centro do espaço de cor CIELAB é acromático e

a saturação da cor vai aumentando à medida que os valores se afastam da origem (OLIVEIRA; SOUZA; MAMEDE, 2011).

$$L = 100 \sqrt{\frac{Y}{Y_n}} \quad (3.1)$$

$$a = K_a \frac{\frac{x}{x_n} - \frac{y}{y_n}}{\sqrt{\frac{y}{y_n}}} \quad (3.2)$$

$$b = K_b \frac{\frac{y}{y_n} - \frac{z}{z_n}}{\sqrt{\frac{y}{y_n}}} \quad (3.3)$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (3.4)$$

$$h = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) \quad (3.5)$$

Onde: C* corresponde a cromaticidade; H* corresponde a tonalidade; L corresponde à Luminosidade; a* e b* as coordenadas de intensidade de cor.

2.4.3 Perfil de textura instrumental

A determinação do perfil de textura (TPA) foi conferida com texturômetro digital (TAXT Express Enhanced). Os ensaios foram realizados por testes de dupla compressão dos cilindros de mortadela com probe utilizando P/36 R de 25 kg. As condições utilizadas nos testes foram realizadas com a velocidade de teste de 2,00 mm/seg; distância de compressão de 15,00 mm (equivalente a 50% da altura do cilindro da banana) com um período de repouso de 5 segundos entre os dois ciclos; força de gatilho (trigger) de 100 g. Os dados foram coletados no programa Exponent Lite Express (versão 6.1.4.0 XT Express Lite). Foram analisados os parâmetros de dureza, adesividade, coesividade, elasticidade, mastigabilidade, gomosidade e resiliência, todos expressos em N (Newtons) (BOURNE, 2002).

2.4.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

Determinou-se o potencial hidrogeniônico (pH) diretamente no fruto triturado em água destilada, utilizando-se um potenciômetro digital modelo (HI 98108 da Hanna Instruments), calibrado com soluções tampão de pH 4, 0 e 7,0, conforme metodologia recomendada pela AOAC (2005).

2.4.5 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis da polpa da banana foram determinados em refratômetro de Abbé digital Optronic com resultados expressos em °Brix.

2.4.5 Acidez total titulável

Determinou-se a acidez total titulável (ATT) através da titulação de uma alíquota da amostra (5,0 g) adicionada de 50 mL de água destilada e 3 gotas do indicador fenolftaleína, utilizando-se NaOH à 0,1 N, previamente padronizado. Os resultados foram expressos em mEq/kg conforme AOAC (2005) e em % de ácido málico (AOAC, 1995).

2.4.6 Ratio – SS/ATT.

Determinou-se a relação entre os sólidos solúveis e acidez total titulável dos frutos (AOAC, 1995) de acordo com a Equação 3.6.

$$Ratio = \frac{SS^{\circ Brix}}{ATT \% \acute{a}c.Mál.} \quad (3.6)$$

Onde:

SS = Sólidos solúveis expressos em °Brix

ATT = Acidez total titulável expressos em % de ácido málico.

2.4.7 Umidade

A determinação de umidade foi realizada por gravimetria em estufa a 105 °C (método 934.06; AOAC, 2005). Inicialmente, 3 g da amostra foram submetidas a temperatura descrita por um período de 6 horas em estufa e posteriormente pesada, sendo em seguida intercalado o período de uma hora com pesagens até peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.5 Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados por ANOVA e pelo teste de Tukey em um nível de 5% de significância ($p < 0,05$), e foram calculados também a média e desvio-padrão das repetições utilizando-se o programa STATISTICA 7.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

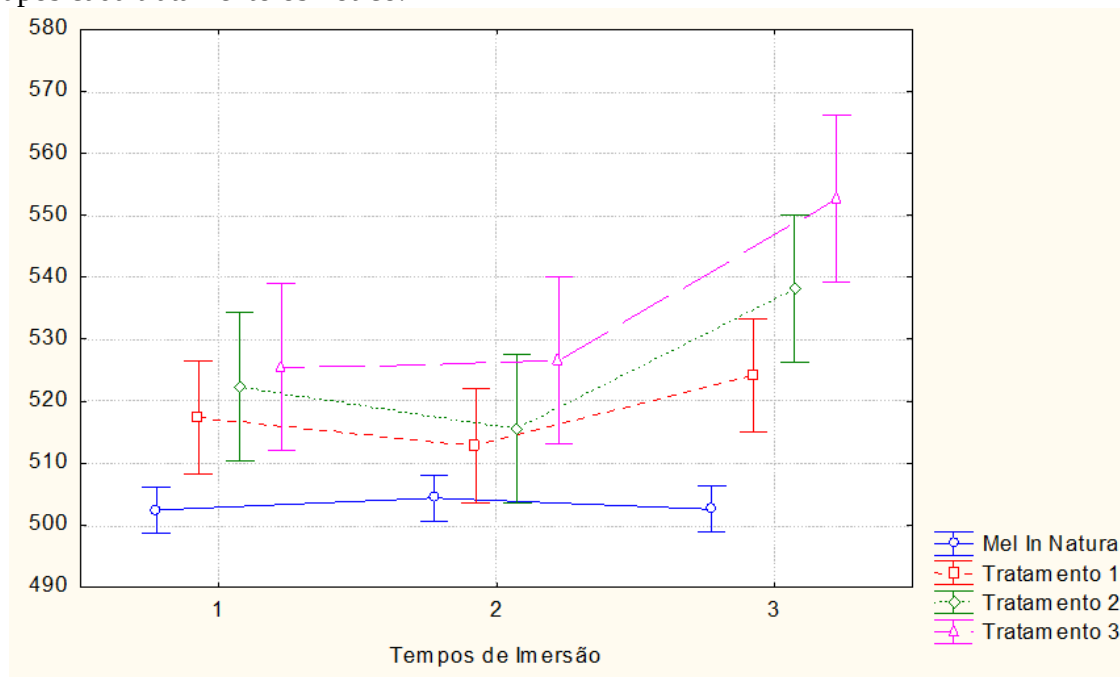
3.1 Ganho de massa do mel e perda de massa da banana

Como especificado anteriormente, houve 3 tempos de imersão diferentes, tempos 1, 2 e 3 (2h, 4h e 6h respectivamente). Na figura 3.5 observa-se o ganho de massa do mel utilizado antes e após os tratamentos osmóticos.

Observou-se que o experimento C apresentou maior ganho de massa do mel. O ganho de massa do mel está relacionado com o fluxo de saída de água em maior quantidade, e outros solutos em quantidade insignificante, do fruto para o mel. Além disso, a reutilização do mel por três ciclos mostrou que o mesmo continuou com sua capacidade higroscópica, tendo ganho uma quantidade significativa de massa após cada ciclo, principalmente no experimento C, tratamento 3, ou seja, no terceiro ciclo de reuso do mel.

Entretanto a Tabela 3.1 apresenta a perda de massa da banana após a desidratação osmótica e após o processo de secagem e a diferença entre os processos, mostrando o experimento A1 nos dois primeiros ciclos de uso do mel como sendo o mais eficiente na retirada de massa da banana.

Figura 3.5 - Variação em gramas com média e desvio-padrão da massa do mel antes e após cada tratamento osmótico.



Eixo Y – Variação em gramas do mel. Tratamento 1 – Experimentos A1, B1 e C1, com o primeiro ciclo de uso do mel. Tratamento 2 – Experimentos A2, B2 e C2, com o segundo ciclo de uso do mel. Tratamento 3 – Experimentos A3, B3 e C3, com o terceiro ciclo de uso do mel. Tempo de imersão: 1 – 2 horas; 2 – 4 horas; 3 – 6 horas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Tabela 3.1 - Resultado da massa em gramas das bananas utilizadas em cada tratamento osmótico após cada etapa do processo de secagem e a perda de massa em gramas.

Experimento	In Natura	Pré-tratada	Seca
A1	243,95 ± 12,52	221,73 ± 12,81	158,71 ± 10,38
A2	233,38 ± 8,05	213,47 ± 7,47	142,54 ± 0,80
A3	208,62 ± 5,39	191,25 ± 6,60	144,03 ± 6,52
B1	231,47 ± 11,54	209,82 ± 9,73	170,02 ± 7,60
B2	235,08 ± 4,71	214,26 ± 3,56	168,45 ± 2,65
B3	210,99 ± 5,24	188,19 ± 8,48	135,91 ± 9,09
C1	248,93 ± 1,44	218,48 ± 1,45	182,48 ± 4,27
C2	220,17 ± 8,06	197,52 ± 7,37	158,13 ± 4,04
C3	216,12 ± 4,85	189,37 ± 4,84	154,21 ± 7,50

Experimento	Perca Parcial*	Perca Total**	Diferença
A1	22,22 ± 0,97 ab	85,24 ± 4,06 ab	63,01 ± 3,60 ab
A2	19,91 ± 5,70 ab	90,84 ± 7,25 a	70,93 ± 6,91 a
A3	17,37 ± 1,45 b	64,58 ± 1,87 c	47,21 ± 0,77 cd
B1	21,64 ± 2,51 ab	61,45 ± 5,78 c	39,80 ± 3,28 cd
B2	20,82 ± 1,64 ab	66,63 ± 2,56 bc	45,81 ± 2,36 bcd

B3	22,79 ± 3,30 ab	75,07 ± 3,85 c	52,28 ± 0,89 bc
C1	30,45 ± 0,14 a	66,45 ± 4,41 c	36,00 ± 4,56 cd
C2	22,65 ± 0,69 ab	62,04 ± 4,35 c	39,39 ± 3,66 cd
C3	26,75 ± 9,40 ab	61,91 ± 9,56 c	35,15 ± 5,93 d

* Após desidratação osmótica. ** Após secagem em estufa. Média ± desvio padrão da média. Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Farias, Soares e Vieira (2020) em estudo da desidratação osmótica de banana da terra em fatia em outro agente osmótico (sacarose a 65 °Brix), observaram menor perda de massa nos frutos tratados osmoticamente (entre 4,30 a 2,75 g) quando comparados com os frutos secos convencionalmente (2,04 a 1,24 g). Acea-Del Sol e Sanchez-Iznaga (2020) ao utilizar o mel de abelhas, mel de cana-de-açúcar (A, B e C) e mel de cana-de-açúcar diluído (rebaixado) (A, B e C), como agente de pré-tratamento osmótico em abacaxis observaram maior perda de massa do fruto com mel de cana-de-açúcar C (78%), B e A (76%).

O presente estudo observou acentuada perda de massa das bananas inteiras variedade prata (Tabela 3.1), podendo-se inferir eficiência do agente osmótico utilizado (o mel) nas condições supracitadas.

3.2 Caracterização do agente osmótico

Houve diferença significativa do teor de umidade (%) do mel nos diferentes tratamentos, indicando principalmente o mel puro com menor umidade (Tabela 4.2) dentro dos padrões previstos pela legislação que prevê 20% (BRASIL, 2000). Quanto aos méis após cada tratamento osmótico, houve diferença significativa entre os experimentos B2 e B3. Entretanto estes não diferiram entre os demais tratamentos. O ganho de umidade está diretamente relacionado à perda de água através da membrana diferencialmente permeável do fruto quando imerso no agente osmótico. A higroscopicidade do mel permite o fluxo de desidratação osmótica, retirando água da banana.

Tabela 3.2 - Caracterização físico-química do mel como agente osmótico.

Amostra	Umidade (%)	Sólidos Solúveis (°Brix)	Cinzas (% RMF)	Acidez (mEq/kg)
Mel Puro	19,33 ± 0,00 c	80,00 ± 0,00 a	1,06 ± 0,00 a	70,40 ± 0,00 a
A1	32,75 ± 0,07 ab	66,50 ± 0,95 b	0,40 ± 0,01 b	36,82 ± 3,49 c

A2	31,80 ± 2,46 ab	67,16 ± 2,32 b	0,42 ± 0,05 b	40,71 ± 1,61 bc
A3	33,57 ± 1,72 ab	64,76 ± 0,83 b	0,36 ± 0,04 b	41,66 ± 2,37 bc
B1	31,04 ± 1,90 ab	67,50 ± 1,64 b	0,63 ± 0,44 b	38,58 ± 8,35 bc
B2	29,97 ± 1,78 b	66,46 ± 0,75 b	0,57 ± 0,17 b	36,45 ± 2,41 c
B3	36,15 ± 2,79 a	62,70 ± 3,03 b	0,42 ± 0,12 b	40,02 ± 0,63 bc
C1	33,70 ± 0,32 ab	64,95 ± 0,91 b	1,22 ± 1,06 ab	40,66 ± 3,31 bc
C2	33,06 ± 0,17 ab	65,53 ± 0,70 b	0,68 ± 0,22 b	39,96 ± 2,96 bc
C3	33,97 ± 2,13 ab	64,90 ± 2,90 b	0,51 ± 0,27 b	48,18 ± 2,21 b

Amostra	pH	Açúcares Redutores (g/100 g)	Açúcares Totais (g/100 g)	Sacarose Aparente (g/ 100g)
Mel Puro	4,21 ± 0,00 a	80,44 ± 0,00 bcde	102,25 ± 0,00 a	20,71 ± 0,00 a
A1	3,91 ± 0,02 b	94,86 ± 10,30 abcd	119,35 ± 68,12 a	23,26 ± 65,85 a
A2	3,96 ± 0,10 b	94,67 ± 8,99 abcde	94,22 ± 13,62 a	-0,42 ± 8,43 a
A3	3,88 ± 0,03 b	77,39 ± 6,10 de	89,50 ± 15,77 a	11,50 ± 17,92 a
B1	3,92 ± 0,04 b	103,68 ± 6,34 ab	97,01 ± 30,25 a	-6,33 ± 33,13 a
B2	3,94 ± 0,01 b	100,65 ± 14,10 abc	144,99 ± 49,36 a	42,12 ± 59,46 a
B3	3,91 ± 0,02 b	79,12 ± 6,34 cde	73,97 ± 15,84 a	-4,89 ± 10,16 a
C1	3,94 ± 0,02 b	120,09 ± 1,69 a	133,73 ± 53,47 a	12,05 ± 50,54 a
C2	3,91 ± 0,01 b	98,05 ± 2,88 abcd	90,45 ± 6,43 a	-7,21 ± 8,69 a
C3	3,89 ± 0,02 b	71,78 ± 2,17 e	83,48 ± 4,0 a	11,10 ± 5,15 a

Média ± desvio padrão da média. Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. A1 – 2h/ 1º ciclo; A2 – 2h, 2º ciclo; A3 – 2h/ 3º ciclo; B1 – 4h/ 1º ciclo; B2 – 4h/ 2º ciclo; B3 – 4h/ 3º ciclo; C1 – 6h/ 1º ciclo; C2 – 6h/ 2º ciclo; C3 – 6h/ 3º ciclo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A legislação brasileira prevê para sólidos solúveis 80 °Brix (BRASIL, 2000), logo o resultado para o mel puro do presente estudo encontra-se dentro do previsto (Tabela 3.2). Os méis utilizados para o tratamento osmótico diferenciaram significativamente do mel puro quanto ao teor de sólidos solúveis, apresentando resultados inferiores (Tabela 3.2). Um dos fluxos do tratamento osmótico é a impregnação de sólidos no alimento através de sua membrana diferencialmente permeável o que justifica a diminuição do teor deste parâmetro no mel, bem como a diminuição de resíduo mineral fixo (RMF) no mel (Tabela 3.2). A impregnação destes compostos sólidos na banana foi eficiente em todos os tratamentos, observando-se a diminuição destes no agente osmótico. Os experimentos não diferiram entre si quanto ao parâmetro de sólidos solúveis, e somente o tratamento C1 não diferiu do resultado de cinzas quanto ao mel puro, que também apresentou teor

de cinzas dentro do previsto pela legislação que prevê 0,6 g/100 g para mel flora, e 1,2 g/100 g para mel de melato (BRASIL, 2000).

Além do teor de resíduo mineral fixo, o mel pode ter impregnado a banana de ácidos orgânicos naturais de sua composição, tendo em vista que o mel puro apresentou maiores resultados para este parâmetro com média de $70,40 \pm 0,00$ mEq/kg (Tabela 3.2) enquanto os méis, após os tratamentos, baixaram a acidez. Os ácidos orgânicos mais comumente encontrados no mel são o fórmico, cítrico, láctico, fosfórico, cúprico, oxálico e propínico (WALTRICH; CARVALHO, 2020). Ressaltando ainda que o mel puro apresentou resultado para acidez superior ao previsto pela legislação para mel de abelha africanizada que permite máximo de 50 mEq/kg (BRASIL, 2000). Os experimentos A1 e B1 apresentaram menor resultado de acidez, seguido do experimento C3. Entre os demais tratamentos não houve diferença significativa (Tabela 4.2). Estes experimentos podem ter sido melhor eficientes na impregnação dos ácidos orgânicos do mel na banana.

A presença destes ácidos orgânicos contribui para estabilidade microbiana do mel, inibindo crescimento microbiano, indicando processos fermentativo existentes, e conferindo características químicas e afetando no sabor do mel (BARROS *et al.*, 2010; WALTRICH; CARVALHO, 2020). Outro fator que influencia na acidez do mel é a composição de minerais presentes (EVANGELISTA-RODRIGUES *et al.*, 2005), observando-se que também diminuiu a composição de cinzas do mel após os tratamentos osmóticos, logo a acidez também variou. O valor de pH do mel puro diferiu de todos os experimentos, entretanto todos com valores previsto por Crane (1987), com faixa entre 3,2 e 4,5, com média em 3,9. O pH dos méis não estão diretamente relacionados com sua acidez livre devido à ação tampão dos ácidos e minerais naturalmente presentes. A utilidade deste parâmetro também está relacionada com o crescimento microbiano, pois pH baixos tendem a inibir.

Entre os teores de açúcares totais, açúcares redutores e sacarose aparente, somente para os açúcares redutores houve diferença mínima significativa, apresentando o tratamento C3 com a menor quantidade e o C1 com maior teor (Tabela 3.2). Os experimentos que utilizaram o mel no terceiro ciclo de reuso (A3, B3 e C3) apresentaram menores teores de açúcares redutores com resultados (Tabela 3.2). Observando-se que o mel puro apresentou resultado sem diferença estatística dos experimentos citados, entretanto durante os experimentos A1, A2, B1, B2, C1 e C2 houve uma saída sutil de açúcares redutores presentes na banana para o mel, e que no terceiro ciclo de uso, o mel

estando com teores de açúcares redutores superior ao seu conteúdo inicial, foram transferidos para a banana de maneira mais acentuada (Tabela 3.2). A legislação recomenda para méis de *Apis mellifera*, um teor mínimo de 65% de açúcares redutores (BRASIL, 2000), logo, mesmo os tratamentos que obtiveram menores resultados para açúcares redutores, ainda se enquadram dentro do previsto pela legislação (Tabela 3.2).

A propriedade de cristalização está diretamente relacionada com o teor de glicose no mel, e as de higroscopicidade e doçura ao teor de frutose. Méis “verdes”, colhidos prematuramente, possuem além de uma alta umidade, alto teor de sacarose, tendo em vista que esta não foi hidrolisada pela enzima responsável, a invertase, nos monossacarídeos respectivos (RUARO *et al.*, 2021). Para este parâmetro a legislação prevê máximo de 6 g/100 g (BRASIL, 2000), ficando o mel puro utilizado neste estudo com resultado superior para sacarose aparente, não havendo diferença mínima significativa com os méis posteriores aos tratamentos osmóticos (Tabela 3.2).

Em grande quantidade de sacarose, pode-se ainda inferir adulterações, tanto na alimentação das abelhas, quanto na adição direta ao mel. Entretanto, características singulares dos néctares de origem floral podem diferenciar sua composição química quanto a presença de carboidratos, não caracterizando, neste caso específico, adulteração, tendo em vista a procedência do produto.

Assim como o teor de sacarose, o teor de açúcares totais também não apresentou diferença significativa entre os méis dos tratamentos e o mel puro (Tabela 3.2). Não há na literatura a caracterização do mel utilizado como agente de pré-tratamento osmótico, tornando estes resultados inéditos.

3.3 Caracterização da banana pré-tratada osmoticamente com mel

As bananas foram submetidas, após os experimentos, ao processo de secagem em estufa a 60 °C por 4h. Devido a isso, a umidade de todas as amostras (incluindo a do tratamento controle) estabilizou-se e não houve diferença mínima significativa para este parâmetro (Tabela 3.3). Também não houve diferença para os parâmetros de pH nem de acidez em mEq/kg ou em % de ácido málico. Quanto aos valores de sólidos solúveis, a banana controle e dos tratamentos A1, A3, B2, B3 e C2 não houve diferença. Os tratamentos A2, B1, C1 e C3 apresentaram os menores resultados para este parâmetro, e inferior ao controle. Pode-se então inferir que nestes tratamentos houve sutil saída de

sólidos da banana para o mel, e nos demais não houve impregnação significativa a ponto de diferir da banana controle. Houve diferença mínima significativa entre os experimentos B3 e B1 para o valor de *ratio*, não havendo diferença entre os demais tratamentos.

Tabela 3.3 - Resultados das análises físico-químicas nas bananas com médias e desvios-padrões.

Tratamentos	Umidade (%)	Acidez (mEq/kg)	Acidez (% ác. Mál.)
CONTROLE	26,16 ± 0,00 a	146,21 ± 2,55 a	0,98 ± 0,00 a
A1	22,58 ± 5,25 a	128,53 ± 16,82 a	0,85 ± 0,09 a
A2	24,33 ± 4,31 a	118,28 ± 28,95 a	0,75 ± 0,15 a
A3	21,76 ± 4,10 a	111,01 ± 15,09 a	0,69 ± 0,04 a
B1	27,30 ± 4,16 a	124,70 ± 16,02 a	0,87 ± 0,04 a
B2	27,09 ± 1,81 a	94,34 ± 32,51 a	0,63 ± 0,22 a
B3	28,52 ± 0,25 a	96,76 ± 24,33 a	0,57 ± 0,04 a
C1	26,58 ± 5,34 a	118,44 ± 21,71 a	0,83 ± 0,08 a
C2	20,03 ± 2,26 a	120,51 ± 54,59 a	0,81 ± 0,15 a
C3	26,39 ± 2,86 a	116,62 ± 4,10 a	0,82 ± 0,06 a

Tratamentos	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Ratio
CONTROLE	4,93 ± 0,01 a	24,09 ± 0,85 a	24,57 ± 0,00 ab
A1	4,94 ± 0,01 a	23,60 ± 1,13 a	28,02 ± 4,44 ab
A2	5,09 ± 0,13 a	19,76 ± 0,25 bcd	26,90 ± 6,04 ab
A3	5,40 ± 0,36 a	22,16 ± 1,44 ab	31,88 ± 3,80 ab
B1	5,14 ± 0,07 a	16,46 ± 0,37 d	18,84 ± 0,91 b
B2	5,51 ± 0,35 a	20,33 ± 0,75 abc	34,99 ± 13,12 ab
B3	5,52 ± 0,33 a	21,56 ± 3,23 ab	37,52 ± 7,53 a
C1	5,14 ± 0,07 a	16,33 ± 0,57 d	19,76 ± 1,89 ab
C2	5,00 ± 0,08 a	23,16 ± 0,28 ab	29,06 ± 5,33 ab
C3	5,12 ± 0,06 a	17,16 ± 0,28 cd	20,88 ± 1,65 ab

Média ± desvio padrão da média. Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. A1 – 2h/ 1º ciclo; A2 – 2h, 2º ciclo; A3 – 2h/ 3º ciclo; B1 – 4h/ 1º ciclo; B2 – 4h/ 2º ciclo; B3 – 4h/ 3º ciclo; C1 – 6h/ 1º ciclo; C2 – 6h/ 2º ciclo; C3 – 6h/ 3º ciclo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A umidade também está diretamente relacionada com a deterioração do produto devido às reações naturais bem como ser um terreno propício a proliferação microbiana. Viana *et al* (2017) obtiveram resultados inferiores para umidade de banana prata anã desidratada (20,41%). Entretanto Pontes (2009) obteve resultados superiores para umidade em banana da terra desidratada (28,57% - 32,74%). A legislação prevê máximo

de 25% de umidade para frutas desidratadas (BRASIL, 2005). Os resultados do presente estudo estão próximo ao preconizado, tendo em vista que não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Dentre os parâmetros importantes para a avaliação de conservação de um alimento encontra-se a acidez (BATISTA *et al.*, 2013), que em banana caracteriza-se pela baixa acidez quando verde, alta quando atinge maturidade, e decréscimo durante senescência (PRILL *et al.*, 2012; NASCIMENTO JÚNIOR *et al.*, 2008). Durante a maturação do fruto também há decréscimo do pH associado ao acúmulo de açúcares e constituintes ácidos (SILVA *et al.*, 2017).

Além dos demais parâmetros, a relação SS/ATT é um dos parâmetros de avaliação de maturidade em frutos para sua comercialização, refletindo o balanço entre açúcares e ácidos existentes, avaliando também o sabor dos frutos (SOUSA, 2019). O mesmo autor obteve resultados superiores para banana *in natura* e desidratada para este parâmetro (85,6 a 97,0).

Farias, Soares e Vieira (2020) em estudo com banana da terra obtiveram resultados para acidez (% de ácido málico) inferiores ao presente estudo (0,20 a 0,41), e ligeiramente inferiores para o parâmetro de sólidos solúveis (14,47 a 19,63 °Brix), semelhantes para pH (4,80 a 5,27) e superiores para o *ratio* (45,18 a 89,05). Neste estudo os pesquisadores utilizaram solução de sacarose a 63 °Brix por 12h, seguida de secagem em estufa por 24 horas para desidratar bananas em rodela.

Rocha e Uribe (2019) ao estudarem banana prata maduras, obtiveram resultados para acidez (% de ácido málico) inferior ao presente estudo (0,13 a 0,23), resultados semelhantes de pH (4,66 a 5,18) e de sólidos solúveis (21,23 a 22,84 °Brix), e resultados superiores para a relação sólidos solúveis e acidez total titulável, o *ratio* (SS/ATT) (99,66 a 165,50).

Viana *et al* (2017) estudaram a desidratação de bananas de diversos genótipos, apresentando resultados superiores para sólidos solúveis (64,16 a 74,61 °Brix), acidez (1,47 a 2,21% de ác. málc.) e *ratio* (29,41 a 50,03), e valores semelhantes para pH (4,62 a 5,39).

Ao final do processo, as bananas foram submetidas a análises físicas de cor (Tabela 3.4) e textura (Tabela 3.5). O parâmetro L (Luminosidade) que varia de 0 (branco) a 100 (preto) determina o quanto o produto é claro ou escuro. Entre os tratamentos não

houve diferença mínima significativa para a luminosidade. A Figura 3.6 apresenta as bananas após o processo de secagem em estufa.

Figura 3.6 - Bananas-passas pré-tratadas com mel posterior à secagem em estufa.



Experimento A1.

Fonte: Autor (2021).

O presente estudo apresentou resultados inferiores aos encontrados por Hanauer *et al* (2015) em banana maçã desidratada em estufa a 60 °C por 1h para Luminosidade (55,07 a 88,43), portanto, bananas passas mais claras. Apresentou ainda resultados superiores para a^* (2,32 a 5,00) e semelhantes para b^* (5,85 a 34,13). Entretanto os presentes resultados foram semelhantes ao estudo de Viana *et al* (2017) em bananas-passas de diversas variedades para Luminosidade (L) (32,32 a 51,67) e saturação (C^*) (15,86 a 38,58) e resultados inferiores para tonalidade ($^{\circ}H$) (39,66 a 71,86).

Como a variável a^* indica a presença dos pigmentos verde (-a) ao vermelho (+a), todas as amostras tenderam ao vermelho, apresentando diferença mínima significativa entre C2 e C1 (Tabela 3.4).

A coordenada b^* indica variação de cor que vai do azul (-b) ao amarelo (+b), onde todas as amostras tenderam ao amarelo, havendo diferença significativa entre os tratamentos C2 e os tratamentos Controle, A2 e C1 (Tabela 3.4).

Oliveira *et al.* (2017) em estudo com banana-passa da variedade “Prata-Anã” saborizada com canela, obtiveram valor médio para o ângulo *Hue* de 80,40, superior ao presente estudo, e para saturação (C^*) de 28,52, semelhante ao presente estudo.

Bananas-passas devem apresentar cor castanho-áurea (castanho amarelado), uniforme e sem manchas (STRINGHETA *et al.*, 2011), coloração relativamente mais

escura do que as obtidas nas bananas pré-tratadas com mel. Esta diferença pode estar relacionada com o binômio tempo-temperatura, já que as bananas passas, de modo geral, são submetidas a secagem por aproximadamente 24 horas sob temperatura de 65 a 70 ° C (STRINGHETA *et al.*, 2011) sendo valores superiores ao deste estudo obtendo bananas passas mais claras, como apresentadas na figura 3.6.

As alterações químicas dos pigmentos carotenoides e clorofila podem ocorrer em decorrência do calor durante o processo de secagem. A utilização de um pré-tratamento osmótico viabiliza uso de temperaturas mais baixas e menos tempo em estufas de secagem, objetivando manter as características naturais do produto (FELLOWS, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Para o consumidor a aparência é fator crucial na escolha de um alimento, sendo a cor uma das características sensoriais impactantes na aparência, consequentemente, aceitação do produto. Jesus *et al* (2005) realizaram estudos em diferentes cultivares de banana, sendo a banana passa proveniente da variedade Prata Anã, a que obteve resultados de escore hedônico de 6,9 para cor (próximo a “gostei moderadamente”). Estes resultados foram correlacionados com o uso dos agentes antioxidantes (ácido ascórbico e ácido cítrico), bem como o uso de baixas temperaturas de desidratação, conferindo um produto mais claro e brilhante. Produtos elaborados com cor próxima à banana in natura podem ser melhor valorizados.

Tabela 3.4 – Resultado para cor instrumental das bananas desidratadas.

Amostra	COR			
	L*	a*	b*	C*
CONTROLE	43,77 ± 0,00 a	4,18 ± 0,00 ab	14,72 ± 0,00 c	15,30 ± 0,00 c
A1	51,79 ± 4,87 a	6,60 ± 1,42 ab	24,53 ± 3,36 abc	25,41 ± 3,58 abc
A2	50,62 ± 5,07 a	5,35 ± 0,52 ab	22,19 ± 1,10 bc	22,83 ± 0,42 bc
A3	46,06 ± 1,84 a	6,19 ± 0,92 ab	27,76 ± 0,23 ab	28,45 ± 0,42 ab
B1	55,43 ± 3,55 a	7,45 ± 1,08 ab	29,37 ± 0,74 ab	30,32 ± 0,61 ab
B2	51,69 ± 3,60 a	7,10 ± 1,28 ab	26,22 ± 5,08 abc	27,18 ± 5,13 ab
B3	53,19 ± 1,75 a	6,58 ± 1,01 ab	25,08 ± 2,80 abc	25,93 ± 2,96 abc
C1	54,61 ± 6,85 a	4,71 ± 0,32 b	23,74 ± 1,87 bc	24,20 ± 1,80 bc
C2	58,76 ± 6,55 a	7,52 ± 0,77 a	32,47 ± 3,99 a	33,33 ± 4,05 a
C3	47,71 ± 6,32 a	5,59 ± 0,38 ab	25,46 ± 1,99 abc	26,06 ± 2,02 abc

Média ± desvio padrão da média. Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. A1 – 2h/ 1º ciclo; A2 – 2h, 2º ciclo; A3 – 2h/ 3º ciclo; B1 – 4h/ 1º ciclo; B2 – 4h/ 2º ciclo; B3 – 4h/ 3º ciclo; C1 – 6h/ 1º ciclo; C2 – 6h/ 2º ciclo; C3 – 6h/ 3º ciclo. L* - Luminosidade; a* - variação entre verde (-a) e vermelho (+a); b* - variação entre azul (-b) e amarelo (+b); C* - Ângulo Croma (saturação); °H – Ângulo Hue (tonalidade).
 Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para os parâmetros de textura, quanto à resiliência (N), observou-se diferença mínima significativa entre os tratamentos A2, B3 e C3 quando comparados ao controle havendo diminuição gradativa, e não havendo diferença entre os demais tratamentos (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 - Resultados para perfil de textura (TPA) das bananas-passas submetidas ao pré-tratamento com mel expressas em N.

ID	Resiliência	Adesividade	Elasticidade	Coesividade
Controle	0,39 ± 0,09 a	-18,64 ± 36,66 a	4,53 ± 1,87 ab	0,90 ± 0,18 ab
A1	0,31 ± 0,07 ab	-14,80 ± 18,31 a	5,22 ± 2,52 a	0,98 ± 0,23 a
A2	0,23 ± 0,10 b	-176,29 ± 187,08 bc	1,87 ± 1,84 c	0,65 ± 0,18 bcd
A3	0,28 ± 0,09 ab	-28,95 ± 34,00 a	4,09 ± 2,98 ab	0,76 ± 0,28 abc
B1	0,28 ± 0,08 ab	-51,46 ± 42,47 a	2,75 ± 2,17 ab	0,72 ± 0,14 abc
B2	0,28 ± 0,08 ab	-7,23 ± 11,78 a	5,89 ± 3,32 a	0,90 ± 0,25 ab
B3	0,23 ± 0,10 b	-51,79 ± 43,87 ab	2,39 ± 2,11 ab	0,51 ± 0,23 cd
C1	0,25 ± 0,07 ab	-57,05 ± 41,04 ab	2,15 ± 1,52 ab	0,67 ± 0,11 bc
C2	0,28 ± 0,06 ab	-28,70 ± 34,43 a	3,72 ± 2,23 ab	0,73 ± 0,15 abc
C3	0,09 ± 0,06 c	-214,14 ± 121,90 c	0,96 ± 0,00 c	0,37 ± 0,12 d

ID	Gomosidade	Mastigabilidade	Dureza
Controle	400,63 ± 65,18 ab	1918,04 ± 888,05 a	448,77 ± 39,29 b
A1	242,38 ± 67,72 bc	1382,66 ± 838,35 ab	247,65 ± 37,32 b
A2	582,47 ± 344,89 a	945,84 ± 778,51 abc	976,83 ± 716,02 a
A3	251,60 ± 77,39 bc	1174,00 ± 999,22 abc	338,76 ± 70,82 b
B1	358,02 ± 119,64 bc	974,55 ± 783,86 abc	497,11 ± 152,21 b
B2	158,51 ± 36,17 bc	1017,60 ± 729,24 abc	178,82 ± 33,66 b
B3	157,00 ± 88,53 c	505,78 ± 690,07 bc	295,45 ± 61,41 b
C1	356,71 ± 90,41 bc	850,41 ± 745,15 abc	522,11 ± 64,68 b
C2	235,19 ± 66,26 bc	922,74 ± 681,37 abc	323,88 ± 72,30 b
C3	188,67 ± 23,81 bc	181,70 ± 22,90 c	549,57 ± 139,38 b

Média ± desvio padrão da média. Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. ID – Identificação do tratamento. A1 – 2h/ 1º ciclo; A2 – 2h, 2º ciclo; A3 – 2h/ 3º ciclo; B1 – 4h/ 1º ciclo; B2 – 4h/ 2º ciclo; B3 – 4h/ 3º ciclo; C1 – 6h/ 1º ciclo; C2 – 6h/ 2º ciclo; C3 – 6h/ 3º ciclo.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Quanto à adesividade e elasticidade, os menores valores foram de C3 e A2 (Tabela 3.5). Quanto a coesividade houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo a maior média a do tratamento A1 e menor a do tratamento C3 (Tabela 3.5). Para gomosidade a maior média foi do tratamento A2, sendo que este tratamento não diferiu estatisticamente do tratamento controle, mas diferiu dos demais, enquanto o tratamento B3 apresentou menor resultado e diferiu estatisticamente dos tratamentos A0 e A2 (Tabela 3.5). A banana sem pré-tratamento osmótico apresentou maior média de mastigabilidade, diferindo estatisticamente dos tratamentos B3 e C3 que apresentaram resultados inferiores (Tabela 3.5). Quanto ao parâmetro de dureza, somente o tratamento A2 diferiu significativamente dos demais, apresentando valor superior de $976,83 \pm 716,02$ a N (Tabela 3.5), enquanto que não houve para este parâmetro diferença significativa entre os demais tratamentos.

A resiliência é o atributo que caracteriza a facilidade de um alimento retornar à sua forma original após sofrer uma compressão elástica (BOURNE, 2002). A adesividade é a energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a de outros materiais com os quais o alimento entra em contato, no caso da mastigação, a força requerida para remover o material que adere à boca (CIVILLE; SZCZESNIAK, 1973). A elasticidade de um alimento está relacionada com sua capacidade de recuperação após compressão (BOURNE, 2002), enquanto que a coesividade é definida pela resistência das ligações internas do alimento (GUNASEKARAN; AK, 2003). A gomosidade é a energia requerida para desintegrar um alimento até o ponto de deglutição (CIVILLE; SZCZESNIAK, 1973). Já a mastigabilidade é apresentada a partir da coesividade, elasticidade e dureza, (BOURNE, 2002). Já a dureza é a força necessária para produzir certa deformação no alimento, na mastigação esse efeito é realizado pelos dentes molares (CIVILLE; SZCZESNIAK, 1973).

A aceitabilidade do produto por parte do consumidor é uma preocupação tanto do meio acadêmico-científico quanto da indústria, no desenvolvimento e aprimoramento de técnicas e métodos instrumentais de pesquisa para quantificação de textura, já que são mais rápidos e mais flexíveis, tornando-se vantagens quando comparados com a análise sensorial. As adaptações instrumentais podem envolver uma ampla variedade de alimentos, e essa versatilidade na análise instrumental é uma característica importante para a indústria que manipula variados tipos de produtos (PELEG, 2006; KILCAST, 2004; ROUDAUT *et al.*, 2002). A maioria destes métodos instrumentais são ensaios

mecânicos, contudo existem desvantagens e dificuldades no estabelecimento da relação da percepção de textura e as propriedades físicas dos alimentos. Dentre estas, está o fato de a maioria dos alimentos serem altamente anisotrópicos (não são uniformes), resultando propriedades mecânicas diferentes a depender da direção estudada (longitudinal, transversal). Os alimentos ainda são quimicamente ativos e fisicamente instáveis, também sendo visto como desvantagem (PELEG, 1987), caso aplicável neste estudo, tendo em vista as bananas inteiras terem sido submetidas a análise de textura (Figura 3.7).

Figura 3.7 - Análise de perfil de textura (TPA) em texturômetro com probe P/36 R.



Fonte: Autor (2021).

4 CONCLUSÃO

O mel como agente osmótico sofreu poucas modificações nos parâmetros avaliados quanto ao reuso em 3 ciclos, bem como aos três tempos de imersão diferentes. As maiores diferenças foram em relação a este mel comparado com o mel puro para os parâmetros de umidade (%), sólidos solúveis (°Brix) e acidez (mEq/kg). Faz-se necessário uma completa avaliação dos demais parâmetros do agente, bem como uma expansão de seu reuso e tempos de imersão, avaliando as características principais de umidade, ganho de massa e perda de sólidos.

A banana pré-tratada osmoticamente com mel apresentou pouca diferença entre os parâmetros avaliados comparados à banana controle, observando-se como vantajoso,

tendo em vista a possível aceitação do produto pelo consumidor e o potencial funcional do produto pré-tratado com mel, além disso, ressalta-se a coloração mais clara e alto valor de saturação do produto final. Os diversos tratamentos pouco impactaram na textura ao nível de 5% de significância, entretanto com menor valor de dureza do que a banana controle.

A capacidade higroscópica do mel de abelhas africanizadas apresentou-se eficiente no pré-tratamento osmótico de bananas variedade “Prata” em tempos diferentes de imersão (2, 4 e 6 horas) e sendo utilizado em 3 ciclos (1º, 2º e 3º ciclo), mostrando-se estável em alguns parâmetros. A banana-passa pré-tratada com mel apresentou-se, em geral, com características semelhantes dos parâmetros avaliados em todos os tratamentos ao tratamento controle, com potencial diminuição do tempo de energia utilizado em estufas, e apresentando-se com cor e texturas de possível preferência do consumidor.

REFERÊNCIAS

- ACEA-DEL SOL, D.; SANCHEZ-IZNAGA, A. L. Combined dehydration of the pineapple for conservation. **Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias**, v. 29, n. 2, p. 74-83, 2020.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington: AOAC Internacional, 1995, 1025 f.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. HORWITZ, W. (Ed) **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 17 ed. Arlington: AOAC Inc., 2005. v1 e v2.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 16th ed. Rev. 4. Washington, 1998, 1170p
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 2000.
- BARROS, L.B., TORRES, F.R., AZEREDO, L.C., BARTH, O.M., FREITAS, M.Q. Caracterização físico-química de mel produzido por *Apis mellifera* no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 17, p.117-120, 2010.
- BATISTA, A. G.; OLIVEIRA, B.A.; OLIVEIRA, M.A.; GUEDES, T.J.; SILVA, D.F.; PINTO, N.A.V.D. Parâmetro de qualidade de polpas de frutas congeladas: uma abordagem para produção do agronegócio familiar no Alto Vale do Jequitinhonha. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.7, n.4, p.49-54, dez. 2013.

BATISTA, E. M. **Frutos da bananeira prata: armazenamento refrigerado e comercialização**. 2017. 68 f. Dissertação. Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará campus Limoeiro do Norte. Limoeiro do Norte, 2017.

BORGES, N. S. **Obtenção e caracterização da farinha de biomassa da banana-prata (*Musa spp.*) liofilizada em diferentes estádios de maturação**. 2021, 40p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Engenharia de Alimentos. Instituto Federal Goiano *campus* Rio Verde. Rio Verde, 2021.

BOURNE, M. C. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. 2 ed. Elsevier Science & Technology Books, 2002. p.423.

BOZKIR, H.; ERGÜN, A. R.; SERDAR, E.; METIN, G.; BAYSAL, T. Influence of ultrasound and osmotic dehydration pretreatments on drying and quality properties of persimmon fruit. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 54, p. 135-141, 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.02.006>

BRASIL. ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 out. 2000. Seção 1, p. 16-17.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). Portaria nº 01, de 07 de outubro de 1981. Métodos analíticos para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: Métodos Físicos e Químicos. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 13 de outubro de 1981.

CHEN, J.; LI, F.; LI, Y.; WANG, Y.; WANG, C.; YUAN, D.; JIANG, Y. Exogenous procyanidin treatment delays senescence of harvested banana fruit by enhancing antioxidant responses and in vivo procyanidin content. **Postharvest Biology and Technology**, v. 158, p. 110999, 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.110999>

CIVILLE, G. V.; SZCZESNIAK, A. S. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of texture studies**, v. 4, n. 2, p. 204-223, 1973.

CRANE, E. **O livro do mel**. 2. Ed. São Paulo: Nobel, 1987.

CUNHA, M. C.; PASSOS, F. R.; MENDES, F. Q.; PIGOZZI, M. T.; CARVALHO, A. M. X. Propolis extract from different botanical sources in postharvest conservation of papaya. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 40, p. e31074-e31074, 2018.

DIMAKOPOULOU-PAPAZOGLU, D.; KATSANIDIS, E. Diffusion coefficients and volume changes of beef meat during osmotic dehydration in binary and ternary solutions. **Food and Bioproducts Processing**, v. 116, p. 10-19, 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.fbp.2019.04.007>

EMBRAPA. Banana: Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas. 2a edição. Lima MB, Silva S de O e, Ferreira CF, editors. Vol. 136, **Journal of Experimental Psychology: General**. Brasília, DF: Embrapa Mandioca e Fruticultura. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.; 2012. 214 p.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S.; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1166-1171, 2005.

FAO. **Comércio e mercados**: banana. FAO. Org, 2019. Disponível em:
<http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/bananas/en/>. Acessado em 30/10/2021.

FARIAS, M. M. L.; SOARES, S. B. D.; VIEIRA, D. A. P. Desidratação osmótica e convencional de banana da terra (*Musa sapientum*). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 86506-86518, 2020.

FARIAS, R. P.; SILVA, W. P.; MAGALHÃES, H. L. F.; LIMA, W. M. P. B.; GOMES, R. S.; LIMA, E. S.; SILVA, S. K. B. M.; LIMA, A. G. B. Estudo teórico e experimental da secagem de banana inteira em estufa. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e56991110093-e56991110093, 2020.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos**: princípios e prática. 2ª ed. 602 p. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GUNASEKARAN, S.; AK, M.M. **Cheese Rheology and Texture**. CRC Press LLC, Florida, 637p. 2003.

HANAUER, D. C.; MATIELLO, E. R.; PAINI, F. M.; BUENO, P. F. Secagem de duas cultivares de banana em estufa com circulação de ar em diferentes temperaturas. *In: Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos*. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa agrícola municipal – PAM**, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. **Produção Agrícola municipal – PAM**, 2018.

JESUS, S. C.; MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S.; CARDOSO, R. L. Avaliação de banana-passa obtida de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 573-579, 2005.

JIANG, B.; OU, S.; XU, L.; MAI, W.; YE, M.; GU, H.; ZHANG, T.; YUAN, C.; SHEN, C.; WANG, J.; LIU, K. Comparative proteomic analysis provides novel insights into the regulation mechanism underlying papaya (*Carica papaya* L.) exocarp during fruit ripening process. **BMC plant biology**, v. 19, n. 1, p. 1-13, 2019.

KILCAST, D. (Ed.). **Texture in food: Solid foods**. Elsevier, 2004.

KUMAR, P. S.; NAMBI, E.; SHIVA, K. N.; VAGANAN, M. M.; RAVI, I.; JEYABASKARAN, K. J. UMA, S. Thin layer drying kinetics of Banana var. Monthan (ABB): Influence of convective drying on nutritional quality, microstructure, thermal properties, color, and sensory characteristics. **Journal of Food Process Engineering**, v. 42, n. 4, p. e13020, 2019.

LIMA, A. G. B.; QUEIROZ, M. R.; NEBRA, S. A. Simultaneous moisture transport and shrinkage during drying of solids with ellipsoidal configuration. **Chemical Engineering Journal**, v. 86, n. 1-2, p. 85-93, 2002.

MAIA, V. M.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; PUSCHMANN, R.; MOTA FILHO, V. J. G.; CECON, P. R. Tipos e intensidade de danos mecânicos em bananas ‘Prata-Anã’ ao longo da cadeia de comercialização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 365- 370, 2008.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MELO, T. S.; DIAS, L. I. S. Utilização da Biomassa como Alternativa Alimentícia aos Produtores de Banana (*Musa spp*) e população do Município de Barreiras – Bahia. **Instituto AIBA**, Barreiras, 2018.

NERIS, T. S.; SILCA, S. S.; LOSS, R. A.; CARVALHO, J. W. P.; GUEDES, S. F. Avaliação físico-química da casca da banana (*Musa spp.*) in natura e desidratada em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Sustentabilidade**, v. 4, n.1, p. 5-21, 10. Jul. 2018. <https://doi.org/10.33809/2447-4606.4120185-21>

OLIVEIRA, J. P.; ARAÚJO, C. I. A.; ALVES, É. E.; SOUZA, T. I. M.; CHAUCA, M. N. C.; CARELI, R. T. Desidratação de banana Prata Anã saborizada com canela/Dehydration of banana Prata Anã tempered with cinnamon. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, supl. 1, p. 17-23, 2017.

OLIVEIRA, L.C.; SOUZA, S.O.; MAMEDE, M.E.O. Avaliação das características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais regiões vitícolas do Brasil. **Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n.2, p. 158-167, 2011.

PELEG, M. **The basics of solid foods rheology**. In “Food Texture: Instrumental and Sensory Measurements”, ed. Moskowitz, HR. 1987.

PELEG, M. **Advanced quantitative microbiology for foods and biosystems: models for predicting growth and inactivation**. CRC Press, 2006.

PIGOZZI, M. T.; MENDES, F. Q.; CALDAS, J. N.; OLIVEIRA, I. R. N.; MORAES, A. R. F.; FILHO, F. A. S. E.; SOUSA, L. A. T.; SILVA, I. B. Qualidade pós-colheita de banana revestida com álcool polivinílico e amido. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 74637-74648, 2020.

PONTES, S. F. O. **Processamento e qualidade de banana da terra (*Musa sapientum*) desidratada**. 2009. 86p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetininga, 2009.

PRILL, M.A. de S.; NEVES, L.C.; CHAGAS, E.A.; TOSIN, J.M.; SILVA, S.S. Métodos para a climatização de bananas 'Prata-Anã' produzidas na Amazônia setentrional brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.1030-1042, 2012.

RAHAMAN, A.; ZENG, X.; KUMARI, A.; RAFIQ, M.; SIDDEEG, A.; MANZOOR, M. F.; BALOCH, Z.; AHMED, Z. Influence of ultrasound-assisted osmotic dehydration on texture, bioactive compounds and metabolites analysis of plum. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 58, p. 104643, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104643>

ROCHA, K. R.; URIBE, S. J. Caracterização físico-química de bananas (*Musa spp* AAB cultivar Prata) da região metropolitana do Vale do Aço–MG. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 15, n. 4, p. 269-274, 2019.

ROCHA, S. L.; GERUM, A. F. A. A.; SANTANA, M. A. Canais de comercialização de banana *in natura* no Brasil. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Documentos (INFOTECA-E)**, 2021.

ROUDAUT, G.; DACREMONT, C.; VALLÉS PÁMIÉS, B.; COLAS, B.; LE MESTE, M. Crispness: a critical review on sensory and material science approaches. **Trends in food science & technology**, v. 13, n. 6-7, p. 217-227, 2002.

RUARO, E. L.; SOUZA, A. P. C.; MEIRELLES, R. N.; LEÃES, F. L. Avaliação do teor de açúcares redutores, açúcares totais e sacarose de méis de *Tetragonisca sp.*, oriundo da região Missões-RS. **Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão da UERGS (SIEPEX)**, v. 1, n. 10, 2021.

SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; LINS, L. C. R.; CECOM, P. R. Crescimento e produção da bananeira (*Musa spp.* AAB) Prata-Anã, oriunda de rizoma e micropropagada. **Revista Ceres**, v. 63, p. 340-347, 2016.

SILVA JÚNIOR, J. F.; SANTIAGO, A. M.; GALDINO, P. O.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; MARSIGLIA, W. I. M. L.; ALMEIDA, R. L. J. Aplicação da desidratação osmoconvectiva para o aproveitamento tecnológico da casca de banana. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e103911808-e103911808, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1808>

SILVA, K. C.; NERIS, T. S.; LOSS, R. A.; SILVA, S. S.; GUEDES, S. F. Caracterização da biomassa da banana-maçã (*Musa spp.*) em diferentes estádios de maturação *in natura* e desidratada. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 26, 2017.

SIQUEIRA, M. S. B. **Caracterização da qualidade de banana prata –anã armazenada em diferentes condições de atmosfera controlada**. Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

SOUSA, H.A.F. **Desempenho agrônômico, pós-colheita e caracterização físico-química e sensorial de variedades de bananeira cultivadas sob diferentes condições de reposições hídricas e adubo químico**. 2019. 210f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2019.

STRINGHETA, P. C.; MELLONI, P.; FERNANDES, A. R.; SILVA, C. A. B. Produção de banana-passa (2500 kg de banana verde por dia). *In*: SILVA, C. A. B.; FERNANDES, A. R. **Projeto de Empreendimentos Agroindustriais – Produtos de Origem Vegetal**. Viçosa: UFV, 2011, cap. 2, p. 23-57.

SULISTYAWATI, I.; DEKKER, M.; FOGLIANO, V.; VERKERK, R. Osmotic dehydration of mango: Effect of vacuum impregnation, high pressure, pectin methylesterase and ripeness on quality. **LWT**, v. 98, p. 179-186, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.032>

TANADA, P. S. **Obtenção de extrato de banana (*Musa cavendishi*) isento de polifenol oxidase por ultrafiltração e concentrado por osmose inversa**. 1996, 101p. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 1996.

TRAJANO, T. O. **Desenvolvimento de um sistema automatizado para medir a variação de massa na câmara de secagem de um secador solar de frutas**. 2017. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

VIANA, E. S.; REIS, R. C.; SENA, L. O.; SANTOS JÚNIOR, M. B.; SILVA, P. N. R. Produção de bananas-passa com frutos de variedades melhoradas e avaliação da qualidade físico-química e sensorial. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 35, n. 1, 2017.

WALTRICH, C.; CARVALHO, L. F. Estudo de propriedades físicas e químicas durante armazenamento de mel produzido na região de Blumenau, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e495974070-e495974070, 2020.

YANG, H.; SOMBATNGAMWILAI, T.; YU, W.; KUO, M. Drying applications during value-added sustainable processing for selected mass-produced food coproducts. **Processes**, v. 8, n. 3, p. 307, 2020.

ZOEIR, H. A.; EL ZAHABY, H. M.; ZIEDAN, E. H.; MASWADA, H. F. Effects of antifungal activity of essential oils, salts and antioxidants acids on pathogenic fungi and their application methods for controlling postharvest diseases in banana fruits. **African Journal of Microbiology Research**, v. 11, n. 29, p. 1162-1170, 2017.

ZOU, Y.; ZHANG, L.; RAO, S.; ZHU, X.; YE, L.; CHEN, W.; LI, X. The relationship between the expression of ethylene-related genes and papaya fruit ripening disorder caused by chilling injury. **Plos One**, v. 9, n. 12, p. e116002, 2014.

CAPÍTULO 4

**APROVEITAMENTO DE MEL RESULTANTE DO PROCESSO DE
DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA NA ELABORAÇÃO DE LICOR
COMPOSTO**

“Palavras na minha não tão humilde
opinião são nossa inesgotável fonte de
magia.”

Alvo Dumbledore
Harry Potter e as Relíquias da Morte

CAPÍTULO 4

APROVEITAMENTO DE MEL RESULTANTE DO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA NA ELABORAÇÃO DE LICOR COMPOSTO

RESUMO

O Brasil possui grande potencialidades nas cadeias de apicultura e fruticultura, tendo em vista a grande produção de frutos e mel. Entretanto, com grande produção há perdas também elevadas, existindo a industrialização como meio de aproveitamento. O mel de abelhas africanizadas, com alto volume de exportação, pode não atingir os parâmetros exigidos pelo mercado internacional, entretanto o mesmo pode ser revertido na elaboração de derivados de alto valor e com qualidade. O licor é a bebida alcóolica com graduação entre 15 e 54% a 20 °C e possuindo teor de açúcares variáveis que os classificam em seco, doce ou fino, creme, escrachado ou cristalizado. O presente estudo objetivou elaborar seis formulações de licores de mel a partir do resíduo do processamento osmótico em bananas, utilizando-se como álcool a cachaça e a vodca, ambas adquiridas em comércio local, com a maceração dos frutos banana, limão e maracujá. As bananas foram imersas inteiras e descascadas, os limões foram furados e imersos, e o maracujá foi descartado o albedo. Após 60 dias de maceração em temperatura ambiente ao abrigo da luz os licores foram filtrados e envasados. A clarificação ocorreu por decantação por 30 dias, seguindo-se das análises físico-químicas de pH, acidez total, acidez fixa, acidez volátil, sólidos solúveis, grau alcóolico e *ratio*, e análise física de cor instrumental com os parâmetros de luminosidade (L^*) as coordenadas a^* e b^* , e os ângulos croma (C^*) e *Hue* ($^{\circ}H$). Os resultados apresentaram licores com graduação alcóolica entre 15 e 22 % v/v, sólidos solúveis ($^{\circ}Brix$) indicando indiretamente os açúcares presentes, classificando-os como doce ou fino, e altos teores de acidez, principalmente nas formulações com as frutas cítricas. Quanto a cor, mostram-se licores claros e com alta saturação (C^*) e baixa tonalidade ($^{\circ}H$), tendendo ao vermelho (a^*) e amarelo (b^*). Os licores podem ser uma alternativa de aproveitamento do mel e de diversos outros frutos.

Palavras-chaves: Aproveitamento. Bebida alcoólica. Banana. Limão. Maracujá.

ABSTRACT

The beekeeping and fruit production chains in the country have many potentials. With large fruit productions, there are still considerable losses of these that can and should be used by transforming them into other products, as well as honey that has lost its commercial value because it has parameters that do not comply with those required, can be coated for the production of derivatives. high value and with quality. The liqueur is an alcoholic beverage with the graduation of 15 and 54% at 20 °C and has a sugar content that classifies them as dry, sweet or fine, cream, crumbled or crystallized. The present study aimed to elaborate six formulations of honey liqueurs using cachaça and vodka as alcohol, both acquired in local stores, with the maceration of banana, lemon, and passion fruit. The bananas were dipped whole and peeled, the lemons were pierced and dipped, and the passion fruit has discarded the albedo. After 60 days of maceration at room temperature in the dark, the liquors were filtered and bottled. Clarification was carried out by decantation for 30 days, followed by physical-chemical analyzes of pH, total acidity, fixed acidity, volatile acidity, soluble solids, alcoholic degree and ratio, and physical analysis of instrumental color with luminosity parameters (L^*) the coordinates a^* and b^* , and the chroma (C^*) and Hue ($^{\circ}H$) angles. The results showed liqueurs with an alcoholic degree between 15 and 22 °GL, soluble solids indirectly indicating the sugars present, classifying them as sweet or fine, and high acidity contents, mainly in the formulations with citrus fruits. As for color, they were clear liquors with high saturation (C^*) and low hue ($^{\circ}H$), tending towards red (a^*) and yellow (b^*). Liqueurs can be an alternative for the use of honey and several other fruits.

Keywords: Exploitation. Alcoholic beverage. Banana. Lemon. Passion fruit.

1 INTRODUÇÃO

O Decreto nº 6.871 de 04 de junho de 2009, define licor como sendo a bebida alcoólica com graduação variando entre 15 a 54% de volume alcoólico à temperatura de 20 °C, com percentual de açúcar superior a 30 g/L, elaborado com álcool etílico potável ou destilado alcoólico simples, ambos sendo de origem agrícola, ou a adição de bebidas alcoólicas com extratos ou substâncias de origem vegetal ou animal, aromatizantes, saborizantes, corantes e outros aditivos. O mesmo Decreto classifica os licores de acordo com a quantidade açúcar presente, sendo considerado licor seco entre 30 a 100 g/L de

açúcares; licor fino entre 100 e 350 g/L de açúcares; licor creme mais de 350 g/L; e licor escrachado ou cristalizado a bebida saturada de açúcares e parcialmente cristalizada (BRASIL, 2009).

Sua elaboração tradicional se dá pela mistura de álcool, água, açúcar e substâncias que forneçam aroma e sabor em medidas adequadas, não havendo processo fermentativo durante o processo. Diversas bebidas alcoólicas destiladas podem ser utilizadas (conhaque, uísque, cachaça, vodka ou álcool de cereais) e levarão suas características intrínsecas ao produto, entretanto cachaças e aguardentes não são indicadas por não propiciarem qualidade ao licor, transferindo a este odor e sabor que anulam ou descaracterizam o produto em relação à sua matéria prima, dificultando sua padronização. O mesmo não ocorre quando se escolhe uma cachaça de qualidade reconhecida, que também irá transferir ao licor qualidade, não prejudicando essencialmente sua elaboração (VIERA *et al.*, 2010; SOUZA; JESUS FILHO *et al.*, 2018; BRAGANÇA, 2013).

Seu processamento é susceptível a variações e inovações, conferindo ao Brasil uma taxa crescente de 5,1% ao ano de consumo de licor, consequentemente incentivando investidores na área (DATAMARK, 2015; GASTL FILHO; LABEGALINI, 2017). Contudo, há etapas e variáveis importantes que poderão afetar a qualidade do produto, como a extração alcoólica dos frutos, concentração do fruto e extrato alcoólico, concentração de etanol e o tempo de maceração. Além disso, a adequação no teor alcoólico e na quantidade de açúcar, seja ela de origem do mel, xaropes, ou outros açúcares, tem papel fundamental na aceitação dos consumidores (SOUZA, 2015; JESUS FILHO *et al.*, 2018).

O licor de mel é amplamente produzido ao redor do mundo e possui algumas marcas reconhecidas utilizando-se aguardente de frutas, geralmente damasco, marmelo, ameixa, maçã ou outras variedades de frutas, utilizando-se uísque de mel (*Drambuie*, na Escócia), ou a base de vodka com mel (*Bärenfeng*, Alemanha). Sua mistura possui adequada combinação de mel e álcool, aquecendo-se suavemente a mistura e repousando, posteriormente, por um determinado período até ser consumido. (JOVANOVIĆ *et al.*, 2014).

Durante a elaboração de licores a adição de frutos pode trazer duas principais vantagens: com finalidades de aproveitamento de frutas frescas, tendo em vista sua curta vida de prateleira, excesso de produção e agregar valor; e conferindo ao licor, durante a maceração, compostos benéficos à saúde, como os polifenóis e antioxidantes.

(TEIXEIRA, 2010; SCHMITZER; MIKULIC-PETKOVSEK; STAMPAR, 2019; MUSTAFA *et al.*, 2014; MARQUES *et al.*, 2020). Essas inovações também trazem aumento na competitividade entre os produtos artesanais e industrializados (OLIVEIRA *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2019; SEBRAE, 2012; ALMEIDA *et al.*, 2012; COELHO *et al.*, 2019).

O limão possui origem tropical e nível de exploração econômica relativamente recente, tendo em vista sua adaptabilidade às condições climáticas do Brasil (JUNQUEIRA, 2013). Dados do IBGE (2021) apontam o Brasil com produção de 12.106 hectares de limão, sendo um dos principais países produtores de citros e o primeiro em produção de limão por plantio convencional (VIANA, 2010). Possui produção estimada de 1.481.322 t ao ano (IBGE, 2018), exportando-se 104.167,50 t (BRASIL, 2020). Apresenta segundo maior percentual de exportação no Nordeste (36,19%), atrás somente do melão (44,45%), exportado para Países Baixos (65,30%), Reino Unido (17,83%), Espanha (7,36%) e Estados Unidos (0,05%) (BRASIL, 2020).

O maracujá-amarelo possui grande produção no território brasileiro, de fácil adaptação a pequenas propriedades. Possui polpa de cor amarela intensa, devido a presença de pigmentos como carotenoides, precursores da vitamina A, apresenta ainda presença de vitamina C, minerais e vitaminas do complexo B (CARVALHO; STENZEL; AULER, 2015).

Já a banana é a fruta tropical mais consumida no mundo, sendo também a mais consumida no Brasil, cultivada em aproximadamente 130 países, possui cerca de 30 espécies do gênero *Musa* com mais de 700 variações cultivadas. Possui composição rica em diversos nutrientes e podem ser elaborados diversos produtos a partir dela, tais como: banana em calda, banana desidratada, ketchup, chips, congelados, doces em massa, vinagre, vinhos e também o licor (SILVA; RAMOS, 2009; FAO, 2019; ASMAR *et al.*, 2013; STOVER; SIMMONDS, 1987; MEDINA *et al.*, 1985)

Diferentes das soluções osmóticas comumente utilizadas como pré-tratamento em frutos que não possuem tratamento ou aproveitamento específicos (GERMER *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2013; QIU *et al.*, 2019), o mel, por outro lado, apresenta uma gama de possibilidades de aproveitamento e transformação em derivados, mesmo em avançado estado de deterioração.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi aproveitamento do mel residual do processo de pré-tratamento osmótico em banana para a elaboração de seis formulações

de licor de mel por maceração contendo diferentes extratos alcóolicos utilizando-se três frutas: banana, limão e maracujá, e posterior análises do produto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Aquisição da Matéria Prima

O mel utilizado na pesquisa foi adquirido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão do IFCE campus Limoeiro do Norte, que foi transportado em recipiente de polipropileno sanitizado e armazenado em temperatura ambiente ao abrigo da luz. O mesmo foi utilizado como agente osmótico no pré-tratamento em bananas (Capítulo 3), e aqui utilizou-se seu resíduo. As demais matérias primas (vodca, cachaça, banana, limão e maracujá) foram adquiridas em comércio local na cidade de Limoeiro do Norte. A banana encontrava-se em último de maturação (amarela com manchas marrons) em escala visual da casca.

2.2 Processamento do licor

Após selecionados os frutos foram sanitizados em água clorada a 200 ppm por 15 minutos. As bananas foram descascadas, os maracujás cortados com albedos descartados e os limões foram apenas furados com auxílio de um garfo.

O mel selecionado foi pesado e adicionado ao álcool (cachaça e vodca) juntamente com as frutas de acordo com as formulações. As bananas permaneceram inteiras. O processo de maceração se deu em temperatura ambiente (média de 30 °C) ao abrigo da luz, sem agitação durante 60 dias. Ao final deste período os licores foram filtrados, sendo descartados os resíduos dos frutos, e envasado para descanso. A clarificação se deu naturalmente por decantação após 30 dias, também em temperatura ambiente.

As formulações foram elaboradas de acordo com a tabela 4.1, e seguindo-se o fluxograma de processamento descrito na figura 4.1.

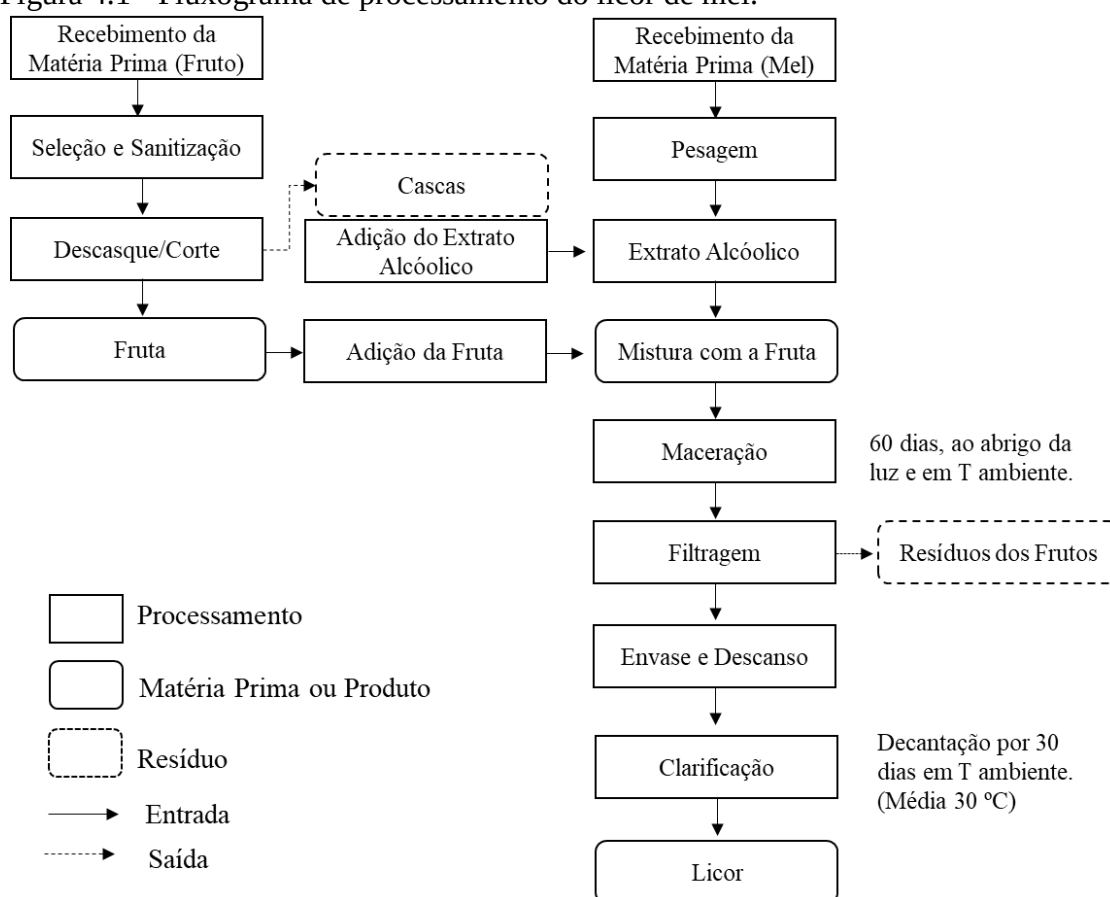
Tabela 4.1 – Formulações dos licores de mel elaborados.

Formulações	Mel	Álcool	Fruto
-------------	-----	--------	-------

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

		Cachaça	Vodca	Banana	Limão	Maracujá
F1B	300 g	500 mL	-	200 g	-	-
F1L	300 g	500 mL	-	-	200 g	-
F1M	300 g	500 mL	-	-	-	200 g
F2B	300 g	-	500 mL	200 g	-	-
F2L	300 g	-	500 mL	-	200 g	-
F2M	300 g	-	500 mL	-	-	200 g

Figura 4.1 - Fluxograma de processamento do licor de mel.



Fonte: Adaptado de Jesus Filho (2020).

2.3 Análises físicas e físico-químicas nos licores

2.3.1 Acidez total, acidez fixa e acidez volátil

Para análise de acidez total adotou-se o método descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Pipetou-se 10 mL de amostra em erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 100 mL de água destilada e 4 gotas de fenolftaleína. A amostra foi titulada com uma solução

padronizada de NaOH a 0,1 N até o aparecimento de uma coloração rósea persistente. Os resultados foram obtidos segundo a equação a seguir. Para acidez fixa, adotou-se metodologia proposta pela AOAC (2005), com 50 mL da amostra levada em cápsula de alumínio para chapa aquecedora e evaporando. O conteúdo restante foi lavado com 100 mL de água destilada, transferindo para erlenmeyer de 250 mL, com adição de 3 a 4 gotas de fenolftaleína e titulando-se com NaOH a 0,1 N até aparecimento de coloração rosa persistente. Resultados obtidos a partir da equação a seguir. A acidez volátil foi calculada mediante subtração da acidez total e acidez fixa, todas expressas em g/L.

$$AT(g/L) = \frac{60}{a \times v_{AT} \times M_{NaOH}} \quad (4.1)$$

$$AF(g/L) = \frac{60}{a \times v_{AF} \times M_{NaOH}} \quad (4.2)$$

$$AV = AT - AF. \quad (4.3)$$

Onde:

AT – Acidez Total

AF – Acidez Fixa

AV – Acidez Volátil

a – Alíquota da amostra

V_{AT} – Volume do titulante no ensaio de acidez total

V_{AF} – Volume do titulante no ensaio de acidez fixa

M – Molaridade do titulante.

2.3.2 pH

A determinação do pH foi feita por medição direta em pHmetro digital (Gehaka, modelo PG 1800), previamente calibrado com soluções-tampão de pH 4,00 e 7,00.

2.3.3 Grau alcoólico

A análise de grau alcoólico real fundamenta-se na destilação do álcool da amostra e posterior quantificação pela medida da densidade relativa do destilado a 20 °C (IAL, 2008).

Inicialmente um balão volumétrico contendo 200 mL de cada amostra foi levado para o processo de destilação. Após destilado 125 mL (correspondente à 75% do valor inicial), foi medido o teor alcoólico real com uso de um alcoômetro calibrado à 20 °C com a leitura direta em porcentagem em volume (% v/v) (AOAC, 2005).

2.3.4 Sólidos Solúveis

As formulações foram avaliadas quanto ao parâmetro de sólidos solúveis efetuando a leitura direta refratométrica determinados em refratômetro de Abbé digital Optronic expressa em °Brix da amostra a 20 °C (ZENEBON, 2005)

2.3.5 Ratio – SS/ATT.

Determinada pelo quociente das características de sólidos solúveis e acidez total titulável (AOAC, 1995) de acordo com a Equação 4.4.

$$Ratio = \frac{SS \text{ } ^\circ Brix}{ATT \text{ } \% \acute{a}c.C\acute{it}.} \quad (4.4)$$

Onde:

SS = Sólidos solúveis expressos em °Brix

ATT = Acidez total titulável expressos em % de ácido Cítrico.

2.3.6 Cor instrumental

A determinação instrumental da cor das bananas foi feita em colorímetro portátil (Hunter Lab, modelo MINISCAN EZ-MSEZ0506), com base no sistema CIELAB, mensurando-se as coordenadas L*, a* e b*.

A partir dos dados das coordenadas obtidos anteriormente, calcularam-se os valores de cromaticidade (C*) e tonalidade (°H) segundo McGuire (1992) como

apresentada nas Equações 4.5 a 4.9. No sistema de cor CIELAB, L^* representa a luminosidade, cujos valores variam do 0 (preto) a 100 (branco); enquanto a^* positivo indica o vermelho e o negativo o verde, ao passo que b^* positivo representa o amarelo e o negativo o azul. Já os parâmetros C^* e $^{\circ}H$ são derivados das coordenadas colorimétricas anteriormente citadas, em que C^* é corresponde à cromaticidade ou saturação/vivacidade da cor e o ângulo $^{\circ}H$ indica a tonalidade da cor. O centro do espaço de cor CIELAB é acromático e a saturação da cor vai aumentando à medida que os valores se afastam da origem (OLIVEIRA; SOUZA; MAMEDE, 2011). Segue equação final para emprego dos cálculos.

$$L = 100 \sqrt{\frac{Y}{Y_n}} \quad (4.5)$$

$$a = K_a \frac{\frac{X}{X_n} - \frac{Y}{Y_n}}{\sqrt{\frac{Y}{Y_n}}} \quad (4.6)$$

$$b = K_b \frac{\frac{Y}{Y_n} - \frac{Z}{Z_n}}{\sqrt{\frac{Y}{Y_n}}} \quad (4.7)$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (4.8)$$

$$h = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) \quad (4.9)$$

Onde:

C^* corresponde a cromaticidade; H^* corresponde a tonalidade; L corresponde à Luminosidade; a^* e b^* as coordenadas de intensidade de cor.

2.4 Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados por ANOVA e pelo teste de Tukey em um nível de 5% de significância ($p < 0,05$), e foram calculados também a média e desvio-padrão das repetições utilizando-se o programa STATISTICA 7.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A acidez total dos licores das formulações F1M e F2L apresentaram maiores valores enquanto as formulações contendo banana (F1B e F2B) apresentaram menores teor de acidez total (Tabela 4.2), este resultado pode ser devido as frutas das demais formulações serem cítricas (limão e maracujá), reconhecidamente mais ácidas. Seguindo-se, portanto, os valores mais baixos para as formulações com banana para acidez fixa e volátil. (Tabela 4.2). Assim também, os valores de pH apresentaram maiores resultados, ou seja, menos ácido, para as formulações contendo banana (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Resultados em média e desvio padrão das análises físico-químicas nos licores de mel com frutos.

Formulações	Acidez Total (g/L)	Acidez Fixa (g/L)	Acidez Volátil (g/L)	pH
F1B	57,33 ± 3,60 d	2,04 ± 0,33 b	40,26 ± 1,52 d	3,96 ± 0,00 a
F1L	161,60 ± 1,60 c	7,34 ± 0,15 a	100,36 ± 1,48 c	3,05 ± 0,01 e
F1M	200,26 ± 6,80 ab	7,90 ± 1,17 a	134,43 ± 9,86 b	3,25 ± 0,01 d
F2B	60,80 ± 1,60 d	2,89 ± 0,20 b	36,66 ± 0,15 d	3,84 ± 0,01 b
F2L	208,26 ± 7,25 a	7,28 ± 0,81 a	147,60 ± 0,45 a	2,99 ± 0,01 f
F2M	190,13 ± 4,82 b	6,71 ± 0,54 a	134,20 ± 0,45 b	3,44 ± 0,01 c

Formulações	Sólidos Solúveis (°Brix)	Ratio	Grau Alcolólico (%v/v)
F1B	36,13 ± 0,05 ab	0,63 ± 0,03 a	20,00 ± 0,00 b
F1L	34,96 ± 0,41 bc	0,21 ± 0,00 b	20,00 ± 0,00 b
F1M	34,86 ± 0,25 bc	0,17 ± 0,00 b	15,00 ± 0,00 c
F2B	37,30 ± 0,26 a	0,61 ± 0,01 a	20,00 ± 0,00 b
F2L	34,66 ± 0,98 c	0,16 ± 0,00 b	22,00 ± 0,00 a
F2M	34,13 ± 0,40 c	0,17 ± 0,00 b	15,00 ± 0,00 c

Média ± desvio padrão da média. Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. F1B – Cachaça + Banana, F1L – Cachaça + Limão; F1M – Cachaça + Maracujá; F2B – Vodca + Banana, F2L – Vodca + Limão; F2M – Vodca + Maracujá
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Os maiores valores de sólidos solúveis (°Brix) foram nas formulações com banana (F1B e F2B), diferindo significativamente das demais formulações, sendo os menores valores F2L e F2M (Tabela 4.2). Assim como o valor da relação de sólidos solúveis/acidez titulável (*Ratio*) também nas formulações com banana (Tabela 4.2).

Já os valores obtidos para grau alcoólico nas formulações contendo maracujá foram verificados menores resultados, enquanto que a formulação de vodca com limão (F2L) apresentou maior teor alcoólico (Tabela 4.2). Neste caso o maracujá interferiu no rebaixamento teor alcoólico de ambas as formulações (contendo cachaça e vodca), devido, provavelmente, a quantidade de água neste fruto ser maior do que nos demais.

Pela legislação brasileira (BRASIL, 2009), licor possui graduação alcoólica entre 15 e 54%, estando, portanto, todas as formulações de acordo como o exigido. Pelo teor de sólidos solúveis, pode-se inferir e classificar os licores como “licor doce”, possuindo, segundo a legislação, entre 30 e 100 g/L de açúcares (BRASIL, 2009). A banana, sendo o fruto com maior teor de açúcares, influenciou no elevado teor de sólidos solúveis em suas respectivas formulações (F1B e F2B).

Os teores de acidez foram superiores aos encontrados por Nascimento (2017) em licor de banana com diferentes concentrações de canela (0,46 a 0,65 g/L), valores inferiores para pH (4,6 a 4,8) e para sólidos solúveis (40,33 a 41,23 °Brix). Para o teor alcoólico foi próximo ao encontrado pelo mesmo autor (19,67 a 21,00 % v/v de etanol) e também próximo ao encontrado por Macedo *et al* (2021) em licor de banana com xarope de yacon (19,95 a 20,41 % v/v de etanol).

A cor das formulações foi avaliada após os 30 dias de descanso, com a clarificação por decantação. Para o parâmetro de Luminosidade (L^*) a escala vai de 0 (preto) a 100 (branco), sendo que a formulação F2B apresentou maior média, não diferindo de F1M, entretanto todas as amostras tenderam ser mais claras (Tabela 4.3). Os valores positivos de a^* (a^+ = vermelho, a^- = verde) e b^* (b^+ = amarelo; b^- = azul) indicam coloração tendendo para o vermelho amarelo, já que os pigmentos presentes no mel pertencem ao grupo de antocianinas e flavonas (RIBEIRO *et al.*, 2015). As formulações contendo banana (F1B e F2B) apresentaram menores valores para a^* , e as formulações F1B, F2B e F2L menores valores para a coordenada b^* , indicando as demais formulações (com limão e maracujá) tendendo mais ao amarelo e vermelho (Tabela 4.3).

Ribeiro *et al* (2021) em estudo de licor dos resíduos do maracujá encontraram valores superior para o parâmetro de Luminosidade (83,15 a 87,34), valores inferiores para a coordenada b^* , indicando licores com menor tendência ao amarelo (20,40 a 23,80), e valores inferiores para a coordenada a^* (0,33 a 1,14), ainda positivo, mas com menor tendência ao vermelho.

As maiores médias para o parâmetro de saturação (C^*) foram as das formulações F1M, F2M e F1L, sendo que esta última não diferiu estatisticamente da formulação F2L (Tabela 4.3). Todas as formulações apresentaram resultados positivos para o parâmetro de tonalidade ($^{\circ}H$), sendo as formulações com limão (F1L e F2L) apresentaram menores valores (Tabela 4.3).

Rodrigues (2017) obteve resultados inferiores aos do presente estudo para a saturação (2,99 a 8,53) e resultados inferiores e superiores para Ângulo *Hue* (-87,35 a -47, 98) em licores de polpa de guabiroba.

Figura 3.2 – Formulações de licor de mel.



Da esquerda para a direita: F2M; F1L F2B, F2L, F1B e F1M. F1B – Cachaça + Banana, F1L – Cachaça + Limão; F1M – Cachaça + Maracujá; F2B – Vodca + Banana, F2L – Vodca + Limão; F2M – Vodca + Maracujá.

Fonte: Autor (2021).

Tabela 4.3 – Resultado com médias e desvios-padrões da análise de cor dos licores.

Formulações	Cor			
	L*	a*	b*	°H
F1B	50,56 ± 1,11 bc	10,68 ± 0,08 d	53,76 ± 0,86 bc	1,37 ± 0,00 bc
F1L	49,00 ± 0,90 c	13,38 ± 0,10 a	59,08 ± 0,73 a	1,34 ± 0,00 d
F1M	52,23 ± 0,11 ab	11,66 ± 0,02 c	58,68 ± 0,10 a	1,37 ± 0,00 b
F2B	53,03 ± 0,67 a	7,17 ± 0,30 e	51,30 ± 1,15 c	1,43 ± 0,00 a
F2L	50,12 ± 0,39 c	12,67 ± 0,07 b	56,20 ± 3,79 ab	1,34 ± 0,01 d
F2M	50,22 ± 0,31 c	12,84 ± 0,02 b	59,55 ± 0,22 a	1,35 ± 0,00 cd

Média ± desvio padrão da média. Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. F1B – Cachaça + Banana, F1L – Cachaça + Limão; F1M – Cachaça + Maracujá; F2B – Vodca + Banana, F2L – Vodca + Limão; F2M – Vodca + Maracujá. L* - Luminosidade; a* - variação entre verde (-a) e vermelho (+a); b* - variação entre azul (-b) e amarelo (+b); C* - Ângulo Cromo (saturação); °H – Ângulo Hue (tonalidade).
 Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

4 CONCLUSÃO

O uso do mel na elaboração de licores mistos com frutos propicia características singulares aos licores. Os elaborados a partir de cachaça e vodca comercial utilizando-se banana, limão e maracujá, apresentaram coloração clara e saturação intensa, tendendo ao vermelho e amarelo, com grau alcoólico dentro do previsto pela legislação, e sólidos solúveis como indicativo indireto de açúcares, classificando-os em licores doces de acordo com a legislação.

Os extratos alcoólicos utilizados (cachaça e vodca) não influenciaram significativamente nos resultados dos parâmetros analisados. Entretanto outras análises podem futuramente demonstrar os efeitos desses diferentes extratos em outros parâmetros. O mel influenciou na cor dos licores, primordialmente, e também nas demais análises. Os frutos influenciaram no teor de sólidos solúveis, acidez e também no grau alcoólico.

Faz-se necessário estudos mais amplos para compreender essa via de aproveitamento de méis e frutos na elaboração de bebida alcoólica mista, tornando-o uma alternativa viável para diminuição de perdas em ambas atividades econômicas: apicultura e fruticultura.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. L.; LIMA, C. L.; BORGES, V. T. N.; MARTINS, R. N.; BATALINI, C. Elaboração de licor de casca de tangerina. **Alimentos e Nutrição**, v.23, p.259-265, 2012.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. HORWITZ, W. (Ed) **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 17 ed. Arlington: AOAC Inc., 2005. v1 e v2.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington: AOAC Internacional, 1995, 1025 f.

ASMAR, S. A.; CASTRO, E. M.; PASQUAL, M.; PEREIRA, F. J.; SOARES, J. D.R. Changes in leaf anatomy and photosynthesis of micropropagated banana plantlets under different silicon sources. **Scientia Horticulturae**, v. 161, p. 328-332, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária E Abastecimento (MAPA). **AGROSTAT**--Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. 2020.

Disponível em <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em 17 de agosto de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamentação da Lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 4 de junho de 2009.

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

COELHO, B. E. S.; NÉZIO, E. P. X.; ARAÚJO, A. A.; SOUSA, K. S. M.; BRAGA, A. C. D. Desenvolvimento e avaliação sensorial do licor de uva cv. Isabel. **Nucleus**, v. 16, n. 2, p. 379-388, 2019.

DATAMARK Market Intelligence Brazil. Liqueurs. 2015 Disponível em: <http://ppv.datamark.com.br/analise-de-mercado/bebidas-alcoolicas/licores-28/>. Acesso em: 02 nov. 2021.

GASTL FILHO, J.; LABEGALINI, M. C. Desenvolvimento de licor à base de cascas de abacaxi. **Anais do Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica-SEPIT**, v. 1, n. 1, 2017.

GERMER, S. P. M.; QUEIROZ, M. R.; AGUIRRE, J. M.; BERBARI, S. A.; SILVEIRA, N. F. A. Reuse of sucrose syrup in the osmotic dehydration of peaches. **Drying Technology**, v. 30, n. 14, p. 1532-1540, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. **Cidades e Estados**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe.html>. Acesso em 17 de agosto de 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**/ ZENEBON, O.; PASCUERT, N. S.; TIGLEA, P. (Org). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p.1020.

JESUS FILHO, M.; CARMO, L. B.; LUCIA, S. M. D.; SARAIVA, S. H.; COSTA, A. V.; OSÓRIO, V. M.; TEIXEIRA, L. J. Q. Banana liqueur: Optimization of the alcohol and sugar contents, sensory profile and analysis of volatile compounds. **LWT**, v. 97, p. 31-38, 2018.

JESUS FILHO, M.; CARMO, L. B.; MACIEL, K. S.; TEIXEIRA, L. J. Q.; SARAIVA, S. H. Tecnologia do processamento de licor: da extração ao envelhecimento. In: ROBERTO, C. D.; TEIXEIRA, L. J. Q.; CARVALHO, R. V. (Org). **Tópicos especiais em ciência e tecnologia de alimentos**. EDUFES, Vitória, 2020.

JOVANOVIĆ, P.; GUZSVÁNY, V.; FRANKO, M.; LAZIĆ, S.; SAKAČ, M.; MILOVANOVIĆ, I.; NEDELJKOVIĆ, N. Development of multiresidue DLLME and

QuEChERS based LC–MS/MS method for determination of selected neonicotinoid insecticides in honey liqueur. **Food research international**, v. 55, p. 11-19, 2014.

JUNQUEIRA, L.P. **Efeito de fertilizante, fungicida e indutor de resistência na produtividade, taxa de vingamento de flores, incidência e severidade de gomose e características físicas de grutos de limeira ácida ‘TAHITI’**. 2013. 134 f. Tese de Doutorado em Agronomia. Universidade de Brasília (UNB). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2013.

MACEDO, L. L.; VIMERCATI, W. C.; ARAÚJO, C. S.; MARADINI FILHO, A. M.; SARAIVA, S. H.; TEIXEIRA, L. J. Q. Banana liqueur made with yacon syrup: evaluation of stability during maturation. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, 2021.

MARQUES, L. R. L. H.; PEREIRA NETA, I. B.; AMORIM, I. S.; AMORIM, D. S.; CASTRO, V. C. G. Avaliação nutricional e sensorial de licor de maracujá (*Passiflora edulis*) com flores de jambu (*Acmella oleracea*). In: CORDEIRO, C. A. M. (Org.) **Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos**. Editora Científica. Guarujá. 2020.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; MARTIN, Z. J. D. E.; MORETTI, V. A. **Processamento: produtos, características e utilização. Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2ª ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1985. p.197-264.

MUSTAFA, A. M; RICCIUTELLI, M.; MAGGI, F.; SAGRATINI, G.; VITTORI, S.; CAPRIOLI, G. Simultaneous determination of 18 bioactive compounds in italian bitter liqueurs by reversed-phase high-performance liquid chromatography–diode array detection. **Food Analytical Methods**, v. 7, n. 3, p. 697–705, 2014.

NASCIMENTO, G. S. **Desenvolvimento de licor de banana (*Musa spp.*) adicionado de canela (*Cinnamomum cassia Presl.*): caracterização físico-química e aceitação sensorial**. 2018. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Nutrição. Universidade Federal de Pernambuco. Vitória de Santo Antão, 2017.

OLIVEIRA, E. C. T.; GONÇAVES, A. C. A.; COSTA, L. L.; MESQUITA, M. S.; RIGO, G. M. O.; SILVA, M. R.; JARDIM, F. B. B.; OLIVEIRA FILHO, J. H.; SANTOS, E. N. F. Licor de araticum (*Annona crassiflora Mart.*). **Boletim Técnico IFTM**, n. 5, p. 06-13, 2019.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; GOMES, J. P.; ROCHA, A. P. T.; ALBUQUERQUE, E. M. B. Estabilidade física e química de licores de graviola durante o armazenamento em condições ambientais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 245-251, 2015.

OLIVEIRA, L.C.; SOUZA, S.O.; MAMEDE, M.E.O. Avaliação das características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais regiões vitícolas do Brasil. **Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n.2, p. 158-167, 2011.

QIU, L.; ZHANG, M.; TANG, J.; ADHIKARI, B.; CAO, P. Innovative technologies for producing and preserving intermediate moisture foods: A review. **Food research international**, v. 116, p. 90-102, 2019.

RIBEIRO, G. A. F; MARADINI FILHO, A. M.; CARNEIRO, J. C. S.; SANTOS, M. F. Caracterização de licor elaborado com resíduos do processamento do maracujá. *In*: CORDEIRO, C. A. M.; SILVA, E. M.; EVANGELISTA-BARRETO, N. S. **Ciência e Tecnologia de Alimentos pesquisa e práticas contemporâneas**. Ed. Científica Digital. Guarujá. v. 2, p. 285-302, 2021.

RIBEIRO, J. G.; PIRES, P. S. S.; BRANDÃO, T. M.; SILVA, R. A. Fenólicos totais e atividade antioxidante de méis de abelha de diferentes floradas. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.12, n.1, p.3903-3909, 2015.

RODRIGUES, V. N. **Licor de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*): Análise Mercadológica, desenvolvimento e caracterização físico-química e sensorial**. 2017. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal da Fronteira Sul *campus* Laranjeiras do Sul. Laranjeiras do Sul, 2017.

SCHMITZER, V.; MIKULIC-PETKOVSEK, M.; STAMPAR, F. Traditional rose liqueur—A pink delight rich in phenolics. **Food chemistry**, v. 272, p. 434-440, 2019.

SEBRAE. **Cachaça artesanal**: relatório completo. 2012. p. 81. (Série Estudos Mercadológicos).

SILVA, M. B. L.; 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, n. 5, p. 551-554, 2009.

SOUSA, M. B. **Elaboração de um licor a base de acerola (*Malpighia emarginata*) com mel**. 2015. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso em Bacharelado em Farmácia. Universidade Federal de Sergipe *campus* Prof. José Aluísio de Campos. São Cristóvão, 2015.

STOVER, R. H.; SIMMONDS, N. W. Classification of banana cultivars. **Bananas**, v. 3, p. 97-103, 1987.

TEIXEIRA, L. J. Q.; ROCHA, C. T.; JUNQUEIRA, M. S.; CARNEIRO, J. C. S.; SARAIVA, S. H. Determinação da cinética de extração alcoólica no processamento de licor de café. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 9, p. 1-9. 2010.

VIANA, D. **Lima ácida (*Citrus latifolia*, Tanaka), cv. Tahiti, de cultivos convencional e orgânico biodinâmico: avaliação da capacidade antioxidante dos**

sucos in natura e 34 clarificados por membranas de microfiltração. Tese de Mestrado em Ciências Farmacêuticas, UFRJ. Rio de Janeiro 2010.

ZENEBON, O.; PASCUET, NEXUS S. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde/ANVISA.

CAPÍTULO 5
APROVEITAMENTO DE MEL RESULTANTE DO PROCESSO DE
DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA NA ELABORAÇÃO DE BALAS
POTENCIALMENTE FUNCIONAIS

“Medicina, lei, negócios e engenharia são ocupações nobres para manter a vida. Mas poesia, beleza, romance e amor são razões para ficar vivo.”

Robin Williams
(1951-2014)

CAPÍTULO 5
APROVEITAMENTO DE MEL RESULTANTE DO PROCESSO DE
DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA NA ELABORAÇÃO DE BALAS
POTENCIALMENTE FUNCIONAIS
RESUMO

O presente estudo visa a elaboração de balas potencialmente funcionais do mel residuário do processo de pré-tratamento osmótico, acrescidas de gengibre e limão em suas formulações. As amostras devidamente selecionadas e sanitizadas seguiram-se para o processamento. O gengibre foi descascado e ralado, e do limão foi extraído o suco. Foram levados ao fogão em suas respectivas formulações até o ponto de bala, seguido de choque térmico em bancada de mármore e resfriamento, ambos em temperatura ambiente (média de 30°C) e modelagem. Foram analisados os parâmetros físicos de cor e textura, e físico-químicos de pH, sólidos solúveis, acidez (mEq/kg e % de ácido cítrico), relação sólidos solúveis/ acidez titulável (*Ratio*), e umidade. Devido o mel ser rico em frutose que o confere maior higroscopicidade, bem como o aproveitamento do mel proveniente de desidratação osmótica de banana, onde o mesmo já se encontrava com alto valor de umidade, as balas apresentaram também alta umidade, indesejável ao produto devido a maior facilidade da ocorrência da mela que é irreversível e diminui a qualidade do produto, tornando curta sua vida de prateleira. O gengibre influenciou na cor e textura das formulações quanto à tendência das coordenadas a^* e b^* e ao parâmetro de dureza, apresentando, no geral, balas claras, tendendo ao amarelo e vermelho, tendo a formulação com menor teor de gengibre apresentado maior valor para o parâmetro de dureza, e a com médio teor de gengibre com menor valor de mastigabilidade. Esse derivado pode ser uma alternativa ao uso do mel apícola, bem como agregar ao mercado de balas um produto com potencial funcional, tendo em vista as matérias-primas que o compõe, fazendo-se necessário análises complementares para melhor caracterizá-las.

Palavras-chaves: Alimento funcional. Candie. Caramelo. Caracterização.

ABSTRACT

The osmotic pre-treatment agents do not have treatment or use after use, however honey has several possibilities of use and transformation into derivatives. The present

study aims at the elaboration of potentially functional candies from waste honey from the osmotic pretreatment process, added with ginger and lemon in their formulations. The properly selected and sanitized samples were followed for processing. The ginger was peeled and grated, and the lemon juice was extracted. They were taken to the stove in their respective formulations until the bullet point, followed by thermal shock on a marble bench, cooling, and modeling. The physical parameters of color and texture, and physical-chemical parameters of pH, soluble solids, acidity (mEq/kg and % of citric acid), soluble solids/titratable acidity (*Ratio*), and moisture ratio were analyzed. Because honey is rich in fructose and is highly hygroscopic, the candies had a high value for moisture, which is undesirable due to the greater ease of occurrence of honey, which is irreversible and reduces the quality of the product, making its shelf life short. Ginger and candy processing influenced the color and texture of the formulations regarding the tendency to a^* and b^* coordinates and the hardness parameter, presenting, in general, clear candies, tending to yellow and red, with the formulation with the highest content of ginger highlighted in its hardness, and the one with medium ginger content with lower chewiness value. This derivative can be an alternative to the use of bee honey, as well as adding a product with the functional potential to the candy market, given the raw materials that it is made of.

Keywords: Functional food. Candy. Caramel. Description.

1 INTRODUÇÃO

A legislação brasileira (BRASIL, 2005) define balas e caramelos os preparados tendo por pasta de açúcar fundido, variando em tamanho, formatos e consistências, podendo ser com ou sem adição de outras substâncias permitidas e previstas. Classificam-se de acordo com sua consistência em: mastigáveis, caramelo e balas duras.

O Brasil está em oitavo lugar na produção de *candies*, atrás de, respectivamente, China, Estados Unidos, Índia, Alemanha, Rússia, Japão e México. No ano de 2020 o país teve faturamento de R\$ 10,3 bilhões, com produção estimada de 214 mil toneladas, e desta somente 83 mil toneladas foram destinadas à exportação, sendo os Estados Unidos o principal destino dentre os 143 países para os quais o Brasil exporta (ABICAB, 2020).

As mais populares da categoria são as balas mastigáveis, devido a preferência do consumidor por produtos com textura macia e mastigável, quando comparada às de maior dureza (EUROMONITOR, 2016a; EUROMONITOR 2016b). Os sabores frutados tem

tido maior destaque no mercado global de confeitos (GHOGHAI, 2016) com destaque para frutas vermelhas ou silvestres (MINTEL, 2016).

A mistura líquida de sacarose e xarope de glicose é o que as define, mantidas em estado amorfo ou vítreo pelo cozimento, desidratando até 2 a 3% de umidade. As indústrias brasileiras utilizam em suas formulações 60% de sacarose e 40% de xarope de glicose, tendo em vista a acessibilidade e o baixo custo do açúcar cristal no país. Em outros países utilizam-se 50% de cada (FADINI *et al.*, 2000; ROMÃO; YAMASHITA; BENASSI, 2006; SPANENBERG, 2010; HOPPE; MALLMANN; OLIVEIRA, 2015).

Dos defeitos indesejáveis ao produto é citado a cristalização, pois a mesma comprometerá textura, cor e estabilidade da bala. O xarope de glicose age como controlador deste processo, inibindo ou retardando a migração dos cristais de sacarose, impedindo a formação de cristais grandes e de uma camada opaca na superfície, (ALMEIDA, 1996), que avança da superfície para o centro, resultando em alterações sensoriais (cor e sabor) da bala (HARTEL, 2001); xarope de glicose confere ainda viscosidade e reduz a grande doçura (MOTHÉ, 2001). A cristalização é favorecida pelo calor e umidade, sendo que estes também favorecem a “mela” da bala, reduzindo sua vida de prateleira (FADINI *et al.*, 2000), e seu equilíbrio de umidade encontra-se em 30%, tornando-as higroscópicas (propensas à absorção de água) (BROACKWAY, 1989; KITT, 1993; VISSOTO; LUCAS, 1999; LESS; JACKSON apud KHALIL, 2004).

A adição de ácidos também influenciará na inversão da sacarose, e seus monossacarídeos resultados (glicose e frutose) conferirá ao produto maior capacidade higroscópica, também indesejável ao produto. Enquanto a umidades excessivamente baixas tornam a bala quebradiça e de difícil formação, umidades altas favorecem a “mela” (SPANENBERG, 2010; FADINI; PESSÔA; QUEIROZ, 2006; HOPE; MALLMANN; OLIVEIRA, 2015). Fazendo-se necessário um excelente equilíbrio na elaboração das mesmas.

A estrutura vítrea que compõe as balas duras podem tornar-se plásticas ou borrachosas com aumento de temperatura ou conteúdo de água, ocorrendo o que é denominado por transição vítrea, sendo este estado de alta viscosidade, para o estado menos viscoso (borrachudo), que afeta principalmente as propriedades mecânicas e estruturais das balas duras, modificando-se sua qualidade e estabilidade, ocorrendo neste estado a interação entre os hidrogênios livres presentes formados com as hidroxilas de água presente no ambiente, tornando indispensável a proteção da balas das condições

ambientes como meio de evitar o ganho de umidade (SPANEMBERG, 2010; HOPE; MALLMANN; OLIVEIRA, 2015).

A umidade é o fator que mais influência na vida de prateleira de *candies* em geral, provocando alterações indesejáveis de textura e de maciez pela perda ou ganho de umidade, caso não aconteça um acondicionamento imediato das balas. As moles ou mastigáveis possuem entre 6 a 10% de umidade, superior as duras (VISSOTO; LUCAS, 1999; GOLÇALVES; ROHR, 2009), podendo estas permanecerem em ambientes secos e ventilados por uma noite, antes do processo de embalagem, até estabilização de sua umidade, evitando-se ainda a transpiração de água do interior do produto para embalagem (GARCIA; PENTEADO, 2005). São fundamentais as análises de determinação de umidade e quantidade de água presente em alimentos, tendo em vista que esta variável pode causar grandes perdas na estabilidade química, contribuir para o processo de deterioração, proliferação microbiológica e/ou alterações na qualidade geral de qualquer alimento (IAL, 1985). Alimentos higroscópicos podem ainda ter seu tempo de prateleira reduzido, o que é indesejável (FADINI; QUEIROZ apud KJALIL, 2004; SPANEMBERG, 2010).

A sacarose tem rompidas suas ligações glicosídicas, portanto a molécula fica aberta com a quebra do anel, e com o grupamento redutor, capaz de reagir e ser oxidada. Os monossacarídeos formados a partir dela, glicose e frutose, não podem ser hidrolisados em compostos menores, sendo, portanto, sua forma estável, contudo potencialmente ativas. A frutose apresenta-se com maior capacidade higroscópica, que pode resultar no fenômeno da mela, sendo esta irreversível e indesejável em qualquer produto do tipo *candies*, pois ocasionará perda da qualidade do produto. Estes monossacarídeos são açúcares redutores formados a partir da inversão da sacarose, sendo esta reação controlada pela atividade de água e pH, e favorecida pela adição de ácidos. Denominam-se invertidos pela propriedade física de desvio da luz polarizada para direita ou esquerda (BOBBIO; BOBBIO, 1989; GROSSO, 1972; SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001). Além dos açúcares comerciais o mel é um composto natural rico nesta composição.

O mel apícola é comumente utilizado, além de alimento, com finalidades terapêuticas (LIRA *et al.*, 2014), visto sua atuação como barreira viscosa, impedindo contaminação por agentes externos e auxiliando na cicatrização de lesões e queimaduras (ALVES *et al.*, 2008), e a combinação com sua composição complexa contribui substancialmente para sua atividade antibacteriana (COMBARROS-FUERTE *et al.*,

2019; CEBRERO *et al.*, 2020). Isso tem despertado interesse de pesquisadores (ALVAREZ-SUAREZ *et al.*, 2010; VOIDAROU *et al.*, 2011), tendo em vista a facilidade do seu acesso e realizando-se pesquisas de efeitos colaterais em terapias convencionais (COSTA; MALAGÓ, 2013). O grande problema da resistência bacteriana de fármacos comerciais está sendo considerado preocupante do ponto de vista de saúde pública, já que muitos microrganismos deixaram de responder aos convencionais antimicrobianos utilizados na medicina humana (COUTINHO *et al.*, 2015; LOUREIRO *et al.*, 2016) sendo necessário aumentar cada vez mais a dose e/ou concentrações destes compostos nos fármacos (CALDAS, 2020).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) reconheceu o uso de fitoterápicos no Brasil em 1978 através da Portaria nº 212, de 11 de setembro de 1981. De acordo com Brasil (2001), fitoterápicos são componentes terapêuticos ativos provenientes, de forma exclusiva, de plantas ou derivados vegetais e não apresentam substâncias ativas isoladas, independentemente de sua origem (BRASIL, 2001). Dentre estes encontramos o gengibre, já popularmente conhecido e utilizado na medicina tradicional, devido sua forte atividade antimicrobiana, e seu uso amplo como especiaria culinária (YADAV *et al.*, 2012; FOLHETO; AVELINO, 2017).

O gengibre (*Zingiber officinale*), conhecido por “medicamento universal”, apresenta diferentes constituintes químicos como óleos essenciais: zingibereno, felandreno, canfeno, cineol, borneol e citral (PINTO; SANTIAGO; LAMEIRA, 2000). Outras propriedades deste vegetal é a estimulação da digestão e capacidade carminativa, quando usado por via oral no tratamento de dores e inflamações locais (MATOS, 1994). A ação desta planta sobre o sistema digestivo foi reconhecida pela OMS, tornando-a oficialmente indicada para enjoos e náuseas, trazendo confirmações aos saberes populares do uso do gengibre. A decocção do rizoma é aplicada no tratamento de resfriado, gripes, tosses, rouquidão, perda de apetite, vômitos, dor abdominal, entre outros. Banhos e compressas quentes elaborados com esta planta são aplicados no alívio de sintomas de gota, artrite e dores na coluna. Acrescentando-se ainda aos seus benefícios, ele apresenta ação bactericida e desintoxicante, ainda é considerado pela cultura popular como afrodisíaco (ARAÚJO *et al.*, 2015).

O limão e suas variações são considerados plantas medicinais de grande importância com origem na região sudeste da Ásia (LORENTE *et al.*, 2014), possuindo cores verde e amarelas (como no caso do limão siciliano), casca grossa, superfície

levemente rugosa com protuberâncias características de cada variação (SANTOS; SANTANA, 2016). Possui ainda atividades anticancerígenas, potencial antibacteriano (KUMARI; SARMAH; HANDIQUE, 2014), presença de compostos bioativos como antioxidantes naturais, compostos fenólicos e vitamina C (HAJIMAHMOODI *et al.*, 2014).

Todas as partes do limão são utilizáveis, seja na medicina alternativa, culinária ou indústria farmacêutica e alimentícia. Possui aromas utilizados em perfumarias, elaboração de licores e sabões, desde sua casca até o sumo (MATOS, 2007), e as folhas são tradicionalmente utilizadas na cultura popular no preparo de infusões e águas de banhos. O suco deste fruto tem característica refrescante, e os molhos elaborados com o mesmo apresenta sabor acentuado. Na região do nordeste brasileiro, especialmente na zona rural, é percebido seu uso também na limpeza de carnes e preparo de saladas (SILVA, 2017).

Confeitos funcionais ou confeitos fortificados integram a categoria de produtos fortificados com vitaminas, minerais ou outros ingredientes com aspectos nutricionais ou propriedades relacionadas à saúde (GARCIA, PENTEADO, 2005). A adição de polpa, suco e extrato de frutas em balas apresenta-se como uma boa alternativa para as indústrias adequarem às tendências globais de alimentação. Além disso, destaca-se na composição desses itens adicionados, a presença de substâncias bioativas que, mesmo em pequenas quantidades, podem apresentar efeitos fisiológicos ao organismo (ROCHA *et al.*, 2011, AVELAR, 2016). A partir disso, essa inovação tecnológica sugere um potencial funcional e nutracêutico para as balas duras adicionadas de mel, gengibre e limão, visto seus potenciais em trazer diversos benefícios a saúde.

O objetivo deste trabalho foi elaborar e analisar balas duras de mel, proveniente do resíduo do processamento de pré-tratamento osmótico, adicionadas de gengibre e limão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Aquisição das Matérias Primas

O mel foi adquirido na unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Limoeiro do

Norte. O mesmo foi utilizado em como agente de pré-tratamento osmótico em banana (Capítulo 3), restando para aproveitamento o mel residual deste processo. O limão e o gengibre foram adquiridos em comércio local.

2.2 Elaboração das Balas

As formulações ocorreram conforme descrito na Tabela 5.1, de acordo com o fluxograma descrito na Figura 5.1. Os vegetais foram selecionados e sanitizados em água clorada a 200 ppm por 15 minutos, seguido de enxágue. O gengibre foi descascado e triturado manualmente. Os ingredientes foram separados nas quantidades de suas respectivas formulações e adicionadas ao fogo (Tabela 5.1).

Manualmente realizou-se a homogeneização da mistura com auxílio de colher. Mexeu-se até consistência de bala pela prova da imersão da amostra em um copo com água. Em bancada de mármore à temperatura ambiente (média de 30 °C) houve o choque térmico seguido de resfriamento também em temperatura ambiente, e ainda em uma temperatura elevada, a massa começou a ser modelada e enformada manualmente em unidades de aproximadamente 25 g (Figura 5.1 e 5.2).

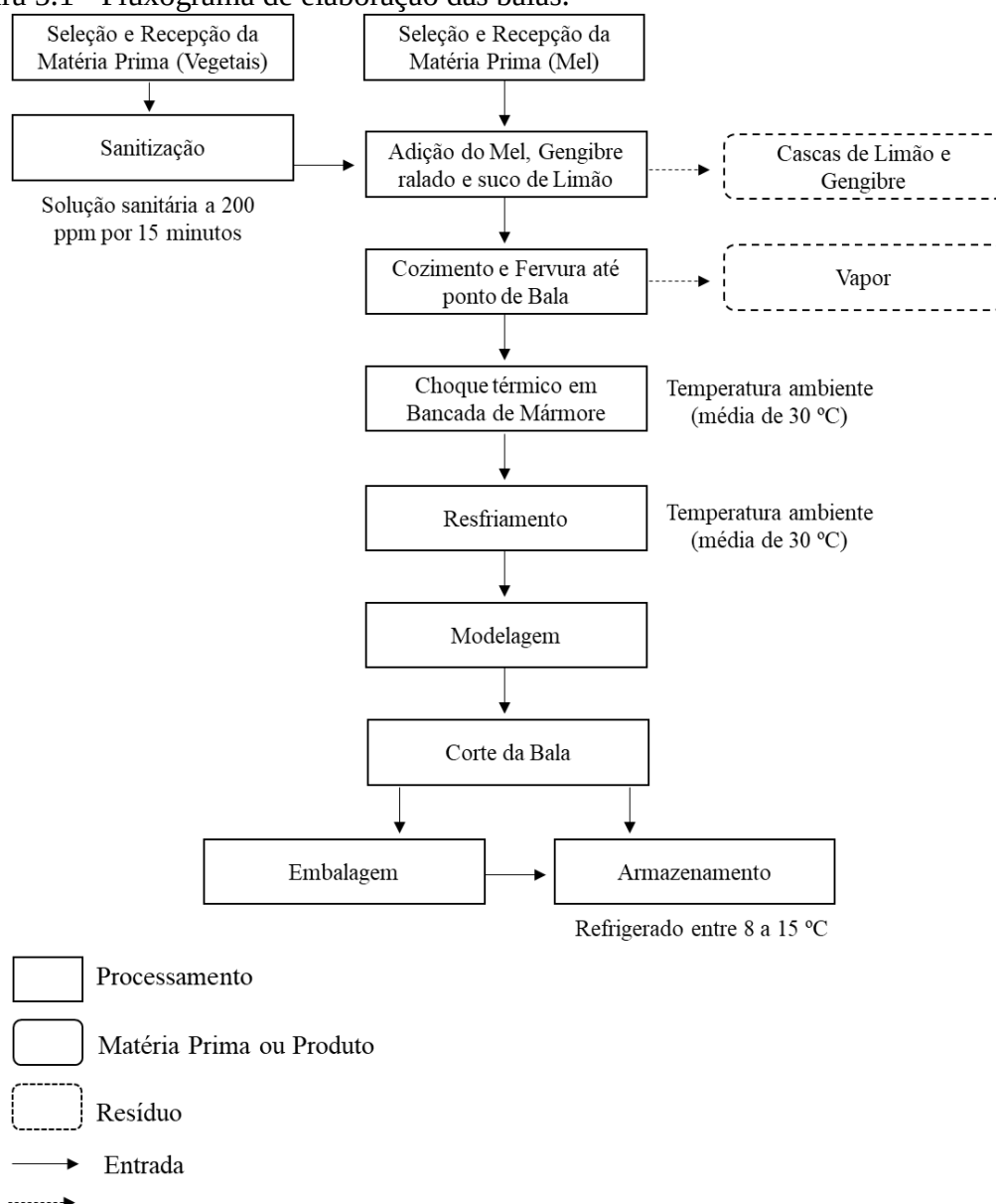
As balas, após enformadas, seguiram para ser armazenadas sob temperatura refrigerada (entre 8 e 15 °C), para posterior análises.

Tabela 5.1 – Formulações das balas de mel adicionadas de gengibre e limão.

Formulação	Mel	Limão	Gengibre
F1	200 g	50 mL	30 g
F2	200 g	50 mL	45 g
F3	200 g	50 mL	60 g

FONTE: Elaborada pelo Autor (2021).

Figura 5.1 - Fluxograma de elaboração das balas.



Fonte: Adaptado de Jacques e Chim (2021).

2.3 Análises realizadas nas balas

2.3.1 Cor instrumental

A análise de cor foi realizada com auxílio de colorímetro portátil Delta color fornecendo os dados de luminosidade (L^*) e componente vermelho e amarelo (a^* e b^*) (ARANCIBIA *et al.* 2015). Após o aparelho calibrado é sobreposto sobre cada amostra fazendo a leitura dos parâmetros de cor. O teste foi realizado também em triplicata. Já os parâmetros C^* e $^{\circ}H$ são derivados das coordenadas colorimétricas anteriormente citadas,

em que C^* é corresponde à cromaticidade ou saturação/vivacidade da cor e o ângulo $^{\circ}H$ indica a tonalidade da cor. O centro do espaço de cor CIELAB é acromático e a saturação da cor vai aumentando à medida que os valores se afastam da origem (OLIVEIRA; SOUZA; MAMEDE, 2011). Segue equação final para emprego dos cálculos.

$$L = 100 \sqrt{\frac{Y}{Y_n}} \quad (5.1)$$

$$a = K_a \frac{\frac{X}{X_n} - \frac{Y}{Y_n}}{\sqrt{\frac{Y}{Y_n}}} \quad (5.2)$$

$$b = K_b \frac{\frac{Y}{Y_n} - \frac{Z}{Z_n}}{\sqrt{\frac{Y}{Y_n}}} \quad (5.3)$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (5.4)$$

$$h = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) \quad (5.5)$$

Onde:

C^* corresponde a cromaticidade;

H^* corresponde a tonalidade;

L corresponde à Luminosidade;

a^* e b^* as coordenadas de intensidade de cor.

2.3.2 Perfil de textura (TPA)

Análise de textura foi determinada através de teste de dupla penetração das amostras devidamente fracionadas e mantidas a uma temperatura ambiente de 35° C, utilizando-se um “probe” (P/36R) de diâmetro 36 mm e outro de 5 mm de diâmetro (SMS P/5 R), em analisador de textura TA-XT2 (Stable Micro System, Haslemere, Inglaterra) usando-se o menu TPA (Texture Profile Analysis). Os dados foram coletados através do programa “Texture Expert for Windows” (Stable Micro Systems). A partir da curva

obtida (força x tempo) serão calculados os dados. Foram analisados os parâmetros de dureza, adesividade, coesividade, elasticidade, mastigabilidade, gomosidade e resiliência, todos expressos em N (BOURNE, 2002).

2.3.3 Acidez total titulável

Determinou-se a acidez total titulável (ATT) através da titulação de uma alíquota da amostra (5,0 g) adicionada de 50 mL de água destilada e 3 gotas do indicador fenolftaleína, utilizando-se NaOH à 0,1 N, previamente padronizado. Os resultados foram expressos em mEq/kg conforme AOAC (2005) e em % de ácido cítrico (AOAC, 1995).

2.3.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

Determinou-se o potencial hidrogeniônico (pH) diretamente na mistura do fruto em água destilada, utilizando-se um potenciômetro digital modelo (HI 98108 da Hanna Instruments), calibrado com soluções tampão de pH 4, 0 e 7,0, conforme metodologia recomendada pela AOAC (2005).

2.3.5 Sólidos solúveis

As balas foram maceradas e diluídas em água na proporção de 1:1 em seguida realizou-se a determinação de sólidos solúveis (SS) com leitura direta em refratômetro Abbé digital Optronics com resultados expressos em °Brix.

2.3.6 Ratio – SS/ATT

Determinou-se a relação entre os sólidos solúveis e acidez titulável das balas (AOAC, 1995) de acordo com a Equação 5.6.

$$Ratio = \frac{SS^{\circ Brix}}{ATT \% \acute{a}c.Mál.} \quad (5.6)$$

Onde:

SS = Sólidos solúveis expressos em °Brix

ATT = Acidez total titulável expressos em % de ácido málico.

2.3.7 Umidade

A determinação de umidade foi realizada por gravimetria em estufa a 105 °C (método 934.06; AOAC, 2005). Inicialmente, 3 g da amostra passaram 6 horas na estufa para posterior pesagem, sendo em seguida intercalado o período de uma hora com pesagens até peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.4 Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados por ANOVA e pelo teste de Tukey e t-Student em um nível de 5% de significância ($p < 0,05$), e foram calculados também a média e desvio-padrão das repetições utilizando-se o programa STATISTICA 7.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A formulação contendo maior quantidade de gengibre (F3) apresentou menor acidez total (mEq/ kg e % de ácido cítrico) em comparação com as demais formulações, e obteve maior valor de pH (Tabela 5.2). As formulações com maiores resultados de acidez (F1 e F2) também apresentaram pH mais baixo (Tabela 5.2). As amostras não diferiram entre si quanto aos valores de sólidos solúveis, umidade e *ratio*. Todas as formulações apresentaram alto valor de umidade,

Tabela 5.2 – Resultados das análises físico-químicas com média e desvio padrão das formulações de bala de mel com gengibre e limão.

Análises	Formulações		
	F1	F2	F3
Acidez (mEq/ Kg)	245,19 ± 13,59 a	229,08 ± 21,37 a	177,42 ± 19,96 b
Acidez (% de Ác. Cítrico)	1,66 ± 0,09 a	1,55 ± 0,14 a	1,20 ± 0,13 b

pH	3,94 ± 0,02 c	4,06 ± 0,03 b	4,23 ± 0,04 a
Sólidos Solúveis (°Brix)	45,83 ± 0,45 a	48,13 ± 1,35 a	45,63 ± 2,67 a
SS/ATT	27,55 ± 1,36 a	31,44 ± 3,9 a	38,32 ± 6,64 a
Umidade (%)	28,06 ± 1,20 a	24,13 ± 9,28 a	31,90 ± 4,21 a

Letras iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

F1 – 30g de gengibre; F2 – 45 g de gengibre; F3 – 60 g de gengibre.

Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

Acidez e pH são indicadores similares e importantes para a qualidade de balas duras, tendo em vista que maior acidez indica maior hidrólise da sacarose, e os açúcares simples, principalmente a frutose, que já compõem o mel, torna as balas higroscópicas (SPANEMBERG, 2010; LAZZARI, 2014), conseqüentemente com teor de umidade elevado (Tabela 5.2).

Os resultados apresentaram ainda balas com baixo teor de sólidos solúveis e alto teor de umidade (Tabela 5.2). Apesar de não haver nenhuma faixa indicada pelo regulamento técnico de identidade e qualidade de balsa (BRASIL, 2005) o teor de umidade para balas duras encontrados no presente estudos foram insatisfatórios do ponto de vista de maior estabilidade do produto e maior vida de prateleira que estarão sendo prejudicados devido às alterações no produto, como a mela e a cristalização (VISSOTO; LUCAS, 1999; GOLÇALVES; ROHR, 2009).

Melo *et al.* (2020) encontraram resultados inferiores ao presente estudo para os parâmetros de umidade (54,20 – 56,63 %) e acidez (0,29 – 0,53 % de ác. cítrico) em balas de gelatina de morango enriquecidas com extrato de hibisco.

De acordo com Silva (2019) a relação de sólidos solúveis/ acidez total titulável (*ratio*) pode indicar o poder edulcorante do produto, de maneira que, quanto maior a relação, maior a sensação de dulçor ao paladar. As balas apresentaram valores significativos para este parâmetro, resultando na doçura do produto.

As balas apresentaram baixa luminosidade (L), sem haver diferença entre as formulações, e apresentaram maior resultado para a coordenada a^* e b^* nas F1 e F2, indicando maior tendência ao vermelho e amarelo, quanto F3 apresentou menor tendência nestas coordenadas e menor saturação (C^*) (Tabela 5.3). Quanto à tonalidade ($^{\circ}H$), a formulação 1 apresentou menor valor para este parâmetro (Figura 5.2). Para além do teor de gengibre diferentes nas formulações, a temperatura do processo de cocção pode ter

influenciado diretamente nestes resultados devido a própria caramelização diferente dos açúcares.

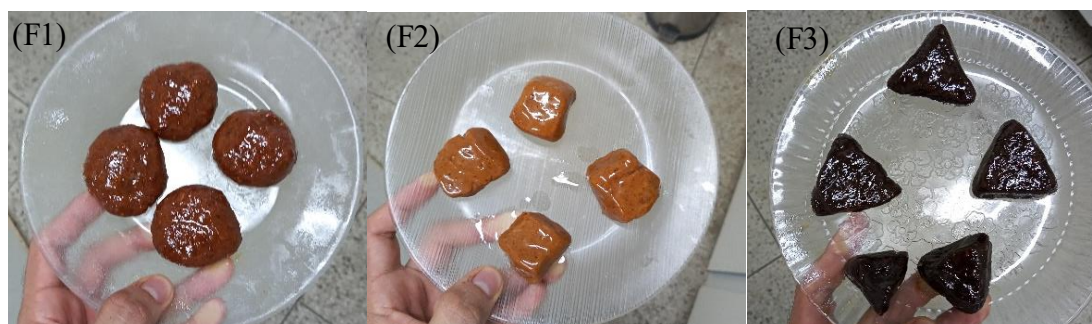
Tabela 5.3 – Resultado das análises físicas de cor e textura das balas.

Análises		Formulações		
		F1	F2	F3
Cor	L*	24,10 ± 0,40 a	18,95 ± 3,60 a	25,05 ± 3,01 a
	a*	12,18 ± 0,44 a	14,62 ± 2,00 a	5,76 ± 0,64 b
	b*	12,04 ± 0,67 ab	18,40 ± 4,43 a	6,07 ± 0,73 b
	C*	157,61 ± 17,05 ab	366,29 ± 154,43 a	43,04 ± 9,21 c
	°H	0,77 ± 0,00 c	0,89 ± 0,05 a	0,81 ± 0,01 ab
Textura (N)	Dureza	12.432,54 ± 0,31 a	209,23 ± 145,66 c	6979,76 ± 868,54 b
	Adesividade	-	- 46,47 ± 46,67 a	- 1045,30 ± 121,42 b
	Flexibilidade	-	0,93 ± 0,04 a	0,97 ± 0,00 a
	Coabilidade	-	0,68 ± 0,11 a	0,64 ± 0,07 a
	Gomosidade	-	154,30 ± 127,39 b	4448,65 ± 22,21 a
	Mastigabilidade	-	147,60 ± 127,45 b	4338,57 ± 30,71 a
	Resiliência	0,48 ± 0,05 a	0,19 ± 0,06 b	0,24 ± 0,04 b

Letras iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey e t-Student. N – Newtons. L* – Luminosidade; a* – variação entre verde (-a) e vermelho (+a); b* – variação entre azul (-b) e amarelo (+b); C* - Ângulo Croma (saturação); °H – Ângulo *Hue* (tonalidade). F1 – 30g de gengibre; F2 – 45 g de gengibre; F3 – 60 g de gengibre.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 5.2 - Formulações das balas de mel com gengibre e limão.



F1 – 30 g de gengibre; F2 – 45 g de gengibre; F3 – 60 g de gengibre.

Fonte: Autor (2021).

Durante a avaliação de textura instrumental, a formulação 1 apresentou balas com alto valor de dureza e resiliência, não conseguindo o equipamento mensurar os demais parâmetros (Tabela 5.3). Quanto ao valor de dureza, a formulação 2 apresentou-se como sendo a bala mais mole, também obtendo menor valor de mastigabilidade e resiliência (Tabela 5.3).

Silva e Azevedo (2021), ao analisarem balas mastigáveis a base de polpa de tamarindo, que obtiveram resultados superiores para adesividade (-55 a -5,8), e inferiores para dureza (3,3 a 8,5). Os mesmos autores obtiveram balas com valores para luminosidade próxima em uma de suas formulações (22,9) e ligeiramente superior em duas (30,8 e 39,6), com valores próximos da coordenada a^* (4,7 a 22,4) e superior da coordenada b^* (39,1 a 50,6), também tendenciando ao amarelo e vermelho. Tanto o gengibre como o próprio processamento da bala interferiram em suas características de cor e textura, que são de grande importância na avaliação do consumidor. O mel também contribui para coloração amarela e vermelha nas balas devido aos pigmentos que lhes são próprios, pertencentes aos grupos de antocianinas e flavonas (RIBEIRO *et al.*, 2015).

4 CONCLUSÃO

A elaboração de uma bala a partir do mel residual do processo de pré-tratamento osmótico conferiu alta umidade as balas, mesmo não havendo legislação que padronize, orienta-se o valor de 3% de umidade. A composição do mel rico em frutose também confere uma alta capacidade higroscópica que, conjuntamente com a alta umidade, pode gerar o efeito de “mela” das balas, que são irreversíveis e indesejáveis à qualidade do produto, sendo, portanto, balas de curta vida de prateleira.

Os valores de acidez e pH estão em faixas que auxiliam a inibição microbiana do produto. Porém, altos teores de acidez também reage na hidrólise da sacarose em seus respectivos monossacarídeos que trarão também como consequências injúrias às balas. A relação de sólidos solúveis/acidez total titulável (*ratio*) indicam balas com potencial poder edulcorante. Também apresentou uma bala com baixa concentração de sólidos solúveis.

A cor das balas apresentou variações com formulações com maiores e menores tendência ao vermelho e amarelo, sendo claras e com alta saturação e baixa tonalidade. Quanto à textura a formulação contendo a menor quantidade de gengibre apresentou

maior dureza, quando comparada às demais. Enquanto a com média concentração de gengibre apresentou menor valor para mastigabilidade.

Faz-se necessário análises complementares para caracterização completa do produto, bem como avaliação do seu potencial funcional, tendo em vista a presença de matérias primas com características funcionais.

REFERÊNCIAS

ABICAB - Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas. Disponível em: <http://www.abicab.org.br/paginas/balas/mercado-2019-1/>. Acesso em 16 dezembro de 2021.

ALMEIDA, M. P. Aplicação de amido de milho e xaropes de glicose na fabricação de balas de goma. In: **Anais** do Seminário de Industrialização de Balas e Confeitos de Goma, Campinas, Brasil: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 1-7, 1996.

ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; TULIPANI, S.; ROMANDINI, S.; BERTOLI, E.; BATTINO, M. Contribution of honey in nutrition and human health: a review. **Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism**, v. 3, p. 15-23, 2010. <https://doi.org/10.1007/s12349-009-0051-6>.

ALVES, D. F. S.; CABRAL JÚNIOR; F. DAS C.; CABRAL, P. P. DE A. C.; OLIVEIRA JUNIOR, R. M. DE; REGO, A. C. M. DO; MEDEIROS, A. C. Efeitos da aplicação tópica do mel de *Melipona subnitida* em feridas infectadas de ratos. **Revista Colégio Brasileiro de Cirurgiões**. Rio de Janeiro, v. 35, n. 3, p. 188-93, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69912008000300010>

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington: AOAC Internacional, 1995, 1025 f.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. HORWITZ, W. (Ed) **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 17 ed. Arlington: AOAC Inc., 2005. v1 e v2.

ARANCIBIA, C.; CASTRO, C.; JUBLOT, C. L.; COSTELL, E.; BAYARRI, S. Colour, rheology, flavour release and sensory perception of dairy desserts. Influence of thickener and fat content. **LWT - Food Science and Technology**. v. 62, p. 408-416, 2015.

ARAÚJO, R. C. Z.; SOUZA, S. M. F.; PEREIRA, J.; BALBINO, J. M. S. Gengibre. In: CARMO, C. A. S.; BALBINO, J. M. de S. (org.). **Gengibre**. 1. ed. Vitória/ ES: Incaper, 2015. v. 1, cap. Potencialidades de utilização e aspectos conservantes, medicinais e culinários do gengibre, p. 121-144. ISBN 978-85-89274-23-4. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/777/1/livrogengibreincaper2015.pdf>. Acesso em 7 dezembro de 2020.

AVELAR, M. H. M.; RODRIGUES, C. G.; ARRUDA, A. C.; SILVA, E. C.; CARLOS, L. A. Desenvolvimento de balas de goma elaboradas com frutas do Cerrado. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 28, n.1, p.21-28, 2016.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, v. 1, 191 p., 1989.

BOURNE, M. C. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. 2 ed. Elsevier Science & Technology Books, 2002. p.423.

BRASIL, Ministério da Saúde. Proposta de Política Nacional de Plantas Medicinais e Medicamentos Fitoterápicos. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – **CNNPA nº 12, de 24 de julho de 1978**. Aprova o regulamento técnico para café solúvel. Brasília, DF: ANVISA, 2005. Disponível em: [http:// www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br).

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 212, de 11 de setembro de 1981. Define o estudo das plantas medicinais como uma das prioridades de investigação em saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, set. 1981. Seção 1.

BRASIL. Resolução nº 265, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para balas, bombons e gomas de mascar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BROACKWAY, B.; Applications to Confectionery Products. In: HARDMAN, T. M. **Water and Food Quality**. London: Elsevier Science, p. 305-324, 1989.

CALDAS, M. J. M.; SILVA, I. P.; MACHADO, C. S.; CARVALHO, C. A. L.; SODRÉ, G. S. Qualidade e perfil antimicrobiano do mel de *Melipona asilvai*/Quality and antimicrobial profile of *Melipona asilvai* honey. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 32760-32768, 2020.

CEBRERO, G.; SANHUEZA, O.; PEZOA, M.; BÁEZ, M. E.; MARTÍNEZ, J.; BÁEZ, M.; FUENTES, E. Relationship among the minor constituents, antibacterial activity and geographical origin of honey: A multifactor perspective. **Food Chemistry**, v. 315, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126296>. Acessado em: 20 de setembro de 2021.

COMBARROS-FUERTES, P.; ESTEVINHO, M. L.; DIAS, L. G.; CASTRO, J. M.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; TORNADIJO, M. E.; FRESNO-BARO, J. M. Bioactive Components and Antioxidant and Antibacterial Activities of Different Varieties of Honey: A Screening Prior to Clinical Application. **Jornal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 67, p. 688-698, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b05436> . Acesso em 20 de setembro de 2021.

COSTA, B. DE O.; MALAGÓ, R. **Avaliação da cicatrização de feridas tratadas com mel de abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) em cães atendidos no hospital**

veterinário, 2013. Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/b5cf/d00eccb5c6e510ab55b5831528ccc54165a8.pdf>.

Acesso em: 04 de dezembro de 2020.

COUTINHO, H.D. M.; BRITO, S. M. O.; LEITE, N. F.; VANDESMET, V. C. S.; OLIVEIRA, M. T. A.; MARTINS, G. M. A. B.; SILVA, A. R. P.; COSTA, M. DO S. Avaliação comparativa da modulação de antibióticos, frente às cepas bacterianas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*. **Revista Ciência de La Salud**, v. 13, n. 3, p. 345-354, 2015. <https://doi.org/10.12804/revsalud13.03.2015.02>.

EUROMONITOR. **Passport sugar confectionery in Germany**. Euromonitor International Ltd., London. 2016b.

EUROMONITOR. **Passport sugar confectionery in the US**. Euromonitor International Ltd., London. 2016a.

FADINI, A. L.; PESSÔA, G. J.; QUEIROZ, M. B. **Tecnologia de Fabricação de Goma de Mascar**. Curso Especial, Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, 44p, 2006.

FADINI, A.L.; QUEIROZ, M. B.; VISSOTTO, F. Z.; DOWOOD, T. F.; YOTSUYANAGI, K. Estudo da utilização de xarope com alto teor de maltose na fabricação de balas duras. **Engenharia de Alimentos**, São Paulo - SP, v. 31, p. 36 - 40, 2000.

GARCIA, T.; PENTEADO, M. V. C. Qualidade de balas de gelatina fortificadas com vitaminas A, C e E. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 04, 2005.

GHOGHAI, A. Category insight: sugar confectionery & gum. **Mintel GNPD**. 2016. Disponível em: https://www.gnpd.com/sinatra/anonymous_frontpage/. Acesso em 07 de dezembro de 2020.

GROSSO, A. L. **Técnica de Elaboration Moderna de Confeituras**. 2 ed. Buenos Aires, 252p, 1972.

HAJIMAHMOODI, M.; MOGHADDAM, G.; MOUSAVI, S. M.; SADEGHI, N.; OVEISI, M. R.; JANAT, B. Total antioxidant activity, and hesperidin, diosmin, eriocitrin and quercetin contents of various lemon juices. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, v. 13, n. 6, p. 951-956, 2014.

HARTEL, R. W. **Crystallization in foods**. Aspen: Gaithersburg, p. 130-170, 2001.

HOPPE, C. D.; MALLMANN, P. R.; OLIVEIRA, E. C. Determinação de umidade em balas duras e balas mastigáveis. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 7, n. 4, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, p. 27, 1985.

JACKSON, E. B.; LESS, R. **Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture**. 3. Ed. London: Chapman & Hall, 379p, 1992.

JACQUES, A. C.; CHIM, J. F. **Tecnologia de açúcares, balas e caramelos**. Ed. Mérida Publishers, Canoas, 2021.

KHALIL, T.A. **Verificação dos pontos críticos numa linha de processamento de balas duras**. 54p. 2004. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia de Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2004.

KITT, J. S. Hard Candy Graining and Prevention. **The Manufacturing Confectioner**, p. 47-48, 1993.

KUMARI, S. SARMAH, N; HANDIQUE, A. K. Antioxidant and antimicrobial potential of ripen and unripe juice of *Citrus limon*. **International Journal of Pharmaceutical Science Invention**, v. 3, p. 18-20, 2014.

LIRA, A. F.; SOUSA, J. P. L. M.; LORENZON, M. C. A.; VIANNA, C. A. F. J.; CASTRO, R. N. Estudo comparativo do mel de *Apis mellifera* com méis de meliponíneos. **Acta Veterinária Brasília**, v. 8, n. 3, p. 169-178, 2014.

LORENTE, J.; VEGARA, S.; MARTÍ, N.; IBARZ, A.; COLL, L.; HERNÁNDEZ, J.; VALERO, M.; SAURA, D. Chemical guide parameters for Spanish lemon (*Citrus limon* (L.) Burm.) juices. **Food Chemistry**, v. 162, p. 186-191, 2014.

LOUREIRO, R. J.; ROQUE, F.; RODRIGUES, A. T.; HERDEIRO, M. T.; RAMALHEIRA, E. O uso de antibióticos e as resistências bacterianas: breves notas sobre a sua evolução. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. 77-84, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rpsp.2015.11.003>.

MATOS, F. J. A. **Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais**, projetado para pequenas comunidades. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 1994. 179p.

MELO, F. O.; NASCIMENTO, R. S.; SANTOS, T. G.; ANDRADE, S. F.; LEITE, K. S.; HONÓRIO NETO, J.; SANTOS, J. A. B; CONSTAT, P. B. L. Desenvolvimento de balas de gelatina de morango enriquecida com extrato de hibisco (*Hibiscus Sabdarifa* L.). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 47561-47571, 2020.

MINTEL GROUP LTD. Monitoring new product trends and innovations. **Global new products database** – GNPd. 2016. Disponível em: https://www.gnpd.com/sinatra/anonymous_frontpage/?cookie_test=yes. Acesso em: 07 de dezembro de 2020.

MONTENEGRO, F. M.; LUCCAS, V. (2014). Os setores bakery & confectionery. In QUEIROZ, G. C.; REGO, R. A.; JARDIM, D. C. P. (Eds.), **Brasil Bakery & Confectionery Trends**. 2020. Campinas: ITAL, pp. 18–31.

MOTHÉ, J. R. A. **Tecnologia de Fabricação de Balas e Caramelos**. Porto Alegre: CEAPIA– Centro de Apoio ao Profissional e Indústria de Alimentos, 2001.

OLIVEIRA, L.C.; SOUZA, S.O.; MAMEDE, M.E.O. Avaliação das características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais regiões vitícolas do Brasil. **Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n.2, p. 158-167, 2011.

PINTO, J. E. B. P.; SANTIAGO, E. J. A.; LAMEIRA, O. A. **Compêndio de Plantas Medicinais**, 2000, 208 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização - Plantas Medicinais: Manejo, Uso e Manipulação) - UFLA/FAEPE, Lavras, 2000.

RIBEIRO, J. G.; PIRES, P. S. S.; BRANDÃO, T. M.; SILVA, R. A. Fenólicos totais e atividade antioxidante de méis de abelha de diferentes floradas. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.12, n.1, p.3903-3909, 2015.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n. 4, p. 1215- 1221, 2011.

ROMÃO, R. B. M; YAMASHITA, F; BENASSI, M. T. Nota Prévia – Metodologia para Avaliação de Cristalização em Balas Duras por Imagem Digitalizada. **Brazilian Journal of Food Technology**. São Paulo, v. 9, n. 2, p. 151-155, 2006.

SANTOS, T. R. J.; SANTANA, L. C. L. A. Teor de carotenoides totais e potencial antimicrobiano de casca de limão siciliano (*Citrus limon* l. Burm.) submetidas a diferentes temperaturas de secagem. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos e X CIGR Section VI International Technical Symposium, Gramados-RS, 2016.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L; OLIVEIRA, L.M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA, 213 p, 2001.

SILVA, A; MARTINS, H.; SILVA, M. V. S.; ANDRADE, M. A.; MAUES, C.; ABREU, E.; TOMAZ, J.; AZONSIVO, R.; SILVA, G. Propriedades Terapêuticas (*Zingiber officinale* R.). **Portal de Plantas Medicinais e Fitoterápicas -Boletim Fitoterápico Gengibre (Zingiber officinale R.)**. Pará, v. 1, ed. 1, 2017.

SILVA, A. F. **Produção de frutos de maracujazeiro amarelo sob diferentes doses de NPK**. 2019. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Agronomia. Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, 2019.

SILVA, E. I. G.; AZEVEDO, L. C. Balas mastigáveis de tamarindo produzidas no vale do São Francisco. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 62098-62116, 2021.

SILVA, M. J. S. **Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos totais de diferentes partes do limão siciliano (Citrus limon (L) Burn)**. 2017. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química Industrial) - Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2017. Disponível em:

<https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1501/1/MariaG%c3%a9ssicaSilva.pdf>. Acesso em 7 de dezembro de 2020.

SPANEMBERG, F. E. M. **Planejamento de experimentos com mistura no estudo da vida útil de balas duras**. 2010. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'oeste. 2010.

VISSOTO, F. Z.; LUCAS, V. **Tecnologia de Fabricação de Balas**. Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, Manual Técnico n. 17, Campinas, 100p, 1999.

VOIDAROU, C. ALEXOPOULOS, A.; PLESSAS, S.; KARAPANOU, A.; MANTZOURANI, I.; STAVROPOULOU, E.; FOTOU, K.; TZORA, A.; SKOUFOS, I.; BEZIRTZOGLU, E. Antibacterial activity of different honeys against pathogenic bacteria. **Anaerobe**, v. 17, n. 6, p. 375-379, 2011.
<http://doi.10.1016/anaerobe.2011.03.012>.

YADAV, S. *et al.* *Zingiber officinale* Rosc.: A monographic Review Research & Reviews: **Journal of Botany**. v. 1, n. 1, p. 45-50, 2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos de conservação de vegetais possuem uma vasta possibilidade. Entretanto percebe-se escassez de trabalhos na literatura em relação ao uso tecnológico do mel e a exploração de sua capacidade higroscópica como um agente de pré-tratamento osmótico em vegetais. Com a região do Vale do Jaguaribe e o município de Limoeiro do Norte em crescente expansão na apicultura e bananicultura, unir ambos para agregar valor, contribuindo para diminuir as perdas pós-colheitas, pode ser uma alternativa viável.

Além disso, uma das dificuldades relatadas na literatura é o reuso controlado de outros agentes osmóticos, seu tratamento final para descarte ou reaproveitamento, enquanto a versatilidade do mel propicia a elaboração de outros produtos de alto valor agregado. Foi possível elaborar 6 formulações de licores compostos de mel com frutas (banana, limão e maracujá), bem como a elaboração de três formulações de balas de mel com gengibre e limão.

As análises realizadas apresentaram o mel ainda com alta capacidade higroscópica, mesmo após 6 horas de imersão do fruto e mesmo após o terceiro ciclo de uso, não diferindo sua umidade nem teor de sólidos solúveis. As bananas dos experimentos não diferiram da formulação controle, podendo ser vantagem quanto ao mercado consumidor, agregando valor nutricional às bananas-passas pré-tratadas com mel. Os licores apresentaram graduação alcóolica dentro do exigido, e as balas apresentaram diferença quanto ao parâmetro de dureza.

Faz necessário a continuação da caracterização do processo, avaliando-se demais parâmetros do mel, bem como maiores ciclos de reuso e de horas de imersão. Outras variáveis podem ser acrescidas aos futuros estudos como temperatura e agitação. Quanto a impregnação de compostos de interesse na banana advindos do mel, faz-se necessário maiores estudos e análises complementares para sua completa caracterização. Além dos subprodutos aqui elaborados (licor e balas), o mel residual do processo pode ainda ser transformado em aguardente. Ainda é necessário a completa caracterização destes subprodutos, avaliando-se os compostos benéficos do mel na composição dos mesmos.

APÊNDICE

APENDICE A – GUIA DE ANÁLISES EM MEL

RESUMO

Sendo um produto natural originário das abelhas melíferas, o mel de abelhas africanizadas possui padrões de identidade e qualidades, apresentando parâmetros e requisitos máximos e mínimos que atestem a qualidade do produto. Dentre estes parâmetros encontram-se os sensoriais de cor, sabor e aroma, e os físico-químicos classificados em parâmetros de maturidade, pureza e deterioração. A partir daí existem metodologias oficiais elaboradas e exigidas por órgãos oficiais aos quais são necessários para avaliação do mel. Este artigo trás descrito as principais análises bem como os parâmetros exigidos pela legislação brasileira, Codex Alimentarius, Comissão Europeia e Mercosul para análises em mel.

Palavras-chaves: Metodologias. AOAC. Adolfo Lutz. Lanara.

ABSTRACT

As a natural product originating from honey bees, honey from Africanized bees has identity and quality standards, presenting maximum and minimum parameters and requirements that attest to the quality of the product. Among these parameters are the sensory ones, of color, flavor, and aroma, and the physical-chemical ones, classified into parameters of maturity, purity, and deterioration. From there, there are official methodologies elaborated and required by official bodies which are necessary for the evaluation of honey. This article describes the main analyzes as well as the parameters required by the Brazilian legislation, Codex Alimentarius, European Commission, and Mercosur for analyzes in honey.

Keywords: Methodologies. AOAC. Adolfo Lutz. Lanara.

1 INTRODUÇÃO

O mel é um produto natural produzido pelas abelhas, e de acordo com as normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), é classificado como floral (obtido a partir de néctar das flores), dividindo-se em monofloral

e polifloral (originário de várias espécies), e também o mel de melato, a partir das secreções das partes vivas das plantas, possuindo padrões de identidade e qualidade diferentes (BRASIL, 2000). A apicultura é uma alternativa lucrativa, devido ao baixo custo inicial comparada à outras atividades agrícolas (AGUIAR *et al.*, 2016). Sua contribuição ecológica causa impactos positivos na manutenção e preservação de ecossistemas (COSTA JÚNIOR *et al.*, 2017). O Brasil possui grande potencial apícola, com uma flora diversificada, clima variado que o faz produzir durante todo ano, em competição com outros países (China, Estados Unidos, Argentina, México e Canadá) que produzem uma única vez ao ano (GUIMARÃES, 2018; MEIRELES; CANÇADO, 2013; SOUZA *et al.*, 2021).

Neste íterim produtivo, dentre as maiores preocupações dos atores envolvidos (consumidores, comerciantes e autoridades) está o risco de adulteração do mel (QUEIROGA *et al.*, 2015), por ser um produto natural com alto valor (comercial, econômico, nutricional), sua adulteração se dá facilmente, através da adição de carboidratos (açúcares comerciais, xaropes, derivados de cana de açúcar e milho), causando desconfiança aos consumidores (LIMA; NOGUEIRA, 2017; PEREIRA; GOBBI; SATOR, 2015).

Com as determinações legais de identidade e qualidade do mel, o Instituto Adolfo Lutz (2008) estabelece, através de outras metodologias oficiais, parâmetros físico-químicos para identificar a composição do mel nos seus aspectos de maturidade, pureza e deterioração, descobrindo adulterações que possam existir.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um estudo do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de mel, previsto na Instrução Normativa (IN) nº 11 de 20 de outubro de 2000, estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel do Mercosul nº 88/99, Portaria nº6, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria de Inspeção de Produto Animal, *Codex Alimentarius Commission* – Norma para la miel (CODEX STAN 12-19811) e metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) e Laboratório Nacional de Referência Animal – LANARA (1981).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características Sensoriais e análises

De acordo com a legislação (BRASIL, 2000), o mel possui características sensoriais de cor variável entre quase incolor à pardo-escuro, sabor e aroma característicos de acordo com sua origem. A cor do mel é característica determinante no seu preço no mercado internacional, sendo os que os méis mais claros atingem maiores preços em comparação com os méis mais escuros.

Sua cor varia de acordo com sua composição mineral, sendo que os méis de cor clara contêm, frequentemente, pouca matéria mineral, já que os méis mais escuros podem conter muito, embora não seja somente esta variável que irá interferir em sua cor. Taxas de escurecimento podem depender da composição do mel (ácidos, conteúdo de nitrogênio e frutose) e sua cor inicial podem estar associadas à produção de Hidroximetilfurfural (HMF), mesmo que de forma indireta. O processo de escurecimento também pode ser acelerado por altas temperaturas, o que torna ainda mais necessário o controle durante seu beneficiamento.

A característica de cor é importante, já que está associada também à preferência do consumidor, que na maioria das vezes escolhe pela aparência. Então a cor do mel possui variáveis como origem floral, processamento e armazenamento, fatores climáticos durante o fluxo de néctar e temperatura na qual o mel amadurece na colmeia.

As diretrizes definidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da portaria nº 01/1981, capítulo XXV, LANARA (BRASIL, 1981), possui a análise de cor que se fundamenta na sua variação a medida pela absorção relativa de luz, tendo o Glicerol Puro como referência na absorção e usando a escala Pfund para sua classificação.

3.1.1 Material e métodos

Os materiais necessários para a análise de cor é um Fotômetro – Hanna, ou um Espectrofotômetro, com cubetas de material adequado, ou plástico ou vidro. E nos procedimentos zera-se ambos equipamentos com a Glicerina, em seguida coloca-se a amostra na cubeta, limpando-se com papel absorvente, e realiza-se a leitura na escala

Pfund no Fotômetro, e no espectrofotômetro realiza-se a leitura na faixa de onda de 560 nm, seguindo-se a referência da seguinte tabela.

Tabela A.1 – Escala de cor Pfund para classificação de méis.

Coloração	Escala de Pfund	Faixa de coloração Leitura no espectrofotômetro
Branco d'água	1 a 8 mm	Até 0,030
Extra branco	Mais de 08 a 17 mm	Mais de 0,030 a 0,060
Branco	Mais de 17 a 34 mm	Mais de 0,060 a 0,120
Extra âmbar claro	Mais de 34 a 50 mm	Mais de 0,120 a 0,188
Âmbar claro	Mais de 50 a 85 mm	Mais de 0,188 a 0,440
Âmbar	Mais de 85 a 114 mm	Mais de 0,440 a 0,945
Âmbar escuro	Mais de 114 mm	Mais de 0,945.

Classificação em fotômetro ou espectrofotômetro a 560 nm, em célula de 1 cm, usando como branco glicerina pura.

Fonte: Brasil (1981).

A avaliação de aroma e sabor é mais subjetiva que a de cor, pois se indica a análise sensorial, que utiliza a habilidade que o ser humano tem de comparar, diferenciar e quantificar os atributos de qualidade (ALVES; MODESTA; SILVA, 2005).

3.2 Características físico-químicas e análises

3.2.1 Indicadores de Maturidade

Os requisitos estabelecidos pela legislação do regulamento técnico de identidade e qualidade do mel (BRASIL, 2000) e do *Codex Alimentarius* (2001) para os parâmetros físico-químicos do mel floral, com os parâmetros indicadores de maturidade – açúcares redutores, sacarose aparente e umidade – são utilizados com finalidades de detectarem falhas no processo produtivo de beneficiamento e/ou origem do produto, representando a maior parte da composição do produto.

3.2.1.1 Açúcares totais, açúcares redutores e sacarose aparente

Os carboidratos são os principais constituintes do mel, representando de 70 a 80% de seu peso bruto e até 95% de sua matéria seca, apresentando frutose e glicose como os principais açúcares em termos quantitativos, 65 a 80% p/p), sendo estes redutores, seguidos por sacarose que é um açúcar não redutor (NAILA *et al.*, 2018). Os padrões estabelecidos de concentração de açúcares redutores indicando boa qualidade do mel, é, para a *International Honey Commission* (IHC) de 60 g/100 g, enquanto a legislação brasileira exige mínimo de 65 g/100 g e máximo de 6 g/100 g de sacarose aparente para méis de flores ou melato (BRASIL, 2000).

As determinações de açúcares em mel podem ser realizadas por métodos específicos e não específicos, exemplificando-se os primeiros pelas técnicas cromatográficas, enquanto as últimas pelas titulométricas, como o método de Fehling, sendo este o mais empregado (IHC, 2009), e descrito a seguir.

Materiais

- Balança analítica
- Bastão de vidro
- Becker de 125 ml e 600 ml
- Banho-maria
- Pinça metálica
- Bureta
- Erlenmeyer de 125 ml
- Balão de 100 ml
- Pipetas graduadas de 1 ml e 5 ml
- Agitador/ aquecedor magnético

Reagentes

- Sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
- Tartarato de sódio e potássio tetra hidratado ($\text{C}_4\text{H}_4\text{KNaO}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)
- Hidróxido de sódio (NaOH)
- Ácido clorídrico (HCl)
- Glicose

Procedimentos

Preparo das Soluções

Fehling A

Pesar 69,28 g de sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) em um becker de 600 ML, dissolver com água destilada/ deionizada, transferir para um balão volumétrico de 1000 ML e completar o volume com água.

Fehling B

Pesar 346 g de Tartarato de sódio de potássio tetrahidratado ($\text{C}_4\text{H}_4\text{KNaO}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) e 100 g de hidróxido de sódio (NaOH) em um becker de 600 ML, dissolver com água destilada/ deionizada, reunir as duas soluções e transferir para um balão volumétrico de 1000 ML e completar o volume com água.

Nota: Ambas soluções (Fehling A e B) devem ser armazenadas no escuro, preferencialmente em recipientes de vidro âmbar, e devem descansar pelo tempo mínimo de 24 h antes da sua utilização.

Glicose a 0,5%

Pesar 0,5 g de glicose em um becker de 100 ML, dissolver com 50 ML de água deionizada, em seguida transferir para balão volumétrico de 100 ML e completar o volume com água.

Padronização da solução de Fehling

Pipetar 5,0 ML de ambas soluções (Fehling A e B) em triplicata em Erlenmeyer de 125 ML, acrescentar 40 ML de água destilada, aquecer até ebulição, titular com solução de glicose a 0,5% até viragem para coloração vermelho tijolo e anotar os volumes gastos da solução de glicose.

Cálculos:

$$\text{Fator da solução de Fehling} = P_1 \times V_1 \div 100 \quad (\text{A.1})$$

Onde:

P_1 = Massa da glicose

V_1 = volume gasto da solução de glicose.

Preparo da amostra de mel

Açúcares Redutores

Preparar a solução de mel a 20% sobre os sólidos solúveis, de acordo com a Tabela de Chataway (anotar massa). Retirar uma alíquota de 2,0 mL dessa solução (anotar a massa correspondente), transferir para um balão volumétrico de 100 mL e completar com água destilada/ deionizada.

Açúcares Totais

Preparar a solução de mel a 20% sobre os sólidos solúveis, de acordo com a Tabela de Chataway (anotar massa). Retirar uma alíquota de 2,0 mL dessa solução (anotar a massa correspondente), diluir em 10 mL de água destilada, agitar e transferir para um Erlenmeyer de 125 mL, contendo 40 mL de água destilada e 1,0 mL de HCl concentrado, e levar para banho-maria a 60 °C por 60 minutos.

Retirar do banho-maria, deixar esfriar e neutralizar com NaOH a 5 N até pH 2,0 e continuar com NaOH a 0,1 N até pH 7,0 a 7,3. Transferir para balão volumétrico de 100 mL e completar o volume com água destilada.

Determinação

Pipetar 5 mL das soluções de Fehling A e B em triplicata e colocar em Erlenmeyer de 125 mL, acrescentar 40 mL de água destilada. Aquecer até ebulição e titular a solução de mel até viragem para vermelho tijolo. Anotar os volumes gastos da amostra de mel.

A titulação só deve iniciar quando a mistura (soluções de Fehling A e B com água destilada) estiver em plena ebulição, não ultrapassando 3 minutos de titulação.

Cálculos:

$$\text{Açúcares (Redutores ou Totais)} = \frac{100 \times 100 \times f}{P \times V} \quad (\text{A.2})$$

Onde:

F = Fator (padronizado da solução de Fehling)

P = Massa da solução de mel (contida em 2,0 mL retirados da solução de mel).

V = Volume gasto da solução de mel na titulação.

$$\text{Sacarose Aparente} = (AT - AR) \times 0,95 \quad (\text{A.3})$$

Onde:

AT = Açúcares totais

AR = Açúcares redutores.

Apesar da técnica titulométrica pelo reagente Fehling ser precisa para determinação de açúcares redutores, acaba não sendo tão satisfatória para sacarose aparente, tendo em vista que qualifica como sacarose todos os açúcares não-redutores presentes na amostra de mel, não somente a sacarose em si, tendo em vista o cálculo ser apenas a subtração dos açúcares totais e redutores (IHC, 2009).

3.2.1.2 Umidade

A umidade em mel possui análise simples e mais amplamente reprodutível que se dá por refratometria, estabelecendo-se relação entre o índice de refração da amostra e o teor de umidade através da Tabela de Chataway (Anexo 1) (AOAC, 2000; IHC, 2009).

O teor de umidade é fator determinante para viscosidade e fluidez do mel, sendo também indicativo importante para sua fermentação, além de ter a função de dissolver os compostos existentes no mel (açúcares, sais, ácidos orgânicos, aminoácidos, pigmentos, etc), possibilitando o aproveitamento destas substâncias pelos organismos vivos que consomem o produto.

O ideal de umidade é de 17% para mel de Apis, sendo que a legislação aponta teor máximo de 20% (BRASIL, 2000). Acima disso, está mais propício a fermentação e contaminação em curto espaço de tempo, impossibilitando seu consumo, comercialização, trazendo então menor vida de prateleira do produto.

Os fatores que influenciam diretamente na umidade do mel são a sua capacidade higroscópica e a umidade relativa (UR) do ambiente, sendo que nos períodos mais frios e chuvosos o ar tende a ficar carregado por umidade, transferindo-se para o mel e propiciando suas modificações. Ambiente com UR acima de 60% e méis contendo menos de 18,3% de umidade, este irá absorver água, acima de 18,3% irá perder (CRANE, 1987).

De acordo com as diretrizes definidas pela AOAC (método 369.38B, 2000), e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) através da Instrução Normativa (IN) nº 11, de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000), o método refratométrico de Chataway, revisado por Wedmore, utiliza a refração da amostra convertida em porcentagem de umidade.

Equipamentos

- Refratômetro de ABBE – modelo RMI/RMT
- Espátula de inox.

Determinação

Levantar a prima e pingar duas a três gotas da amostra de mel, certificando que as superfícies estejam previamente limpas, fechar e realizar leitura do índice de refração a 20 °C, se realizar em temperatura diferente, corrigir através da Tabela de Chataway. Após ajustar o foco, apertar em ler (read).

3.2.2 Indicadores de Pureza

Os indicadores de pureza são associados aos cuidados adequados durante o processamento/ beneficiamento do mel, e a legislação brasileira prevê o parâmetro de resíduo mineral fixo (RMF), também conhecido por cinzas, sendo este influenciado diretamente pela origem botânica do néctar (NORDIN *et al.*, 2018). Baixas concentrações de cinzas são

inerentes a méis de origem florais, enquanto que elevadas concentrações indicam técnicas de manejo ou colheita com necessidades de melhorias por parte dos produtores e manipuladores (FINOLA; LAGSANO; MARIOLI, 2007). Prevê ainda o parâmetro de sólidos insolúveis em água, considerando todas as matérias presentes no mel que são insolúveis (BRASIL, 2000; IHC, 2009).

Além destes parâmetros, a legislação brasileira também prevê a obrigatoriedade da presença de grãos de pólen no mel como indicativo de pureza (BRASIL, 2000). A identificação do pólen é realizada através da ciência conhecida por melissopalínologia, identificando as espécies botânicas visitadas pelas abelhas durante a coleta do néctar, constituindo-se também um parâmetro de grande importância quanto a origem botânica e geográfica do mel (BAUERMANN, 2006). Esta ciência estuda as características morfológicas externas dos grãos de pólen e esporos, sua dispersão e aplicação, sendo fundamental no monitoramento ambiente, em especial foco nas abelhas (BART, 1989).

3.2.2.1 Sólidos insolúveis em água

Os sólidos insolúveis em água, embora invisíveis a olho nu, existem normalmente em méis e consistem principalmente de partículas de cera em suspensão, fragmentos de insetos e plantas e ainda grãos de pólen, onde sua suave agitação tem influência significativa na velocidade de cristalização do mel. Sua determinação indica principalmente adulteração e/ou contaminação, servindo de indicador para as boas práticas (BERA, 2010; CRANE, 1987).

De acordo com as diretrizes definidas pela C.A.C/ vol. III, supl. 2, 1990, 7.4, e determinado pelo MAPA (IN nº 11/2000), sua análise fundamenta-se no princípio da insolubilidade da cera, grãos de outros componentes do sedimento do mel, em água.

Equipamentos e materiais

- Balança analítica
- Bastão de vidro
- Becker de 250 mL
- Estufa de secagem
- Pinça metálica
- Papel filtro quantitativo – faixa branca

- Kitassato
- Dessecador com sílica gel
- Funil de Buchner
- Placa de vidro

Procedimento

Determinação

Pesar 10,0 g da amostra de mel em becker de 250 mL, diluir com aproximadamente 80 mL de água destilada aquecida a 60 °C e filtrar em papel previamente seco em estufa (105 °C por 1h, esfriado em dessecador) e tarado.

Lava-se o becker e o papel de filtro com água destilada aquecida a 60 °C pelo menos 3 vezes para evitar presença residual de açúcares. Colocar o papel em placa de vidro e secar em estufa a 80 °C até peso constante e anota-se o peso final.

Lembrar de nunca usar as mãos para manusear o papel de filtro durante todo o processo, para não interferir nos resultados.

Cálculos:

$$\text{Peso dos sólidos insolúveis em g} = (P_2 - P_1) \quad (\text{A.4})$$

Onde:

P_1 = Peso do papel seco antes da análise

P_2 = Peso do papel seco depois da análise.

$$\% \text{ de insolúveis} = \frac{P \times 100}{P_1} \quad (\text{A.5})$$

Onde:

P = Peso dos sólidos insolúveis em grama

100 = variante de porcentagem

P_1 = peso da amostra de mel.

3.2.2.2 Cinzas

A cor do mel pode ser um indicativo da presença em maior ou menor quantidade de resíduo mineral fixo. Quanto mais escuro, maior a presença de minerais, além do sabor forte. Também se faz útil sua determinação na origem botânica do mel, diferenciando os méis de origem floral e mel de melada.

Os minerais presentes no mel são de maioria essencial para o corpo humano, identificados já inúmeros elementos como: potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn), titânio (Ti), cobalto (Co), molibdênio (Mo), ferro (Fe), cobre (Cu), lítio (Li), níquel (Ni), chumbo (Pb), estanho (Sn), zinco (Zn), ósmio (Os), bário (Ba), gálio (Ga), bismuto (Bi), prata (Ag), ouro (Au), germânio (Ge), estrôncio (Sr), berílio (Be) e vanádio (V). O conteúdo de potássio é maior do que os demais minerais, correspondendo até 1/3 das cinzas, enquanto o sódio chega a 1/10 das cinzas, que é também no máximo de 100 vezes a quantidade de ferro (CRANE, 1987; WHITE JÚNIOR, 1979; SOMMER, 1998; ACQUARONE, 2004).

As diretrizes definidas pela C.A.C/ vol. III, supl. 2, 1990, 7.5, através do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, IN nº 11/2000), fundamenta-se a análise por gravimetria, incinerando-se o produto a 600 °C, com destruição da matéria orgânica, sem apreciável decomposição dos constituintes do resíduo mineral por perda ou volatilização.

Equipamentos e materiais

- Balança analítica
- Forno mufla
- Cadinhos de porcelana
- Dessecador com sílica gel
- Pinça metálica

Procedimento

Determinação

Pesar em balança analítica 2,0 g da amostra de mel em um cadinho de porcelana previamente aquecido em mufla (mínimo de 30 minutos, esfriado em estufa a 105 °C, posteriormente dessecador). Levar a amostra a estufa a 105 °C por 1 hora com finalidade de retirar umidade. Em seguida levar para forno mufla a 600 °C por 5 horas e calcinar até cinzas brancas. Esfriar em estufa a 105 °C, posteriormente em dessecador e pesar até peso constante.

Cálculo:

$$\text{Peso das cinzas em gramas} = P_2 - P_1 \quad (\text{A.6})$$

Onde:

P_1 = Peso do cadinho antes da carbonização da amostra

P_2 = Peso do cadinho depois da carbonização da amostra

$$\% \text{ de RMF} = \frac{P \times 100}{P_1} \quad (\text{A.7})$$

Onde:

P = Peso das cinzas em gramas

P_1 = Peso da amostra de mel em gramas.

3.2.2.3 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica está diretamente relacionada com sua origem floral das espécies botânicas predominantes no mel, bem como das concentrações de sais minerais, ácidos orgânicos e proteínas no mel (ACQUARONE; BUERA; ELIZALDE, 2007), havendo ainda correção com o pH, acidez e outras substâncias presentes na amostra (AL *et al.*, 2009). Sua análise é importante para estabelecer se o mel é adequado ou não para estoque de inverno das abelhas, sendo que alguns dos constituintes que aumentam a condutividade, também tornam o mel inadequado para armazenamento nas colmeias durante o tempo frio (CRANE, 1987).

De acordo com as diretrizes proposta pelo MAPA através da Portaria nº 01/1981, cap. XXV, Lanara (BRASIL, 1981), fundamenta-se no fato das soluções de sais conduzirem a corrente elétrica de um eletrodo a outro através de leitura direta em condutivímetro.

Equipamentos e materiais

- Condutivímetro
- Becker

Procedimentos

Determinação

Prepara-se a solução de mel a 20% sobre os sólidos solúveis, empregando-se a tabela de Chataway, e coloca-se a solução na célula do condutivímetro, mantida a 20 °C, durante 15 minutos em seguida fazer a leitura.

Cálculo:

A leitura direta no condutivímetro terá resultado expresso em Micro Mho (μMho), microsemens ($\mu\text{S/ms}$) ou milisiemen (mS/cm).

3.2.2.4 Análise melissopalínológica

O pólen floral é um minúsculo grão, formado na antera das flores, e se constitui a estrutura reprodutora masculina das plantas (VILLAS-BÔAS, 2012), sendo este, para as abelhas, a principal fonte de proteína, necessária na alimentação das crias em desenvolvimento, e caracterizando, portanto, as abelhas como insetos polinizadores. O seu valor proteico descrito por Roulston e Cane (2000) varia entre 2,5 a 61%. Bauermann (2006) aponta a constituição do pólen de 20-50% de água, 50% de carboidratos (frutose, glicose, sacarose), 1-2% de lipídios, 1,4-14% de amido e proteínas como globulina, prolaminas, gluteminas e albuminas).

Foi desenvolvido um dos métodos de análise melissopalínológica por Louveaux, Maurizio e Vorwohl (1978), através de microscopia dos elementos do mel dissolvido em água concentrados por centrifugação, analisando os sedimentos por microscópio, com ou sem tratamento.

Equipamentos e Materiais

- Gelatina de glicerina Kaiser
- Ácido sulfúrico concentrado
- Anidrido acético (puro)
- Glicerina
- Ácido acético glacial (puro)
- Centrífuga de bancada com 2500-3000 rpm
- Tubos de centrífugas com extremidade cônica de capacidade de 100, 50 e 10 mL
- Microscópio com ampliação de 320-450 X, e 800-1000 X
- Bomba a vácuo operado por água.

Procedimentos

Amostra

Deve consistir em 100 a 200 g de mel homogeneizada (agitada), caso seja amostra dura/granulada, deve ser previamente aquecida a 40 °C e filtrada em pano ou peneira fina. Amostras fossilizadas artificialmente por acetólise não faz sentido, uma vez que os grãos foram recentemente produzidos. Além disso, este processo destrói algumas paredes finas dos grãos de pólen e outras partículas importantes para avaliação. Pode ser utilizada esta técnica como complementar em casos especiais de microscopia em mel.

Preparação das lâminas (sem acetólise)

Pesar 10,0 g de mel e diluir em 20 mL de água destilada aquecida (máximo de 40 °C). Realizar primeira centrifugação a 2500 rpm por 10 minutos. Retirar o sobrenadante. Os açúcares são removidos mais completamente se o sedimento for novamente disperso com 10 mL de água destilada e centrifugado por mais 5 minutos.

Em seguida espalhar por uma área de 20 x 20 mm de uma lâmina usando vidro fino ou haste de platina, realizar secagem (não acima de 40 °C), e realizar a montagem da

lâmina com gelatina de glicerina liquefeita por aquecimento em banho-maria a 40 °C, podendo também ser corada.

Para méis ricos em matéria coloidal, dissolver a amostra em ácido sulfúrico ou hidróxido de potássio diluído (5 g de H₂SO₄ ou 100 g de KOH para 1 L de água), em vez de dissolver em água. Após centrifugação, o material permanece no fluido sobrenadante, sendo necessário pelo menos duas lavagens dos sedimentos com água destilada para remover o restante dos produtos químicos. Outra maneira de retirar os materiais coloidais é por filtração em Millipore, filtro com poros de 3 a 5 µm. Após filtrado, lavar novamente e seguir os passos supracitados para montagem da lâmina.

Leitura no microscópio

Com a lâmina devidamente preparada, realizar leitura no microscópio examinando os grãos de pólen e outras partículas (cristais de açúcar, parte de abelhas e grãos de amido) em suspensão no mel de acordo com a literatura.

Expressão dos resultados

Os resultados podem ser expressos, caso tenha sido identificado de forma confiável, com o nome e espécie botânica. Entretanto se, por falta de tempo para realizar uma identificação mais próxima ou escassez de conhecimento detalhado sobre a espécie, pode então se generalizar usando a expressão *s.l* (*sensu lata*) após o nome científico da espécie com características morfológicas mais próximas.

3.2.3 Indicadores de Deterioração

Os parâmetros de deterioração indicados pela legislação são acidez, atividade diastásica e Hidroximetilfurfural (HMF). Sua importância se dá diretamente com a qualidade do produto, podendo indicar falhas durante o processo, adulterações no mel e/ou aplicação de temperaturas e estocagem prolongada (BRASIL, 2000).

3.2.3.1 Acidez

Os ácidos orgânicos, em especial o ácido glucônico, trazem as características de acidez ao mel, em equilíbrio com suas lactonas e ésteres correspondentes, também relacionados aos íons inorgânicos tais como fosfatos, sulfatos e cloretos. Uma acidez alta em mel pode indicar a ocorrência de fermentação (NASCIMENTO *et al.*, 2018; LIBERATO *et al.*, 2013). Dentre as técnicas de determinação de acidez, a mais comumente empregada é a titulométrica aliada a potenciometria (IHC, 2009).

De acordo com as diretrizes definidas pela AOAC (método 962.19, 1998), através da IN nº 11/2000 do MAPA (BRASIL, 2000), fundamenta-se na neutralização dos compostos ácidos presentes no mel por uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N até atingir o ponto de equivalência (pH 8,3).

Equipamentos e Materiais

- pHmetro
- Agitador magnético
- Balança analítica
- Bastão de vidro
- Pipeta volumétrica de 10 mL
- Becker de 250 mL
- Bureta de 25 mL
- Balões de 100 e 1000 mL
- Erlenmeyer de 250 mL

Reagentes

- Hidróxido de sódio (NaOH)
- Biftalato de Potássio ($C_8H_5KO_4$) 0,1 N
- Indicador fenolftaleína
- Soluções tampão pH 4,0 e pH 7,0

Procedimento

Calibração do pHmetro

A calibração deve ser procedida de acordo com o fabricante e com o manual do equipamento utilizando-se as soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0.

Preparo das soluções

Solução de Hidróxido de Sódio 0,1 N

Pesar 4,0 g de hidróxido de sódio (NaOH) em um becker de 250 mL e diluir com água destilada, transferir para balão volumétrico de 1 L e completar com o volume de água. Tomar cuidado durante o procedimento, tendo em vista ser uma reação exotérmica. Utilizar agitador magnético para diluição pode facilitar o procedimento.

Solução de Biftalato de Potássio 0,1 N

Pesar 2,0425 g de Biftalato de Potássio, secar em estufa por aproximadamente 1 hora a 60 °C. Em seguida diluir em água destilada e transferir para balão de 100 mL, completando o volume com água destilada.

Padronização do Hidróxido de Sódio (NaOH) 0,1 N

Pegar uma alíquota de 10 mL de solução de Biftalato de Potássio a 0,1 N e colocar em um erlenmeyer de 250 mL, adicionar 40 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína. Titular com hidróxido de sódio (NaOH) até atingir a neutralidade, com mudança para coloração levemente rósea.

Cálculo:

$$\text{Concentração Real: } C_1 \cdot V_1 \cdot F_1 = C_2 \cdot V_2 \cdot F_2 \quad (\text{A.8})$$

Onde:

C_2 = Concentração do Biftalato de potássio.

V_2 = Volume de Biftalato de Potássio

C_1 = Concentração do Hidróxido de sódio

V_1 = Volume gasto de Hidróxido de Sódio

F_2 = Fator do Biftalato de Potássio = 1

F_1 = Fator do NaOH que se deseja encontrar.

$$\text{Fator do Hidróxido de Sódio } 0,1 \text{ N: } f = CR \div CA \quad (\text{A.9})$$

Onde:

f = Fator do Hidróxido de Sódio

CR = Concentração Real

CA = Concentração aparente (normalidade da solução de NaOH = 0,1 N).

Determinação de Acidez

Pesar aproximadamente 10,0 g da amostra de mel (anotar peso exato) em becker de 250 mL, diluir e homogeneizar com 60 mL de água destilada. Colocar pHmetro dentro da solução e titular gota a gota com Hidróxido de Sódio (NaOH) 0,1 N até pH 8,3. Anotar o volume gasto e realizar os cálculos

Cálculo:

$$\text{Acidez} = V \times f \times 10 \quad (\text{A.10})$$

Onde:

V = Volume de NaOH 0,1 n gasto na titulação

f = fator da solução de NaOH 0,1 N.

10 = Peso da amostra de mel.

Os resultados serão expressos em mEq/kg (miliequivalente por quilograma), sendo previsto na IN nº 11/2000 valor máximo de 50 mEq/kg.

3.2.3.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Mesmo não sendo exigida ou contemplada pela legislação vigente, o pH é um parâmetro que está relacionado também com a acidez e é importante indicador da qualidade dos méis, pois os mesmos geralmente são ácidos com valores de pH entre 3,5

a 5,5, devido a presença de ácidos orgânicos que irão contribuir para o *flavour* e estabilidade microbiana (BOGDANOV; ROUFF; ODDO, 2004).

Sua análise se encontra definida pela portaria nº 01/1981 cap. XXV do Lanara (BRASIL, 1981) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), fundamentando-se no algoritmo de concentração de íons hidrogênios presentes em uma solução e é determinada por processo eletromagnético utilizando-se um potenciômetro que permite leitura direta do resultado.

Equipamentos e Materiais

- pHmetro
- Balança analítica
- Bastão de vidro
- Becker de 150 mL

Procedimentos

O pHmetro deve ser calibrado de acordo com as instruções descritas no manual do equipamento. Deve ser pesado 10,0 g da amostra de mel em becker de 150 mL e diluído com 60 mL de água destilada. Mergulha-se o eletrodo do equipamento e espera estabilização do resultado, anotando-o em seguida.

Cálculo:

Leitura direta no potenciômetro.

3.2.3.3 Atividade Diastásica

Dentre os diversos componentes do mel, estão as enzimas que auxiliam na transformação do néctar em mel e estão presentes nas secreções glandulares das abelhas (CRANE, 1987), sendo elas a invertase, α -amilase, β -amilase, α -glucosidase e a glucoseoxidase, capaz de transformar glicose em ácido glucônico.

A diastase é uma enzima presente no mel que não possui função totalmente esclarecida, já que sua função é digerir o amido em compostos mais simples, porém não

há evidências de amido encontrado em néctar. Uma atenção especial é dada a essa enzima como uma medida de qualidade do mel. Acredita-se que essa enzima vem do papo da abelha e adicionada ao mel durante sua manipulação, quando a abelha concentra o néctar coletado e o transforma em mel, sendo que altas temperaturas destrói essa enzima (MOTA; MOURA; MEDEIROS, 2018).

Suma medida é expressa em unidade de Göthe, sendo definida pela quantidade de enzimas presentes em 1gg de mel, capaz de converter 0,01 g de amido para o ponto final prescrito em 1h a 40 °C sob as condições de teste (IHC, 2009). A legislação prevê mínimo de 8 na escola de Göthe, menos para os méis de baixo conteúdo enzimático, cujo conteúdo de HMF não exceda a 15 mg/Kg, tolerando-se o mínimo de 3 na escala de Göthe para atividade diastásica (BRASIL, 2000).

As diretrizes definidas pela C.A.C/ Vol. III, supl. 2, 1990, 7.7, definido pela IN nº 11/2000 do MAPA (BRASIL, 2000) fundamenta-se na hidrólise do amido pela ação das amilases (diástases) existentes no mel.

Equipamentos e Materiais

- Espectrofotômetro
- Balança analítica
- Balões volumétricos de 25, 100, 500 e 1000 mL
- Pipetas graduadas de 1, 2, 5 e 10 mL
- Provetas de 50, 100 e 500 mL
- pHmetro
- Tubos de ensaio
- Becker de 100, 250 e 500 mL
- Cronômetro
- Banho-maria.

Reagentes

- Iodo
- Iodeto de Potássio
- Acetado de Sódio
- Ácido acético glacial

- Solução de cloreto de sódio 0,5 M
- Solução de amido
- Solução de ácido clorídrico 1 M

Procedimento

Preparo das Soluções

Solução estoque de Iodo

Pesar 8,8 g de iodo e 22,0 g de iodeto de potássio em becker de 250 mL e dissolver em água destilada, transferindo as duas soluções para balão volumétrico de 1 L e completando-se o volume com água, sendo aproximadamente de 0,0692 M esta solução.

Solução de Iodo 0,00035 M

Pesar 20,0 g de iodeto de potássio em becker de 250 mL, dissolver em água destilada e acrescentar 5,0 mL de solução Estoque de Iodo. Transferir para um balão volumétrico de 500 mL e completar com água. Esta solução tem prazo para uso de 2 dias.

Solução tampão de acetato pH 5,3 (1,59 M)

Pesar 87 g de acetato de sódio em becker de 500 mL, dissolver em água destilada e acrescentar 10,5 mL de ácido acético glacial. Corrigir o pH para 5,3 adicionando ácido acético ou acetato de sódio. Transferir para balão volumétrico de 500 mL e completar com água destilada.

Solução de Cloreto de Sódio 0,5 M

Pesar 14,5 g de cloreto de sódio em becker de 250 mL e dissolver em água destilada, transferir em seguida para um balão volumétrico de 500 mL e completar o volume com água destilada.

Solução de Iodo 0,02 M

Pesar 2,54 g de iodo e 20 g de iodeto de potássio e dissolver em água destilada. Reunir as duas soluções e transferir para balão volumétrico de 1 L e completar o volume com água destilada.

Determinação do valor azul do amido

Pesar 1,0 g de amido seco em becker de 100 mL, dissolver em 30-40 mL, aproximadamente, de água deionizada e deixar em ebulição por 30 minutos. Esfriar e adicionar 2,5 mL de Solução Tampão de Acetato pH 5,3, transferir para balão volumétrico de 100 mL e completar o volume com água. Desta solução, retirar uma alíquota de 0,5 mL e transferir para balão volumétrico de 100 mL contendo aproximadamente 80 mL de água destilada. Acrescentar 1,0 mL de solução de Ácido Clorídrico 1 N e 1,5 mL de solução de Iodo 0,02 M e completar com água. Após repouso de 1 hora ao abrigo da luz, realizar leitura em espectrofotômetro a 660 nm em cubeta de 1,0 cm de espessura, em triplicata. Deste valor, diminuir o valor da leitura do branco com todos os reagentes, menos o amido.

O valor azul calculado deve corresponder a 0,500 -0,550 nm. Se apresentar valores fora deste intervalo, não é recomendado o uso deste amido para o ensaio de índice de diastase.

Preparo da solução de amido

Pesar 2,0 g de amido seco em becker de 100 mL e dissolver com aproximadamente 50 mL de água destilada. Deixar em ebulição por 30 minutos, resfriar e transferir para balão volumétrico de 100 mL e completar com água. Solução com validade de 24 horas.

Padronização da solução de amido

Retirar 5,0 mL da solução de amido e colocar em becker de 100 mL e adicionar 10 mL de água destilada, transferindo em seguida 0,5 mL desta solução para outro becker de 100 mL e acrescentando 5,0 mL da solução de Iodo 0,0007 M, 25 mL de água destilada e misturar bem. Realizar leitura da absorbância em espectrofotômetro a 660 nm, obtendo resultado próximo de $0,760 \pm 0,02$, utilizando-se um branco. Resultados fora deste valor,

aumentar ou diminuir a quantidade de água à solução, anotando-se o último volume encontrado.

Preparo da amostra de mel

Pesar 10,0 g da amostra de mel em becker de 100 mL, dissolver com 20 mL de água destilada, adicionar 5,0 mL de Solução Tampão Acetato e em seguida 3,0 mL de solução de cloreto de sódio 0,5 M (Nesta exata ordem, nunca adicionando-se a solução de cloreto de sódio antes de tamponar a amostra). Transferir a solução para um balão volumétrico de 50 mL e completar o volume com água.

Determinação

Liga-se e ajusta-se o espectrofotômetro de acordo com as instruções do fabricante para leituras em absorbâncias a 660 nm. Em um tubo de ensaio colocar 10 mL da solução de mel e em outro 5 mL da solução padronizada de amido (Caso utilize tubo especial em formato λ , colocar em um dos braços 10 mL da solução de mel e no outro 5 mL da solução de amido, devendo-se tomar cuidado para não misturar as soluções).

As soluções são incubadas em estufa a $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 15 minutos. Em seguida são misturadas e inicia-se o cronômetro no mesmo instante. Já deverão estar prontos, em média 8 tubos por amostras de mel, tubos contendo 5 mL de solução de Iodo a 0,00035 M diluídos em 12,5 mL de água.

Passado 5 minutos, retirar 0,5 mL da mistura que está incubada e colocar em um dos tubos preparados, homogeneizar e ler a absorbância em espectrofotômetro a 660 nm. Continuar a operação em intervalos regulares de 5 minutos, retirando-se em cada 0,5 mL até obter valor de absorbância menor que 0,235.

É de suma importância o controle da temperatura neste processo, não podendo aquecer a amostra anterior, pois corre o risco de a enzima desnaturar, e abaixo de $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a enzima também será prejudicada.

Cálculo:

Construir uma curva-padrão da absorbância *versus* tempo em minutos, traçando uma linha reta para determinar tempo (t_x) em que a reação alcançou a absorbância de 0,235, e dividir 300 pelo tempo (t_x) em minutos para obter a atividade diastásica (AD).

$$\text{Atividade diastásica} = \frac{300}{t_x} \quad (\text{A.11})$$

Onde:

300 = Constante do método

t_x = tempo da reação em minutos

Os resultados expressam atividade diastásica com mL de solução de amido a 1% hidrolisada pela enzima presente em 1 g de mel por 1 hora a 40 °C, onde o número da diastase corresponde em unidade de Göthe por grama de mel.

3.2.3.4 Hidroximetilfurfural (HMF)

O hidroximetilfurfural (HMF) é um composto formado a partir da decomposição de monossacarídeos ou da reação de Maillard, sobretudo quando o mel é aquecido (refletindo uma manipulação inadequada do produto) ou armazenado por longos períodos, aumentando significativamente o teor de HMF, sendo então um indicativo da idade do mel, visto que não está presente em méis recém produzidos e imediatamente estocados na colmeia pelas abelhas, formando-se durante o processamento e tempo de armazenamento, aumentando-se sua concentração. Em altas concentrações o HMF pode ser tóxico, por isso seu prazo de validade definido pelo MAPA de 2 anos (NAILA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2016; ALMEIDA-MURADIAN *et al.*, 2013; BRASIL, 2000; BERA, 2004). Apesar de ser um índice determinante, sozinho o teor de HMF não pode indicar sobreaquecimento dos méis, visto que outros fatores estão envolvidos para aumento dos níveis de HMF como a presença de ácidos orgânicos, perfil de açúcares, umidade, aminoácidos e origem floral (SILVA *et al.*, 2016).

Entre as técnicas mais adotadas para determinação de níveis de HMF no mel, envolvem a espectrofotometria ou a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) (IHC, 2009)

A diretrizes definidas pela AOAC (método 980.23, 1998), determinado pela IN nº 11/2000 do MAPA (BRASIL, 2000), fundamenta-se na determinação da absorbância do HMF a 284 nm e 336 nm, evitando a interferência de outros componentes, este comprimento de onda é determinada a diferença entre as abosrbâncias de uma solução aquosa de mel e a mesma solução após adição de bissulfito. Seu teor é calculado após a subtração do *background* da absorbância.

Equipamentos e Materiais

- Espectrofotômetro
- Agitador vórtexO
- Balança analítica
- Micropipeta volumétrica
- Balão volumétrico de 100 mL
- Bastão de vidro
- Beckers de 50 a 150 mL
- Funil de vidro médio
- Pipeta volumétrica de 5 mL
- Papel de filtro quantitativo
- Tubos de ensaio 18 mm x 150 mm
- Cubetas de quartzo

Reagentes

- Ferrocianeto de Potássio ($K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$) – Solução de Carrez I.
- Acetato de zinco Dihidratado ($Zn(OAc)_2 \cdot 2H_2O$) – Solução de Carrez II.
- Bissulfito de Sódio ($NaHSO_3$)
- Álcool etílico.

Procedimentos

Preparo das soluções

Solução de Carrez I

Pesar 15,0 g de Ferrocianeto de Potássio ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) em um becker de 150 mL e dissolver com água destilada sob agitação. Transferir para balão volumétrico de 100 mL e completar o volume.

Solução de Carrez II

Pesar 30,0 g de Acetato de Zinco Dihidratado ($\text{Zn}(\text{OAc})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) em becker de 150 mL e dissolver água deionizada sob agitação. Transferir para balão volumétrico de 100 mL e completar o volume. Caso haja dificuldade em dissolver, utilizar banho-maria.

Solução de bissulfito de sódio 0,2%

Pesar 0,2 g de bissulfito de sódio (NaHSO_3) em um becker de 50 mL e dissolver em água destilada. Transferir para balão volumétrico de 100 mL e completar o volume. Preparar esta solução sempre imediatamente antes do uso.

Solução de Mel

Pesar 5,0 g da amostra de mel em um becker de 50 mL, homogeneizar em 25 mL de água destilada e transferir para balão volumétrico de 50 mL. Adicionar 0,5 mL da solução de Carrez I e 0,5 mL da solução de Carrez II, misturar e completar o volume com água. Caso haja formação de espuma, pingar algumas gotas de álcool etílico.

Determinação

Filtrar solução de mel em papel de filtro e descartar os primeiros 10 mL. Após filtrado, pipetar 5,0 mL em dois tubos de ensaio. Em um dos tubos adicionar solução de Bissulfito de sódio a 0,2% e no outro 5,0 mL de água destilada. Agita ambos os tubos em vórtex. Em seguida mede-se a absorbância da amostra nos comprimentos de ondas de 284 nm e 336 nm. Absorbância maior que 0,6, necessita diluir a amostra com água destilada e a solução referência de bissulfito de sódio a 1% na mesma proporção, anotar os volumes para o cálculo final.

Cálculo:

$$HMF \text{ em } mg/Kg = \frac{(A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5}{P} \quad (A.12)$$

Onde:

A_{284} = leitura da absorbância a 284 nm.

A_{336} = leitura da absorbância a 336 nm.

P = peso da amostra em gramas.

5 = Massa nominal da amostra

Fator 149,7 = $(126/16830) \times (1000/10) \times (1000/5)$.

Sendo 126 = peso molecular do HMF

16830 = absortividade molar do HMF a 284 nm.

1000 = conversão de grama para miligrama

10 = diluição de 5 g de mel em 50 mL

1000 = Conversão de grama para quilograma.

Os valores estabelecidos para os parâmetros de méis de abelhas africanizadas pelas legislações foram compilados na tabela 3.2. Vale ressaltar que estas metodologias podem ser utilizadas para análise de qualquer amostra de mel, entretanto deve-se procurar compreender os parâmetros exigidos. No caso de amostras de méis de abelha sem ferrão (ASF) ou nativas, os padrões são diferentes e há apenas legislações estaduais em alguns estados brasileiros que preveem seus padrões de identidade e qualidade, não havendo legislação nacional para tais méis.

Tabela A.2 - Padrão de identidade e qualidade de méis florais e méis de melato segundo legislações.

Parâmetro	Legislação		Codex	
	Brasileira (2000) e		Alimentarius e	
	Mercosul (1999).		Comissão	
			Europeia	
	Tipos de Mel			
	Floral	Melato	Floral	Melato
Cor	Quase incolor – pardo escuro			

Sabor	Característico da espécie botânica			
Aroma				
Açúcares Totais (g/100 g)	-	-	-	-
Açúcares Redutores (g/100 g)	Mín. 65	Mín. 60	-	-
Sacarose Aparente (g/100 g)	Máx. 6	Máx. 15	Máx. 5.	
Umidade (%)		Máx. 20%		
Sólidos Insolúveis (g/100 g)		Máx. 0,1*		
Cinzas (g/100 g)	0,6	1,2	-	-
Condutividade Elétrica (mS/cm)	-	-	Máx. 0,8	
Análise Melissopalínológica	Presença	-	Presença	-
Acidez (mEq/kg)		Máx. 50		
pH	-	-	-	-
Atividade Diastásica (Escala de Göthe)		Mínimo de 0,8**		
HMF (mg/Kg)	Máx. 60	Máx. 40***		

*Méis prensados tem tolerância de 0,5 g/100 g. **Méis com baixos teores enzimáticos devem apresentar valor mínimo de 0,3 na escala de Göthe e na escala de Shade, desde que o HMF não ultrapasse 15 mg/Kg.

***Méis de origem tropical tem tolerância de máximo de 80 mg/Kg de HMF.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2000); Mercosul (1999); Codex Alimentarius (2001); European Commission (2002).

4 CONCLUSÃO

Este roteiro de análises serve de suporte para compreender os procedimentos dos parâmetros necessários e exigidos para identidade e qualidade de mel floral ou de melato de abelha africanizada e as características técnicas e oficiais dos procedimentos.

Estas mesmas análises podem ser utilizadas em méis de abelhas sem ferrão (ASF), contudo os parâmetros característicos destes méis ainda não estão fixados em legislação nacional, possuindo padrões provenientes de legislações de alguns estados brasileiros.

REFERÊNCIAS

ACQUARONE, C. A. **Parámetros físicoquímicos de mieles, relación entre los mismos y su aplicación potencial para la determinación del origen botánico y/o geográfico de mieles argentinas**. 2004. Tese de Doutorado. Universidad de Belgrano. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires, 2004.

- ACQUARONE, C.; BUERA, P.; ELIZALDE, B. Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. **Food chemistry**, v. 101, n. 2, p. 695-703, 2007.
- AGUIAR, L.; MARQUES, D. D.; SARTORI, R. A.; SILVA, K. L.; SCARANTE, G. C. Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas sem ferrão do estado do Acre. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 23, p. 908-919, 2016.
- AL, L. M.; DANIEL, D.; MOISE, A.; BOBIS, O.; LASLO, L.; BOGDANOV, S. Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. **Food Chemistry**, v. 112, p. 863-867, 2009.
- ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; STRAMM, K. M.; HORITA, A.; BARTH, O. M.; FREITAS, A. S.; ESTEVINHO, L. M. Comparative study of the physicochemical and palynological characteristics of honey from *Melipona subnitida* and *Apis mellifera*. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 48, n. 8, p. 1698-1706, 2013.
- ALVES, M. A. M.; MODESTA, R. C. D.; SILVA, A. L. de S. **Desenvolvimento do perfil sensorial de méis silvestres (*Apis mellifera*) de vários municípios do Estado de Alagoas**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2005. (Comunicado Técnico 86).
- ALVES, M. A. M.; MODESTA, R. C. D.; SILVA, A. L. S. Desenvolvimento do perfil sensorial de méis silvestres (*Apis mellifera*) de vários municípios do estado de Alagoas. **Embrapa Agroindústria de Alimentos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2005.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 16th ed. Rev. 4. Washington, 1998, 1170p
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 2000.
- BARTH, O. M. **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Gráfica Luxor, 1989.
- BAUERMAN, S. G. (org.). **Grãos de Pólen: uso e aplicações**. Canoas: ULBRA, 2006.
- BERA, A. **Efeitos nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais em amostras de mel de abelhas submetidas a radiação gama**. 2010. Tese de Doutorado em Tecnologia Nuclear. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.
- BOGDANOV, S.; RUOFF, K.; ODDO, L. P. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. **Apidologie**, v. 35, n. Suppl. 1, p. S4-S17, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Estabelece o regulamento técnico de identidade e

qualidade do mel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 out. 2000. Seção 1, p. 16-17.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). Portaria nº 01, de 07 de outubro de 1981. Métodos analíticos para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: Métodos Físicos e Químicos. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 13 de outubro de 1981.

CODEX ALIMENTARIUS. Revised Codex Standard for Honey, Standards and Standard Methods. **Codex Alimentarius Commission** FAO/OMS, v. 11, n. 1987, p. 1–7, 2001.

COSTA JUNIOR, M. P.; KHAN, A. S.; SOUSA, E. P.; LIMA, P. V. P. S. Integração espacial dos mercados exportadores de mel natural no Brasil. **Revista Eletrônica de Administração - REAd**. Porto Alegre, v.23, n.1, p.31-53, 2017.

CRANE, E. **O livro do mel**. 2. Ed. São Paulo: Nobel, 1987.

EUROPEAN COMMISSION. European Commission Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. **Official Journal of the European Communities**, p. 10–47, 2002.

FINOLA, M. S.; LASAGNO, M. C.; MARIOLI, J. M. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. **Food Chemistry**, v. 100, n. 4, p. 1649-1653, 2007.

GUIMARÃES, E. **Mel brasileiro se destaca nos mercados europeu e norte-americano**. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/agropecuario/2018/01/22/interna_agropecuario,932500/mel-brasileiro-se-destaca-nos-mercados-europeu-e-norte-americano.shtml . Acessado em 21 de outubro de 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**/ ZENEON, O.; PASCUERT, N. S.; TIGLEA, P. (Org). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p.1020.

INTERNATIONAL HONEY COMMISSION. **Methods**: Harmonised methods of the International Honey Commission Methods, Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebefeld, Switzerland, 2009.

LIBERATO, M. C. T. C.; MORAIS, S. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAGALHÃES, I. L.; CAVALCANTI, D. B.; SILVA, M. M. O. Physicochemical properties and mineral and protein content of honey samples from Ceará State, Northeastern Brazil. **Food Science and Technology**, v. 33, p. 38-46, 2013.

LIMA, L. N.; NOGUEIRA, E. M. S. Produção e uso dos recursos melíferos por meliponicultores da região de Cícero Dantas, BA. **Gaia Scientia**, v. 11, n. 3, p. 73-82, 2017.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. Methods of melissopalynology. **Bee world**, v. 59, n. 4, p. 139-157, 1978.

MEIRELES, S.; CANÇADO, I. A. C. Mel: parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde. **SYNTHESIS| Revistal Digital FAPAM**, v. 4, n. 1, p. 207-219, 2013.

MERCOSUL. Regulamento Técnico MERCOSUL “Identidade e Qualidade do Mel”. MERCOSUL/GMC/RES. No 89/99. p. 1–6, 1999.

MOTA, D. D. G; MOURA, G. S; MEDEIROS, S. R. A. **Produção de qualidade do mel**. Fortaleza: Edições UFC, 2018. 121p.

MURADIAN, L. B. Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis mellifera* honeys. **LWT**, v. 91, p. 85-94, 2018.

NAILA, A.; FLINT, S. H.; SULAIMAN, A. Z.; AJIT, A.; WEEDS, Z. Classical and novel approaches to the analysis of honey and detection of adulterants. **Food Control**, v. 90, p. 152-165, 2018.

NASCIMENTO, K. S.; SATTTLER, J. A. G.; MACEDO, L. F. L.; GONZÁLES, C. V. S.; MELO, I. L. P.; ARAÚJO, E. S.; GRANATO, D.; SATTTLER, A.; ALMEIDA-NORDIN, A.; SAINIK, N. Q. A. V.; CHOWDHURY, S. R.; SAIM, A. B.; IDRUS, R. B. H. Physicochemical properties of stingless bee honey from around the globe: A comprehensive review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 73, p. 91-102, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.002>

PEREIRA, J. D. M.; GOBBI, M. M.; SARTOR, C. F. P. Análise físico-química e microbiológica de amostras diferentes de mel comercializadas em Maringá (PR). **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 39, n. 2, p. 356-369, 2015.

QUEIROGA, C. F. M. A.; LEITE FILHO, F. G.; MACHADO, A. V.; OLIVEIRA COSTA, R. Cadeia Produtiva do Mel de Abelhas: Fonte Alternativa de Geração de Renda para Pequenos Produtores e Qualidade Físico-química do Mel. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 5, n. 1, p. 24-30, 2015.

ROCHA, A. S. Qualidade do mel. In: CORDEIRO, C. A. M.; SILVA, E. M.; SILVA, B. A. **Ciência e tecnologia de alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas**. Editora científica. Guarujá, 2021. p.469-476.

ROULSTON, T. H.; CANE, J. H. Pollen nutritional content and digestibility for animals. In: **Pollen and pollination**. Springer Vienna, p. 187-209, 2000.

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.

SOMMER, P. G. O desenvolvimento da apicultura brasileira. In: Congresso Brasileiro de Apicultura, 12., 1998, Salvador. **Anais**. Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, 1998. p. 173.

SOUZA, L. R.; CABRAL NETO, O.; FRANCO, W. B. A.; ROCHA, V. C.V.; BIASE, R. S.; MACHADO, J. B.; SILVA, L. A.; BORGES, L. J. F.; FERNANDES, T. S. Qualidade do mel. In: CORDEIRO, C. A. M.; SILVA, E. M.; SILVA, B. A. **Ciência e tecnologia de alimentos**: pesquisa e práticas contemporâneas. Editora científica. Guarujá, 2021. p.469-476.

VILLAS-BÔAS, J. **Manual Tecnológico**: Mel de Abelhas sem Ferrão. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2012.

WHITE JUNIOR, J. W. Methods for determining carbohydrates, hydroxymetilfurfural and proline in honey; collaborative study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 62, n. 3, p. 515-526, 1979.

ANEXO A

Tabela A.1- Tabela de Chataway para correlação de índice de refração e umidade em mel.

Índice de Refração a 20 °C	Umidade (%)	Índice de Refração a 20 °C	Umidade (%)	Índice de Refração a 20 °C	Umidade (%)
1,5044	13,0	1,4795	22,8	1,4550	32,6
1,5038	13,2	1,4790	23,0	1,4545	32,8
1,5033	13,4	1,4785	23,2	1,4540	33,0
1,5028	13,6	1,4780	23,4	1,4535	33,2
1,5023	13,8	1,4775	23,6	1,4530	33,4
1,5018	14,0	1,4770	23,8	1,4525	33,6
1,5012	14,2	1,4765	24,0	1,4520	33,8
1,5007	14,4	1,4760	24,2	1,4515	34,0
1,5002	14,6	1,4755	24,4	1,4510	34,2
1,4997	14,8	1,4750	24,6	1,4505	34,4
1,4992	15,0	1,4745	24,8	1,4500	34,6
1,4987	15,2	1,4740	25,0	1,4495	34,8
1,4982	15,4	1,4735	25,2	1,4490	35,0
1,4976	15,6	1,4730	25,4	1,4485	35,2
1,4971	15,8	1,4725	25,6	1,4480	35,4
1,4966	16,0	1,4720	25,8	1,4475	35,6
1,4961	16,2	1,4715	26,0	1,4470	35,8
1,4956	16,4	1,4710	26,2	1,4465	36,0
1,4951	16,6	1,4705	26,4	1,4460	36,2
1,4946	16,8	1,4700	26,6	1,4455	36,4
1,4940	17,0	1,4695	26,8	1,4450	36,6
1,4935	17,2	1,4690	27,0	1,4445	36,8
1,4930	17,4	1,4685	27,2	1,4440	37,0
1,4925	17,6	1,4680	27,4	1,4435	37,2
1,4920	17,8	1,4675	27,6	1,4430	37,4
1,4915	18,0	1,4670	27,8	1,4425	37,6
1,4910	18,2	1,4665	28,0	1,4420	37,8
1,4905	18,4	1,4660	28,2	1,4415	38,0
1,4900	18,6	1,4655	28,4	1,4410	38,2
1,4895	18,8	1,4650	28,6	1,4405	38,4
1,4890	19,0	1,4645	28,8	1,4400	38,6
1,4885	19,2	1,4640	29,0	1,4395	38,8
1,4880	19,4	1,4635	29,2	1,4390	39,0
1,4875	19,6	1,4630	29,4	1,4385	39,2

1,4870	19,8	1,4625	29,6	1,4380	39,4
1,4865	20,0	1,4620	29,8	1,4375	39,6
1,4860	20,2	1,4615	30,0	1,4370	39,8
1,4855	20,4	1,4610	30,2	1,4365	40,0
1,4850	20,6	1,4605	30,4	1,4360	40,2
1,4845	20,8	1,4600	30,6	1,4355	40,4
1,4840	21,0	1,4595	30,8	1,4350	40,6
1,4835	21,2	1,4590	31,0	1,4345	40,8
1,4830	21,4	1,4585	31,2	1,4340	41,0
1,4825	21,6	1,4580	31,4	1,4335	41,2
1,4820	21,8	1,4575	31,6	1,4330	41,4
1,4815	22,0	1,4570	31,8	1,4325	41,6
1,4810	22,2	1,4565	32,0	1,4320	41,8
1,4805	22,4	1,4560	32,2	1,4315	42,0
1,4800	22,6	1,4555	32,4	1,4310	42,2

Fonte: Adaptado do Instituto Adolf Lutz (2008).

Na correção do índice de refração para temperaturas diferentes de 20 °C: adicionar 0,00023 ao índice de refração para cada grau acima de 20 °C, antes de usar a tabela; subtrair 0,00023 do índice de refração para cada grau abaixo de 20 °C, antes de usar a tabela.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. In: ZENEBON, O.; PASCUERT, N. S.; TIGLEA, P. (Org). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p.1020.