



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

MARIANI ZANETTE

**MEL CO-CRISTALIZADO COM SACAROSE: ESTUDO DO
ACONDICIONAMENTO DO PRODUTO E ANÁLISE SENSORIAL**

LARANJEIRAS DO SUL

2018

MARIANI ZANETTE

**MEL CO-CRISTALIZADO COM SACAROSE: ESTUDO DO
ACONDICIONAMENTO DO PRODUTO E ANÁLISE SENSORIAL**

Trabalho de conclusão de curso de
graduação apresentado como requisito para a
obtenção de grau de Bacharel em Engenharia
de Alimentos da Universidade Federal da
Fronteira Sul.

Orientadora Prof.^a Dra. Leda Battestin Quast

LARANJEIRAS DO SUL

2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Zanette, Mariani

Mel co-cristalizado com sacarose: Estudo do
acondicionamento do produto e análise sensorial /
Mariani Zanette. -- 2018.

50 f.:il.

Orientadora: Professora Doutora Leda Battestin
Quast.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Engenharia de Alimentos, Laranjeiras do Sul, PR , 2018.

1. Engenharia. 2. Tecnologia de Alimentos. I. Quast,
Leda Battestin, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.

MARIANI ZANETTE

MEL CO-CRISTALIZADO COM SACAROSE: ESTUDO DO
ACONDICIONAMENTO DO PRODUTO E ANÁLISE SENSORIAL

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul-PR.

Orientador: Professora Dr^o. Leda Battestin Quast

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 11/12/2018

BANCA EXAMINADORA

Leda Battestin Quast

Prof^o. Dr^o. Leda Battestin Quast

Marcos Alceu Felicetti

Prof. Dr. Marcos Alceu Felicetti

Cátia Tavares Passos Francisco

Prof^o. Dr^o. Cátia Tavares Passos Francisco

Dedico este trabalho aos meus pais Luiz e Venilda e ao meu noivo Joelson por toda confiança, incentivo, paciência e amor incondicional em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, proteção, oportunidades e bênçãos.

Aos meus pais Venilda e Luiz que sempre me deram apoio e incentivo para nunca desistir dos meus ideais e que me ensinaram, na prática, que a luta pelo que acreditamos, pode ser extremamente dolorida e sofrida, mas sempre compensa.

Ao meu noivo Joelson pela paciência, amizade, amor e dedicação. Por me ensinar que na vida não são as flores que nos fazem crescer e, sim os espinhos que arrancamos dia a dia e nos tornam mais fortes para superar todos os obstáculos e medos.

A minha orientadora, Prof.^a Dra. Leda Battestin Quast pela confiança depositada em mim, pelo incentivo e apoio, por todo o ensinamento e colaboração durante a graduação e elaboração deste trabalho.

A todos os professores e técnicos que de alguma forma contribuíram com esta conquista, muito obrigada por toda dedicação e ensinamentos passados, em especial ao Prof. Dr. Luciano Tormen, as técnicas de laboratório Fernanda Souza, Vanessa Gomes da Silva e a Prof.^a Dra. Cátia Tavares dos Passos Francisco, pela contribuição e orientação nas análises.

As minhas amigas e colegas Marcia Miss Gomes e Danieli Natali Konopka por toda a amizade, carinho, apoio e parceria durante todo o curso e principalmente por toda a contribuição e tempo que dedicaram no auxílio e realização deste trabalho. Esta conquista também é mérito de vocês!

A minha amiga e irmã Indiâne Witcel Rubenich pela amizade, incentivo, carinho, apoio e parceria desde sempre. Sem você eu não estaria concluindo esta etapa da minha vida! Obrigada por ter partilhado comigo de todos os momentos mais difíceis desta caminhada.

A todos os meus colegas e amigos, principalmente a Ana Paula M. Bosa, Carolina Laís Frighetto e Ivonete Machado que sempre estiveram presente em minha vida em muitos momentos bons e ruins, sempre fazendo o possível e o impossível para sempre sorrirmos, esquecermos dos problemas e termos sempre fé na vida e em Deus.

Aos meus amigos/familiares da COOPAN e meus irmãos Cristiano e Juliano que me apoiaram nesta jornada, sempre me oferecendo toda a amizade, carinho, orações e incentivo, muito obrigada por existirem ao meu lado e serem essas pessoas únicas em minha vida. A minha prima Tatiana Zanette pela disposição na tradução deste trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível essa conquista.

Muito obrigada a todos vocês.

“A felicidade pode ser encontrada mesmo nas horas mais difíceis, se você lembrar de acender a luz.” (J. K. Rowling)

RESUMO

Mel co-cristalizado é o produto obtido a partir da cristalização do mel com açúcar. Esse trabalho teve como objetivo principal a verificação das propriedades físico-químicas de mel co-cristalizado com sacarose durante seu armazenamento em diferentes tipos de embalagens e avaliação sensorial do produto final. O mel co-cristalizado foi acondicionado em três tipos de embalagens (vidro, pote plástico e saco plástico) e armazenado em ambiente com temperatura controlada à 25 °C (BOD), sendo submetido à análises de atividade de água (Aw), higroscopicidade, densidade e ângulo de repouso a cada 20 dias. Após o período de armazenamento, realizou-se análise microbiológica do produto seguindo a Resolução RDC nº12 de 2 de janeiro de 2001. Após a confirmação de que o produto encontrava-se seguro à saúde dos consumidores, realizou-se a análise sensorial deste, quanto ao odor, aparência, sabor e os dados da pesquisa foram coletados com a aplicação de ficha de análise sensorial, com escala hedônica estruturada de 9 pontos, e também foi solicitada uma análise da intenção de compra do produto com escala hedônica estruturada de 5 pontos. Os valores de Aw no período estudado permaneceram abaixo de 0,6. Os valores da densidade variaram de 0,4 a 0,55g/mL, apresentando um leve decréscimo ao longo do tempo. Os valores do ângulo de repouso variaram entre 25° e 40°, apresentando boa escoabilidade. Os valores de higroscopicidade apresentaram variação entre as diferentes amostras devido a adição de maltodextrina, confirmando a eficiência do seu uso em produtos desidratados. Com este estudo foi possível verificar que qualquer uma das embalagens propostas, atenderam a seus objetivos de manter a integridade do alimento durante o tempo avaliado. Contudo, por observação visual, a embalagem a vácuo não seria recomendada pelo fato de o produto apresentar compactação, dificultando assim o seu manuseio. As amostras encontraram-se microbiologicamente dentro dos padrões estabelecidos pela RDC nº 12. Os resultados da análise sensorial, indicaram que se o produto fosse lançado no mercado este seria bem aceito pela população e poderia ser utilizado como substituto do açúcar como adoçante no preparo de alimentos e bebidas e mais aceito que o mel puro.

Palavras chaves: maltodextrina; vida de prateleira; embalagens, alimentos em pó

ABSTRACT - corrigido

Co-crystallized honey is the product obtained from the crystallization of honey with sugar. This work had as main objective the verification of the physical-chemical properties of co-crystallized honey with sucrose during its storage in different types of packages and sensorial evaluation of the final product. The co-crystallized honey was conditioned in three types of packages (glass, honey pot and plastic bag) and stored in a controlled room temperature at 25 °C (BOD), and analyzed for water activity (A_w), hygroscopicity, density and repose angle every 20 days. After the storage period, a microbiological analysis was carried out following Resolution RDC No. 12 of January 2, 2001. After confirming that the product was safe for consumers, the sensory analysis for odor, taste and color was carried out. The research data was collected through the application of a sensory analysis question with a structured hedonic scale of 9 points, and an analysis of the purchase intent was also requested. The A_w values remained below 0.6 during the studied period. Density values ranged from 0.4 to 0.55, showing a slight decrease over time. The repose angle values varied between 25° and 40°, showing good fluidity. The hygroscopicity values presented variation among the different samples due to the addition of maltodextrin, confirming the efficiency of its use in dehydrated products. With this study, it was possible to verify that all the proposed packages achieved their objectives of maintaining the integrity of the food during the evaluated time. However, through visual observation, vacuum packaging would not be recommended because the product presented hardening, making it difficult to handle. The microbiological results were within the standards established by RDC No. 12. The sensory analysis results were satisfactory, indicating that the product could be released on the market and it would be well accepted by the population. Also, this product could be used as a substitute for sugar as a sweetener in the preparation of food and drinks.

.

Keywords: maltodextrin; Shelf Life; packaging, powdered food

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma geral do processamento e análises realizadas para obtenção do mel co-cristalizado.....	20
Figura 2. Esquema para cálculo de ângulo de repouso.....	25
Figura 3. Curvas de aquecimento do processo de obtenção do mel co-cristalizado com sacarose.....	32
Figura 4. Mel co-cristalizado acondicionado nas embalagens de vidro, polipropileno e polietileno.....	34
Figura 5. Atividade de água da amostra de mel co-cristalizado padrão e adicionado de maltodextrina 5%.....	36
Figura 6. Densidade aparente da amostra de mel co-cristalizado padrão e adicionado de maltodextrina 5%.....	37
Figura 7. Ângulo de repouso da amostra de mel co-cristalizado padrão e adicionado de maltodextrina 5%.....	39
Figura 8. Higroscopicidade da amostra de mel co-cristalizado padrão e adicionado de maltodextrina 5%.....	41

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1. Metodologia das análises microbiológicas.....	26
Tabela 2. Código das amostras da análise sensorial.....	29
Tabela 3. Resultados das análises físico-químicas para mel <i>in natura</i> e limites estabelecidos pela legislação vigente.....	30
Tabela 4. Quantitativo de água remanescente nas amostras de co-cristalizadas após secagem.....	33
Tabela 5. Resultado das análises do mel co-cristalizado adicionado de 0% e 5% de maltodextrina.....	35
Quadro 1. Resultado das análises microbiológicas do mel co-cristalizado e sacarose.....	42
Tabela 6. Padrões microbiológicos internacionais para qualidade do açúcar (<i>national food canners and processors</i> - 1968).....	43
Tabela 7. Resultados da análise sensorial da amostra de mel co-cristalizado (amostra seca/pura).....	44
Tabela 8. Resultados da análise sensorial das amostras de suco de abacaxi.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.1.1	OBJETIVO GERAL.....	13
1.1.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3	METODOLOGIA.....	20
3.1	VISÃO GERAL DO PROCESSAMENTO.....	20
3.2	METODOLOGIA DE ANÁLISE DO MEL <i>IN NATURA</i>	21
3.3	ANÁLISES REALIZADAS NO MEL CO-CRISTALIZADO.....	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL <i>IN NATURA</i>	30
4.2	ANÁLISES DO CO-CRISTALIZADO.....	32
5	CONCLUSÕES.....	45
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
	ANEXO I – Modelo da ficha de avaliação sensorial.....	50

1 INTRODUÇÃO

Entende-se por mel o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas, ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas das plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia (BRASIL, 2001).

A co-cristalização consiste no método de microencapsulação, em que um ingrediente ativo fica retido num conglomerado de cristais de uma substância primária. O mel co-cristalizado é obtido a partir da concentração de um xarope de sacarose até sua supersaturação, no qual a estrutura do cristal de sacarose é modificada pela formação de poros que permitem a adição do material a ser encapsulado (mel). Uma quantidade pré-determinada de mel é então adicionada à solução concentrada de sacarose, sob intensa agitação mecânica, promovendo a nucleação e a aglomeração da mistura sacarose – mel (ASTOLFI-FILHO et al, 2003).

A obtenção de um produto seco, como o mel co-cristalizado com sacarose, poderá proporcionar um enriquecimento nutricional ao açúcar, quando o mesmo for utilizado como adoçante, sendo uma opção de produto saudável para consumidores preocupados com a sua saúde. Tendo em vista que o açúcar é um dos produtos mais consumidos do mundo, tanto diretamente na mesa do consumidor, quanto na fabricação de outros alimentos, é possível, através deste produto, garantir um alimento com qualidade nutricional na mesa do consumidor. Além disso, segundo Dutcosky (2007), para que o produto seja consumido por uma grande parte de pessoas, deverá apresentar grande aceitabilidade sensorial e características físico-químicas inalteradas durante o armazenamento. A aceitação sensorial leva em conta as diversas sensações por parte do consumidor, tais como aparência, cor, aroma e sabor agradáveis, sendo que em geral uma nota média acima de 7, em uma escala de 1 a 9, ou um índice de aceitação maior que 70%, significa que um produto tem aceitação por grande parte da população.

Nesse sentido, esse trabalho tem como objetivo principal a verificação das propriedades físico-químicas de mel co-cristalizado com sacarose, durante seu armazenamento, em diferentes tipos de embalagens, e avaliação sensorial do produto final.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar as propriedades físico-químicas de mel co-cristalizado com sacarose, durante seu armazenamento, em diferentes tipos de embalagens, e avaliar sensorialmente o produto final.

1.1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter um produto co-cristalizado contendo sacarose e mel;
- Avaliar as características físico-químicas do produto co-cristalizado;
- Avaliar o armazenamento do mel co-cristalizado em diferentes tipos de embalagens;
- Avaliar a aceitação sensorial e intenção de compra do mel co-cristalizado com sacarose.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Entende-se por mel o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre as partes vivas das plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia (BRASIL, 2001b). Os principais grupos de plantas utilizados para produção e comercialização do mel são: eucaliptos, citros e flores silvestres (AIDAR, 1997).

Em relação a sua composição considera-se o mel como uma solução concentrada de açúcares com predominância de glicose e frutose. Contém, ainda, uma mistura complexa de outros hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, substâncias aromáticas, pigmentos, cera e grãos de pólen (BRASIL, 2001b). É um alimento muito apreciado devido ao seu valor nutritivo, sabor característico, sendo utilizado como adoçante natural e fonte de energia, e ainda por apresentar importância medicinal (AROUCHA, 2008; JATI, 2007). Desta forma a inserção deste produto na alimentação pode contribuir para a saúde, e principalmente, ser uma opção de alimentação saudável na infância, que requer uma dieta equilibrada, rica em nutrientes, contribuindo assim para o bom desenvolvimento e atuando na prevenção de algumas doenças como diabetes, obesidade e doenças cardiovasculares. Cabe ressaltar que produtos contendo mel devem ser consumidos por crianças com idade superior a 2 anos (BRASIL, 2001b), sendo assim, este produto pode ser inserido na alimentação escolar, para crianças com idade superior a 4 anos. Para que haja formação de hábitos alimentares saudáveis é necessário que se faça a inserção de novos alimentos e preparações de forma gradual, respeitando os interesses de cada um, e com isto, auxiliar na introdução de uma dieta equilibrada (STARON et al., 2015).

Os produtos co-cristalizados apresentam menor umidade e maior solubilidade em baixas concentrações. O mel co-cristalizado trata-se de um processo onde a solução de sacarose é concentrada até o estado de supersaturação e mantida em temperatura elevada para evitar a cristalização. Uma quantidade pré-determinada de material ativo (mel) é então adicionada à solução concentrada de sacarose sob vigorosa agitação mecânica, promovendo a nucleação da mistura sacarose com material ativo. O aquecimento é interrompido e a mistura atinge a temperatura na qual se inicia a cristalização, sendo liberada uma quantidade substancial de calor devido à transição de fase, o que, por sua

vez, contribui para a secagem do material. A agitação é continuada para promover a cristalização até a formação do produto aglomerado. Esse produto é então secado e triturado para se obter um produto próximo ao pó (250 µm) (ASTOLFI-FILHO et al, 2005).

O processo de co-cristalização pode ser usado como alternativa para desenvolvimento de um produto a base de mel. O método baseia-se na utilização da sacarose como agente encapsulante e o mel como agente encapsulado. Os fatores que influenciam nesse processo são as proporções de açúcar/mel/água, velocidade de agitação da mistura, tempo e temperatura de processo. O produto final deve apresentar características sólidas fluidas (FARINA – QUAST, 2015).

De acordo com estudos realizados por Staron et al., 2015, sobre a inserção do mel na merenda escolar, foi constatado que, quando as escolas tentaram inserir o mel na sua forma pura no preparo de bebidas, estas foram rejeitadas pelas crianças, o que levou muitas escolas a desistirem de introduzir o mel na dieta destas. Estes autores também constataram nesta pesquisa que 91% das crianças abordadas por eles, gostavam de mel e queriam que este fosse fornecido mais vezes, o que torna a merenda escolar um excelente caminho para a introdução do mel no hábito alimentar, uma vez que as crianças são os futuros consumidores. Com isto, o mel co-cristalizado com sacarose é uma forma de inserir o mel na dieta, podendo este ser utilizado no preparo de alimentos, bem como, para adoçar bebidas sem deixá-la com um gosto residual forte.

Dentre as vantagens de se obter um produto seco em pó, como o mel co-cristalizado, estão: agregação de valor nutritivo a sacarose, facilidade no transporte e comercialização, aumento do consumo de mel e, conseqüentemente, aumento da fonte de renda dos produtores de mel, inserção do mel na merenda escolar, aplicação em diversos produtos e formulações. Teoricamente, a maioria das formulações que levam açúcar, poderiam fazer uso do açúcar com a presença do mel (mel co-cristalizado).

As características físico-químicas do mel são utilizadas no sentido de fornecer informações que possam contribuir para o conhecimento do produto, dentre elas destacam-se a seguintes análises: pH, acidez total titulada, sólidos solúveis totais, diástase, teor de vitamina C, açúcares redutores e não redutores, cinzas, índice de formol, umidade, proteínas, Hidroximetilfurfural (HMF), análise microscópica de sujidades e cor (DISCHE, 2008).

Fonte de alimento e energia das abelhas entre uma florada e outra, o mel foi agraciado pela natureza como o alimento natural mais durável que existe. Durante o processo de

produção do mel, as abelhas batem suas asas ininterruptamente, para que o excesso de água seja retirado do preparo. Isso ocorre porque as correntes de vento geradas pelo bater das asas das abelhas secam a mistura (OLIVEIRA, [20--]).

O mel de abelhas é um produto alimentício muito apreciado, porém pode ser facilmente adulterado com a adição de açúcares ou xaropes (LEGLER, 2007). Com o intuito de garantir a qualidade do mel, o Ministério da Agricultura através da Instrução Normativa nº 11 de Outubro de 2000 (BRASIL, 2001), regulamentou o padrão de qualidade e identidade do mel comercializado, estabelecendo valores e parâmetros para características sensoriais, físico-químicas e ainda critérios macro e microbiológicos.

O mel possui compostos bioativos em sua composição, sendo que o contato com o oxigênio leva a um aumento da sua acidez. O contato com o alumínio pode causar reações com os compostos bioativos, como ácidos, levando a ocorrência de oxidação e contaminação do alimento. Devido a isto o material mais indicado para embalar mel é o vidro, com tampa emborrachada, diminuindo assim as chances de ocorrer trocas com o ar atmosférico (AROUCHA, 2008; JATI, 2007).

O mel maduro possui cerca de 30% de glicose e 45% de frutose, além de vários minerais e vitaminas. Os açúcares são os componentes presentes em maior concentração no mel, sendo responsáveis por sua qualidade e propriedades, como: viscosidade, higroscopicidade, cristalização, valor energético e a atividade antibacteriana (WHITE JUNIOR, 1989). O mel é caracterizado por conter uma elevada quantidade de glicose e frutose, além de sacarose, sendo que, a glicose é quem determina a tendência da cristalização do mel em função da pouca solubilidade e a frutose determina a doçura do mel, devido à alta higroscopicidade (SEEMANN, NEIRA, 2008). Quando encontrada sacarose em níveis elevados, isto pode indicar que o mel está “verde” ou foi adulterado (VIDAL, FREGOSI, 2004).

A umidade do mel varia de 15 a 21%, a depender do clima, origem e colheita (FRIAS, HARDISSON, 2008). A umidade ideal do mel deve estar em torno de 17%. Entretanto, não somente os cuidados com a extração e o armazenamento aumentam a vida útil do mel, mas também, a forma de como as abelhas o produzem. Desta maneira, o mel com menos água (17%) não fermentará. Caso contrário, a umidade e a fermentação causariam a sua deterioração. Entretanto, devido a fatores biológicos, ambientais e comportamentais das abelhas, alguns tipos de mel não apresentam alta durabilidade (umidade acima de 17%) (OLIVEIRA, [20--]). O teor de umidade é o principal fator determinante da viscosidade e fluidez do mel, além de ser um indicativo importante da tendência a

fermentação (MORAES, 1998), não podendo ultrapassar valores acima de 20%, valor máximo permitido pela legislação (BRASIL, 2001b).

O hidroximetilfurfural (HMF) é utilizado como indicador de qualidade, uma vez que tem origem na degradação de enzimas presentes nos méis e apenas uma pequena quantidade de enzima é encontrada em méis maduros. É formado pela reação dos monossacarídeos glicose e frutose com ácidos, como o ácido glucônico que é o principal composto ácido do mel (VENTURINI, SARCINELLI, SILVA, 2010). Teoricamente, méis com maior taxa de frutose darão origem a maiores taxas de HMF, ao longo de processos de armazenagem. Pequenas quantidades de HMF são encontradas em méis recém colhidos, mas valores mais significativos podem indicar alterações importantes provocadas por armazenamento prolongado em temperatura ambiente alta e/ou superaquecimento (VENTURINI, SARCINELLI, SILVA, 2010) ou adulterações provocadas por adição de açúcar invertido.

A proteína presente encontra-se em pequena quantidade no mel, entretanto, é utilizada na detecção de adulteração com produtos comerciais. O teor de cinzas expressa a riqueza do mel em minerais, e constitui-se num critério de qualidade, que pode ser influenciado, dentre outros fatores, pela sua origem botânica. Este espectro mineral no mel também pode ser modificado por fatores relativos as abelhas, ao apicultor, clima, solo e flora (MARCHINI, 2005).

Para manter a integridade do mel este deve ser armazenado em embalagens adequadas. Segundo a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE), uma embalagem é pensada para manter a integridade total do alimento desde a sua distribuição até o final do prazo de validade (LEMGRUBER, 2013). Segundo Barão (2011), embalagem para alimentos é um recipiente ou qualquer forma de acondicionamento, destinado a cobrir, empacotar, envasar, proteger a matéria-prima, produtos semielaborados ou produtos prontos para o consumo. A embalagem está atrelada diretamente à questão de saúde pública, sendo responsável por preservar a qualidade nutricional dos alimentos e o seu frescor (LEMGRUBER, 2013).

A embalagem deve manter a qualidade e a segurança do produto, prolongando sua vida útil e minimizando as perdas do produto por deterioração. Para isso, ela deve controlar fatores como a umidade, o oxigênio, a luz e ser uma barreira aos micro-organismos presentes na atmosfera envolvente, impedindo o seu desenvolvimento no produto. A embalagem deve também ser constituída por materiais e substâncias que não migrem para o produto, em quantidades que possam colocar em risco a segurança dos

consumidores ou alterar as características organolépticas do produto (JORGE, 2013).

De acordo com Anjos, citado por Lemgruber (2013), a embalagem de vidro é excelente barreira contra formação de gases e odores, qualidade alcançada quando a tampa oferece boa vedação. Dentre as vantagens de se utilizar o vidro se destacam a retornabilidade, a total reciclabilidade, sem perda de volume ou de propriedades do material; a inércia; e a impermeabilidade. Além disso, é higiênico, asséptico, prático, versátil e proporciona alta inércia química, o que garante maior preservação das características originais do conteúdo embalado. Suas desvantagens são o custo, o peso e a fragilidade, pois qualquer arranhão, por mais leve que seja, pode ocasionar redução na resistência, reduzindo seu valor à metade (JORGE, 2013).

Os materiais plásticos vem ganhando cada vez mais espaço no mercado competidor. O aspecto econômico é talvez, o fator acelerador da procura de embalagens plásticas alternativas para os recipientes de vidro e metálicos. Na substituição dessas embalagens sempre ocorre uma drástica redução no fator de proteção. Contudo, procura-se balancear esse fator com o aspecto econômico em função do alimento e de um menor período de comercialização. As embalagens plásticas, por sua vez, possuem características que dependem do tipo de material e de sua composição estrutural. Existem, portanto, filmes plásticos simples com limitadas características de proteção, como alta permeabilidade aos gases, ao vapor de água e irradiações luminosas, e ainda, as embalagens convertidas, ou seja, os laminados com propriedades de proteção semelhantes às dos recipientes de vidros e metálicos, isto é, quando uma folha de alumínio faz parte da estrutura do laminado (JORGE, 2013).

As embalagens plásticas são obtidas a partir de polímeros orgânicos ou inorgânicos de alto peso molecular, constituídos de unidades estruturais unidos entre si por ligações covalentes formando cadeias lineares ou modificadas. O plástico, como é denominado comercialmente, é um material que tem a capacidade de ser moldado em condições especiais de calor e pressão. Os químicos preferem se referir ao plástico como polímero (TRIBST; SOARES; AUGUSTO, 2008).

O polietileno (PE) é conhecido como o material plástico transparente mais vendido e de menor preço atualmente no mundo. Sua densidade é a característica mais importante, ou seja, quanto maior a densidade, maior sua resistência mecânica, temperatura e barreira. E quanto menor a sua densidade, maior a sua resistência ao impacto. Sua resistência e flexibilidade são fatores essenciais para as numerosas opções de embalagem. Os filmes de polietileno, juntamente com outros plásticos, também são usados para empacotar

produtos alimentícios secos como cereais, farinhas, café, leite em pó e usados nos rótulos de refrigerantes, óleos, principalmente em PET (CABRAL *et al.*, 1984).

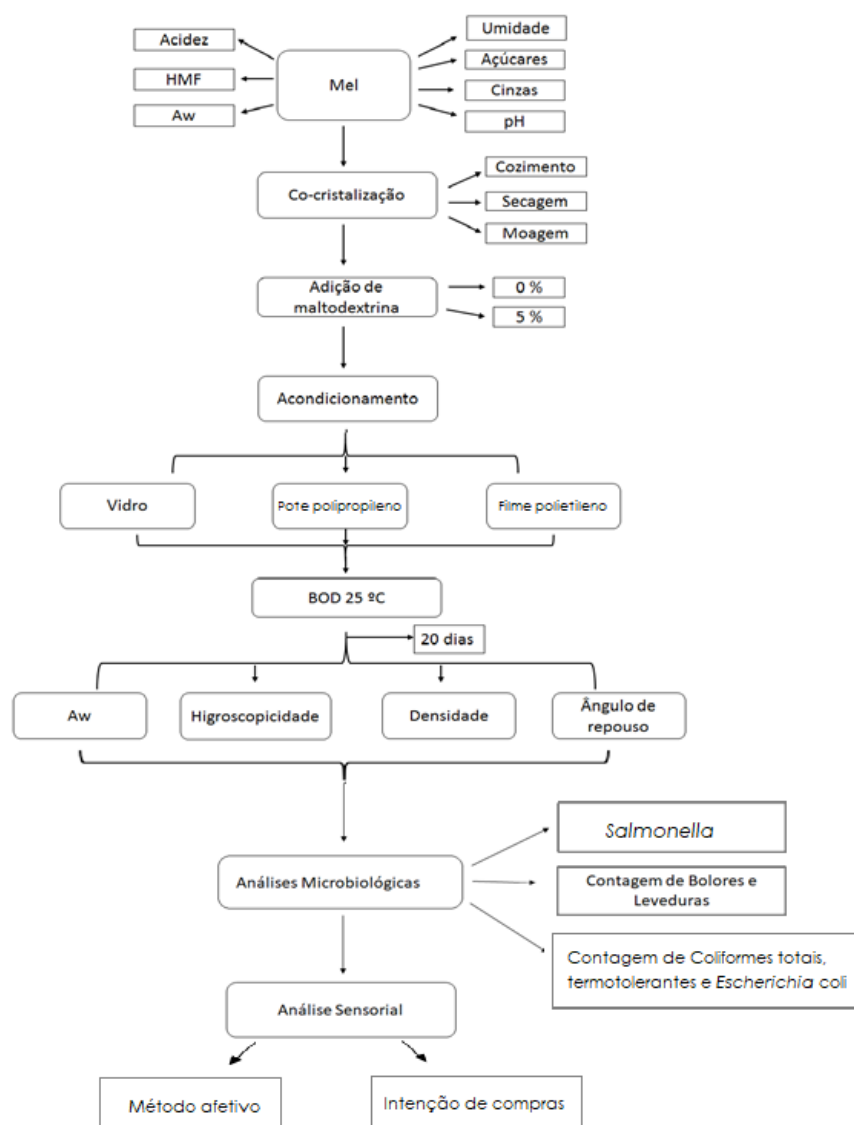
Embora o vidro apresente restrições em relação ao transporte e armazenagem das embalagens (maior risco de danos por quebra), sua constituição não propicia a troca gasosa com o ambiente externo (permeabilidade da parede), o que não ocorre com o material plástico. Outro ponto positivo do vidro está relacionado com a sua capacidade de realçar a cor do mel e dos produtos que são armazenados no seu interior (ponto importante na atratividade do produto). Outro aspecto relacionado com a qualidade da embalagem e o tipo de tampa, uma vez que ela será o ponto mais vulnerável no contato entre o produto acondicionado e o ambiente externo. A tampa deve isolar hermeticamente o conteúdo do recipiente. Isso ocorre normalmente pela presença de um anel de vedação interno. Nesse caso, as embalagens de vidro levam vantagem sobre as de plástico, que muitas vezes apresentam tampas com vedação precária, propiciando a absorção de umidade do ambiente e criando condições para o desenvolvimento microbiano, que irá acarretar na fermentação do produto (PADILHA, 2006).

3 METODOLOGIA

3.1 VISÃO GERAL DO PROCESSAMENTO

A Figura 1 apresenta uma visão geral de todos os processos e análises realizados neste trabalho para obtenção do mel co-cristalizado.

Figura 1. Fluxograma geral do processamento e análises realizadas para obtenção do mel co-cristalizado.



Fonte: a autora.

Nota: HMF: Hidroximetilfurfural; Aw: atividade de água; BOD: Estufa Incubadora (Demanda Bioquímica de Oxigênio)

3.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE DO MEL *IN NATURA*

O mel foi adquirido de um produtor da cidade de Laranjeiras do Sul (PR) e submetido às análises físico-químicas de acidez, HMF, açúcares redutores, cinzas, umidade, pH e atividade de água. Todas as análises foram realizadas nos laboratórios da Universidade Federal da Fronteira Sul e todas foram realizadas em duplicata.

Umidade

A determinação da umidade das amostras foi realizada pelo método refratométrico segundo AOAC (2000), sendo utilizado um refratômetro de bancada Abbé. Anotando o valor de temperatura e do refratômetro. Seguindo da correção para a temperatura e comparando os valores encontrados com a Tabela de Chataway (ZENEBOB; PASCUET; TIGLEA, 2008).

Cinzas

Determinou-se, por meio da incineração das amostras em mufla a 600°C até peso constante, utilizando o método descrito por Zenebom; Pascuet; Tiglea (2008), sendo que inicialmente as amostras líquidas foram aquecidas em banho maria, para iniciar a evaporação da água presente na amostra.

Pesou-se 5g de amostra em cadinhos de porcelana, previamente aquecidos em mufla a 550°C e resfriou-se em dessecador até temperatura ambiente. Calcinou-se o mel e, em seguida, incinerou-se em mufla a 600°C, por 24 h. Após deixou-se esfriar em dessecador, até temperatura ambiente e, em seguida, pesou-se o conjunto cadinho mais amostra incinerada. A determinação do teor de cinzas pode ser expressa pela Equação 1.

$$cinzas(\%) = \frac{100 * N}{P} \quad (1)$$

Onde:

N: massa em gramas de cinza

P: massa em gramas de amostra

Determinação da acidez total

Realizou-se, seguindo o método descrito por Zenebom; Pascuet; Tiglea (2008), onde com o auxílio do pHmetro, determinou-se a acidez livre por meio de titulação com hidróxido de sódio (0,05N), até o ponto de equivalência (pH 8,5). A acidez foi determinada pela Equação 2.

$$\text{Acidez} = \text{Volume gasto (mL)} * \text{Molaridade (NaOH)} * \text{Fc (NaOH)} * 1000 \quad (2)$$

pH

Determinou-se o pH do mel segundo metodologia descrita por Zenebom; Pascuet; Tiglea (2008). Pesou-se 10 g da amostra em um béquer e realizou-se a diluição em 100mL de água destilada. Determinou-se o pH, com auxílio de um pHmetro previamente calibrado, operando-o de acordo com as instruções do manual do fabricante.

Hidroxiacetilfurfural (HMF)

Realizou-se a determinação do conteúdo de Hidroxiacetilfurfural (HMF) por meio de espectrofotômetro a 284 e 336nm (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008). Para isto pesou-se, aproximadamente, 5g de mel em um béquer de 50mL e adicionou-se 25mL de água. Após a diluição, transferiu-se a solução de mel para balão volumétrico de 50mL e adicionou-se 0,5mL de solução de Carrez I e 0,5mL de solução de Carrez II, e por fim completou-se o volume do balão com água. Filtrou-se o volume do balão em papel filtro e descartou-se os primeiros 10mL do filtrado. Pipetou-se 5mL do filtrado em dois tubos de ensaio. Adicionou-se 5mL de água em um dos tubos (amostra) e 5mL de solução de bissulfito de sódio 0,2% no outro (referência). Agitou-se bem e determinou-se a absorbância da amostra a 284 e 336nm em cubeta de 1cm. Para o cálculo da quantidade de HMF, utilizou-se a Equação 3.

$$\frac{mgHMF}{100gdemel} = \frac{(A_{284} - A_{336}) * 14,97 * 5}{P} \quad (3)$$

Onde:

A_{284} : leitura da absorbância a 284nm

A_{336} : Leitura da absorbância a 336nm

P: massa da amostra em g

5: massa teórica da amostra

$$\text{Fator de } 14,97 = \frac{126}{16,83} * \frac{1000}{10} * \frac{100}{5}$$

Açúcares redutores

Utilizou-se o método titulométrico descrito por Zenebom; Pascuet; Tiglea (2008), baseado no uso dos métodos de Fehling A e B, onde se percebe a capacidade dos açúcares redutores, como glicose e frutose, reduzirem o cobre presente na solução cupro-alcalina (Soluções de Fehling A + Fehling B, modificadas por Soxhlet), sob ebulição, até aparecimento de uma solução vermelho tijolo.

Pesou-se aproximadamente 4g da amostra de mel em um béquer de 200mL. Após adicionou-se neste um volume de 100mL de água, para dissolver a amostra. Filtrou-se em papel de filtro seco e transferiu-se o filtrado para a bureta. Em seguida adicionou-se em um Erlenmeyer de 250mL, 5mL da solução de Fehling A e 5mL da solução de Fehling B, e colocando em seguida 50mL de água. Aqueceu-se até ebulição.

Titulou-se a solução de mel contida na bureta, gota-a-gota, sobre a solução do Erlenmeyer em ebulição, em constante agitação, até que esta passasse de azul à marrom tijolo (no fundo do Erlenmeyer se observou um precipitado de Cu_2O) (CAC, 1990). Para obter a quantidade de açúcares redutores em 100g de amostra, utilizou-se a Equação 4.

$$\% \text{ AR} = (\text{diluição da solução de mel} = 250) * F * 100 \quad (4)$$

Média dos volumes gastos na titulação

Onde $F = (\% \text{ da glicose}) \times (\text{média dos volumes gastos}) \times 0,01$

Atividade de água

A atividade água foi medida através de equipamento novasina AG, labmaster-Aw.

Processo de co-cristalização

O processo de co-cristalização consistiu inicialmente na pesagem dos ingredientes, sendo eles, 45g de mel, 300g de açúcar e 30g de água. A adição da água ao açúcar serviu como veículo para evitar o superaquecimento da amostra e a ocorrência da reação de Maillard. Em seguida, colocou-se o açúcar e a água em um recipiente de inox, e submeteu-o ao aquecimento em fogo médio, utilizando-se um fogão “comercial”, por aproximadamente 6 min. Neste período, a temperatura da solução variou desde a temperatura ambiente até a temperatura de 160°C . Observando-se a amostra sob cocção, adicionou-se as 45g de mel, no momento em que o produto atingiu temperatura superior

a 100°C e considerou-se o término do processo quando o fundo do recipiente foi visível na agitação da amostra e observou-se a cristalização do produto. Em seguida, distribuiu-se a mistura em formas de alumínio, e colocou-se em estufa de circulação de ar a 45°C durante aproximadamente 48h. Após o período de secagem, triturou-se a amostra com auxílio de um moinho de martelo, até um diâmetro de partículas de 250 µm, e o produto foi armazenado em vidros hermeticamente fechados. Cabe ressaltar que esta concentração de mel, açúcar, água e maltodextrina já foi testada em projetos anteriores desenvolvidos na UFFS. Foram desenvolvidas 27 experimentos para obtenção do produto co-cristalizado.

3.3 ANÁLISES REALIZADAS NO MEL CO-CRISTALIZADO

Após moídas as amostras co-cristalizadas foram homogeneizadas, separadas em duas partes: Em uma das partes foi adicionado 5% de maltodextrina. A parte que não foi adicionada de maltodextrina foi denominada de padrão. Ambas amostras foram igualmente embaladas em três tipos de embalagens: potes de vidro com tampa metálica e emborrachada, com capacidade para 250mL; potes de polipropileno próprios para embalar mel com capacidade para 200mL; filme de polietileno próprio para embalar alimentos a vácuo. Foram adicionados em cada embalagem 100g da amostra de co-cristalizado. Todas as amostras foram codificadas em duplicata e armazenadas na BOD a temperatura de 25°C. As análises foram realizadas a cada 20 dias, durante 4 meses. As amostras que foram retiradas da BOD para análise, não voltaram à ela. As amostras foram analisadas quanto a atividade de água, densidade, ângulo de repouso e higroscopicidade.

Atividade de água

A atividade água foi medida através de equipamento novasina AG, labmaster-Aw. Sendo esta realizada em duplicata.

Densidade

Para o teste da densidade, aferiu-se em uma proveta de 250mL, 50g da amostra de co-cristalizado e anotou-se o volume. Com o volume medido e a massa da amostra,

realizou-se o cálculo da densidade aparente através da Equação 5 (ASTOLFI-FILHO, 2003). O teste foi realizado em duplicata.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (5)$$

Onde ρ = densidade aparente

M = massa (g)

V = volume (mL)

Ângulo de repouso

Para avaliação do ângulo de repouso, a amostra de sacarose com mel co-cristalizado foi despejada lentamente de uma altura fixa de 9cm através de um funil de metal colocado em um suporte, sendo coletado em uma placa de Petri. A quantidade de amostra utilizada correspondia ao necessário para cobrir o fundo da placa (50g), formando um cone. Esta mesma placa foi medida inicialmente, encontrando-se um raio de 4,75cm. O esquema pode ser visualizado na Figura 2. A partir do raio da placa de Petri e da altura do cone formado pelo pó, foi possível a determinação do ângulo de repouso indicado pela equação e, em seguida, calculado o arco tangente a partir da Equação 6 (ASTOLFI-FILHO, 2003).

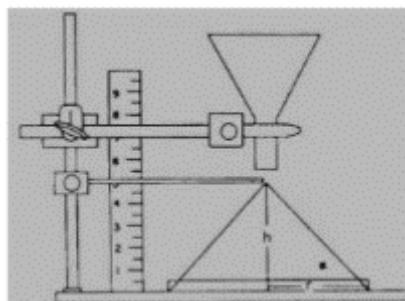
$$\theta = \arctan * \frac{H}{R} \quad (6)$$

Onde θ é o angulo de repouso

H= altura atingida pela amostra

R = raio da placa

Figura 2. Esquema para cálculo de ângulo de repouso.



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/1226636/>

Higroscopicidade

A higroscopicidade foi obtida pesando-se cerca de 1g da amostra e em seguida estas foram colocadas em dessecador com 70% UR, a 25°C durante 10 dias. Para promover a umidade relativa próxima a 70% no interior do dessecador, utilizou-se uma solução saturada de cloreto de sódio (NaCl) (ASTOLFI-FILHO, 2003). A higroscopicidade foi calculada a partir da Equação 7.

$$\text{Higroscopicidade} = \frac{m_{\text{úmida}} - m_{\text{seca}}}{m_{\text{úmida}}} * 100 \quad (7)$$

Análises Microbiológicas

Como não há padrões microbiológicos estabelecidos para as amostras na Resolução RDC nº12 de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001a), foram adotadas as análises preconizadas para açúcar cristal não refinado, açúcar mascavo e demerara, melado, melaço, rapadura e similares (ANEXO I, Grupo 11), além da Contagem de bolores e leveduras realizada com a finalidade de verificar contaminação ambiental, posterior ao período de armazenamento, indicando que, embora, o produto tenha passado por um processo térmico rigoroso, processo este que garantiu que o produto estivesse seguro a alimentação humana, pode ter ocorrido contaminação pelo manuseio incorreto do produto. As metodologias utilizadas estão apresentadas na Tabela 1. Estas análises foram realizadas no mel co-cristalizado e no açúcar (sacarose) em duplicata. Todas as análises seguiram metodologia descrita por Silva et. al. (2010).

Tabela 1. Metodologia das análises microbiológicas.

ANÁLISE	METODOLOGIA
Contagem de Coliformes totais, termotolerantes e <i>E. coli</i>	Método American Public Health Association (APHA) do número Mais Provável (NMP)
<i>Salmonella</i>	Método da International Organization for Standardization 6579:2007 (ISO)
Contagem de Bolores e Leveduras	Método American Public Health Association (APHA)

Método para contagem de bolores e leveduras

Em uma balança analítica pesou-se 25g de mel co-cristalizado (para 0% e 5% de maltodextrina) e sacarose, assepticamente, e foram transferidos para sacos de *stomacher* a 231 bpm (batimentos por minuto)/2min com 225mL de água peptonada (0,1%) estéril, e agitou-se no homogeneizador (*stomacher*) com agitação até completa dissolução do mel co-cristalizado e do açúcar. Realizou-se as diluições seriadas até 10^{-2} , inoculou-se 1,0mL da amostra em uma série de placas de Petri contendo 30mL de Ágar Rosa Bengala, espalhou-se o inóculo com auxílio da alça de Drigalski. Após, incubou-se as placas em posição normal em estufa a 25°C, durante 96 h. Após este período de incubação, contou-se o número de colônias que desenvolveram nas placas e o resultado foi expresso em UFC de leveduras e bolores/g de co-cristalizado e sacarose.

Método para determinação de presença/ausência de *Salmonella*

Pesou-se 25g de mel co-cristalizado (0 e 5% de maltodextrina) e sacarose, os quais foram dissolvidos em 225mL de água peptonada esterilizada e incubou em estufa a 35°C por 24 h. Após o período de incubação fez-se o enriquecimento seletivo de duas formas: 0,1mL do cultivo + 10mL de RV e incubou-se a 42°C por aproximadamente 24h, e 1mL do cultivo + 10mL do caldo TT e incubou-se a 35°C, por aproximadamente 24 h. Após este período, fez-se o isolamento em meio seletivo HE e XLD e incubou-se a 35°C por aproximadamente 24 h. Em seguida fez-se a leitura. O resultado foi expresso em presença ou ausência em 25g.

Método para Contagem de Coliformes Totais, Termotolerantes e *E. Coli*

Em uma balança analítica pesou-se 25g de mel co-cristalizado (para 0% e 5% de maltodextrina) e sacarose, assepticamente, e foram transferidos para sacos de *stomacher* a 231 bpm/2min com 225mL de água peptonada (0,1%) estéril, e agitou-se no homogeneizador (*stomacher*) com agitação até completa dissolução do mel co-cristalizado e do açúcar. Realizou-se as diluições seriadas até 10^{-2} , inoculou-se 1,0mL da amostra em uma série de 3 tubos contendo 9mL de caldo Lauril Sulfato Triptose, homogeneizando os tubos antes da incubação. Em seguida incubou-se a 35°C por aproximadamente 24h e após este período visualizou-se se havia formação de gás nos

tubos de Durhan e turvação, se isto ocorresse considerava-se estes tubos positivos. Com auxílio da alça de platina, transferiu-se uma alçada de cada tubo contaminado para o caldo EC e verde brilhante, respectivamente. Incubar o caldo verde brilhante a 35°C em estufa e o caldo EC em banho Maria à 44,5°C, durante 24h. Após este período realizar a leitura dos resultados, considerando positivos os tubos que apresentaram formação de gás.

Análise Sensorial

Para realização da análise sensorial seguiu-se metodologia descrita por Dutcosky (2007). A análise sensorial foi realizada no Laboratório de análise sensorial no bloco dos laboratórios da Universidade Federal da Fronteira Sul, que possui 3 ambientes distintos, sala de preparo das amostras, sala de espera e sala de prova. A sala de prova contém 6 cabines individuais, com luz branca, livre de ruídos ou odores, esta foi mantida a temperatura de 23 °C, para melhor conforto dos avaliadores. A análise contou com um número de 54 avaliadores não treinados, com idades entre 18 e 45 anos, sendo 70,37% do sexo feminino e 29,63% do sexo masculino, utilizando-se ficha de avaliação com escala hedônica de 9 pontos, em que o ponto 1 corresponde a desgostei muitíssimo e o 9 gostei muitíssimo. O objetivo da aplicação desta foi verificar a aceitação/rejeição e intenção de compra do mel co-cristalizado com sacarose como substituto do açúcar como adoçante e, além disso, buscou-se através da análise sensorial do suco, comprovar que a utilização do mel *in-natura*, puro como adoçante, não é muito aceito pela população. O modelo da ficha de avaliação sensorial está apresentada no Anexo I. Para a análise sensorial, definiu-se pela utilização do mel co-cristalizado padrão, ou seja, sem a adição de maltodextrina.

Foram servidas primeiramente 1 (uma) amostra com 10g do mel co-cristalizado seco, padrão, e posteriormente 3 (três) amostras preparadas com suco de abacaxi (30mL). A preparação do suco de abacaxi foi realizada com os seguintes adoçantes: sacarose pura; mel co-cristalizado com sacarose; mel puro, todos foram preparados na concentração de 177g/L. A bebida foi servida aos provadores em copos descartáveis (plástico branco) codificados com 3 algarismos numéricos aleatórios, na temperatura ambiente (15 °C), com a disposição de uma colher de plástico transparente. No entanto, a temperatura do suco foi mantida a 10°C, em frascos térmicos. A análise procedeu-se inicialmente com o produto seco, sendo este servido em um copo plástico descartável e fechado com papel alumínio cuja finalidade foi garantir que a amostra não perdesse o aroma e evitar a

absorção de umidade do ambiente, considerando que o mel co-cristalizado é higroscópico e no dia da análise estava chovendo. Orientou-se o provador a retirar o papel e avaliar a amostra de acordo com os atributos sensoriais: cor, sabor, aroma e impressão global. Em seguida, foi realizada a análise sensorial da bebida avaliando-se somente o atributo sabor. As amostras foram entregues juntas e orientou-se aos avaliadores que provassem da esquerda para a direita. Foram utilizadas 4 (quatro) das 6 (seis) cabines de prova do laboratório e para cada cabine foram adotadas codificações aleatórias diferentes para as 4 (quatro) amostras. Esta codificação está apresentada na Tabela 2. Cabe ressaltar que este projeto passou pelo Comitê de Ética da Universidade sob o número CAAE: 97265618.8.0000.5564.

Tabela 2. Código numérico aleatório de 3 algarismos utilizado nas amostras da análise sensorial.

Amostra	Número da amostra			
	Cabine 1	Cabine 2	Cabine 3	Cabine 4
Amostra seca	525	913	361	266
Suco + mel co-cristalizado	873	651	782	949
Suco + sacarose	141	476	203	357
Suco + mel in-natura	238	320	497	671

Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (I.A) de cada preparação, foi utilizada a Equação (8) (TEIXEIRA et al., 1987).

$$IA (\%) = \frac{A}{B} * 100 \quad (8)$$

Em que:

A = nota média obtida para o produto;

B = nota máxima da escala utilizada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO MEL *IN NATURA*

Os resultados das análises realizadas para o mel *in natura* estão apresentadas na Tabela 3, bem como os limites estabelecidos pela legislação vigente.

Tabela 3. Resultados das análises físico-químicas para mel *in natura* e limites estabelecidos pela legislação vigente.

Análises	Média	Legislação
Acidez	15,74 ± 0,00	Máx 50meq/kg
Umidade	15 ± 0,00	Máx 20g/100 g
pH	3,19 ± 0,00	-
Cinzas	0,34 ± 0,08	Máx 0,6g/100 g.
HMF	11,68 ± 0,45	Máx 60mg/kg.
Açúcares redutores	73,6 ± 0,00	Min 65g/100 g.
Aw	0,63 ± 0,00	-

Segundo a Instrução Normativa Nº 11, de 20 de Outubro de 2000 do MAPA (BRASIL, 2001), para identidade e qualidade do mel floral, o mel utilizado encontra-se dentro dos limites exigidos, adequado para consumo.

O teor de umidade no mel é uma avaliação de grande importância, pois pode influenciar no sabor, viscosidade, fluidez e também na conservação, sendo um indicativo do processo de fermentação (ARAÚJO, SILVA, SOUZA, 2006; AROUCHA, 2008; OPUCHKEVICH, MACOHON, KLOSOWSKI, 2008). Um alto teor de água no mel facilita a proliferação de leveduras, ocasionando um processo fermentativo, o que torna o produto impróprio para o consumo e impossibilita a sua comercialização (RIBEIRO, 2009). O teor de umidade do mel foi de 15%, segundo a legislação vigente, o conteúdo máximo de umidade permitido no mel é de 20% (BRASIL, 2001).

De acordo com a legislação, o teor máximo de cinzas permitido para mel floral é de 0,6% (BRASIL, 2001), com base nisso, observou-se que o mel utilizado encontrava-se dentro destes padrões. As cinzas expressam o conteúdo de minerais presentes nos alimentos e, no caso do mel, as diferenças podem estar relacionadas a fonte floral, ao meio ambiente, as condições de produção e processamento (EVANGELISTA-

RODRIGUES, 2005).

A acidez do mel é decorrente da presença dos ácidos glicônico, succínico, málico, acético, cítrico, fórmico, láctico, fólico e ácido butírico. Dentre estes destaca-se o ácido cítrico e ácido glicônico. Este último é produzido pela ação da glicose-oxidase sobre a glicose. Além da fonte de néctar, outros fatores influenciam na acidez do mel como a produção de ácidos por bactérias durante a maturação e, ainda, a quantidade de minerais presentes no mel (RIBEIRO, 2009). A acidez total da amostra avaliada foi de $15,74\text{meq.Kg}^{-1}$, estando de acordo com a legislação que menciona valor máximo de 50meq.kg^{-1} (BRASIL, 2001).

Embora o pH não seja indicado, atualmente, como análise obrigatória no controle de qualidade dos méis brasileiros, mostra-se útil, como variável, para auxiliar na avaliação da sua qualidade. Logo, esta medida, foi realizada apenas como um parâmetro auxiliar para a avaliação da acidez total.

O valor médio do pH do mel estudado apresentou valor de 3,19 conforme Tabela 3. O valor observado encontra-se próximo dos valores descritos por Santos (2009), Noronha (1997) e Melo (2002), que verificaram valores de 3,95, 4,0 e 4,1, respectivamente. Segundo Crane (1983), variações observadas no pH se devem, provavelmente, a particularidades da composição florística nas áreas de coleta, uma vez que o pH do mel pode ser influenciado pelo pH do néctar. Diferenças na composição do solo ou a associação de espécies vegetais para composição final do mel, podem também influenciar o pH deste produto, afirma Noronha (1997).

Níveis elevados de hidroximetilfurfural (HMF) podem indicar adulteração com açúcar comercial, estocagem inadequada ou superaquecimento (EVANGELISTA-RODRIGUES, 2005). De acordo com a legislação vigente é permitido concentração máxima de 60mg de hidroximetilfurfural por quilo de mel (BRASIL, 2001). A amostra avaliada apresentou valor de HMF de 11,68mg/kg estando dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

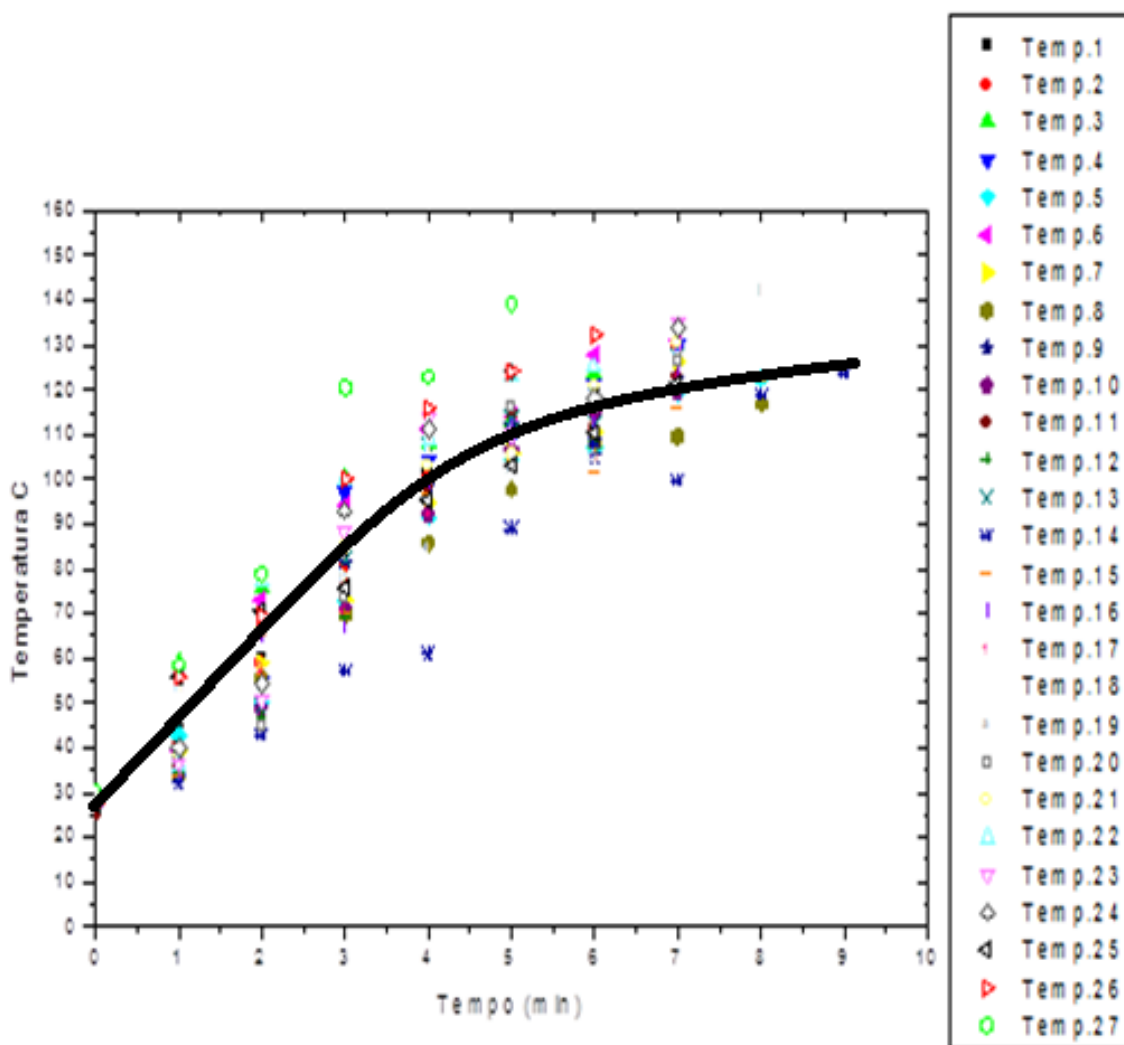
A concentração de açúcares redutores na amostra avaliada foi de 73,6g/100g. De acordo com a legislação, amostras de mel floral devem conter no mínimo 65g de açúcares redutores (BRASIL, 2001). Desta forma, a amostra avaliada está dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação. Este valor está próximo dos valores encontrados por Filho et al (2011), que encontrou um teor médio de açúcares redutores de 74,51%, com valores mínimo e máximo que variaram de 59,66% e 80,12%, respectivamente. Silva et al. (2009), avaliaram a concentração de açúcares em amostras de méis armazenados em

diferentes embalagens em relação ao tempo de armazenamento.

4.2 ANÁLISES DO CO-CRISTALIZADO

A Figura 3 apresenta as curvas de aquecimento do processo de cocção para obtenção do mel co-cristalizado com sacarose.

Figura 3. Curvas de aquecimento do processo de obtenção do mel co-cristalizado com sacarose.



Fonte: a autora.

Como pode-se observar na Figura 3, inicialmente a curva apresenta um padrão crescente de temperatura até o tempo de 4 min, com um leve decréscimo no tempo de 5min e apresentando posterior crescimento novamente. Entre os tempos 4 e 5min observou-se visualmente o início da cristalização do açúcar e adiciona-se o mel neste momento para que haja o empacotamento do mel nos cristais (microencapsulação). Ao

adicionar-se o mel, observa-se uma mudança na textura da mistura, que volta a ser fluida novamente, apresentando-se uma leve queda na temperatura. Isto se deve ao fato do mel estar em temperatura ambiente. Quando a mistura atinge o equilíbrio térmico a temperatura se eleva novamente e com isso a amostra torna a cristalizar, sendo isto observado no tempo de 6 min.

O teor de umidade dos produtos em pó é um parâmetro de extrema importância. A quantidade de água em um produto ou processo pode ser calculada através de diferenças, pelo balanço de massa. No balanço de massa basicamente tudo que entra sai do processo. Sendo assim, é possível contabilizar a perda de água no processo contabilizando toda a massa que entra no processo de cocção, a massa que sai deste e a massa que sai da estufa após secagem. Isto nos permite observar se o produto perdeu toda a água adicionada no processo de cocção mais a água presente no mel. O resultado foi calculado com auxílio do programa Excel® e está apresentado na tabela 4.

Tabela 4. Quantitativo de água remanescente nas amostras de mel co-cristalizado após secagem em estufa.

Tratamento	Quantidade de água remanescente (g)	Tratamento	Quantidade de água remanescente (g)
1	6,72	15	10,02
2	11,74	16	7,98
3	12,08	17	13,26
4	-0,14	18	3,44
5	4,69	19	7,49
6	2,65	20	19,87
7	8,73	21	1,99
8	11,30	22	1,32
9	9,84	23	-0,90
10	13,49	24	2,50
11	5,46	25	7,78
12	9,56	26	0,40
13	2,64	27	-1,09
14	6,47		

Fonte: a autora.

As amostras que apresentam valores negativos indicaram que estas amostras perderam toda a água adicionada ao processo e um pouco da água presente na composição do mel. Já para as demais amostras, embora não tenha havido perda total da água

adicionada, esta perda se deu de modo eficaz, com exceção da amostra 20 que não teve uma perda significativa. Este fato pode estar associado a uma má eficiência de perdas no processo de cocção na elaboração desta amostra ou nas medidas experimentais efetuadas. A Figura 4 apresenta o produto nas embalagens.

Figura 4. Mel co-cristalizado acondicionado nas embalagens de vidro, polipropileno e polietileno.



Em produtos alimentícios a vida de prateleira está relacionada diretamente com fatores como temperatura, exposição à luz e oxigênio, atividade de água, densidade, higroscopicidade e ângulo de repouso, principalmente para produtos em pó. A Tabela 5 apresenta os resultados destas análises para ambas amostras: produto co-cristalizado padrão e com adição de 5% de maltodextrina.

Realizou-se análise estatística, ANOVA ($\alpha = 5\%$), entre as três embalagens de cada amostra e entre cada umas das embalagens com auxílio da ferramenta análise de dados do Excel®.

Tabela 5. Resultado das análises do mel co-cristalizado adicionado de 0% e 5% de maltodextrina.

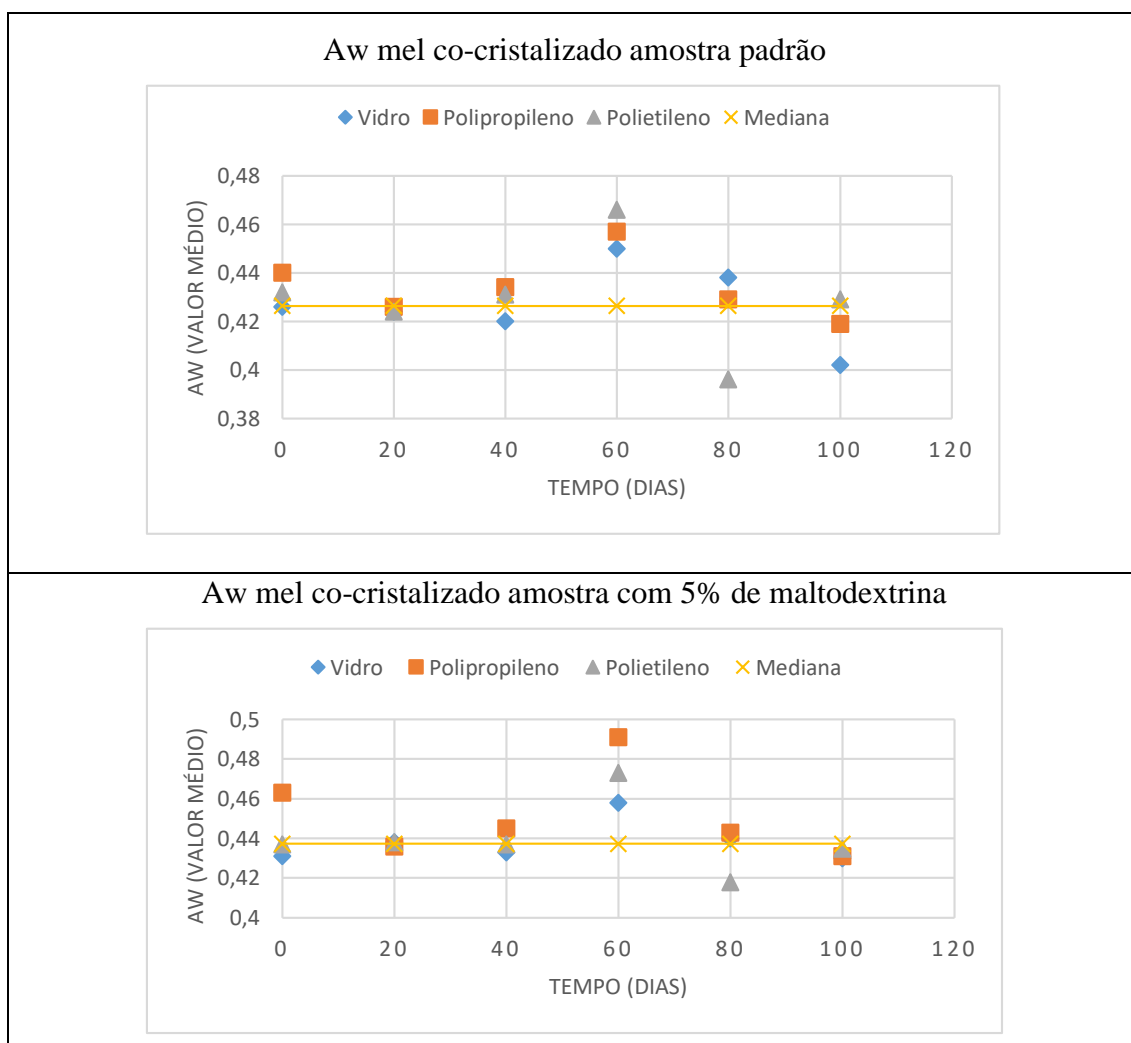
Análise	Aw - amostra com 0% de maltodextrina			Aw - amostra com 5% de maltodextrina		
Embalagem	Vidro	PP (pote)	PE (vácuo)	Vidro	PP (pote)	PE (vácuo)
Tempo (Dias)						
0	0,426 ± 0,000 ^a	0,440 ± 0,004 ^a	0,432 ± 0,004 ^a	0,431 ± 0,004 ^a	0,463 ± 0,019 ^a	0,437 ± 0,007 ^a
20	0,424 ± 0,016 ^a	0,426 ± 0,004 ^a	0,424 ± 0,001 ^a	0,438 ± 0,001 ^a	0,436 ± 0,003 ^a	0,438 ± 0,002 ^a
40	0,420 ± 0,013 ^a	0,434 ± 0,002 ^a	0,431 ± 0,004 ^a	0,433 ± 0,013 ^a	0,445 ± 0,002 ^a	0,437 ± 0,002 ^a
60	0,450 ± 0,010 ^a	0,457 ± 0,001 ^a	0,466 ± 0,002 ^a	0,458 ± 0,000 ^a	0,491 ± 0,032 ^a	0,473 ± 0,009 ^a
80	0,438 ± 0,001 ^a	0,429 ± 0,004 ^a	0,396 ± 0,012 ^a	0,440 ± 0,004 ^a	0,443 ± 0,002 ^a	0,418 ± 0,012 ^a
100	0,402 ± 0,005 ^a	0,419 ± 0,001 ^a	0,429 ± 0,000 ^a	0,430 ± 0,006 ^a	0,431 ± 0,001 ^a	0,435 ± 0,004 ^a
Análise	Densidade (g/mL) - amostra com 0% de maltodextrina			Densidade (g/mL) - amostra com 5% de maltodextrina		
Embalagem	Vidro	PP (pote)	PE (vácuo)	Vidro	PP (pote)	PE (vácuo)
Tempo (Dias)						
0	0,52 ± 0,031 ^a	0,52 ± 0,015 ^a	0,55 ± 0,009 ^a	0,48 ± 0,032 ^a	0,48 ± 0,032 ^a	0,52 ± 0,008 ^a
20	0,48 ± 0,007 ^a	0,47 ± 0,000 ^a	0,53 ± 0,039 ^a	0,48 ± 0,006 ^a	0,49 ± 0,014 ^a	0,49 ± 0,007 ^a
40	0,48 ± 0,036 ^a	0,46 ± 0,000 ^a	0,52 ± 0,004 ^a	0,48 ± 0,039 ^a	0,42 ± 0,000 ^a	0,52 ± 0,019 ^a
60	0,46 ± 0,003 ^a	0,46 ± 0,003 ^a	0,54 ± 0,028 ^a	0,48 ± 0,022 ^a	0,43 ± 0,003 ^a	0,49 ± 0,069 ^a
80	0,46 ± 0,009 ^a	0,43 ± 0,019 ^a	0,53 ± 0,000 ^a	0,46 ± 0,006 ^a	0,46 ± 0,000 ^a	0,48 ± 0,039 ^a
100	0,45 ± 0,003 ^a	0,46 ± 0,000 ^a	0,49 ± 0,010 ^a	0,46 ± 0,000 ^a	0,45 ± 0,014 ^a	0,50 ± 0,000 ^a
Análise	Ângulo de repouso (°) - amostra com 0% de maltodextrina			Ângulo de repouso (°) - amostra com 5% de maltodextrina		
Embalagem	Vidro	PP (pote)	PE (vácuo)	Vidro	PP (pote)	PE (vácuo)
Tempo (Dias)						
0	29,17 ± 0,353 ^a	26,82 ± 0,000 ^a	27,06 ± 0,318 ^a	26,82 ± 0,000 ^a	28,24 ± 0,070 ^a	29,17 ± 0,212 ^a
20	30,53 ± 0,282 ^a	28,01 ± 0,318 ^a	33,15 ± 0,353 ^a	26,82 ± 0,141 ^a	28,24 ± 0,070 ^a	33,15 ± 0,141 ^a
40	23,36 ± 0,353 ^a	25,36 ± 0,070 ^a	29,63 ± 0,000 ^a	27,78 ± 0,070 ^a	29,63 ± 0,282 ^a	29,17 ± 0,353 ^a
60	33,57 ± 0,212 ^a	35,21 ± 0,070 ^a	35,21 ± 0,212 ^a	36,40 ± 0,000 ^a	32,29 ± 0,424 ^a	30,53 ± 0,141 ^a
80	31,86 ± 0,070 ^a	35,61 ± 0,141 ^a	24,86 ± 0,141 ^a	31,42 ± 0,565 ^a	35,61 ± 0,000 ^a	32,72 ± 0,212 ^a
100	33,15 ± 0,141 ^a	34,81 ± 0,000 ^a	37,18 ± 0,141 ^a	40,47 ± 0,070 ^a	36,40 ± 0,141 ^a	30,98 ± 0,070 ^a
Análise	Higroscopicidade - amostra com 0% de maltodextrina			Higroscopicidade - amostra com 5% de maltodextrina		
Embalagem	Vidro	PP (pote)	PE (vácuo)	Vidro	PP (pote)	PE (vácuo)
Tempo (Dias)						
0	9,10 ± 0,343 ^a	7,09 ± 0,199 ^b	10,20 ± 0,412 ^a	7,24 ± 0,073 ^a	3,39 ± 0,547 ^b	6,03 ± 0,185 ^a
20	6,28 ± 0,236 ^a	6,43 ± 0,105 ^a	6,33 ± 0,147 ^a	6,97 ± 0,165 ^a	7,46 ± 0,519 ^a	6,65 ± 0,270 ^a
40	5,10 ± 0,148 ^a	5,88 ± 0,282 ^a	6,73 ± 0,462 ^a	5,81 ± 0,070 ^a	5,30 ± 0,303 ^a	5,44 ± 0,380 ^a
60	6,46 ± 0,054 ^a	2,27 ± 0,234 ^b	6,82 ± 0,081 ^a	7,01 ± 0,181 ^a	6,92 ± 0,389 ^a	7,00 ± 0,254 ^a
80	6,94 ± 0,231 ^a	6,94 ± 0,231 ^a	6,84 ± 0,084 ^a	6,99 ± 0,195 ^a	6,89 ± 0,076 ^a	6,62 ± 0,254 ^a
100	3,61 ± 0,254 ^b	7,89 ± 0,406 ^a	7,95 ± 0,240 ^a	7,22 ± 0,788 ^a	6,72 ± 0,516 ^a	6,31 ± 0,474 ^a

Nota: a análise estatística foi realizada comparando as linhas de cada tratamento.

Por meio da análise estatística, observou-se que não houve variação significativa entre as amostras bem como não houve variação significativa em relação as diferentes embalagens utilizadas. Analisando-se os resultados, percebe-se que somente a higroscopicidade dos pós nos tempos 0 (zero) e 60 dias diferiu significativamente entre os ensaios da embalagem de polipropileno das demais, esta diferença pode ser melhor visualizada na Figura 8. Para fins de completar a visualização e para melhor discussão, os dados da Tabela 5 foram também graficados.

A Figura 5 apresenta um gráfico com a atividade de água das amostras do mel co-cristalizado adicionado de maltodextrina 5%.

Figura 5. Atividade de água da amostra de mel co-cristalizado padrão e adicionado de maltodextrina 5%.

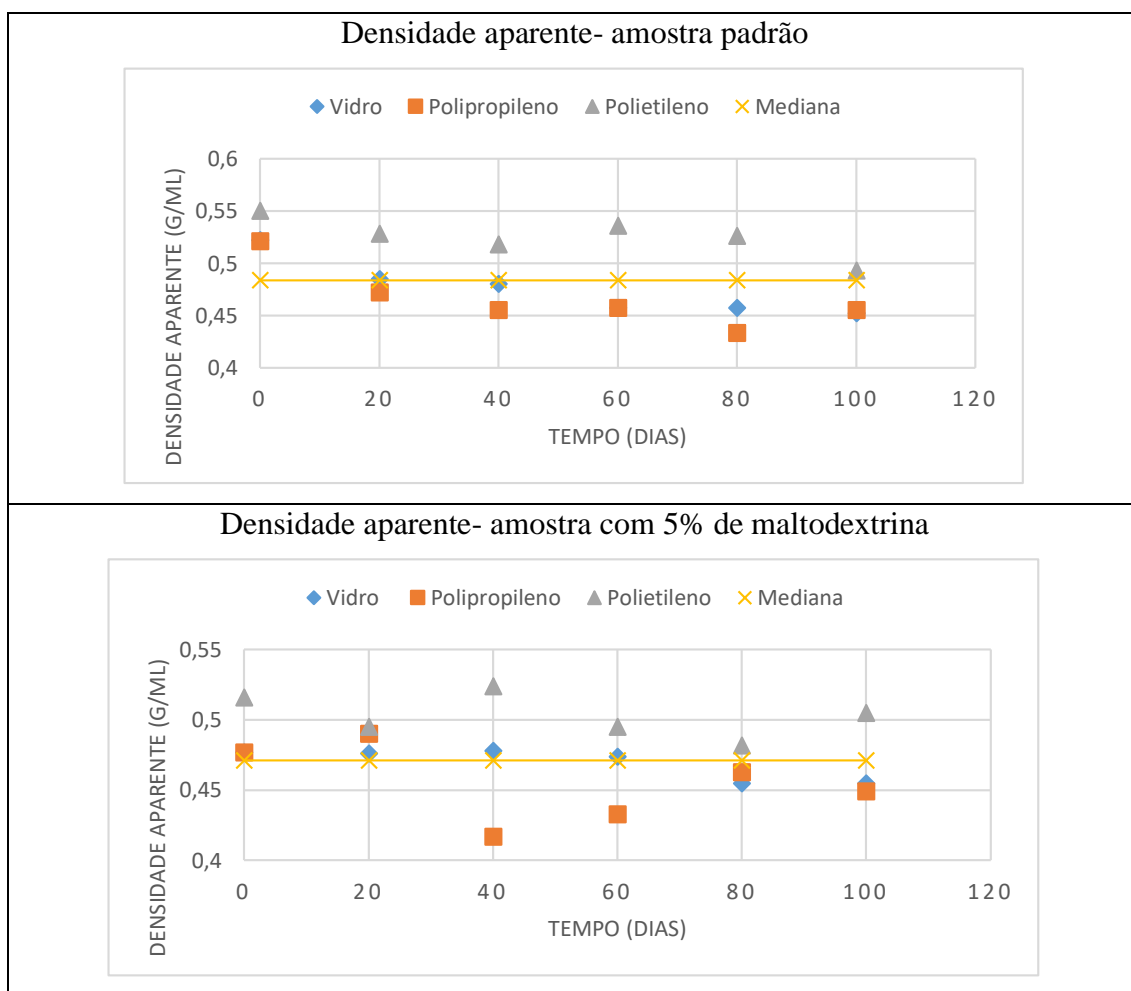


Como pode-se observar na Figura 5, a Aw tanto da amostra padrão como da amostra adicionada de maltodextrina apresentaram pouca variação no seu valor durante o armazenamento, ficando abaixo de 0,6 e, não apresentaram variação estatística num

nível de significância de 95% e, como pode ser visualizado, todos os pontos estão próximos ao ponto médio. Em geral, valores de A_w inferiores a 0,6 inibem diversas reações indesejáveis como oxidação, reação de Maillard, ação de enzimas e desenvolvimento de microrganismos (FELLOWS, 2006). Os resultados obtidos indicaram que o valor de atividade de água para o co-cristalizado foi compatível com os valores de produtos desidratados e abaixo do valor mínimo que favorece reações degradativas. Tendo em vista as pequenas variações de A_w observadas na temperatura de 25°C, pode-se dizer que as embalagens utilizadas apresentaram barreira adequada ao vapor d'água.

A Figura 6 apresenta um gráfico com as densidades das amostras do mel co-cristalizado adicionado de maltodextrina 5%.

Figura 6. Densidade aparente da amostra de mel co-cristalizado padrão e adicionado de maltodextrina 5%.



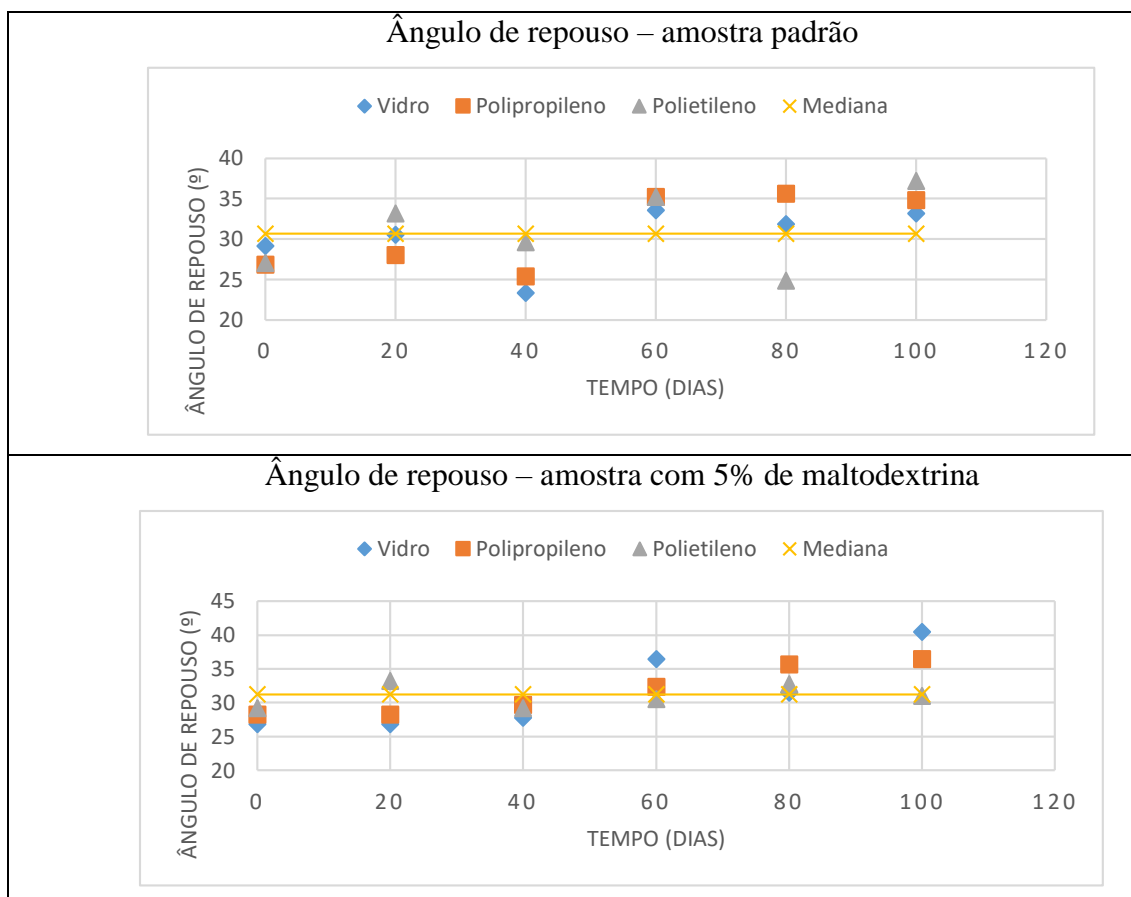
A necessidade do conhecimento da densidade do alimento está vinculada a detecção da sanidade e da qualidade da matéria prima, ou mesmo, do produto final, além

de ser relevante para projetar e avaliar equipamentos de processamento como evaporadores, bombas, filtros, centrifugas e misturadores (Alvarado & Romero, 1989). Este parâmetro é vital no projeto, modelagem e otimização de processos da indústria alimentícia, pois tem efeito direto nas propriedades físicas do alimento.

Como pode-se observar na Figura 6 há um leve decréscimo na densidade dos produtos embalados nas embalagens de vidro e plástico quando comparadas com as amostras armazenadas à vácuo. Isto se deve ao fato de que as amostras armazenadas à vácuo formaram aglomerados difíceis de se desprender, tornando-se um empecilho para esta análise, uma vez que um bloco do produto ocupa mais espaço que o pó e conseqüentemente favorece o aparecimento de espaços vazios no seu interior. Contudo, os resultados encontrados nesta análise são compatíveis para alimentos desidratados que vai de 0,30 a 0,80g/mL. As densidades não apresentaram variação estatística num nível de significância de 95% e, como pode ser visualizado, todos os pontos estão próximos ao ponto médio.

A Figura 7 apresenta um gráfico com o ângulo de repouso das amostras de co-cristalizado adicionado de maltodextrina 5%.

Figura 7. Ângulo de repouso da amostra de mel co-cristalizado padrão e adicionado de maltodextrina 5%.



A medida do ângulo de repouso é um método simples de caracterização do comportamento de pós ou grânulos, durante o escoamento. Como pode-se observar na Figura 7 a amostra apresentou boa escoabilidade em ambas as embalagens apresentando valores que variaram entre 20 e 40° e, não apresentaram variação estatística num nível de significância de 95% e, como pode ser visualizado, todos os pontos estão próximos ao ponto médio. Esses valores referem-se às amostras padrão com 0% de maltodextrina e às amostras com 5% de maltodextrina, considerando o seu envase nos três tipos de embalagens. De acordo com WELLS (2005), as propriedades de escoamento indicam que quanto menor o ângulo de repouso, melhor é o fluxo de escoamento para produtos em pó. Valores de fluxo abaixo de 30° indicam fluxo excelente e abaixo de 40° o fluxo é aceitável, sendo que pós que exibem ângulos de repouso menores que 45° geralmente apresentam a propriedade de escoamento livre, enquanto ângulos acima de 50° indicam coesividade ou problemas de escoamento (BHANDARI, 1998). Para o açúcar refinado comercial (matriz encapsulante), o ângulo de repouso encontra-se na faixa de 30° a 37°,

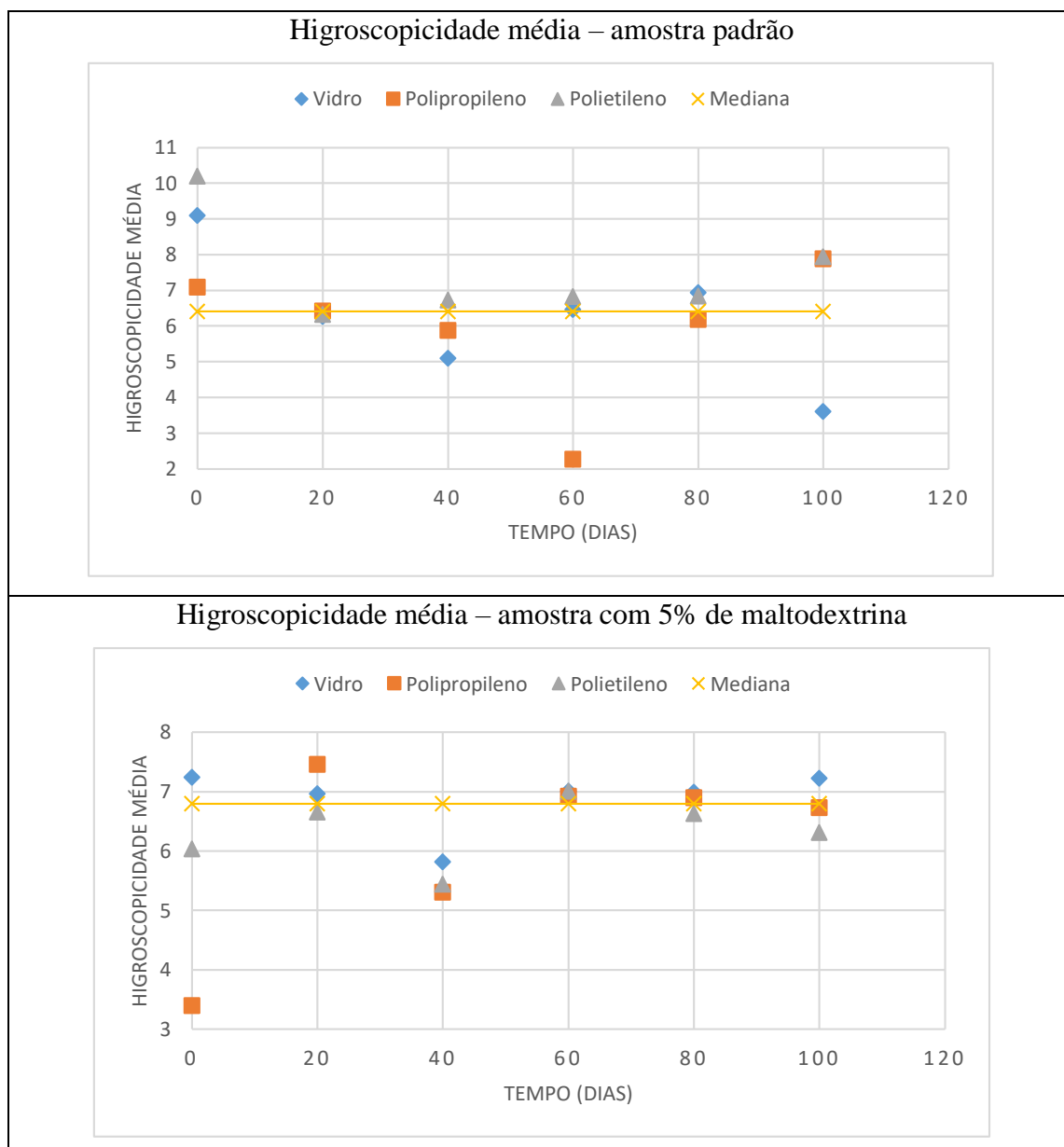
com um valor médio de $34,7^\circ \pm 1,4^\circ$ (ASTOLFI-FILHO et al., 2005).

Analisando todos os valores de ângulo de repouso obtidos neste trabalho, há um indicativo de que as amostras apresentaram comportamento de escoabilidade livre, independente do tipo de embalagem utilizada. Embora as amostras embaladas a vácuo apresentaram os maiores valores para a densidade aparente, quando fragmentado, o produto também apresentou bom escoamento. A característica de fluidez da amostra é um importante atributo para auxiliar na escolha do tipo e formato da embalagem que o produto deve ser acondicionado. Nesse caso específico, sugere-se que sejam utilizadas embalagens com abertura de no mínimo de 5cm de diâmetro (no caso de embalagens com formato arredondado) para auxiliar na retirada do produto. De modo geral, produtos açucarados podem apresentar aglomeração com o tempo de armazenamento, o que é uma característica do produto relacionada com a sua higroscopicidade, em função dos açúcares presentes.

Com esta análise é possível verificar que, embora as amostras embaladas a vácuo tenham alterado a medida de densidade apresentada (Figura 5), isto não alterou a escoabilidade do co-cristalizado. Este dado, portanto, nos mostra que poderíamos escolher qualquer uma das embalagens propostas neste trabalho para armazenamento do mel co-cristalizado, embora, por observação, se descartaria o armazenamento a vácuo pelo fato de o produto adquirir o mesmo formato da embalagem.

A Figura 8 apresenta a higroscopicidade da amostra de mel co-cristalizado padrão e adicionado de maltodextrina 5%.

Figura 8. Higroscopicidade da amostra de mel co-cristalizado padrão e adicionado de maltodextrina 5%.



Segundo Tonon-Brabet-Hubinger (2009), a maltodextrina é um material de baixa higroscopicidade e relata a eficiência do seu uso como agente carreador no sentido de reduzir a higroscopicidade dos produtos desidratados.

A higroscopicidade de um alimento desidratado está ligada à sua estabilidade física, química e microbiológica. Analisando-se a Figura 8 percebe-se que a higroscopicidade dos pós, diferiu significativamente, apenas entre os ensaios nos tempos 0 (zero) e 40 dias para a embalagem de polipropileno, das demais, para a amostra padrão e no tempo zero para a amostra com maltodextrina. Esse comportamento foi observado apenas nesses dois pontos da curva, o que pode indicar a ocorrência de um desvio experimental.

Análise Microbiológica

Antes da análise sensorial, as amostras de mel co-cristalizado e sacarose foram submetidas as análises de *Salmonella*, coliformes termotolerantes, *E. Coli* e bolores e leveduras e os resultados estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Resultado das análises microbiológicas do mel co-cristalizado e sacarose.

AMOSTRA	ANÁLISE	RESULTADO	OBS
Açúcar	Contagem de Coliformes totais, termotolerantes e <i>E. coli</i>	<3,0 NMP/g	Embalagem comercial
	<i>Salmonella</i>	Ausência em 25g	
	Contagem de Bolores e Leveduras	<10est*	
Mel co-cristalizado 0% maltodextrina	Contagem de Coliformes totais, termotolerantes e <i>E. coli</i>	<3,0 NMP/g	Frasco plástico
	<i>Salmonella</i>	Ausência em 25g	
	Contagem de Bolores e Leveduras	<10est	
Mel co-cristalizado 5% maltodextrina	Contagem de Coliformes totais, termotolerantes e <i>E. coli</i>	<3,0 NMP/g	Frasco plástico
	<i>Salmonella</i>	Ausência em 25g	
	Contagem de Bolores e Leveduras	9x10 ³ UFC/g est	
Mel co-cristalizado 0% maltodextrina	Contagem de Coliformes totais, termotolerantes e <i>E. coli</i>	<3,0 NMP/g	Frasco vidro
	<i>Salmonella</i>	Ausência em 25g	
	Contagem de Bolores e Leveduras	3,5x10 ² UFC/g est	
Mel co-cristalizado 5% maltodextrina	Contagem de Coliformes totais, termotolerantes e <i>E. coli</i>	<3,0 NMP/g	Frasco vidro
	<i>Salmonella</i>	Ausência em 25g	
	Contagem de Bolores e Leveduras	<10 est	
Mel co-cristalizado 0% maltodextrina	Contagem de Coliformes totais, termotolerantes e <i>E. coli</i>	<3,0 NMP/g	Saco plástico
	<i>Salmonella</i>	Ausência em 25g	
	Contagem de Bolores e Leveduras	3,3x10 ³ UFC/g	
Mel co-cristalizado 5% maltodextrina	Contagem de Coliformes totais, termotolerantes e <i>E. coli</i>	<3,0 NMP/g	Saco plástico
	<i>Salmonella</i>	Ausência em 25g	
	Contagem de Bolores e Leveduras	<10 est	

Como não há padrões microbiológicos estabelecidos para as amostras de mel co-cristalizado foram adotadas as análises preconizadas para açúcar cristal não refinado, açúcar mascavo e demerara, melado, melaço, rapadura e similares (ANEXO I, Grupo 11

da RDC nº 12), além da Contagem de bolores e leveduras. Segundo a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, que estabelece os seguintes padrões microbiológicos para açúcar cristal não refinado, açúcar mascavo e demerara, melado, melaço e rapadura e similares: *Salmonella* sp ausência em 25 g e Coliformes totais, termotolerantes e *E. coli* a 45°C/g tolerância máxima de 10² NMP/g (BRASIL, 2001a). Sendo assim, pode-se observar que todas as amostras encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação.

Não há especificação na legislação brasileira para bolores e leveduras, porém existem os padrões internacionais para esses tipos de microrganismos. A Tabela 6 apresenta os padrões microbiológicos internacionais para a qualidade do açúcar.

Tabela 6. Padrões microbiológicos internacionais para qualidade do açúcar (*national food canners and processors* - 1968).

Microrganismos	Limite
Leveduras e Fungos (Bolores)	< 50 UFC/g de açúcar.
<i>Salmonella</i>	Ausência/25g de açúcar.
Coliformes e <i>E. Coli</i>	Ausência/g de açúcar.

Fonte: FERMENTEC, 2006 (adaptado).

Como pode-se observar na Tabela 6 de acordo com os padrões internacionais as amostras de açúcar, mel co-cristalizado com 0% de maltodextrina armazenada na embalagem de polipropileno (pote plástico) e as amostras de mel co-cristalizado contendo 5% de maltodextrina armazenadas nas embalagens de vidro e polietileno (saco plástico) obtiveram resultados inferiores a esses limites, já as demais amostras apresentaram valores acima dos limites internacionais. Como o processo de obtenção do produto possui um tratamento térmico rigoroso e, microbiologicamente, o produto encontra-se seguro para o consumo humano, considerou-se que houve contaminação advinda do ambiente, posterior ao período de armazenamento, pelo manuseio do produto.

Análise Sensorial

A análise sensorial contou com a participação de 54 provadores não treinados e os resultados estão apresentados nas Tabelas 7 e 8. Este número de provadores, embora pareça pequeno, é um número considerado bom para este tipo de produto, uma vez que o consumo de mel ainda é muito limitado à uma faixa pequena de consumidores, tornando-se um fator limitante nesta análise.

Tabela 7. Resultados da análise sensorial da amostra de mel co-cristalizado (amostra seca/pura).

Análise	Cor	Aroma	Sabor	Impressão Global	Intenção de compra
Média	7,4 ± 1,6	7,9 ± 1,2	8,2 ± 0,9	8,2 ± 0,8	4,1 ± 0,7
Índice de aceitação	81,8	88,3	91,3	91,1	82,7

Segundo Dutcosky (2007) e Teixeira et al. (1987) para que o produto seja considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que este obtenha um Índice de Aceitabilidade (IA) de, no mínimo, 70%. Como pode ser observado na Tabela 7, os parâmetros analisados cor e aroma, obtiveram notas superiores a 7 (gostei moderadamente) e os parâmetros sabor e impressão global obtiveram notas superiores a 8 (gostei muito). A intenção de compra dos avaliadores foi superior a 4 (provavelmente compraria) e o índice de aceitação do produto foi superior a 80% em todos os parâmetros analisados, o que sugere que se lançado no mercado, o mel co-cristalizado seria bem aceito pela população. Baseado nos comentários dos provadores estes trocariam o açúcar convencional por este adoçante mais saudável, o que comprova a possibilidade do uso deste adoçante como substituto do açúcar.

Tabela 8. Resultados de aceitação das amostras de suco de abacaxi referentes ao atributo sabor.

Amostra	Média	Desvio Padrão	F tabelado	F calculado
Suco + Mel co-cristalizado	7,5 ^a	1,4	3,053	35,0
Suco + Sacarose	7,7 ^a	1,0		
Suco + Mel in-natura	5,4 ^b	2,0		

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente através da ANOVA e Tukey com nível de significância de 5%, onde sugeriu-se como hipótese nula (h_0) que não havia diferença significativa entre as amostras e a hipótese um (h_1) que havia diferença significativa entre as amostras. Conforme pode-se observar na Tabela 8, $F_{\text{tabelado}} < F_{\text{calculado}}$, com isso rejeitamos a hipótese nula (H_0) e concluímos que há diferença significativa entre as amostras. Também pode ser observado na Tabela 8 que não houve variação significativa entre as amostras de suco contendo sacarose e mel co-cristalizado, porém estas diferiram significativamente da amostra de suco contendo mel. O poder de dulçor do mel é de 97% e da sacarose é 100% (ESTELLER et al., 2004), a diferença é de 3%, logo não foi a doçura do suco que influenciou nas respostas negativas e sim o sabor do mel. Isto comprova a hipótese levantada na metodologia de que o mel co-cristalizado

pode ser utilizado como adoçante em substituição a sacarose, sendo este mais nutritivo. No entanto, o mel puro quando utilizado como adoçante, não foi bem aceito pela população. Logo, o mel co-cristalizado é um veículo promissor para o aumento do consumo de mel e para a redução da utilização da sacarose nos alimentos, além de aumentar o nicho de mercado dos produtores de mel.

5 CONCLUSÕES

Com este estudo foi possível verificar que qualquer uma das embalagens propostas, atenderam a seus objetivos de manter a integridade do mel co-cristalizado com sacarose durante o tempo avaliado. Contudo, por observação visual, a embalagem a vácuo não seria recomendada pelo fato de o produto apresentar deformação, dificultando assim o seu manuseio. Quanto a adição de maltodextrina, de modo geral, observou-se que as variáveis estudadas não foram influenciadas pela sua adição ao longo do tempo de armazenamento do produto. Em relação a análise sensorial, os resultados obtidos foram satisfatórios, indicando que se este produto fosse lançado no mercado seria bem aceito, podendo ser utilizado como substituto do açúcar como adoçante.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, D. S. Melioponíneos e ecossistema: importância da preservação das espécies (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Inf. Ambiental Univ. Fed. Espírito Santo**, n. 6, p. 7, 1997.

ALVARADO, J.D.; ROMERO, C.H. **Physical properties of fruits - 1-11: Density and viscosity of juices as functions of soluble solids and content and temperature**. Latin American Applied Research, Bahía Blanca, v.19, n.24, p.15-21, 1989.

ARAÚJO, D. R.; SILVA, R. H. D.; SOUSA, J. S. Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE. **Rev. Biol. Ciênc. Terra**, v. 6, n. 1, p. 51-55, 2006.

AROUCHA, E. M.M. et al. Qualidade do mel de abelha produzidos pelos incubados da Iagram e comercializado no município de Mossoró/RN. **Rev. Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 211-217, 2008.

ASTOLFI-FILHO, Z. **Encapsulação de sucos de frutas por co-cristalização com sacarose** / Zailer Astolfi Filho. – São José do Rio Preto: [s.n.], 2003.

ASTOLFI-FILHO, Z.; SOUZA, A. C.; REIPERT, E. C. D.; TELIS, V. R. N. Encapsulação de Suco de maracujá por co-cristalização com sacarose: cinética de cristalização e propriedades físicas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25(4): 795-801, out.-dez. 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL - AOAC. Official Methods of Analysis. 2000.

BARÃO, M. Z. **Embalagens para produtos alimentícios**. Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR 10/8/2011.

BHANDARI, B.R.; DATTA, N.; D'ARCY, B.R.; RINTOUL, G.B. Co-crystallization of honey with sucrose. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technolgie**, v. 31, n. 2, p. 138-142, 1998.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 12 de 02/01/2001. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 de janeiro de 2001a. Anexo I, Grupo 11, p 20.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 11, de 20/10/2000. Padrão de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 de janeiro de 2001b. Seção 1, p. 18-23.

CABRAL, Antonio Carlos Dantas *et al.* **Apostila de embalagem para alimentos**. Campinas, 1984. 335 p.

CHERIEGATE, A. P. S. C. **Análise microestrutural da polpa de amora-preta (Rubus spp.) co- cristalizada por sacarose** / Ana Paula de Souza Corrêa Cheriegate. – Curitiba, 2012.

CRANE, E. **O Livro Do Mel**. Sao Paulo: Editora Nobel. 226p. 1983

DISCHE, E. **Color reactions of carbohydrates**. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM,

M. L. (Ed.). *Methods in carbohydrates chemistry*. New York: Academic Press. v. 1, p. 477-512. 2008.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2007.

ESTELLER, M. S.; YOSHIMOTO, R. M. O.; AMARAL, R. L.; LANNES, S. C. S. **Uso de açúcar em produtos panificados**. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 24(4): 602-607, out.-dez. 2004.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A. et al. Análise físico-química dos méis *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. **Rev. Ciênc. Rural**, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, 2005.

FARINA.S.G; QUAST. L. B. **Mel co-cristalizado com sacarose: avaliação físico, química e sensorial**. Chapecó,2015.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática**. 2ed - Porto Alegre: Artemd, 2006.

FERMENTEC, **Roteiro para treinamento de controle microbiológico do açúcar**, Piracicaba, 2006. 40p.

FILHO et al. **Estudo físico-químico e de qualidade do mel de abelha comercializado no município de pombal – PB**. *Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)* v.6, n.3, p.83 - 90 julho/setembro de 2011.

FRIAS, I.; HARDISSON, A. **Estudio de los parámetros analíticos de interes en la miel. II: Azucars, cenizas y contenido mineral y color**. *Alimentaria*, v.28, n.235, p.41-43, 2008.

JATI, S. R. **Qualidade do mel de abelha, no Estado de Roraima, Brasil**. *Ambiente: Gestão Desenv.*, v. 2, n.1, p. 5-15, 2007.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos / Neuza Jorge**. – São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2013.

LEMGRUBER, R. **Embalagens preservam os nutrientes, mas pedem cuidados na hora da compra**. *Revista minha vida* - publicado em 20/06/2013. Disponível em: <http://www.minhavidacom.br/alimentacao/galerias/16463-embalagens-preservam-os-nutrientes-mas-pedem-cuidados-na-hora-da-compra>, acesso dia 21/09/2016.

LENGLER, S. **Inspeção e Controle de Qualidade do Mel**. 2007. Disponível em: http://www.sebraern.com.br/apicultura/pesquisas/inspecao_mel01. Acessado em 03/12/2016.

MARCHINI, L. C.; SODRE, G. S.; MORETI, A. C. C.C. **Mel Brasileiro – composição e normas**. 2005.

MELO, Z. F. N. **Características físico-química de méis de abelha (*Apis mellifera* L.) em diferentes condições de armazenamento**. 2002. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

MORAES, R.M. **Da flor ao consumidor: o controle de qualidade que valoriza o**

produto. Discussões abertas, Congresso Brasileiro de Apicultura, 11, 1998, Teresina – PI, Anais..., p. 215.

NORONHA, P. R. G. **Caracterização de méis cearenses produzidos por abelhas africanizadas: parâmetros químicos, composição botânica e calorimetria.** 146f. 1997. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Ceara, UFC. Fortaleza, CE.

OLIVEIRA, Andréa. **Mel - o segredo da alta durabilidade.** Centro de Produções Técnicas – CPT. Viçosa – MG, [20--]. Disponível em: <http://www.cpt.com.br/cursos-criacaodeabelhas/artigos/mel-o-segredo-da-alta-durabilidade>, acesso dia 21/09/2016.

OPUCHKEVICH, M. H.; MACOHON, E. R.; KLOSOWSKI, A. L. M. **Verificação da qualidade do mel no município de Prudentópolis através das análises físico- químicas.** In: SALÃO DE EXTENSÃO E CULTURA DA UNICENTRO, 1., 2008, Paraná. Disponível em: www.unicentro.br/proec/publicacoes/salao2008/artigos/Maria%20Helena.pdf. Acesso em: 05/04/2017.

PADILHA, A. C. **Estudo do comportamento reológico do mel apis melífera da região de Rio do Oeste/SC.** Dissertação de mestrado em Engenharia de Alimentos - Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis, 2006.

RIBEIRO, R. O. R. et al. **Avaliação comparativa da qualidade físico-química de méis inspecionados e clandestinos, comercializados no estado do Rio de Janeiro, Brasil.** *Rev. Bras. Ciênc. Vet.*, v. 16, n. 1, p. 3-7, 2009.

SANTOS, D. C.; NETO, L.G.M.; MARTINS, J.N. **Avaliação da qualidade físico-química de amostras de méis comercializadas na região do vale do jaguaribece.** *Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel*, Mossoro - RN, v.4, n°4, p. 21-26, 2009.

SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola.** Valdivia: Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 2008. 202p.

SILVA, K. et al. **Características físico-químicas de mel produzido em Limoeiro do Norte durante o armazenamento.** *Rev. Caatinga*, v. 22, n. 4, p. 246-254, 2009.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; DOS SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água.** 4º Edição, Editora Varela, 2010.

STARON, E. A.; PIROSKI, C. S.; HANLE, F.; LOPES, A. M.; QUAST, L. B.; ALMEIDA, M. M. **Avaliação das formas de aquisição do mel e sua viabilidade na merenda escolar.** UEPG - PR / UFFS – SC. Ponta Grossa, volume 11 número1, ISSN: 2238-7315 - jan./abr. 2015.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETA, P. A. **Análise sensorial dos alimentos.** Florianópolis: UFSC, 1987.182 p.

TONON, R. V., BRABET, C., HUBINGER, M. D. **Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do**

suco de açaí em pó. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.29, p.444-450, 2009.

TRIBST, Alline A. L.; SOARES, Beatriz M. C.; AUGUSTO, Pedro E. D. **Papel da embalagem na integridade dos alimentos.** Nutrição Profissional, v. 21, set./out. 2008. Disponível em: <http://www.racine.com.br/portal-racine/alimentacao-e-nutricao/varejo-de-alimentos/papelda-embalagem-na-integridade-dos-alimentos>, acesso em 04/04/2017.

VENTURINI, K. S. SARCINELLI, M. F. SILVA, L. C. **Características do Mel;** Universidade Federal do Espírito Santo. 2010. Disponível em: <http://www.vidaperpetua.com.br>>. Acessado em 03/12/2016.

VIDAL, R.; FREGOSI, E.V. de. **Mel: características, análises físico-químicas, adulteração e transformação.** Barretos: Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios. 2004. 95p.

WELLS, J. **Pre-formulação farmacêutica.** In: AULTON, M. (Ed.). Delineamento de formas farmacêuticas. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. p.125-148.

WHITE JUNIOR, J.W. **Methods for determining carbohydrates, hydroxymethylfurfural and proline in honey;** Collaborative study. Journal of the Association of the Official Analytical Chemistry, v.62, n.3, p.515- 526, 1989.

ZENEBOM, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 1 Ed digital. Versão eletrônica./coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: IMESP, 2008.

ANEXO I – Modelo da ficha de avaliação sensorial

Análise sensorial de mel co-cristalizado com sacarose

Data: ___/___/_____ Sexo: Feminino () Masculino () Idade: _____

1. Você consome mel com que frequência?

() todo dia

() uma vez por mês

() a cada quinze dias

() quase nunca

Comentários: _____

2. Por favor, prove primeiramente a amostra seca e avalie quanto aos atributos solicitados, utilizando a escala abaixo anotando a pontuação na planilha. Lave a boca com água mineral, antes.

- 9 - Gostei muitíssimo
- 8 - Gostei muito
- 7 - Gostei moderadamente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Nem gostei / nem desgostei
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 - Desgostei moderadamente
- 2 - Desgostei muito
- 1 - Desgostei muitíssimo

Número da amostra	Cor	Aroma	Sabor	Impressão global

3. Por favor, prove as amostras de bebida da esquerda para a direita e as avalie utilizando a escala apresentada acima, de acordo com o atributo sabor. Lave a boca com água mineral, antes e entre cada amostra.

Número da amostra	Sabor

4. Se você encontrasse esse produto a venda, você:

5- Certamente compraria

4- Provavelmente compraria

3- Talvez comprasse/Talvez não comprasse

2- Possivelmente não compraria

1- Certamente não compraria

Nº da Amostra	Pontos

Comentários: _____
