

Universidade Federal de Ouro Preto

Escola de Nutrição

Programa de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição
PPGSN

Dissertação

**Desenvolvimento e avaliação
de embalagem ativa
antimicrobiana na
estabilidade de doce de
banana desenvolvido sem
adição de açúcar**

Ana Clara Costa Dias

Ouro Preto
2019



UFOP



Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Nutrição
Programa de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição



ANA CLARA COSTA DIAS

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE EMBALAGEM
ATIVA ANTIMICROBIANA NA ESTABILIDADE DE DOCE
DE BANANA DESENVOLVIDO SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR**

OURO PRETO – MINAS GERAIS

ABRIL/2019

ANA CLARA COSTA DIAS

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE EMBALAGEM
ATIVA ANTIMICROBIANA NA ESTABILIDADE DE DOCE
DE BANANA DESENVOLVIDO SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Nutrição.

Orientador (a): Profa. Patrícia Aparecida Pimenta Pereira, D. SC. (DEALI/UFOP)

Co-orientador (a): Profa. Luciana Rodrigues da Cunha, D. SC. (DEALI/UFOP)

OURO PRETO – MINAS GERAIS

ABRIL/2019

D541d Dias, Ana Clara Costa .
Desenvolvimento e avaliação de embalagem ativa antimicrobiana na estabilidade de doce de banana desenvolvido sem adição de açúcar [manuscrito] / Ana Clara Costa Dias. - 2019.
115f.: il.: color; grafs; tabs.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Patrícia Aparecida Pimenta Pereira.
Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Luciana Rodrigues da Cunha.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Nutrição. Departamento de Nutrição . Programa de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição .
Área de Concentração: Saúde e Nutrição.

1. Doce sem açúcar. 2. Conservantes de alimentos. 3. Embalagens de alimentos. I. Pereira, Patrícia Aparecida Pimenta. II. Cunha, Luciana Rodrigues da. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU: 664.8.032



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Escola de Nutrição – ENUT
Programa de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição

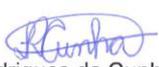
ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aos vinte e três dias do mês de abril de dois mil e dezenove, às catorze horas, na sala 202 do Centro de Educação Aberta e à Distância (CEAD) da Universidade Federal de Ouro Preto, realizou-se a Defesa da Dissertação de Mestrado da aluna **Ana Clara Costa Dias**. A Banca Examinadora, definida anteriormente, foi composta pelos professores Eleonice Moreira Santos (UFOP), João de Deus Souza Carneiro (UFLA) - participação por videoconferência, Luciana Rodrigues da Cunha (UFOP) e Patrícia Aparecida Pimenta Pereira (UFOP). Dando início ao exame, a aluna apresentou sua Dissertação de Mestrado intitulada: **“Desenvolvimento e utilização de embalagem ativa antimicrobiana na estabilidade de doce de banana elaborado sem adição de açúcar”**. Após a apresentação, a candidata foi arguida pela Banca que avaliou o domínio do conteúdo metodológico e teórico relacionado à dissertação. A concessão do título está condicionada ao cumprimento das demais exigências previstas no Regimento do Programa. Após julgamento, os membros da Banca decidiram por:

APROVAR REPROVAR

Certificamos que a defesa realizou-se com a participação à distância do Prof. João de Deus Souza Carneiro (UFLA) – Examinador Externo, depois das arguições e deliberações realizadas, o participante à distância está de acordo com as recomendações da banca examinadora.


Profa. Eleonice Moreira Santos (UFOP),
Examinadora Interna.


Luciana Rodrigues da Cunha (UFOP),
Coorientadora.


Profa. Patrícia Aparecida Pimenta Pereira (UFOP),
Orientadora.

A Deus, pela realização desse sonho, e à tia Marli (*in memoriam*), por ser minha maior incentivadora.

OFEREÇO

Aos meus pais, aos meus irmãos e à minha namorada por serem a luz dos meus dias, a razão da minha vida e por sonharem junto comigo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Sempre desconfiei que esta seria a pior parte da dissertação para escrever, talvez porque a vida não se coloca em análise de regressão e o valor p não nos dá a significância das pessoas na nossa trajetória.

A Deus, por permitir que eu realizasse tantos sonhos nessa existência; por me permitir errar, aprender e crescer; por Sua eterna compreensão e tolerância; por Seu infinito amor e por não me deixar desistir. "Querido Deus, obrigada por em minhas orações eu ter tanta coisa para agradecer e nada para pedir."

Aos meus pais, Maria do Carmo Dias e Luiz Carlos Dias, meus exemplos de vida, caráter, força e dedicação. Agradeço por terem me dado educação, valores e por me ensinarem a andar com minhas próprias pernas. A vocês, que sempre confiaram em mim; que sempre acreditaram na minha capacidade; que muitas vezes renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus; minha eterna gratidão e meu amor incondicional. Com vocês partilho a alegria deste momento!

Aos meus irmãos, Vanessa Dias e Thiago Dias, minhas maiores paixões, por serem tão essenciais em minha vida; pelo carinho; pela preocupação; por confiarem em mim e por sempre me apoiarem em tudo. Espero que vocês se orgulhem de mim da mesma maneira que me orgulho de vocês!

À minha namorada, Izabela Santos, por ser tão importante na minha vida. Agradeço pelo companheirismo, amizade, paciência, compreensão, apoio, alegria e amor; por estar sempre ao meu lado, nos momentos bons e ruins; pelo apoio na parte experimental, seja durante a semana ou nos fins de semana, de dia ou à noite, com chuva, sol e neblina; pelo ouvido que escutou tantas reclamações e pelas risadas que amenizavam o estresse diário; por me trazer chocolate para aliviar a tensão e por ficar comigo à noite enquanto eu trabalho; por acreditar que tudo daria certo no final, mesmo quando a esperança era quase nula. Obrigada por ter feito do meu sonho o nosso sonho!

Às Famílias Costa e Dias, pelo incentivo através de gestos e palavras de carinho e encorajamento e por compreenderem a minha ausência. Agradeço, em especial, aos meus tios Sônia Braga e José Henrique Braga, por estarem sempre por perto, e aos tios Abel, Zinha, Vera e Ná, pelo apoio, pelo incentivo e por todo amor dedicado a mim e aos meus irmãos. Seremos eternamente gratos!

Aos queridos Vinícius de Abreu e Tia Sônia, por me acolherem na família de vocês e fazer dela a minha; por acreditarem e mim e caminharem ao meu lado na realização desse sonho. Essa conquista também é de vocês!

À minha sogra Izabel Flores, e minha cunhada Mariana Santos, pelo incentivo e apoio. Obrigada pelo carinho!

À minha orientadora Patrícia, para quem não há agradecimentos que cheguem. Resumi-la à minha orientadora é muito pouco e tenho a certeza de que ela sente a importância que teve pra mim, não apenas na condução do trabalho, mas também como conselheira. Estou grata pela liberdade de ação que me permitiu, sendo decisiva para que este trabalho contribuísse para o meu desenvolvimento pessoal. Como professora, abriu-me os horizontes e me ensinou a pensar. Foi e é fundamental na criação e solidificação de saberes e nos meus pequenos sucessos. Só tenho a agradecer pelos ensinamentos (pessoais e acadêmicos), pela orientações, palavras de incentivo, puxões de orelha, paciência e dedicação. Você é uma pessoa ímpar, onde busco inspirações para me tornar melhor em tudo que faço e que irei fazer daqui pra frente. Tenho orgulho em dizer que fui, e que continuarei sendo se a vida assim me permitir, sua orientada.

À minha co-orientadora Luciana, pelos ensinamentos, orientações, incentivo, dedicação, e pelas aulas de microbiologia de alimentos que sempre estarão em minha memória; por me receber em seu laboratório de portas abertas e estar sempre à disposição, respondendo minhas dúvidas e me incentivando a acreditar que tudo daria certo. Agradeço por me dar recursos e ferramentas para evoluir um pouco mais todos os dias.

À professora Kelly Gandra, pelo apoio, ensinamentos e disponibilidade.

À professora Melina Oliveira, pelos ensinamentos e pela boa vontade.

Ao Curso de Pós-graduação, em especial a Marcella, pela atenção, apoio e profissionalismo.

Aos colegas da Turma de mestrado 2017-2019, que vivenciaram momentos de estudo, de escrita de artigo e de tensão no decorrer desta jornada. Agradeço, em especial, à Thayzis, pela amizade, pelas conversas, pelo apoio e pelo carinho.

À Hellen Vidal e à Catarina Angeli, por compartilharem conhecimento e pelo auxílio em tantos momentos. Vocês foram fundamentais!

À Laís Barbosa, por ser mais do que uma aluna de iniciação científica; pela amizade, pelo carinho e por ser o meu braço direito na realização desse projeto. Você foi um grande presente em minha vida!

Aos alunos do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos Bruna Simoncello, Cassandra Maia, Natasha Lima, Larissa Miranda, André Fernandes, Geovana Luisa, Paloma Santos e Edmara Moreira pela ajuda ao longo da realização desse trabalho. Agradeço, em especial, ao Matheus Zinato, pela amizade.

Aos laboratórios de Bromatologia, Análise Sensorial, Planta Piloto de Carnes, Laboratório Multiusuário e Microbiologia de Alimentos da Escola de Nutrição, e seus respectivos técnicos Bruno Elias e Raphael Borges, Iara Ribeiro, Gustavo Silveira, Michele Cristina e Andreia Perez. Agradeço, em especial, à Andreia, pelo auxílio durante os experimentos. Muito obrigada pelos ensinamentos, paciência e disponibilidade.

Aos funcionários do DEALI, Elisa e Luiz; aos porteiros, Rafael, Eduardo e Jadson; e às funcionárias da limpeza pela amabilidade, simpatia, gentileza e colaboração prestada sempre que solicitada.

Ao colega Pedro Lopes, pela solicitude.

A Ouro Preto, pela acolhida e pelo amadurecimento proporcionado ao longo desses 10 anos; à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), pela oportunidade de crescimento profissional; e à Escola de Nutrição (ENUT), pela acolhida e por apoiar todas as minhas atividades.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo auxílio, incentivo, apoio concedido e suporte financeiro que foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

À Nutramax pela doação de edulcorantes.

“Sonho que se sonha só
É só um sonho que se sonha só
Mas sonho que se sonha junto é realidade.”

(Raul Seixas)

“Nunca deixe que lhe digam
Que não vale a pena acreditar no sonho que se tem
Ou que seus planos nunca vão dar certo
Ou que você nunca vai ser alguém (...)
(...) Quem acredita sempre alcança.”

Renato Russo

SUMÁRIO

RESUMO	14
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2.2.1 PRIMEIRA ETAPA	19
2.2.2 SEGUNDA ETAPA	19
3 JUSTIFICATIVA	20
4 REVISÃO TEÓRICA	22
4.1 BANANA	22
4.2 DOCE DE BANANA	24
4.2.1 PROCESSAMENTO DO DOCE DE BANANA EM MASSA	26
4.2.2 PRINCIPAIS INGREDIENTES DO DOCE DE BANANA EM MASSA TRADICIONAL	27
4.2.2.1 Açúcar	27
4.2.2.2 Pectina	27
4.2.2.3 Ácidos	30
4.2.3 DOCE DE BANANA EM MASSA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR	31
4.2.3.1	<i>Conservadores</i>
4.2.3.2	<i>Edulcorantes</i>
4.2.3.2.1. Acessulfame-K	35
4.2.3.2.2. Sucralose	37
4.2.3.3	<i>Agente de corpo</i>
4.2.3.3.1 Polidextrose	39
4.2.3.3.2 Carragena	40
4.3 EMBALAGEM ATIVA	41
4.3.1 EMBALAGEM ATIVA ANTIMICROBIANA	45
4.3.1.1. Extratos vegetais	49
4.3.1.1.1 Abricó (<i>Mammea americana L.</i>)	50
4.3.1.1.2 Jambolão (<i>Syzygium cumini L.</i>)	51
5. MATERIAIS E MÉTODOS	52

5.1 PRIMEIRA ETAPA: AVALIAÇÃO DO EFEITO DO CLORETO DE CÁLCIO, DA GOMA CARRAGENA E PECTINA DE BAIXO TEOR DE METOXILAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS, NO TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE DOCES DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR	54
5.1.1 INGREDIENTES.....	54
5.1.2 MÉTODOS.....	54
5.1.2.1 Avaliação físico-química dos doces de banana sem adição de açúcar.....	56
5.1.2.1.1 Umidade	56
5.1.2.1.2 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	56
5.1.2.1.3 Sólidos solúveis Totais (SST)	57
5.1.2.1.5 Avaliação Colorimétrica	57
5.1.2.2 Avaliação sensorial dos doces de banana sem adição de açúcar.....	57
5.1.2.2.1 Testes afetivos	58
5.1.2.2.2 Teste descritivo.....	58
5.1.2.3 Avaliação dos compostos bioativos e atividade antioxidante de doces de banana sem adição de açúcar.....	59
5.1.2.3.1 Determinação de ácido ascórbico (Vitamina C).....	59
5.1.2.3.2 Determinação de carotenóides.....	59
5.1.2.3.3 Obtenção dos extratos das amostras para a análise de compostos fenólicos e para a determinação da atividade antioxidante.....	60
5.1.2.3.4 Compostos fenólicos totais.....	61
5.1.2.3.5 Avaliação da Atividade Antioxidante pelo método DPPH.....	61
5.1.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	61
5.2 SEGUNDA ETAPA: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE FILMES INCORPORADOS COM EXTRATOS BRUTOS DE ABRICÓ E JAMBOLÃO E SORBATO DE POTÁSSIO NA ESTABILIDADE DE DOCES DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR.....	63
5.2.1 MATERIAIS.....	63
5.2.2 MÉTODOS.....	63
5.2.2.1 Obtenção do material vegetal	63
5.2.2.2 Preparo do extrato vegetal.....	64
5.2.2.3 Preparo dos filmes.....	64

5.2.2.4	<i>Determinação da espessura dos filmes antimicrobianos</i>	65
5.2.2.5	<i>Avaliação do Potencial de Inibição dos filmes incorporados com polpa de abricó e jambolão</i>	65
5.2.2.6	<i>Avaliação da atividade antimicrobiana, in situ, dos filmes incorporados com extrato de jambolão e sorbato de potássio</i>	65
5.2.2.7	<i>Estabilidade do doce de banana sem adição de açúcar modo desafio</i>	66
5.3.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	67
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
6.1	PRIMEIRA ETAPA: AVALIAÇÃO DO EFEITO DO CLORETO DE CÁLCIO, DA GOMA CARRAGENA E PECTINA DE BAIXO TEOR DE METOXILAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS, NO TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE DOCES DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR	68
6.1.1	AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS DIFERENTES FORMULAÇÕES DE DOCE DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR.....	68
6.1.2	AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS DOCES DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR.....	74
6.2	SEGUNDA ETAPA: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE FILMES INCORPORADOS COM EXTRATOS BRUTOS DE ABRICÓ E JAMBOLÃO E SORBATO DE POTÁSSIO NA ESTABILIDADE DE DOCES DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR.....	76
6.2.1	DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DOS FILMES ANTIMICROBIANOS	76
6.2.2	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INIBIÇÃO DOS FILMES INCORPORADOS COM SORBATO DE POTÁSSIO POLPA DE ABRICÓ E JAMBOLÃO.....	77
6.2.3	AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA, <i>IN SITU</i> , DE FILMES INCORPORADOS COM EXTRATO DE JAMBOLÃO E SORBATO DE POTÁSSIO NA ESTABILIDADE DE DOCE DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR.....	78
6.2.4	ESTABILIDADE DO DOCE DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR MODO DESAFIO	82
7	CONCLUSÃO	83
8	REFERÊNCIAS	84
9	ANEXOS	115

RESUMO

A sacarose é um dos principais componentes do doce de banana, uma vez que, juntamente com as substâncias pécticas e o ácido, define a formação do gel. Ao retirá-la da constituição desse doce, é necessário que se tenha estratégias tecnológicas que o aproxime o máximo possível do alimento tradicional. Ademais, o açúcar também atua como um agente conservante, inibindo o crescimento microbiano. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e utilizar embalagem ativa antimicrobiana, incorporada com extrato bruto de abricó, jambolão e sorbato de potássio, na estabilidade de doce de banana sem adição de açúcar elaborado utilizando cloreto de cálcio, goma carragena e pectina de baixo teor de metoxilação. Para isso, o trabalho foi desenvolvido em duas etapas. A primeira etapa correspondeu à avaliação do efeito do cloreto de cálcio, da goma carragena e da pectina de baixo teor de metoxilação nas características físico-químicas, sensoriais e no teor de compostos bioativos e na atividade antioxidante dos doces de banana sem adição de açúcar. A segunda etapa compreendeu o desenvolvimento e avaliação da atividade antimicrobiana de filmes adicionados de extrato bruto de abricó, extrato bruto de jambolão e sorbato de potássio. Os resultados mostraram que menores concentrações de cloreto de cálcio resultaram em formulações com tonalidade vermelho-amarelada e menor umidade, diminuindo assim o sabor e a intenção de compra. Além disso, a utilização de maiores concentrações de goma carragena diminuíram a percepção do aroma de banana. Tem-se ainda que a formulação F3 apresentou o maior teor de compostos bioativos e atividade antioxidante. Em relação ao filme, constatou-se que o potencial de inibição do jambolão foi maior quando comparado ao do abricó. Além disso, o extrato de jambolão foi capaz de reduzir o crescimento microbiano em quase um ciclo log, e a adição do sorbato de potássio ao filme foi tão eficiente quanto a sua adição direta no doce, sendo uma alternativa viável a utilização de filmes ativos antimicrobianos para acondicionar doces de banana sem adição de açúcar.

Palavras-chave: doce *diet*, estabilidade, conservante, embalagem ativa, extrato vegetal.

ABSTRACT

Sucrose is one of the main components of banana preserve, since, together with the pectic substances and acid, it defines the formation of the gel. By removing it from the constitution of this preserve, it is necessary to have technological strategies that bring it as close as possible to the traditional food. In addition, sugar also acts as a preservative, inhibiting microbial growth. Therefore, the objective of this work was to develop and use active antimicrobial packaging, incorporated with raw abricó extract, jambolão and potassium sorbate, in the stability of sugar-free banana preserve prepared using calcium chloride, carrageenan gum and low methoxylation pectin. For this purpose, the work was developed in two stages. The first step corresponded to the evaluation of the effect of calcium chloride, carrageenan gum and low methoxylation pectin on physical-chemical and sensory characteristics and on the content of bioactive compounds and on the antioxidant capacity of sugar-free banana preserves. The second stage comprised the development and evaluation of the antimicrobial activity of films added to raw abricó extract, raw jambolão extract and potassium sorbate. The results showed that lower concentrations of calcium chloride resulted in formulations with yellowish-red hue and lower moisture, thus decreasing flavor and purchase intention. In addition, the use of higher concentrations of carrageenan gum decreased the perception of the banana aroma. It is also feared that formulation F3 presented the highest content of bioactive compounds and antioxidant capacity. In relation to the film, it was found that the potential for inhibition of jambolão was greater when compared to abricó. In addition, jambolão extract was able to reduce microbial growth in a near log cycle and the addition of potassium sorbate to the film was as efficient as its direct addition to the preserve, being a viable alternative to the use of antimicrobial active films to condition banana preserves without adding sugar.

Keywords: diet preserve, stability, preservative, active packaging, vegetable extract.

1 INTRODUÇÃO

O doce de banana ou bananada é um produto muito comum, podendo ser encontrado em várias regiões brasileiras. Consumido desde a época da colonização, é um alimento de baixo custo e saboroso que apresenta alto teor energético, sendo considerado fonte de energia. Além disso, apresenta vida útil elevada devido à alta concentração de açúcar que faz parte da sua formulação, o que dificulta o crescimento de micro-organismos (SILVA; RAMOS, 2009). Dessa maneira, o açúcar não apenas confere doçura e sabor ao doce, como também atua como agente conservante (HYVÖNEN; TÖRMA, 1983; JAVANMARD; EDVAN, 2010).

A retirada do açúcar de produtos processados, que geralmente o contêm em grandes quantidades, modifica a retenção de umidade e diversos aspectos como sabor, textura, cor e aroma, o que dificulta a obtenção de produto similar ao tradicional. Dessa maneira, é fundamental a utilização de ingredientes que possuem a função de agentes de corpo, substituindo o volume e a textura perdidos pela retirada do açúcar (BENASSI; WATANABE; LOBO, 2001). Esses agentes possuem características semelhantes às da sacarose, sendo capazes de conferir estrutura ao alimento, além de auxiliar na coloração (PEREIRA, 2012; FARIAS, 2015).

A pectina de baixo teor de metoxilação (pectina BTM) é capaz de formar gel na presença de íons metálicos divalentes (normalmente cálcio) e na ausência de açúcar (NGOUÉMAZONG et al., 2012).

Pereira et al. (2013) avaliaram o efeito da adição de sais no comportamento reológico de doces de goiaba funcionais sem adição de açúcar e constaram que o cloreto de cálcio (CaCl_2) foi mais eficiente no melhoramento das características de textura, em particular, na força do gel.

Entretanto, este tipo de pectina não proporciona ao produto final as mesmas características do produto tradicional, sendo necessária a utilização de outros agentes gelificantes, como a carragena (MOREIRA; CHENLO; TORRES, 2011; WILLIAMS, 2007).

A goma carragena é amplamente utilizada na indústria como agente gelificante em consequência da sua propriedade de ligação com a água (LEITE et al, 2012; MARTINS et al, 2012; DEMIRCI; YILMAZ; DEMIRCI, 2014). Além disso, a sua utilização pode ainda estar relacionada com uma melhora na coloração dos produtos e alterações no teor de umidade (DEMIRCI; YILMAZ; DEMIRCI, 2014).

Tem-se ainda a necessidade da adição de agentes conservantes, uma vez que o açúcar atua como tal (CUNHA, 2016). Conservadores são substâncias que inibem ou retardam a alteração dos alimentos causada por micro-organismos, a fim de preservar a aparência e o sabor, além de proteger os consumidores dos perigos provocados por bactérias, fungos e leveduras (BRASIL, 1997; CARDOSO; PETRUCCI; PEREIRA, 2011). Os agentes conservantes mais usuais são os ácidos orgânicos fracos e seus sais (BRUL; COOTE, 1999). Geralmente, os mais usados em produtos derivados de frutas são o benzoato de sódio, o metabissulfito de sódio, o ácido cítrico e o sorbato de potássio (SOUZA, 2013). O sorbato de potássio é um sal de potássio que se origina do ácido sórbico, que é um ácido orgânico de ocorrência natural muito empregado como agente fungistático em alimentos (GAVA, 1984; ARAÚJO, 1990).

Nesse cenário, a embalagem possui papel fundamental na indústria alimentícia. Normalmente, os materiais utilizados na composição de embalagens têm sido selecionados no intuito de interagir o mínimo possível com o alimento que está acondicionando (SANTANA et al, 2013; MACHADO et al, 2012). Todavia, em virtude das exigências do consumidor e da preocupação com relação à procedência e condições de transporte e armazenamento, o potencial de aplicação de novos sistemas de embalagens vem crescendo (SOARES et al., 2009; SOARES; SILVA; SILVA, 2008).

Assim, surgem as embalagens ativas, que são aquelas que possibilitam uma interação entre o alimento e a embalagem no intuito de garantir a qualidade e a segurança ao longo da vida útil do alimento (SARANTÓPOULOS; COFCEWICZ, 2016). Tais sistemas fundamentam-se na incorporação e/ou imobilização de determinados aditivos à embalagem no lugar de incorporar diretamente no produto (SOARES et al., 2009).

Uma alternativa para reduzir a deterioração dos alimentos é incorporar agentes antimicrobianos na estrutura da embalagem, a fim de proporcionar uma maior margem de segurança e qualidade. A embalagem ativa antimicrobiana age para diminuir, inibir ou retardar o crescimento de micro-organismos que possam estar no alimento embalado, sendo um dos métodos mais promissores de empacotamento (DUTTA; TRIPATHI; DUTTA, 2014; HIGUERA-BARRAZA et al., 2015; SARANTÓPOULOS; COFCEWICZ, 2016).

Uma das vantagens da utilização de embalagens ativas antimicrobianas é a difusão dos compostos antimicrobianos da embalagem para a superfície do alimento de forma comedida. Assim, estão presentes em quantidades reduzidas, e somente onde sua presença é solicitada, ou seja, principalmente na superfície do produto, onde a maior parte das deteriorações ocorre

No momento em que o antimicrobiano é liberado da embalagem no decorrer do tempo, a cinética de desenvolvimento microbiano e a atividade antimicrobiana na superfície do produto podem ser equilibradas. Por consequência, a atividade antimicrobiana da embalagem pode ser aumentada, garantindo a segurança durante a distribuição dos alimentos (SOARES et al., 2009).

Quando o agente antimicrobiano é adicionado ou incorporado diretamente ao alimento, verifica-se uma perda rápida da sua atividade, causada pela redução da concentração de aditivos em sua superfície, decorrente das interações com os constituintes dos alimentos e da diluição (MATTEI et al., 2013). Em vista disso, o uso de embalagens ativas pode proporcionar uma melhor eficiência da substância fungicida ou fungistática, por apresentar difusão lenta do agente da embalagem para o alimento, contribuindo para manter a concentração mais alta na superfície do alimento (SOARES et al., 2009).

Existem diversos antimicrobianos que podem ser utilizados no desenvolvimento de polímeros antimicrobianos. Os agentes antimicrobianos naturais têm atraído muito o interesse da indústria devido à sua ampla aceitação causado pela demanda por alimentos naturais (LEE; NOH; MIN, 2012). Dentre os principais grupos de compostos com propriedades antimicrobianas extraídos de plantas, destacam-se os compostos fenólicos (GONÇALVES; FILHO; MENEZES, 2005).

Os compostos fenólicos de modo geral ganharam muito destaque devido a sua eficácia tanto como antimicrobiano quanto como antioxidante (BRAGA et al., 2010). Deste modo, ganham destaque o abricó (*Mammea amaricana* L.), que está entre as principais fontes de carotenoides da Amazônia, e o jambolão (*Syzygium cumini* L.), que se caracteriza por apresentar atividade antioxidante elevada (VEIGAS et al., 2007; REYNERTSON et al., 2008; VIZZOTTO; PEREIRA, 2008; BRAGA et al., 2010; PÉROUMAL et al., 2017).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e utilizar de embalagem ativa antimicrobiana, incorporada com extrato bruto de abricó, jambolão e sorbato de potássio, na estabilidade de doce de banana sem adição de açúcar elaborado com cloreto de cálcio, goma carragena e pectina de baixo teor de metoxilação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1 PRIMEIRA ETAPA

- Elaborar doces de banana sem adição de açúcar;
- Avaliar o efeito do cloreto de cálcio, da goma carragena e da pectina de baixo teor de metoxilação nas características físico-químicas e sensoriais de doces de banana sem adição de açúcar;
- Avaliar os compostos bioativos e a atividade antioxidante de três doces de banana sem adição de açúcar (selecionados com base nas análises físico-química e sensorial) por meio da determinação de vitamina C, carotenoides, compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante pelo método DPPH.

2.2.2 SEGUNDA ETAPA

- Desenvolver filmes antimicrobianos incorporados com extrato bruto de abricó e jambolão e com sorbato de potássio;
- Determinar a espessura dos filmes antimicrobianos incorporados com extrato bruto de abricó e jambolão e com sorbato de potássio;
- Avaliar a atividade antimicrobiana, *in vitro*, dos filmes incorporados com extrato bruto de abricó e jambolão e com sorbato de potássio;
- Avaliar a atividade antimicrobiana, *in situ*, de filmes incorporados com extrato de jambolão e sorbato de potássio na estabilidade de doce de banana sem adição de açúcar.

3 JUSTIFICATIVA

O Brasil é o sexto maior produtor mundial de banana, sendo esta a segunda fruta fresca mais produzida no país, ficando atrás apenas da laranja. Entretanto, os danos frequentes sofridos por essa fruta em seu processo de colheita e pós-colheita faz com que haja elevadas perdas. Ao levar em consideração estas particularidades somadas à relevância do aproveitamento das frutas não exportáveis e não comercializáveis na forma *in natura*, ela pode ser utilizada como matéria-prima para a preparação de um amplo número de produtos, contanto que não haja comprometimento da qualidade da polpa. Esse processo também propicia o aumento da vida útil do produto após o processamento.

Dentre os produtos obtidos dessa industrialização, a bananada é o mais popular, podendo ser encontrado em várias regiões do Brasil. É um alimento acessível, que possui alto teor energético e é muito consumido desde a época da colonização. Apresenta longa vida útil, que, de acordo com a embalagem e as circunstâncias de processamento, pode variar entre 6 meses e 1 ano.

Para obter um doce em massa no ponto apropriado para o corte, são necessários os seguintes itens: fruta, pectina, açúcar e ácido. Cada um dos ingredientes contribui à sua maneira: a fruta, com o sabor, o aroma e a cor; a pectina é responsável pela consistência gelatinosa; o açúcar, além de adoçar e auxiliar na formação do gel, ainda atua como conservante, inibindo crescimento microbiano; e o ácido possibilita atingir o nível de acidez essencial para decorrer a geleificação, evidenciando o aroma natural da banana e contribuindo para o desenvolvimento de textura adequada.

Atualmente, o consumidor vem se adequando a hábitos alimentares mais saudáveis pela ingestão de alimentos com reduzido teor de calorías. A busca por esses alimentos não ocorre apenas pelo interesse do consumidor por produtos correlacionados a dietas para controle de peso, mas também pelo aumento da preocupação com os benefícios que eles podem trazer para a saúde.

A sacarose é um dos principais componentes da bananada, uma vez que, juntamente com as substâncias pécticas e o ácido, define a formação do gel. Ao retirá-la da constituição do desse doce, é necessário que se tenha estratégias tecnológicas que o aproxime o máximo possível do alimento tradicional. Atenta ao mercado consumidor, a indústria alimentícia tem desenvolvido técnicas para a fabricação de alimentos com reduzido teor de calorías, por meio

da substituição de açúcar por edulcorantes, agentes de corpo e gelificantes no intuito de aproximar ao máximo do produto convencional.

Além disso, o açúcar também atua como um agente conservante, inibindo o crescimento microbiano. Nesse contexto, as embalagens ativas antimicrobianas, que agem por meio da difusão de compostos antimicrobianos da embalagem para a superfície do alimento, fazem com que os conservantes estejam presentes no alimento em menores quantidades, atendendo a essa demanda atual do consumidor, que procura por alimentos livres de conservantes ou com quantidades reduzidas.

Nessa circunstância, destacam-se os extratos vegetais, cuja capacidade antimicrobiana é atribuída à produção de substâncias resultantes do metabolismo secundário das plantas como forma de proteção frente às condições adversas a saber: estresse oxidativo, luz solar intensa e calor, radiação ultravioleta, pragas, doenças e herbívoros. Essas substâncias têm se sobressaído em virtude de sua eficácia tanto como antimicrobiano quanto como antioxidante.

Alguns frutos se destacam por apresentar atividade antioxidante elevada, dentre eles estão o abricó (*Mammea americana L.*), que é uma das principais fontes de carotenóides da Amazônia, e o jabolão (*Syzygium cumini L.*), originária da Índia oriental, uma rica fonte de antocianinas. Estudos prévios realizados em nosso grupo de pesquisa mostraram que os extratos brutos dessas frutas apresentaram desempenho satisfatório quando utilizados como agentes antimicrobianos.

4 REVISÃO TEÓRICA

4.1 BANANA

Fruto da bananeira, a banana (*Musa sp.*) é uma das frutas mais consumidas mundialmente, sendo o principal produto comercializado no mercado internacional de frutas frescas (CARNEIRO; MENDONÇA, 2009; IBGE, 2015; REETZ et al, 2015). Pesa aproximadamente 125 g, das quais, cerca de 75% é água e 25%, matéria seca (BHATAWALE et al., 2012). Também conhecida como baé, banana nanica, banana d'água, verde, anã, cambota e banana-da-china, a banana caturra destaca-se no cenário nacional (MARQUES et al., 2017). Mede cerca de 14 a 25 cm e apresenta o peso variando entre 87 e 206 g. Essa variedade possui uma casca fina com a coloração amarelo-esverdeada, ainda que madura. Apresenta uma polpa de coloração branco-cremosa a amarelo-pálida, macia e com sabor doce e agradável. Devido às suas características de aroma e sabor, é muito consumida tanto *in natura* quanto processada (ALVES, 1999; ALMEIDA et al., 2001).

O Brasil é o sexto maior produtor universal de banana, com uma produção anual de, aproximadamente, 6,9 milhões de toneladas, em uma extensão de 481 mil hectares que rende 14,35 toneladas/ha⁻¹ (SALOMÃO et al., 2016). É a segunda fruta fresca mais produzida no país, ficando atrás apenas da laranja (REETZ et al, 2015). O brasileiro consome, em média, 31 kg/ano da fruta (SARMENTO et al., 2015a).

A boa aceitação desse fruto está relacionada com seus aspectos sensoriais e valor nutricional, sendo considerado boa fonte energética (67 Kcal/100g) devido à presença de carboidratos e de micronutrientes como vitaminas e minerais, especialmente o potássio (MATSURA; COSTA; FOLEGATTI, 2004; CAZAL, 2010; MOHIUDDIN et al., 2014). Isso faz com que a banana seja muito consumida por indivíduos de todas as idades, incluindo atletas, pessoas que fazem atividades físicas intensas e pessoas de baixa renda, uma vez que apresenta custo relativamente baixo (ARRUDA et al., 2007). Além disso, pode-se dizer que a casca da banana constitui uma “embalagem” individual, que torna o seu consumo prático e conveniente por ser higiênica e de fácil remoção (MATSURA; COSTA; FOLEGATTI, 2004).

Por ser um fruto climatérico, o período de amadurecimento da banana é curto, o que significa um tempo de conservação reduzido. Isso acontece devido a sua alta taxa de respiração e à produção de etileno. Por esse motivo, seu amadurecimento é acelerado, tornando sua vida útil relativamente curta (aproximadamente 6 a 8 dias em temperatura

ambiente). Ademais, ela também não resiste a baixas temperaturas, ou seja, não pode ser acondicionada a 12-13 °C, ainda que em embalagens especiais (VIVIANI; LEAL, 2007; FALCÃO et al., 2017).

Os frutos da bananeira são colhidos ainda verdes, mas desenvolvidos fisiologicamente, e completam o amadurecimento após a colheita. Nesse momento, a caracterização da banana possibilita identificar as diferenças relacionadas a cada espécie. Com isso, é possível obter informações que permitem orientar a colheita, o transporte interno, a embalagem e o transporte externo, baseando-se na suscetibilidade a danos mecânicos, facilidade de despencamento, tamanho das frutas, coloração, maneira de apresentação e sabor, conduzindo-os conforme as exigências do mercado (FONSECA et al., 2016; CASTRICINI et al., 2016). Todavia, o fruto colhido com o desenvolvimento fisiológico completo, amadurece de maneira desigual (PRILL et al., 2012).

Para avaliar a qualidade da banana, deve-se acompanhar cada etapa do processamento, da colheita, até sua comercialização. Para tanto é fundamental que se adote padrões preestabelecidos que proporcionem classificar o produto adequadamente. O pH, acidez titulável, os sólidos solúveis, a relação entre os sólidos solúveis e acidez ou índice de maturação (IM), açúcares redutores e não-redutores, açúcares totais, substâncias pécticas e teor de amido são os parâmetros químicos mais usados na avaliação da qualidade pós colheita dessa fruta (VIVIANI; LEAL, 2007).

Ao longo do amadurecimento da banana, ocorrem alterações na aparência, textura e composição química. Essas modificações são caracterizadas pela transformação de amido em açúcares, com decorrente aumento dos sólidos solúveis, assim como da acidez, que são marcados pela redução do pH e uma simultânea elevação da acidez titulável. O amaciamento dos frutos constitui-se em uma das claras mudanças constatadas no decorrer do amadurecimento, estando relacionado à hidrólise de amido e solubilização de substâncias pécticas. Ao mesmo tempo, na casca, é possível notar o amadurecimento causado pela degradação da clorofila, além da presença dos carotenoides, responsáveis pela cor amarela (CARVALHO et al., 2011).

Um ponto que merece destaque ao se estudar a cadeia produtiva da banana são os danos frequentes no processo de colheita (BARROS et al., 1966). A negligência na manipulação nas etapas de colheita, bem como na pós-colheita, é responsável por grande volume de perdas. Os danos mecânicos estão entre as principais razões do desprestígio e da

desvalorização da fruta *in natura*, cujas perdas podem atingir cerca de 40% ao longo dos processos de plantação e comercialização (BARROS et al., 1966; SARMENTO et al., 2015b).

Respostas físicas e fisiológicas a esses danos, como modificações na cor e no sabor, amadurecimento acelerado, maior perda de peso e atividade enzimática elevada, podem ser observadas na banana, sendo que sua sensibilidade a esses danos varia conforme a cultivar e a temperatura de armazenamento. O entendimento acerca das consequências de danos mecânicos nos frutos possibilita a tomada de decisão em relação a intervenções durante a manipulação, no intuito de reduzir uma sequência de injúrias nos diferentes passos da cadeia produtiva, mantendo, portanto, a qualidade dos frutos (SARMENTO et al., 2015b).

Deste modo, o processamento da banana caturra pode ser uma opção no aproveitamento de excedentes de produção e de frutos que não atendem aos padrões de qualidade para consumo *in natura*, contanto que não haja comprometimento da qualidade da polpa. Esse processo também propicia o aumento da vida útil do produto após o processamento (OLIVEIRA; SANTOS, 2015).

4.2 DOCE DE BANANA

Há uma diversidade de produtos que podem ser obtidos a partir da banana, entretanto a elaboração de balas, doces de corte, doces cremosos e mariolas são os principais seguimentos da agroindústria brasileira (GODOY et al., 2009a; GODOY et al., 2013).

A bananada é um produto muito popular. Há uma grande variedade de doces de banana no mercado brasileiro, distribuídas em embalagens de celofane e madeira, geralmente originadas de produção artesanal e em latas ou embalagens de polipropileno, quando feitas por indústrias maiores (NUTEC, 1986; JACKIX, 1988; SOUZA; BRAGANÇA, 2002; TFOUNI; TOLEDO, 2002; TORREZAN 2003; MACHADO; MATTA, 2006; SILVA; RAMOS, 2009; MAIA et al., 2009).

Assim como a sua fabricação, suas vendas ocorrem em todo o território nacional (BARBOSA; FREITAS; WASZCZYNSKYJ, 2003; ALEM; ORNELLAS, 2005; GODOY et al., 2009b). Apresenta longa vida útil, que de acordo com a embalagem e as circunstâncias de processamento, podem variar entre 6 meses e 1 ano. Isso ocorre devido à alta concentração de açúcar que faz parte da sua formulação, podendo variar de 33,3 a 50,0%, dificultando o crescimento de micro-organismos (NUTEC, 1986; JACKIX, 1988; SOUZA; BRAGANÇA, 2002; TFOUNI; TOLEDO, 2002; TORREZAN 2003; MACHADO; MATTA, 2006; SILVA;

RAMOS, 2009; MAIA et al., 2009). Dessa maneira, o açúcar não apenas confere sabor e doçura ao doce, como também atua como agente conservante (HYVÖNEN; TÖRMA, 1983; JAVANMARD; ENDAN, 2010).

De acordo com a legislação, as bananadas fazem parte do grupo geral de produtos de frutas que, em conformidade com a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) número 272 de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), são aqueles feitos a partir de fruta(s) inteira(s) ou em parte(s) e/ou semente(s), oriundos de processos de secagem e/ou desidratação e/ou laminação e/ou cocção e/ou fermentação e/ou concentração e/ou congelamento e outros processos tecnológicos tidos como seguros para a produção de alimentos. Podem, ainda, conter açúcar e/ou outro componente, desde que não descaracterize o produto (BRASIL, 2005).

Tem-se ainda que a RDC nº 8 de 6 de março de 2013 e a RDC número 45 de 3 de novembro de 2010, discriminam, respectivamente, a utilização de aditivos alimentares para produtos de frutas e os aditivos alimentares permitidos para a aplicação de acordo com as boas práticas de fabricação (BPF), estabelecendo seus limites máximos de adição no doce em massa. A legislação aprova a incorporação de pectina ou pectina amidada, carragena, musgo irlandês, bem como as gomas garrofinha, caroba, alfarroba e jataí, em dose suficiente para alcançar o efeito desejado. Conforme a legislação, são consentidos os seguintes conservadores: ácido sórbico e seus sais de sódio, potássio, e cálcio e ácido benzoico, e seus sais de sódio, cálcio e potássio, no limite de 0,1 g/100 g de produto; e o dióxido de enxofre, anidro sulfuroso, sulfito de sódio e de potássio, bissulfito de sódio e de potássio, sulfito ácido de sódio e cálcio, metabissulfito de sódio e de potássio, no limite de 0,01 g/100 g de produto. Existem diversos acidulantes permitidos em parcelas suficientes para a obtenção do efeito tecnológico necessário, dentre os quais ressaltam-se o ácido cítrico, lactato de potássio e de cálcio, ácido láctico e carbonato de potássio, bicarbonato de potássio, carbonato ácido de potássio e hidrogeno carbonato de potássio. Ademais, são liberados os seguintes aditivos: antiespumante, antioxidante, aromatizante, corante, geleificante e umectante (BRASIL, 2010; BRASIL, 2013).

Para obter um doce em massa no ponto apropriado para o corte, são necessários os seguintes itens: fruta, pectina, açúcar e ácido. Cada um dos ingredientes contribui à sua maneira: a fruta, com o sabor, o aroma e a cor; a pectina é responsável pela consistência gelatinosa; o açúcar, além de adoçar e auxiliar na formação do gel, ainda atua como conservante, inibindo crescimento microbiano; e o ácido possibilita atingir o nível de acidez

essencial para decorrer a geleificação, evidenciando o aroma natural da banana e contribuindo para o desenvolvimento de textura adequada. Dessa forma, o doce em massa resulta do cozimento dos referidos ingredientes e outros elementos apropriados para este produto, até chegar à consistência apropriada (NUTEC, 1986; JACKIX, 1988; SOUZA; BRAGANÇA, 2002; TORREZAN 2003; MACHADO; MATTA, 2006; MAIA et al., 2009; SANTOS; RAMOS, 2009; TORREZAN, 2015).

A qualidade da matéria-prima usada é primordial para a produção de doces. Dessa maneira, as frutas devem estar em sua fase ótima de maturação, quando apresentam seu melhor sabor, cor e aroma. As frutas muito verdes, além de serem deficientes em açúcar e pectina, podem desenvolver uma tonalidade castanha no produto final, ao passo que as frutas excessivamente maduras, além de perderem pectina por meio da ação das enzimas pécticas, são mais vulneráveis a contaminação por fungos e leveduras. As frutas que vão servir de base para a fabricação do doce podem ser encontradas das seguintes maneiras: frutas frescas ou congeladas, e polpas congeladas, conservadas ou pasteurizadas (MARTINS et al., 2012).

4.2.1 PROCESSAMENTO DO DOCE DE BANANA EM MASSA

O processamento da banana, além de viabilizar a sua conservação por mais tempo, permite também a sua disponibilização em lugares afastados do seu plantio, além de facilitar o seu consumo (CARNEIRO; MENDONÇA, 2009). Tem-se ainda que esse tipo de tratamento agrega valor à fruta, já que são transformadas em produtos que possuem alta demanda e com importância econômica notória em muitas regiões brasileira, consistindo em fonte de renda para pequenos agricultores com perspectivas de geração de emprego (GODOY et al, 2014; OLIVEIRA; SANTOS, 2015).

O método para se obter doces de banana de corte constitui-se na concentração da polpa de banana, acidificada anteriormente com ácidos cítrico, tartárico ou málico, numa concentração entre 0,1 a 0,5 %, com açúcar e pectina, numa proporção que pode variar entre 0,06 a 1,5%, até alcançar 73 °Brix de concentração, de maneira a possibilitar o corte (NUTEC, 1986; JACKIX, 1988; SOUZA; BRAGANÇA, 2002; TORREZAN 2003; MACHADO; MATTA, 2006; GODOY et al., 2009; MAIA et al., 2009; TORREZAN, 2015). Na Figura 1 está representado o fluxograma básico para se obter doces de em massa. A sequência de passos pode apresentar pequenas modificações (TORREZAN, 2015).

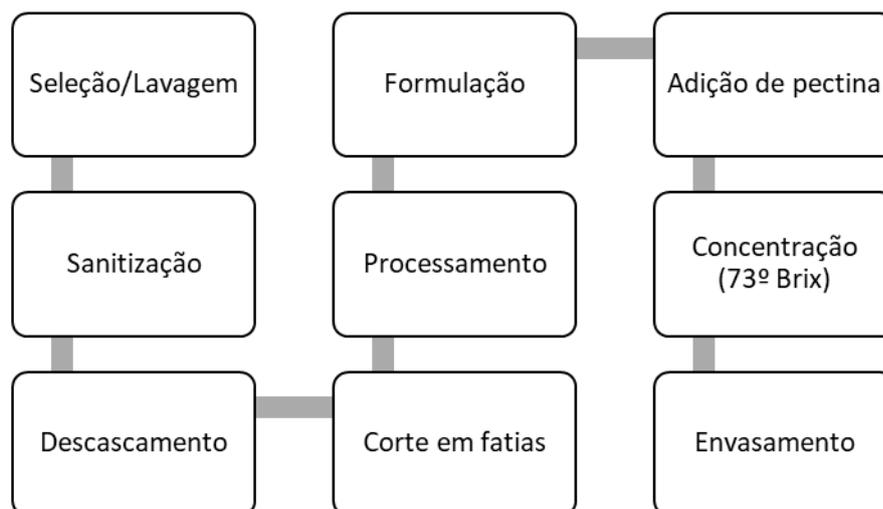


Figura 1: Fluxograma geral do processamento de doces em massa. Adaptado de TORREZAN, (2015) e GODOY et al (2009a).

4.2.2 PRINCIPAIS INGREDIENTES DO DOCE DE BANANA EM MASSA TRADICIONAL

4.2.2.1 Açúcar

Na produção de doces em massa, a sacarose é um dos principais componentes, uma vez que, juntamente com as substâncias pécticas e o ácido, define a formação do gel. A sua adição também influencia no rendimento do produto, e a determinação da quantidade que será adicionada para a fabricação do doce é crucial, já que garante o teor de sólidos solúveis essenciais para que o gel seja formado. Entretanto, quando usada em altas concentrações, pode fazer com que a sacarose passe do estado amorfo para o estado cristalino. Esse processo é denominado cristalização e pode ser evitado pela substituição parcial da sacarose por glicose ou açúcar invertido (LÜCK; JAGER, 2000; MACHADO; MATTA, 2007; MARTINS et al.,2012; TORREZAN, 2015).

4.2.2.2 Pectina

A pectina é um polissacarídeo constituinte natural das plantas, encontrada na parede celular, que exerce função estrutural. É constituída por uma cadeia principal de 300 a 1000 unidades de ácido galacturônico ligado em α (1→4) que pode conter um número diverso de grupos éster metílico, apresentando maior ou menor grau de ramificações incluindo vários outros oligossacarídeos (CANTERI et al.,2012; FILHO et al., 2012).

A pectina pode ser diferenciada de acordo com seu grau de esterificação, que corresponde a razão entre os grupamentos esterificados de ácido D-galacturônico e o total de grupamentos de ácido galacturônico e, de acordo com ele, pode ser classificada em duas categorias: pectinas de alto teor de metoxilação (ATM) (Figura 2) e pectinas de baixo teor de metoxilação (BTM) (Figura 3) (BOBBIO; BOBBIO, 2003; CANTERI et al., 2012). Normalmente, as pectinas ATMs contêm mais de 50% de grupos metoxílicos na forma esterificada e possuem a capacidade de formar géis em condições ácidas, na existência de altas concentrações de sólidos solúveis, como açúcares. Por outro lado, as pectinas BTMs possuem menos de 50% de grupos metoxílicos na forma esterificada e associam-se à gelificação por cátions divalentes, habitualmente, o cálcio (FRAEYE et al., 2010; VIDE et al., 2011; NGOUÉMAZONG et al., 2012).

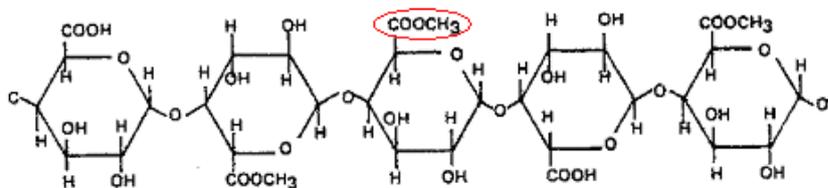


Figura 2: Pectina de alto teor de metoxilação (ATM). Fonte: SIGUEMOTO (1993).

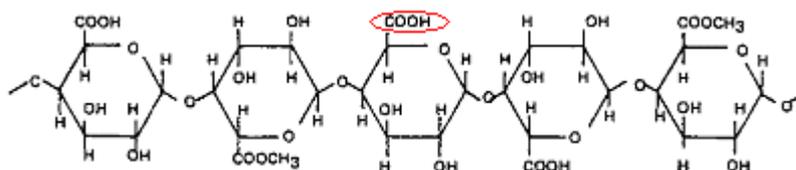


Figura 3: Pectina de baixo teor de metoxilação (BTM). Fonte: SIGUEMOTO (1993).

Em consequência da capacidade de gelificação depender do tamanho molecular e do grau de esterificação, pectinas de fontes diferentes não possuem a mesma capacidade de formar gel, em função das variações desses parâmetros. Conseqüentemente, a determinação de uma grande quantidade de pectina em uma fruta é insuficiente para qualificá-la como fonte comercial deste polissacarídeo (CANTERI et al., 2010).

A utilização da pectina na indústria de alimentos é multifacetada, já que este aditivo possui propriedades geleificantes, espessantes e estabilizantes. Isso faz com que possa ser utilizada em uma grande variedade de produtos lácteos, cárneos, de panificação, doces, geleias, bebidas, dentre outros (SIQUEIRA et al., 2012; CANTERI et al., 2012).

No substrato ácido da fruta, a pectina é um coloide que possui cargas negativas. O acréscimo de açúcar a esse substrato afeta o equilíbrio entre a pectina e a água, alterando a pectina e formando uma malha similar a uma rede que possui a capacidade de reter líquido e aglutinar açúcar sob a forma de gel (FERNANDES et al., 2010).

O mecanismo de gelificação da pectina ATM acontece porque os sólidos solúveis auxiliam na interação entre as moléculas de pectina, ocasionando a formação de pontes de hidrogênio entre as moléculas, além de interações hidrofóbicas que acontecem entre os grupos metila (POIANA et al., 2013). A Figura 4 exemplifica o procedimento de gelificação da pectina ATM por meio da junção de duas micelas em consequência da ação do açúcar e do ácido. A presença do açúcar e do ácido são fundamentais, uma vez que as micelas de pectina são bastante hidratadas e carregadas negativamente, propiciando a repulsão entre elas. Quando se adiciona o ácido há a liberação de íons H^+ , o que favorece a redução do campo negativo e a consequente aproximação entre as micelas. Apesar disso, não acontece a formação de gel em razão da presença de água em torno das micelas. Por isso, o açúcar desempenha papel fundamental, uma vez que se liga à água, permitindo que uma menor quantidade dessa molécula esteja disponível, aproximando ainda mais as micelas de pectina (PEREIRA, 2009; SANTOS, 2012;). Os géis que se formam com a utilização de pectina ATM não são termorreversíveis, o que quer dizer que a solução não retorna ao estado líquido, mesmo na presença de altas temperaturas (NUNES, 2013).

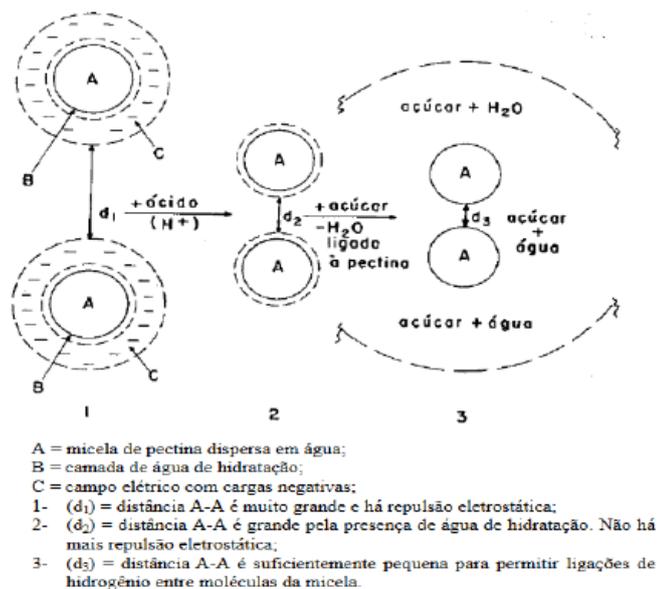


Figura 4: Mecanismo de geleificação da pectina ATM. Fonte: BOBBIO & BOBBIO (2003).

Por outro lado, o processo de gelificação para a pectina BTM (Figura 5) ocorre em qualquer concentração de sólidos solúveis, desde que os íons metálicos di ou tri-valentes, normalmente o cálcio (Ca^{2+}), estejam presentes, independente da faixa de pH. A formação do gel ocorre por ligações cruzadas de cálcio entre os grupos carboxílicos livres, originando um modelo “egg box”. Ademais, o gel formado é termossensível (WILLATS; KNOX; MIKKELSEN, 2006; NUNES, 2013; CHAN et al., 2017).

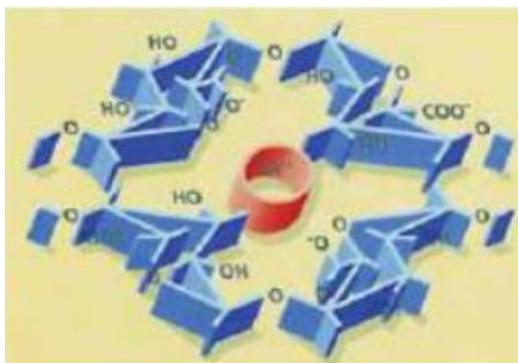


Figura 5: Mecanismo de geleificação da pectina BTM. Fonte: NUNES (2013).

4.2.2.3 Ácidos

O ácido também é um componente essencial para a formação do gel ou gelificação (JACKIX, 1988; SOLER, 1991). Para que esse processo seja adequado, é necessário que o pH final esteja entre 3,0 e 3,2. Entretanto, para a maior parte das frutas, esse valor de pH não é atingido apenas com fruta, pectina e açúcar. Dessa maneira, é fundamental adicionar acidulantes para que o gel possa ser formado, além de realçar o sabor natural das frutas (JACKIX, 1988; TORREZAN, 2015; OLIVEIRA; SANTOS, 2015). Logo, a adição de acidulantes é realizada com o objetivo de reduzir o pH, além de impedir a cristalização do açúcar ao longo do armazenamento (JACKIX, 1988; OLIVEIRA; SANTOS, 2015)

Geralmente, os mais utilizados para a gelificação são os ácidos orgânicos que fazem parte da composição das frutas, como os ácidos cítrico, tartárico e málico (JACKIX, 1988; TORREZAN, 2015). Destes, o ácido cítrico é o mais usado, devido ao seu sabor agradável e à sua percepção imediata (SOLER, 1991). É importante salientar que todo e qualquer ácido empregado em alimentos devem possuir grau alimentício e deve ser autorizado pela legislação vigente (TORREZAN, 2015).

A acidez total é expressa em termos de percentual de ácido málico, ácido predominante na banana, que tende a permanecer inalterada no decorrer do armazenamento do doce de banana, de forma a não ser uma variável determinante da vida útil deste produto (HOLANDA et al., 1974).

4.2.3 DOCE DE BANANA EM MASSA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR

Na atualidade, o consumidor vem se adequando a hábitos alimentares mais saudáveis pela ingestão de alimentos menos calóricos (CHIM; ZAMBIAZI; BRUSCATTO, 2006). A procura por esses alimentos não ocorre somente pelo interesse do consumidor por produtos correlacionados a dietas para controle de peso, mas também pelo aumento da preocupação com os benefícios que eles podem trazer para a saúde (BENASSI; WATANABE; LOBO, 2001). Além disso, disfunções como obesidade, diabetes e hipertensão também estimulam essa busca (GRANADA et al., 2005; CHIM; ZAMBIAZI; BRUSCATTO, 2006). Com base nisso e, conseqüentemente, no aumento da demanda de mercado, houve uma expansão na oferta e diversificação de produtos de baixo valor calórico (*light/diet*) no intuito de atender a necessidade de diminuição da ingestão de açúcar e de manter a saúde (CHIM; ZAMBIAZI; BRUSCATTO, 2006).

Alimentos dietéticos são aqueles desenvolvidos especialmente ou feitos de maneira que a sua constituição atenda às necessidades dietoterápicas particulares de indivíduos com condições físicas, metabólicas, fisiológicas ou patogênicas específicas. Compreende as seguintes categorias: alimentos para dietas restritas em açúcares, sódio, gorduras, colesterol, aminoácidos ou proteínas; e dietas para controle de peso, alteradas em sua estrutura molecular. A expressão “*diet*” é usada apenas em alguns grupos de alimentos para fins especiais, como no caso daqueles que substituem o açúcar utilizado na formulação do produto similar ao convencional por edulcorante (BRASIL, 1998).

Entretanto, substituir uma matéria-prima no mercado de doces não é tão simples, uma vez que os consumidores já estão acostumados a certos atributos sensoriais que essa matéria-prima concede ao produto (GODOY et al., 2009b).

Foi constatado que o sabor é um dos critérios essenciais de qualidade que afeta a decisão de compra de determinado alimento, sendo esse um dos motivos pelos quais o sabor de produtos com teor de calorias reduzido não pode apresentar diferenças nítidas em comparação com os produtos convencionais (NACHTIGALL; ZAMBIAZI, 2006). Atenta ao

mercado consumidor, a indústria alimentícia tem desenvolvido técnicas para a fabricação de alimentos com reduzido teor de calorias, por meio da substituição de açúcar por edulcorantes, agentes de corpo e gelificantes no intuito de se aproximar ao máximo do produto convencional (MILAGRES et al., 2010).

Poucos são os trabalhos disponíveis na literatura sobre a elaboração de doces de banana sem açúcar. Entretanto, ao desenvolver um doce de banana sem adição de açúcar e com o aproveitamento da casca, Carneiro e Mendonça (2009) observaram que, tecnologicamente, a retirada total do açúcar não prejudicou na formação da cor e do aroma, o que foi comprovado pelo resultado da avaliação sensorial, uma vez que o produto desenvolvido obteve uma boa aceitabilidade.

4.2.3.1 Conservadores

De acordo com a Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997, conservadores são substâncias que inibem ou retardam a alteração dos alimentos causada por micro-organismos ou enzimas, a fim de preservar a aparência e o sabor, além de proteger os consumidores dos perigos provocados por bactérias, fungos e leveduras, causadores de várias patologias e infecções (BRASIL, 1997; CARDOSO; PETRUCCI; PEREIRA, 2011). Esses compostos podem ainda diminuir as perdas nutricionais e as modificações químicas, aumentando a vida útil do alimento (ZENGIN et al., 2011).

A atividade antimicrobiana dos conservantes é fundamentada na ação sobre um ou mais integrantes celulares (DNA, membrana plasmática e parede celular) ou atividades celulares (síntese proteica, atividade enzimática e transporte de nutrientes) (AZEREDO et al., 2012). Os agentes conservantes mais usuais são os ácidos orgânicos fracos e seus sais que, em solução, encontram-se em equilíbrio entre o estado dissociado e não dissociado. Esses conservadores possuem atividade inibidora em pH baixo, pois esse auxilia o estado sem carga e não dissociado da molécula que é livremente permeável pelo interior da membrana citoplasmática. Logo, possui a capacidade de adentrar na célula (BRUL; COOTE, 1999; AZEREDO et al., 2012).

Posteriormente, o pH mais baixo no interior da célula, a molécula se dissocia, resultando na liberação de ânions carregados e prótons que são incapazes de passar pela membrana plasmática. A molécula conservante difunde-se para a célula até alcançar o equilíbrio, de acordo com o gradiente de pH, por meio da membrana, ocasionando no

acúmulo de ânions e prótons dentro da célula (BRUL; COOTE, 1999; AZEREDO et al., 2012). Geralmente, os conservantes usados em produtos derivados de frutas são o benzoato de sódio, o metabissulfito de sódio, o sorbato de potássio e o ácido cítrico (SOUZA, 2013a).

O sorbato de potássio é um sal de potássio que se origina do ácido sórbico, que é um ácido orgânico de ocorrência natural muito empregado como agente fungistático em alimentos. O ácido sórbico e seus sais são disponibilizados ao mercado em pó ou granulados de cor branca (GAVA, 1984; ARAÚJO, 1990). Ao ser comparado com o ácido sórbico, o sorbato de potássio é 50% mais hidrossolúvel e apresenta 74% da atividade antimicrobiana e, mesmo com o ácido sórbico possuindo maior eficácia em uma faixa maior de pH, o sorbato de potássio é mais usado por possuir maior solubilidade nos alimentos (LIM; MUSTAPHA, 2004).

Pode-se dizer que o sorbato de potássio possui atividade antimicrobiana de alta potência, impedindo o crescimento de uma ampla gama de bactérias, especialmente aqueles catalase-positivos aeróbicos. De modo geral, o ácido sórbico ou o sorbato de potássio são eficientes, na maior parte dos alimentos, em concentrações de 0,05% e 0,30% (GAVA, 1984; ARAÚJO, 1990). Entretanto, concentrações de 0,2% são eficazes e não alteram o sabor e o odor do produto e até mesmo quando utilizados em concentrações maiores, o efeito no sabor é quase imperceptível. Sua eficiência é maior conforme o aumento da acidez e possuem baixa toxicidade devido à sua rápida metabolização (GAVA, 1984; ARAÚJO, 1990; GONZÁLEZ-FANDOS; DOMINGUEZ, 2007; STANOJEVIC et al, 2009; SOUZA, 2013a).

Ao estudar sobre a influência da embalagem e da adição de sorbato de potássio nas características físicas, físico-químicas e microbiológicas de doces de goiaba, Menezes et al. (2011) demonstraram que a presença do sorbato de potássio auxiliou na diminuição da atividade de água, que é um fator essencial no desenvolvimento de micro-organismos. Essa redução resultou da alta solubilidade dos sais de ácido sórbico, especialmente quando utilizado em altas temperaturas.

Esses resultados corroboram com os reportados por Martins et al. (2011) que, ao analisar a estabilidade de doces em massa de banana prata, com ou sem adição de sorbato de potássio, em diferentes temperaturas, ao longo de 165 dias de armazenamento, constataram que as formulações de doce sofreram influência do tempo, temperatura e utilização de sorbato de potássio. Além disso, a utilização do sorbato teve influência na firmeza, no teor de sólidos solúveis, na adesividade e nos parâmetros de cor, assim como na atividade de água, favorecendo a sua redução.

4.2.3.2 *Edulcorantes*

A retirada do açúcar de produtos processados, que geralmente o contêm em grandes quantidades, modifica a retenção de umidade e diversos aspectos como sabor, textura, cor e aroma, o que dificulta a obtenção de produto similar ao tradicional. Dessa maneira, é fundamental a utilização de ingredientes que possuem a função de agentes de corpo, substituindo o volume e a textura perdidos pela retirada do açúcar (BENASSI; WATANABE; LOBO, 2001). Tem-se ainda a adição de agentes conservantes, uma vez que o açúcar assume o papel do mesmo (CUNHA, 2016). No que diz respeito ao sabor, para atingir essa exigência, faz-se necessária a utilização de edulcorantes (CARDOSO; BATTACHIO; CARDELLO, 2004).

Edulcorantes são compostos orgânicos, não-glicídicos, que possuem um poder adoçante muito superior à sacarose, proporcionando sabor doce aos alimentos (BRASIL, 1997; NACHTIGALL; ZAMBIAZI, 2006; SOUZA; BACCAN; CADORE, 2011; SIEFARTH et al., 2011; MELO et al., 2016). Sua utilização em produtos com teor calórico reduzido é justificada pela sua habilidade de interagir com os receptores gustativos, propiciando a sensação do gosto doce. Ademais, por não serem metabolizadas pelo organismo ou por serem usados em proporções muito pequenas, esses compostos são considerados não calóricos (PIETTA; BORGES; CARLI, 2016).

Atualmente, são divididos em duas categorias: nutritivos e não-nutritivos. A sacarina, o aspartame, o acesulfame-K, a sucralose, o neotame, o alitame, a neoesferidina, a taumatina, o ciclamato e a estévia pertencem ao primeiro grupo. Já a frutose, a glicose e os polióis fazem parte do segundo, sendo subdivididos, de acordo com sua estrutura química, em derivados de monossacarídeos (sorbitol, manitol, xilitol, eritritol), derivados de dissacarídeos (isomaltitol, lactitol, matotil, tagatose, trelose) e derivados da combinação de amidos hidrolisados hidrogenados (xarope maltitol, dentre outros) (American Dietetic Association - ADA, 2004).

Nenhum edulcorante é adequado para todas as aplicações, entretanto suas limitações podem ser reduzidas por meio da combinação entre eles. Essa combinação tem a finalidade de aumentar o poder edulcorante, usufruindo o efeito de sinergismo que reduz o nível de uso desses aditivos e o custo do produto final. Ademais, a combinação pretende mascarar sabores residuais e alcançar um perfil de doçura mais próximo ao da sacarose. Misturas de acesulfame-k e sucralose demonstraram sinergismo entre 7,2 e 9,8%, ou seja, quando

misturados, tendo a equivalência do poder edulcorante de cada um, observa-se um aumento na doçura da ordem de 7,2 a 9,8% (MILAGRES et al., 2010).

A Resolução nº 3 do dia 2 de janeiro de 2001 da Anvisa, que regulamenta a utilização de aditivos edulcorantes, estabelece limites máximos e mínimos desses compostos. Essa legislação, que abrange alimentos e bebidas em dietas com restrição de açúcar, determina os seguintes limites máximos por 100 g ou 100 mL de produto pronto para a ingestão: 0,06g de esteviosídeo; 0,035 g de acessulfame-K; 0,075 g de aspartame, 0,03 g de sacarina; 0,045 g de sucralose e 0,03 g de ciclamato (BRASIL, 2001).

Ao analisar o perfil de textura e aceitabilidade sensorial de doces de goiabadas desenvolvidas com diferentes edulcorantes, Almeida et al. (2009) observaram que os doces feitos com edulcorantes apresentaram menor tendência à aceitação. Entretanto, as goiabadas elaboradas com a sucralose e a combinação de sucralose e acessulfame – k apresentaram boa aceitação.

Granada et al. (2005), ao realizarem a caracterização física, química, microbiológica e sensorial de geleias light de abacaxi observaram que a utilização da sucralose mostrou-se satisfatória no sentido de repor a doçura das geleias, não interferindo no sabor característico.

4.2.3.2.1. Acessulfame-K

Descoberto em 1967 na Alemanha, o acessulfame-k (Figura 6) (potassium 6-methyl-2,2-dioxo-2H-1,2 λ 6,3-oxathiazin-4-olate) é um sal de potássio sintético da sulfonamida cíclica oriundo de derivados do ácido acético com estrutura similar à sacarina (VIGGIANO, 2003; TORLONI et al., 2007; CARVALHO, 2007; SHANKAR; AHUJA; SRIRAM, 2013). É livre de calorias e adoça, aproximadamente, de 180 à 200 vezes mais que a sacarose. Possui ainda alta resistência ao armazenamento prolongado e pode ser aquecido em temperatura elevada sem perder a doçura, além de ser estável em uma grande faixa de pH, características essas que são vantajosas para sua aplicação na indústria (TORLONI et al., 2007; RICHTER; LANNES, 2007). Sua Ingestão Diária Recomendada (IDR) é de 15 mg/kg de peso corpóreo e a utilização desse aditivo foi aprovada pelo FDA em 1988 e no Brasil, em 1982 (BRASIL, 2008; SAUNDERS et al., 2010).

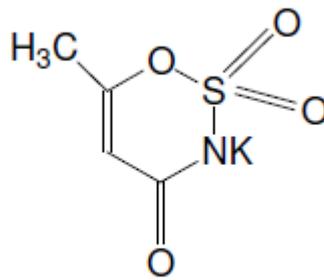


Figura 6: Fórmula estrutural do acessulfame-k. Fonte: CARVALHO (2007).

De sabor agradável, no início da degustação é bastante doce, sensação que passa rapidamente sem deixar gosto residual (TORLONI et al., 2007). Apesar de ser absorvido rápido, não é metabolizado pelo homem, sendo eliminado, especialmente na urina, em sua forma inalterada, 24 horas após sua ingestão (VIGGIANO, 2003; SAUNDERS et al., 2010).

Esse edulcorante tem sido foco de estudos. Entretanto, as pesquisas atestaram que não há relação entre a sua ingestão com efeito tóxico ou a evidência de potencial carcinogênico. Também não foi demonstrado efeito mutagênico, teratogênico, neurotoxicidade ou ainda a associação com alterações metabólicas, crescimento e fertilidade, cefaleia, convulsões, alterações comportamentais e na capacidade de aprendizagem, dentre outros (VIGGIANO, 2003; SAUNDERS et al., 2010; BROWN; BANATE; ROTHER, 2010; DURÁN; CORDÓN; RODRÍGUEZ, 2013; GONZÁLEZ, 2013; SHANKAR; AHUJA; SRIRAM, 2013).

O acessulfame-k é utilizado em vários produtos industrializados, tais como alimentos e bebidas, além de higiene oral e medicamentos (TORLONI et al., 2007).

Nachtigall, Zambiasi e Carvalho (2004) estudaram as características físicas e químicas de geleias light de hibisco usando, como edulcorantes, a sucralose, acessulfame-k e a combinação dos dois em diferentes proporções. Os autores constataram que a formulação apenas com acessulfame apresentou um valor de pH mais baixo, além de manter-se estável ao longo de seis meses de armazenamento, em relação a esse parâmetro e a todos os outros avaliados.

Ao analisar as características sensoriais de compotas de pêsego utilizando a sucralose, o acessulfame-k, e a combinação de ambos edulcorantes, Mendonça et al. (2005) observaram que a compota com acessulfame-k apresentou maior grau de acidez em comparação às outras amostras. No entanto, quando se utilizou a combinação dos dois edulcorantes não houve diferença significativa entre a acidez e o sabor nas amostras analisadas, o que demonstra um efeito sinérgico benéfico na associação dos dois edulcorantes.

4.2.3.2.2. Sucralose

Desenvolvido em 1976, a sucralose (Figura 7) (1,6-dicloro-1,6-dideoxi β -D-frutofuranosil, 4cloro-4-deoxi- α -D-galactopiranosídeo) é um edulcorante não calórico originário da cloração de sacarose, por substituição seletiva de grupos hidroxila por cloro nos carbonos 4 e 6. (GOMES et al, 2007; TORLONI et al., 2007; BANNACH et al., 2009; RODERO; RODERO; AZOUBEL, 2009; GUIMARÃES et al., 2012a). Possui um poder adoçante de cerca de 600 vezes o da sacarose, além de grande estabilidade térmica e química e em meio ácido, não proporciona gosto residual e seu sabor é muito semelhante ao do açúcar (TOZETTO, 2005; ROCHA et al., 2008; GUIMARÃES et al., 2012a).

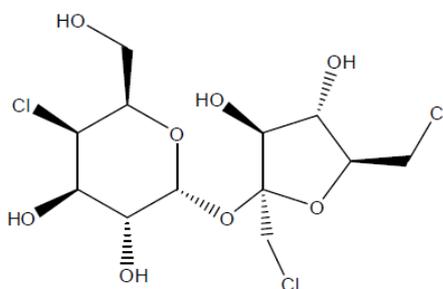


Figura 7: Fórmula estrutural da sucralose. Fonte: BANNACH et al. (2009).

A sucralose pode ser armazenada por mais de um ano mantendo 99% do seu sabor original. Também mantém suas características durante os processos de pasteurização e esterilização e não interfere no uso ou na absorção de glicose, no metabolismo de carboidratos ou na secreção de glicose (RODERO et al., 2010). Sua IDA é de 15 mg/kg de peso e recebeu autorização do FDA para consumo humano em 1988 (TORLONI et al., 2007; BRASIL, 2008).

Apesar da sucralose ser derivada do açúcar, o corpo humano não a reconhece como açúcar e não a metaboliza (BANNACH et al., 2009). 85% da sucralose não é absorvida, sendo excretada intacta nas fezes, com limites de absorção de cerca de 14% da dose ingerida, por meio de difusão passiva (RODERO et al., 2010).

Ao determinar a inocuidade desse edulcorante, o FDA avaliou mais de 110 estudos em seres humanos e animais. A maior parte desses trabalhos estava focada na identificação de possíveis efeitos tóxicos, incluindo carcinogênicos, reprodutivos e neurológicos. Nenhum efeito colateral foi encontrado (GOMES et al., 2007). Dessa maneira, a sucralose não

apresenta riscos carcinogênicos, neurológicos ou reprodutivos para os seres humanos (TORLONI et al., 2007).

Souza et al. (2013b) estudaram vários tipos de edulcorantes em geleias de frutas mistas, conforme a quantidade equivalente, testes de tempo-intensidade e teste de aceitação sensorial. Os edulcorantes analisados foram sucralose, a mistura de sucralose/acessulfame-k/neotame, sucralose/esteviol, sucralose/acessulfame-k e sucralose/taumatina. Os autores constataram que o edulcorante que apresentou a melhor doçura em relação à sacarose foi a sucralose. O teste de tempo-intensidade mostrou que não houve diferença significativa entre os edulcorantes e o teste de aceitação sensorial demonstrou que não houve diferença significativa entre a geleia convencional e a geleia com baixo teor de açúcar, utilizando os diversos tipos de edulcorantes. Esses dados corroboram com o estudo de Khouryieh, Aramouni e Herald (2005) que, ao avaliar os aspectos físicos, químicos e sensoriais de geleia de fruta de baixo valor calórico utilizando a sucralose como edulcorante, apresentou boa aceitação global pelos avaliadores.

4.2.3.3 Agente de corpo

Para se obter um produto com baixo valor calórico, especialmente doces, chocolates e geleias, é fundamental a substituição total ou parcial da sacarose e para isso, é imprescindível a adição de ingredientes que possam substituí-la. Dentre esses substitutos estão os agentes de corpo, que são capazes de conferir estrutura ao alimento, possuindo ainda características semelhantes às da sacarose, como ausência de sabor residual, reposição de sólidos, estabilidade em diferentes temperaturas e faixas de pH, além de auxiliar na coloração e interagir com amidos e proteínas, da mesma maneira que ocorre com os açúcares (PEREIRA, 2012; FARIAS, 2015).

Há vários agentes de corpo que podem ser usados em alimentos, tais como a povidexose (1 Kcal/g), o sorbitol (4 Kcal/g) e o maltitol (2,1 Kcal/g), dentre outros. Entretanto, o mais utilizado é a povidexose, em consequência do seu baixo valor calórico quando compara a outros agentes de corpo (GOMES et al., 2007).

4.2.3.3.1 Polidextrose

A polidextrose (Figura 8) é um polímero de moléculas de glicose unidas por ligações α -1,6, de estrutura bastante ramificada e grau de polimerização de cerca de 12 unidades, que possui o sorbitol e/ou ligações monoésteres de ácido cítrico como grupo terminal (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996; CRAIG; HOLDEN; KHALED, 2000; GOMES et al., 2007). É produzido por meio da polimerização randômica da glicose, na existência de quantidades pequenas de sorbitol e um catalisador ácido apropriado, perante alta temperatura e vácuo parcial (STUMM; BATLES, 1997; JIE et al., 2000; PAUCAR-MENACHO et al., 2008). É bastante estável dentro de uma grande parcela de pH, temperatura, circunstâncias de processamento e estocagem (PAUCAR-MENACHO et al., 2008; JIE et al., 2000). Apresenta-se na forma de pó, com coloração creme, que não atribui sabor e odor aos alimentos (SILVA; SCHLABITZ; SOUZA, 2010).

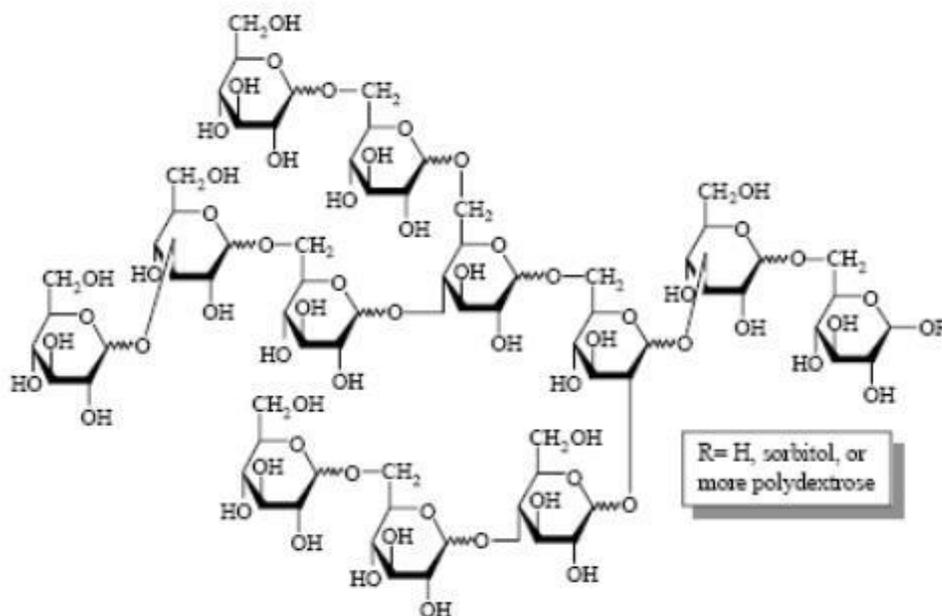


Figura 8: Estrutura química da polidextrose. Fonte: www.prodietnutricao.com.br.

Dentre suas características, a habilidade de conservar a umidade do produto e atuar como agente de massa, auxilia a sua aplicação como substituto de sacarose e de gordura nos alimentos, uma vez que contribuem na textura e na palatabilidade, propiciando cremosidade (ADA, 2005). Tem-se ainda que esse polioliol possibilita a manutenção do teor de sólidos, atribuindo características semelhantes às da sacarose, por possuir alta higroscopicidade, o que

faz com que a polidextrose seja utilizada como agente de corpo em vários países (JIE et al., 2000; SILVA; SCHLABITZ; SOUZA, 2010).

Um grande benefício que a polidextrose apresenta é seu baixo valor calórico quando comparado aos carboidratos (polidextrose = 1 Kcal/g e carboidrato = 4 Kcal/g). Essa característica ocorre devido à sua estrutura molecular (molécula grande, complexa e ramificada ao acaso), que torna impossível a sua quebra por enzimas digestivas (MOPPET, 1991; BUNTING, 1994).

Ademais, a polidextrose pode ser vista como um componente alimentício funcional devido à sua atuação como fibra alimentar. Ela viabiliza a diminuição do tempo de trânsito intestinal, a redução da produção de carcinogênicos, assim como a manutenção da microbiota intestinal (GUIMARÃES et al., 2012a; GUIMARÃES et al., 2012b).

Segundo a legislação brasileira, a polidextrose é considerada um aditivo alimentar com função de espessante, agente de corpo, estabilizantes, umectante e veículo de adoçantes dietéticos (BRASIL, 1999). Em consequência do seu efeito laxante, recomenda-se a ingestão moderada de alimentos contendo polidextrose. No caso dos produtos em que a porção diária forneça 90 g dessa substância, o rótulo ou a embalagem deve constar a informação: “Este produto pode ter efeito laxativo” (BRASIL, 1998).

Ao estudar a influência de diferentes agentes de corpo nas características reológicas e sensoriais de chocolates *diet* e *light*, Gomes et al. (2007) observaram que as amostras que continham polidextrose em sua formulação foram as preferidas sensorialmente.

Pereira (2012), ao analisar o efeito de diferentes aditivos alimentares nas propriedades reológicas e sensoriais de goiabadas funcionais sem adição de açúcar, constatou que a formulação contendo 30% de polidextrose apresentou consistência ideal, de acordo com os provadores.

4.2.3.3.2 Carragena

A goma carragena é um polissacarídeo extraída de algas marrons e vermelhas. É hidrossolúvel, aniônica, formada por resíduos de D-galactopiranosose ligados por ligações alternadas do tipo α -(1,3) e β -(1,4). Os três principais tipos de goma carragena são κ -carragena, λ -carragena e i-carragena (Figura 9 a, b e c). Em consequência da sua propriedade de ligação com a água, é amplamente utilizada na indústria como agente gelificante e

espessante (LEITE et al, 2012; MARTINS et al, 2012; DEMIRCI; YILMAZ; DEMIRCI, 2014).

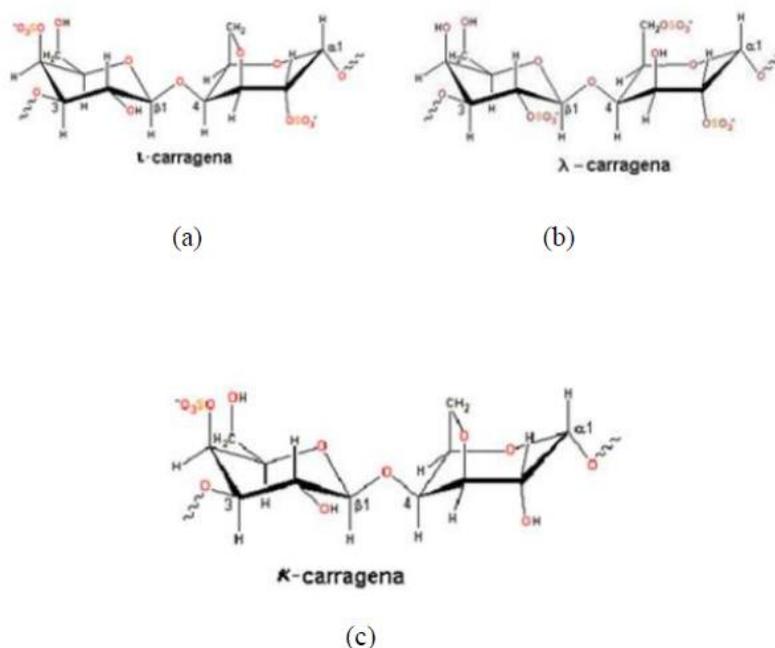


Figura 9: Estrutura química da (a) ι carragena, (b) λ carragena, (c) κ carragena. Fonte: ADAMANTE, MINOSSO (2012).

Apesar de ser solúvel em água, sua solubilidade é afetada por vários fatores, como o pH do meio, a temperatura e a presença de íons. Baixos valores de pH acometem a estabilidade da carragena, assim como altas temperaturas, ocasionando a quebra de ligações glicosídicas, afetando sua estrutura (ADAMANTE; MINOSSO, 2012; NUNES, 2013). A utilização da carragena pode ainda estar relacionada com uma melhora na coloração dos produtos e alterações no teor de umidade (DEMIRCI; YILMAZ; DEMIRCI, 2014).

4.3 EMBALAGEM ATIVA

Por desempenhar várias funções, a embalagem possui um papel fundamental na indústria alimentícia. Ela não apenas envolve o produto, como também é essencial na sua conservação, mantendo sua qualidade e segurança por meio da atuação como barreira contra aspectos que podem causar sua deterioração química, física e microbiológica (JORGE, 2013).

Em geral, os materiais utilizados na composição de embalagens têm sido escolhidos no intuito de interagir o mínimo possível com o alimento acondicionado. Atuando, dessa forma, como barreiras inertes, com a principal função de proteger o produto embalado, mas sem relacionar-se com ele (MACHADO et al., 2012; SANTANA et al., 2013).

Apesar das embalagens tradicionais terem contribuído muito com os primeiros desenvolvimentos dos sistemas de distribuição de alimentos, elas são insuficientes para atender às novas exigências dos consumidores, que buscam por produtos seguros, mais próximos do natural e com menor quantidade de conservantes (SOARES; SILVA; SILVA, 2008). Com isso, novas tecnologias de embalagens vêm sendo desenvolvidas no intuito de satisfazer a essas exigências, oferecendo embalagens modernas, práticas, que conservem os alimentos e sejam viáveis tanto em termos ambientais quanto em termos econômicos (SOARES; SILVA; SILVA, 2008; SOARES et al., 2009;).

Nesse contexto, surgem as embalagens ativas, cujo termo faz referência a uma sucessão de tecnologias que possibilitam a interação entre o alimento e a embalagem, seja de forma direta ou através do espaço livre, no intuito de garantir a segurança ao longo da vida útil do alimento (SARANTÓPOULOS; COFCEWICZ, 2016). As embalagens ativas possuem diversas aplicações adicionais em relação às embalagens tradicionais, que se limitam a proteger o alimento de condições externas (VERMEIREN, 2002).

Da perspectiva convencional, uma embalagem aumenta a segurança do alimento conforme os mecanismos de barreiras a contaminações (microbiológicas e químicas) e de prevenção de migração de seus próprios constituintes para o alimento. O sistema de embalagem ativa deve acumular atribuições adicionais, dentre as quais destacam-se a absorção de compostos que facilitam a deterioração e a liberação de compostos que aumentam a vida útil (AZEREDO; FARIA; AZEREDO, 2000).

As embalagens ativas podem ser divididas em dois grandes grupos: sistemas absorvedores e sistemas emissores. Os primeiros são aqueles que retiram os compostos indesejáveis que aceleram a degradação do alimento, tais como oxigênio, excesso de água, etileno, dióxido de carbono e outros compostos específicos. O segundo grupo se refere àquelas embalagens que adicionam, de maneira intencional, compostos ao produto embalado ou ao espaço livre da embalagem, como: dióxido de carbono, etanol, antioxidantes, agentes antimicrobianos e aromas, dentre outros (SOARES et al., 2009; BRAGA; PERES, 2010).

Tais sistemas fundamentam-se na incorporação e/ou imobilização de determinados aditivos à embalagem no lugar de incorporar diretamente no produto (SOARES et al., 2009).

Entretanto, elas não devem acometer a funcionalidade do produto nem seus aspectos sensoriais, além de não criar impactos ambientais. Ademais, podem requerer esforços na educação, aceitação e confiança do consumidor e varejista (SARANTÓPOULOS; COFCEWICZ, 2016).

A evolução no uso das embalagens ativas é cerceada devido às restrições legais relacionadas à segurança de alimentos. Componentes ativos são obrigados a serem registrados em lista positiva e os limites de migração total e específica têm que ser respeitados. Todavia, à medida que as exigências legais forem colocadas em prática e as empresas passarem a avaliar as vantagens econômicas da utilização de tecnologias ativas, juntamente com a percepção do consumidor da melhora da qualidade e/ou segurança, é muito provável que as embalagens ativas tornem-se uma tecnologia relevante na conservação de alimentos perecíveis (SARANTÓPOULOS; COFCEWICZ, 2016).

Esse tipo de embalagem é utilizado em amplo número de produtos alimentícios como pães, bolos, biscoitos, pizza, massa fresca, croissant, queijo, peixes, carnes, café, chá, leite em pó, feijão, frutas desidratadas, farinhas, vinhos, snacks, frutas, hortaliças e legumes. Para cada produto citado, há um mecanismo distinto de deterioração, que deve ser compreendido para que seja possível definir uma embalagem ativa. Dentre infinitas embalagens ativas (Quadro 1), merecem atenção os filmes antimicrobianos, as embalagens com atmosfera modificadas, absorvedores de oxigênio e de etileno, absorvedores e geradores de dióxido de carbono, reguladores de umidade, liberadores de aditivos, liberadores e/ou absorvedores de sabores e odores, indicadores de temperatura, incorporação de enzimas e absorvedores de radiação (VERMEIREN, 1999; BRANDÃO, 2001; HAN, 2003).

Quadro 1: Exemplos de sistemas de embalagens ativas e aplicações

Embalagens Ativas	Principais Componentes	Aplicações
Absorvedor de oxigênio	Pós de ferro, ácido ascórbico, compostos organometálicos, glicose-oxidase, etanoloxidase	Produtos de panificação, café, chá, leite em pó, queijos e produtos cárneos
Absorvedor de potássio	Permanganato de potássio, carvão ativado, sílica gel, argila	Frutas e hortaliças
Absorvedor de umidade	Propilenoglicol, poli	Frutas, vegetais, produtos

	(álcool vínlico), sílica gel, terra diatomácea, argila	congelados e de panificação
Absorvedor de dióxido de carbono	Hidróxido de cálcio + hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio, óxido de cálcio e sílica gel	Café torrado e produtos desidratados
Emissores de etanol	Etanol	Produtos de panificação e peixe
Liberadores de conservantes, antimicrobianos e antioxidantes	Sorbatos, benzoato, propionatos, etanol, ozônio, dióxido de enxofre, antibiótico, zeólito de prata, enzimas, ácidos fenólicos (á-tocoferol), ácidos orgânicos (ácido ascórbico), extrato de plantas (alecrim, chá) e poliaminas (espermina e espermidina)	Carne, peixe, queijo, frutas secas e produtos de panificação
Emissores de dióxido de carbono	Ácido ascórbico, carbonato de ferro + haleto metálico	Frutas e hortaliças, peixes, carnes e aves

Fonte: Adaptado de SOARES et al. (2009); BRAGA; PERES (2010).

Ao desenvolver e avaliar uma embalagem ativa com incorporação de lactase, Cunha et al. (2007) constataram que o filme incorporado com a lactase se mostrou eficiente no processo de hidrólise do leite e na estabilidade do mesmo, tanto à temperatura ambiente quanto a de refrigeração. Esse tipo de embalagem é uma tecnologia potencial para o revestimento interno de embalagens cartonadas e de polietileno utilizadas para embalar leite.

Santana et al. (2013) verificaram que o desenvolvimento de embalagens ativas usando o urucum como fonte de compostos antioxidantes incorporados à matriz de quitosana é viável,

e que esse tipo de embalagem pode ser utilizado para embalar alimentos lipídicos, como óleos e gorduras, no intuito de retardar a oxidação desses produtos.

4.3.1 EMBALAGEM ATIVA ANTIMICROBIANA

Produtos destinados a mercados mais exigentes devem seguir a rígidos padrões de controle de contaminações. Dentre os muitos parâmetros que definem a qualidade de um alimento, os mais relevantes são suas características microbiológicas. A análise microbiológica de um produto proporciona informações que possibilitam avalia-lo quanto às condições de processamento, armazenamento, distribuição para o consumo, sua vida útil e quando ao risco à saúde (NETO et al., 2004).

As contaminações microbiológicas podem acontecer em todas as etapas cujo produto agrícola é submetido, a começar pela colheita, passando pelo processamento, embalagem, transporte e, finalizando pela estocagem, além dos vários meios, seja o solo, a água ou o ar, e compreendendo os vários contatos físicos, mecânicos ou manuais. Entretanto, o crescimento de micro-organismos depende do tipo de substrato em que se constitui o alimento, ou seja, das condições de desenvolvimento biológico que o produto disponibiliza, claramente associado à disponibilidade de água, fundamental para os processos metabólicos (NETO et al., 2004). Tradicionalmente, os métodos mais utilizados para preservar os alimentos contra o crescimento de microrganismos incluem o processo térmico, secagem, congelamento, refrigeração, irradiação, embalagem com atmosfera modificada e adição de agente antimicrobiano ou sal (BRAGA; PERES, 2010).

Os agentes antimicrobianos podem ser classificados, conforme a sua origem, em naturais ou químicos (HAN, 2005). Os antimicrobianos químicos são aqueles que resultam de reações químicas. Já os antimicrobianos naturais, são compostos produzidos por organismos vivos e que são capazes de influenciar o crescimento de outros organismos, em consequência da competição por espaço e nutrientes (HAN, 2005; BATISTA; BORGES, 2013). As principais fontes desses compostos são plantas (óleos essenciais e fitoalexinas), micro-organismos (bacteriocinas e ácidos orgânicos) e animais (lisozima de ovos e a transferrina do leite) (BATISTA; BORGES, 2013) (Quadro 2).

Quadro 2: Exemplos de compostos com atividade antimicrobiana

Classe	Exemplos de Antimicrobianos
Ácidos Orgânicos	Ácido acético, ácido benzóico, ácido málico, ácido p-amino benzoico, ácido láctico, ácido propiônico, ácido tartárico, ácido succínico, mistura de ácidos orgânicos
Sais de ácidos	Benzoato de sódio, benzoato de potássio, sorbato de potássio, acetato de sódio
Anidrido de ácido	Anidrido benzóico, anidrido sórbico
Ácidos graxos	Ácido láurico, ácido palmitoléico
Agentes quelantes	EDTA, citrato
Metais	Prata, cobre zircônio
Extrato de plantas	Extrato de sementes de uva, óleo de orégano, timol
Enzimas	Nisina, lisozima

Fonte: FERREIRA (2012).

Estudos com nisina e lisozima retratam o poder antimicrobiano destas enzimas contra algumas bactérias quando dispersos no polímero e/ou quando imobilizados na superfície do filme (CONTE; SINIGAGLIA; DEL-NOBILE. 2006; CONTE et al., 2007; GODDARD, TALBERT; HOTCHKISS, 2007). O comportamento antimicrobiano de enzimas, como a lisozima, foi estudado não apenas em sistemas poliméricos, mas também incorporadas ao longo do processo de fabricação do papel, mantendo sua propriedade antimicrobiana, ainda que nessas condições (BARBIROLI et al., 2012).

A adição de substâncias antimicrobianas nos filmes poliméricos pode acontecer de duas formas: incorporação e imobilização. A incorporação abrange a inserção do composto ativo na estrutura da embalagem antes do processo de fabricação da mesma; a incorporação em solventes para reconhecimento; a incorporação em materiais usados para recobrimento comestível; e a adição em materiais como papel cartão (SOARES et al., 2009; FERREIRA, 2012). Nesse processo ocorre a migração total ou parcial do composto ativo, por difusão, da embalagem para o alimento ou para o espaço em torno do alimento (APPENDINIA; HOTCHKISS, 2002)

Já no caso da imobilização, não há a migração do agente antimicrobiano, de modo que o composto age apenas em nível superficial (SOARES et al., 2009). Essa substância possui em seu material ou em sua superfície, um composto ativo ou produz, em determinadas circunstâncias, um composto ativo que age como antimicrobiano quando micro-organismos alvos entram em contato com a parte superficial da embalagem. Ademais, para serem selecionados para incorporar uma embalagem, o agente antimicrobiano deve possuir grau alimentício (SOUZA et al., 2015).

Uma alternativa para reduzir a deterioração dos alimentos é incorporar agentes antimicrobianos na estrutura da embalagem, a fim de proporcionar uma maior margem de segurança e qualidade. A embalagem ativa antimicrobiana age para diminuir, inibir ou retardar o crescimento de micro-organismos que possam estar no alimento embalado, sendo um dos métodos mais promissores de empacotamento (DUTTA; TRIPATHI; DUTTA, 2014; HIGUERA-BARRAZA et al., 2015; SARANTÓPOULOS; COFCEWICZ, 2016).

Tal sistema permite a difusão contínua de compostos fungicidas ou fungistáticos na embalagem, podendo aumentar de maneira significativa a vida útil do alimento, além de manter sua qualidade por meio da adição de uma barreira extra (microbiológica) às barreiras físicas (oxigênio e umidade) (Figura 10) (SOARES et al., 2009; HIGUERA-BARRAZA et al., 2015; CASTRO-MAYORGA; FREITAS; REIS; PRIETO; LAGARON, 2017). Além disso, como os consumidores estão se informando cada vez mais sobre os aditivos alimentares, eles tendem a optar por alimentos de origem natural em detrimento de seus análogos sintéticos (CAROCHO et al., 2015; LLHANA-RUIZ-CABELLO et al., 2018).

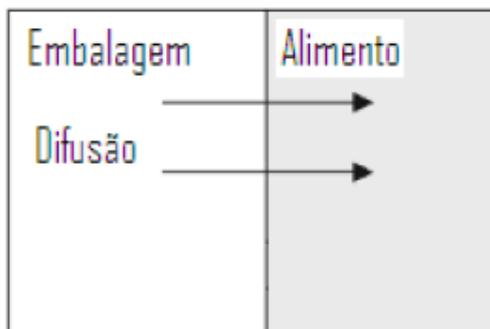


Figura 10: Sistema de embalagens e comportamento das substâncias antimicrobianas. Fonte: HAN (2000).

Substâncias antimicrobianas incorporadas à embalagem podem controlar a contaminação microbiana por meio da diminuição da taxa de desenvolvimento da população

de micro-organismos; do aumento da fase “lag” de crescimento microbiano, na qual o número de micro-organismos mantém-se praticamente inalterado; ou ainda, inativando os micro-organismos por meio do contato direto filme/produto embalado (FERREIRA, 2012).

A fim de que uma embalagem antimicrobiana funcione, com exceção dos sistemas que usam agentes antimicrobianos voláteis, é necessário que ela tenha um intenso contato com o alimento, restringindo o número de compostos que serão utilizados para a sua fabricação (BRAGA; PERES, 2010).

Há diversos tipos de métodos de embalagens antimicrobianas, como sachês ou comprimidos com antimicrobianos voláteis, polímeros que constituem filmes com efeitos antimicrobianos intrínsecos, polímeros revestidos ou incorporados com antimicrobianos voláteis e não-voláteis. Para esse princípio, a embalagem não deve só possuir eficiência antimicrobiana, mas também não deve acometer de maneira negativa as características sensoriais dos alimentos (MELO et al., 2012).

Uma das vantagens da utilização de embalagens ativas antimicrobianas é a difusão dos compostos antimicrobianos da embalagem para a superfície do alimento de forma comedida. Assim, estão presentes em quantidades reduzidas, e somente onde sua presença é solicitada, ou seja, principalmente na superfície do produto, onde a maior parte das deteriorações ocorre. No momento em que o antimicrobiano é liberado da embalagem no decorrer do tempo, a cinética de desenvolvimento microbiano e a atividade antimicrobiana na superfície do produto podem ser equilibradas. Por consequência, a atividade antimicrobiana da embalagem pode ser aumentada, garantindo a segurança durante a distribuição dos alimentos (SOARES et al., 2009).

Quando o agente antimicrobiano é colocado ou incorporado diretamente ao alimento, verifica-se uma perda rápida da sua atividade, causada pela redução da concentração de aditivos em sua superfície, decorrente das interações com os constituintes dos alimentos e da diluição (MATTEI et al., 2013). Em vista disso, o uso de embalagens ativas pode proporcionar uma melhor eficiência da substância fungicida ou fungistática, por apresentar difusão lenta do agente da embalagem para o alimento, contribuindo para manter a concentração mais alta na superfície do alimento (SOARES et al., 2009).

Fatores como as características do antimicrobiano (solubilidade e tamanho da molécula) e do alimento, condições de estocagem e distribuição (tempo e temperatura), método de preparo do filme, interação entre o antimicrobiano e o polímero podem afetar a

efetividade da embalagem antimicrobiana (SOARES et al., 2008; HIGUERA-BARRAZA et al., 2015).

Existem diversos antimicrobianos que podem ser utilizados no desenvolvimento de polímeros antimicrobianos. Os agentes antimicrobianos naturais têm atraído muito o interesse da indústria devido à sua ampla aceitação causado pela demanda por alimentos naturais (LEE; NOH; MIN, 2012). Dentre os principais grupos de compostos com propriedades antimicrobianas extraídos de plantas, destacam-se os compostos fenólicos (GONÇALVES; FILHO; MENEZES, 2005).

Os compostos fenólicos podem ser divididos em dois grupos: os flavonoides e os não flavonoides. Ambos são metabólitos secundários encontrados em frutas e vegetais (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004). Esses compostos hidrofóbicos atuam na membrana celular do micro-organismo, acumulando-se na bicamada lipídica provocando um desarranjo funcional e estrutural, o que permite a sua penetração na célula bacteriana. Uma vez no interior da célula, os compostos fenólicos vão exercer sua atividade inibitória no citoplasma propiciando lise e liberação do ATP intracelular. Outro mecanismo descrito é a perda de componentes celulares devido ao aumento da permeabilidade citoplasmática (SILVA, et al., 2010).

Na atualidade, o emprego de embalagens antimicrobianas em alimentos é limitado em virtude da disponibilidade de antimicrobianos, novos materiais poliméricos, preocupações regulatórias e metodologia de testes apropriados (DUTTA; TRIPATHI; DUTTA, 2014).

Medeiros et al. (2011) utilizaram sachês antimicrobianos contendo óleos essenciais de orégano e capim-limão em pós colheita de manga e verificaram que a presença desses óleos essenciais não modificaram as características físico-químicas da polpa de manga. Além disso, os sachês antimicrobianos incorporados com óleos essenciais de orégano e capim-limão apresentaram controle no desenvolvimento dos micro-organismos testados, diminuindo em aproximadamente 2 ciclos log a contagem de mesófilos aeróbios, fungos filamentosos e leveduras, quando comparados ao tratamento controle empregado.

Ao desenvolver um filme antimicrobiano incorporado com ácido sórbico e aromatizado para aplicação em massa de pastel, Moraes et al. (2011) constataram que houve inibição do crescimento microbiano nas massas de pastel. Ademais, a concentração de ácido sórbico na massa após o período de estocagem foi menor do que o permitido pela legislação.

4.3.1.1. *Extratos vegetais*

Vários trabalhos vem sendo feitos e conduzidos à descoberta de novos agentes antimicrobianos originários de extratos vegetais, no intuito de descobrir substâncias com ação comparada a das usadas tradicionalmente, entretanto, com menor toxicidade, mais eficientes contra micro-organismos patogênicos resistentes e com menor impacto ambiental (BONA et al., 2014). Os efeitos relevantes estudados compreendem a ação antimicrobiana e antioxidante, que podem ser explicadas pela presença e formação de seu(s) princípio(s) ativo(s) (OETTING et al., 2006).

Dentre os principais grupos de compostos com propriedades antimicrobianas retirados de plantas estão: terpenóides e óleos essenciais; alcaloides; lectinas e polipeptídios; e substâncias fenólicas e polifenóis, que são: fenóis simples, ácidos fenólicos, quinonas, flavonas, flavonóis e flavonoides, tanino e cumarinas (FESSENDEN, 1982; TORSEL, 1989; SCALBERT, 1991; TERRAS et al., 1993; STERN *et al.*, 1996; ; ZHANG; LEWIS, 1997; O'KENNEDY; THORNES, 1997; GONÇALVES; FILHO; MENEZES; 2005).

4.3.1.1.1 Abricó (*Mammea americana L.*)

Os compostos fenólicos de modo geral ganharam muito destaque devido a sua eficácia tanto como antimicrobiano quanto como antioxidante (BRAGA et al., 2010). Alguns frutos característicos da Amazônia possuem concentrações relevantes de compostos fenólicos. Nesse contexto o abricó (*Mammea americana L.*) (Figura 11) ganha destaque por se tratar de uma fruta de cultivo ainda silvestre, com colheita de cunho extrativista e dados associados à sua produção e comercialização limitados (ROSSO; MERCADANTE, 2007; YANG, 2009).



Figura 11: *Mammea americana L.* Fonte: Elaborada pela autora.

Pertencente à família da garcinia (Clusiaceae), o abricó é uma fruta climatérica oriunda das Índias Ocidentais e do Norte da América do Sul. É encontrada na Amazônia e em algumas poucas regiões brasileiras (CAVALCANTE, 1991; PÉROUMAL et al., 2017). O abricoteiro foi trazido para Brasil no início do século XIX, sendo cultivada, inicialmente, no Pará e usado na arborização das ruas. Os primeiros pomares comerciais de abricoteiro foram instituídos com mudas provenientes de sementes. O fruto é muito comum e é conhecido em outras regiões do país como abricó-do-pará (CAVALCANTE, 1996).

O fruto de abricó apresenta-se em forma de drupas globosas e volumosas, contendo de uma a quatro sementes. Sua casca é rugosa, coriáceo-flexível de coloração pardo-alaranjada. A parte comestível da fruta é composta por uma polpa brilhante, compacta, firme, fibrosa, de cor alaranjado intenso, de sabor agradável e aroma perfumado. É consumido in natura e também pode ser utilizado para a produção de conservas, doces e pastas. Suas sementes são ovaladas e encontram-se imersas na polpa, envolvidas pelo endocarpo rugoso, são amargas, resinosas e usadas como vermífugo (CAVALCANTE, 1991; MORALES; DUQUE, 2002).

Embora os dados sobre a sua composição ainda sejam escassos, o abricó é conhecido pela atividade inseticida contida em sua semente quando madura, o que faz com que essa porção seja o objeto de muitos estudos. Ademais, ele está entre as principais fontes de carotenoides da Amazônia (63 µg/g de fruto) (BRAGA et al., 2010; PÉROUMAL et al., 2017).

4.3.1.1.2 Jambolão (*Syzygium cumini* L.)

Também conhecido como jamelão, cereja, jalão, kambol, jambú, azeitona-do-nordeste, ameixa roxa, murta, baga de freira, guapê, jambuí e azeitona-da-terra, dentre outros, o jambolão (*Syzygium cumini* L.) faz parte da família *Mirtaceae* (VIZZOTTO; FETTER, 2009). Originária da Índia oriental, é encontrada em vários estados das regiões brasileiras sudeste, nordeste e norte (LUZIA; JORGE, 2009).

O fruto é pequeno e de formato ovoide e, quando inteiramente madura, torna-se roxa. Sua casca é fina, polida e aderente (LAGO; GOMES; SILVA, 2006). Apresenta apenas uma semente, envolta por uma polpa carnuda que pode ser consumida, adocicada mas adstringente, sendo agradável ao paladar (Figura 12 e Figura 13) (VIZZOTTO; PEREIRA, 2008).



Figura 12: Frutos de jambolão em diferentes estágios de crescimento. Fonte: VIZZOTO; PEREIRA (2008).



Figura 13: Aspecto interno e externo do fruto do jambolão, com visualização da semente. Fonte: VIZZOTO; PEREIRA (2008).

O jambolão apresenta cerca de 88% de água, 0,34% de cinzas, 0,30% de lipídios, 0,67% de proteínas, 5,91% de acidez (ácido cítrico), 10,7% de carboidratos totais, 1% de açúcares redutores, 0,28% de fibra alimentar, um teor de sólidos solúveis de 9,0°Brix e pH de 3,9. Os principais micronutrientes encontrados são o fósforo e a vitamina C (VIZZOTTO; FETTER, 2009).

Tal fruto se caracteriza por apresentar atividade antioxidante elevada, além de ser uma rica fonte de antocianinas, como a delfinidina-3-glicosídeo, a petunidina-3-glicosídeo e a malvidina-3-glicosídeo. Foi constatado ainda a presença de ácido elágico, quercetina e rutina,

substâncias que podem ser responsáveis pela atividade antioxidante (VEIGAS et al., 2007; REYNERTSON et al., 2008; VIZZOTTO; PEREIRA, 2008).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em duas etapas. A primeira correspondeu à avaliação do efeito do cloreto de cálcio, da goma carragena e da pectina de baixo teor de metoxilação nas características físico-químicas e sensoriais de doces de banana sem adição de açúcar. Além disso, avaliou-se os compostos bioativos e a atividade antioxidante de três formulações de doces de banana sem adição de açúcar, que foram selecionados com base nas análises realizadas anteriormente.

A segunda etapa compreendeu a avaliação do potencial de inibição dos filmes ativos incorporados com extratos brutos de abricó e jambolão e ao estudo da eficácia dos filmes antimicrobianos incorporados com extrato de jambolão e sorbato de potássio durante o armazenamento de doce de banana sem adição de açúcar.

5.1 PRIMEIRA ETAPA: AVALIAÇÃO DO EFEITO DO CLORETO DE CÁLCIO, DA GOMA CARRAGENA E PECTINA DE BAIXO TEOR DE METOXILAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS, NO TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE DOCES DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR

5.1.1 INGREDIENTES

Os ingredientes utilizados foram: banana (variedade Caturra), polidextrose (NutraMax®), goma κ -carragena (Gastronomy Lab®), pectina de baixo teor de metoxilação (Rica Nata®), sucralose (NutraMax®), acessulfame-k (NutraMax®), sorbato de potássio (Rica Nata®) e cloreto de cálcio (Rica Nata®).

5.1.2 MÉTODOS

As bananas da variedade Caturra foram adquiridas em mercado local. Foram utilizadas bananas nos estágios de maturação entre as escalas 5 (amarela com ponta verde) e 6 (toda amarela) (VON LOESECKE, 1950). Após a satinização em água clorada (2,5%), as bananas foram descascadas manualmente e homogeneizadas em liquidificador industrial (Tron, Tron Master 2L, Catanduva, SP, Brasil) por um minuto para a obtenção da polpa integral.

Posteriormente, a polpa foi armazenada à -18 °C, em potes de polipropileno envoltos com papel alumínio, a fim de evitar as perdas de nutrientes sensíveis à luz e ao oxigênio e de aroma e sabor.

A definição das concentrações de agentes gelificantes, cloreto de cálcio, polidextrose e sorbato de potássio utilizados foram definidas por meio de dados da literatura e testes prévios.

Para a elaboração dos doces, inicialmente, adicionou-se a polpa de banana (60%) e a polidextrose (35,72%) em tacho aberto de aço inoxidável. A polidextrose foi utilizada como agente de corpo, auxiliando na substituição da sacarose. A mistura passou pelo processo de cocção até 80 °C e, em seguida, foram adicionados os agentes gelificantes (pectina de baixo teor de metoxilação e goma carragena) dissolvidos em água quente, e o cloreto de cálcio (CaCl₂), de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Delineamento fatorial completo 2³ para a otimização do doce de banana sem adição de açúcar.

Ensaio	Variáveis codificadas			Variáveis reais		
	x ₁	x ₂	x ₃	X ₁ (%*)	X ₂ (%*)	X ₃ (%*)
1	-1	-1	-1	0,61	0,74	1,64
2	+1	-1	-1	0,82	0,74	1,64
3	-1	+1	-1	0,61	1,04	1,64
4	+1	+1	-1	0,82	1,04	1,64
5	-1	-1	+1	0,61	0,74	2,3
6	+1	-1	+1	0,82	0,74	2,3
7	-1	+1	+1	0,61	1,04	2,3
8	+1	+1	+1	0,82	1,04	2,3
9	-1,68	0	0	0,54	0,89	1,97
10	+1,68	0	0	0,90	0,89	1,97
11	0	-1,68	0	0,71	0,64	1,97
12	0	+1,68	0	0,71	1,15	1,97
13	0	0	-1,68	0,71	0,89	1,4
14	0	0	+1,68	0,71	0,89	2,59
15	0	0	0	0,71	0,89	1,97
16	0	0	0	0,71	0,89	1,97
17	0	0	0	0,71	0,89	1,97
18	0	0	0	0,71	0,89	1,97

x₁ = CaCl₂; x₂ = goma carragena; x₃ = pectina BTM.

A mistura foi mantida sob cocção até 65 °Brix, medido com o auxílio de um refratômetro manual de modelo RT-82. Ao final do processo de cocção foram adicionados os edulcorantes e o sorbato de potássio. A quantidade de edulcorantes utilizada foi de acordo com a metodologia descrita por Souza et al. (2013b), que utilizou um blend de acessulfame-k/sucralose na proporção de 3:1. Assim como os edulcorantes acessulfame-k (0,01875%) e sucralose (0,00625%), o conservante sorbato de potássio (0,05%) foram dissolvidos em 2 mL de água e adicionados à mistura ao final do processo. Posteriormente, os doces foram embalados em potes de polipropileno e armazenados em BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) a 25 °C.

5.1.2.1 Avaliação físico-química dos doces de banana sem adição de açúcar

As análises físico-químicas foram realizadas nos laboratórios de Análise Sensorial, Bromatologia e de Multiusuários da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto. Foram avaliados os teores de umidade (%), pH, sólidos solúveis (°Brix), além de realizar a avaliação colorimétrica (L*, C, H*), em quadruplicata. A escolha dessas análises deu-se em decorrência da relação direta das variáveis analisadas com as características físico-químicas de doces de frutas.

5.1.2.1.1 Umidade

A determinação do teor de umidade foi feita de acordo com o método padrão da IAL (2008), com adaptações. Utilizou-se o método gravimétrico, com base na perda de peso das amostras submetidas ao aquecimento de 70 °C em estufa à vácuo, até peso constante.

5.1.2.1.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Foi determinado com o auxílio de um potenciômetro digital, segundo IAL (2008).

5.1.2.1.3 Sólidos solúveis Totais (SST)

Os teores de sólidos solúveis foram estabelecidos por meio da leitura em refratômetro manual de modelo RT-82, com °Brix entre 0 e 90 °Brix, de acordo com a AOAC (2003) em temperatura ambiente.

5.1.2.1.4 Avaliação Colorimétrica

A cor do doce foi avaliada conforme a metodologia proposta por Lau et al. (2000). Os valores de L*, C* e H* foram determinados com colorímetro Konica Minolta modelo CR 400, trabalhando com D65 (luz do dia) e utilizando-se os padrões CIELab, nos quais L* varia de 0 (preto) a 100 (branco), o C* varia entre 0 (branco e/ou cinza) e 60 (cores vívidas e/ou intensas) e o H* varia de 0 (vermelho) a 270 °h (azul).

5.1.2.2 Avaliação sensorial dos doces de banana sem adição de açúcar

A análise sensorial foi conduzida no Laboratório da Análise Sensorial localizado na Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, com 100 provadores não treinados, recrutados entre alunos, funcionários e visitantes da instituição. A avaliação foi realizada em quatro sessões (duas com cinco amostras e duas com quatro amostras), em cabines individuais.

As amostras de doces, com aproximadamente 5,0 g, foram servidas em copos descartáveis de 50 mL, codificados por três dígitos aleatórios, à temperatura ambiente e de forma balanceada (WAKELING; MACFIE, 1995; ACOSTA et al, 2008). Foram realizados testes afetivos (teste de aceitação, escala do ideal e escala de atitude) e descritivos (CATA).

A avaliação sensorial realizada nesse projeto está compreendida no projeto intitulado “Avaliação do efeito sinérgico e da estabilidade dos agentes gelificantes em doces e geleis de frutas de baixo valor calórico”. Aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa n° 827.360 (Anexo I).

5.1.2.2.1 Testes afetivos

A aceitação sensorial dos doces foi avaliada por meio de escala hedônica estruturada de 9 pontos (9 - gostei extremamente a 1 - desgostei extremamente). Os atributos sensoriais avaliados foram aparência, aroma, sabor e textura.

No intuito de avaliar o quão ideal encontrava-se a doçura e a consistência dos doces, realizou-se o teste de escala do ideal por meio de escala estruturada de 9 pontos (-4 – menos doce/consistente que o ideal, 0 = ideal para doçura e consistência e +4 – mais doce/consistente que o ideal (STONE; SIDEL, 1985).

Avaliou-se ainda a escala de atitude ou também denominada intenção de compra dos consumidores em relação ao produto por meio de escala estruturada de 5 pontos (1 – certamente não compraria a 5 – certamente compraria).

5.1.2.2.2 Teste descritivo

Na mesma ficha do teste de aceitação sensorial, foram avaliados os descritores sensoriais para cada atributo avaliado mediante a metodologia CATA (check that apply). Os descritores utilizados para a aparência foram: aparência característica de doce de banana, cor marrom forte, cor marrom fraca, cor mais clara que o ideal, cor mais escura que o ideal, cor ideal, brilhante, fosco, opaca, translúcido, presença de grumos e sinérese (presença de água na superfície). Para aroma, foram utilizados os seguintes descritores: aroma forte de banana, aroma fraco de banana, aroma doce, aroma queimado, aroma agradável, aroma estranho, aroma característico de doce de banana. Para o sabor, os descritores utilizados foram: sabor forte da banana, sabor fraco de banana, sabor ideal de banana, sabor característico de doce de banana, gosto muito doce, gosto pouco doce, doçura ideal, sabor estranho, sabor residual de edulcorante e sabor queimado. Para a textura: característica de doce de banana, consistência firme, consistência mole, textura agradável, textura desagradável, textura uniforme, adesividade, textura ideal, grumos. Os descritores utilizados foram selecionados por meio da literatura.

5.1.2.3 Avaliação dos compostos bioativos e atividade antioxidante de doces de banana sem adição de açúcar

Por meio dos resultados obtidos nas análises físico-químicas e sensoriais, escolheu-se três formulações dentre as 18 (Tabela 1).

Para a quantificação dos compostos bioativos utilizou-se os seguintes reagentes: ácido oxálico (Alphatec®), DCFI (2,6 – diclorofenolindofenol) (Neon®), L-ascórbico (Alphatec®), éter de petróleo (Neon®), Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich®), carbonato de sódio (Synth®) e DPPH (2,2-difenil-1-picrihidrazila) (Aldrich®). Utilizou-se ainda acetona (Alphatec®), metanol (Neon®) e água destilada.

As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial e na Planta Piloto de Produtos Cárneos e Base Lipídica da Escola de Nutrição (ENUT) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

5.1.2.3.1 Determinação de ácido ascórbico (Vitamina C)

A determinação do teor de ácido ascórbico foi realizada de acordo com o método padrão da AOAC (1984), adaptado por Benassi e Antunes (1988), que substituíram a solução de extração padrão (ácido metafosfórico) por ácido oxálico. As diluições foram feitas diretamente em ácido oxálico.

As amostras foram diluídas a 100 mL com solução de ácido oxálico 2% e uma alíquota de 25 mL foi titulada com solução de DCFI (2,6 – diclorofenolindofenol) a 0,025% até atingir a coloração rósea.

A solução de 2,6-diclorofenolindofenol a 0,025% foi padronizada com solução de ácido L-ascórbico imediatamente antes das determinações do teor de ácido ascórbico das amostras de doces de banana sem adição de açúcar. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico / 100 mg.

5.1.2.3.2 Determinação de carotenóides

Os carotenóides totais foram extraídos e quantificados conforme a metodologia proposta por Rodrigues-Amaya (2001). Para a extração, foi adicionada acetona à amostra, e a mistura resultante foi agitada durante 1 hora com o auxílio de um agitador a 200 rpm.

Posteriormente, a amostra foi filtrada a vácuo e o resíduo lavado com acetona por mais 3 vezes.

Uma alíquota 45 mL de éter de petróleo foi vertida em funil de decantação, e logo após os pigmentos foram transferidos para esse funil em pequenas frações, seguidos de água destilada. A fase inferior foi descartada e a amostra foi lavada mais quatro vezes com água destilada para a remoção completa da acetona.

A solução de pigmentos e éter de petróleo foi transferida para um balão volumétrico e completada, com éter de petróleo, para um volume final de 100 mL. As amostras foram analisadas em espectrofotômetro através de uma varredura entre 350 – 700 nm para cada amostra. O cálculo foi realizado utilizando-se os maiores picos de absorbância apresentados para os doces, que foi de 286 nm, que corresponde ao fitoeno. O coeficiente de extinção para o fitoeno em éter de petróleo é de 1250 (RODRIGUES-AMAYA, 2001). Os resultados foram expressos em microgramas de carotenoides totais por grama de amostra.

5.1.2.3.3 Obtenção dos extratos das amostras para a análise de compostos fenólicos e para a determinação da atividade antioxidante

A metodologia para obter o extrato foi adaptada de Larrauri et al. (1997). Pesou-se cerca de 10 g de amostra em erlemeyers, adicionando-se 40 mL de solução metanol/água (50:50 v/v) e mantendo sob agitação (200 rpm) à temperatura ambiente por 60 minutos. Em seguida, a solução foi mantida em repouso em ambiente refrigerado (8 °C) por 30 minutos.

O sobrenadante foi filtrado, recuperado e transferido para um balão de 100 mL. Posteriormente, 40 mL de acetona/água (70:30 v/v) foram adicionados ao resíduo, mantendo sob agitação (200 rpm) à temperatura ambiente no tempo de 60 minutos novamente. A solução também foi mantida em repouso em ambiente refrigerado (8 °C) por 30 minutos.

Concluído o ciclo, o sobrenadante foi transferido para o balão volumétrico que continha o primeiro sobrenadante, completando o volume para 100 mL com água destilada. Todo o processo foi realizado ao abrigo da luz, e o extrato foi armazenado à temperatura de -18 °C.

5.1.2.3.4 Compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais do doce de banana sem açúcar foram quantificados conforme a metodologia adaptada de Folin-Ciocalteu (WATERHOUSE, 2002). Uma alíquota de 0,5 mL da solução do extrato foi pipetada e transferida para tubos de ensaio contendo 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu 10% (v/v) e 2,0 mL da solução de carbonato de sódio 4% (p/v). Os tubos foram homogeneizados e mantidos em repouso por 120 minutos, ao abrigo da luz. A absorbância foi estabelecida a 750 nm, tendo o etanol absoluto como branco.

A determinação do teor de fenólicos totais foi realizada por meio da interpolação da absorbância da amostra contra a curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (5, 10, 15, 20, 30 e 40 µg/mL). Os resultados obtidos foram expressos em mg de ácido gálico equivalente (AGE) / g de doce de banana.

5.1.2.3.5 Avaliação da Atividade Antioxidante pelo método DPPH

A capacidade antioxidante do doce de banana sem adição de açúcar foi analisada conforme a metodologia descrita por Rufino et al. (2007), com a utilização do DPPH (2,2-difenil-1-picrihidrazila).

Alíquotas de 0,1 mL dos extratos foram adicionados a 3,9 mL da solução de DPPH (0,06 mM), e mantidos à temperatura ambiente, ao abrigo da luz, por 120 minutos. A leitura da absorbância foi definida a 515 nm em espectrofotômetro. A curva padrão foi construída com diferentes soluções de DPPH (10 µM, 20 µM, 30 µM, 40 µM, 50 µM e 60 µM). Os resultados foram expressos em EC₅₀ (g de doce de banana/g DPPH).

5.1.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a otimização dos doces de banana sem adição de açúcar foram avaliados os efeitos de três fatores (cloreto de cálcio- CaCl₂, goma carragena e pectina de baixo teor de metoxilação- BTM), considerando delineamento composto central rotacional (DCCR) 2³ + 6 pontos axiais + 4 pontos centrais. Os valores codificados e reais dos fatores estão especificados na Tabela 1.

No intuito de possibilitar o ajuste de um modelo de segunda ordem, descrito pela equação (1), adicionaram-se os pontos axiais para tornar o número de pontos maior que o

número de parâmetros. Esse artifício é extremamente útil para esse propósito e é denominado de Delineamento Central Composto Rotacional (DCCR). Existem várias possibilidades para a escolha dos níveis nos pontos axiais e optou-se pelo tipo $\pm \alpha$, onde $\alpha = (2^k)^{1/4}$, que k é o número das variáveis independentes.

O polinômio considerado no ajuste do modelo foi:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \beta_{33} x_3^2 + e \quad \text{Eq. (1),}$$

Onde $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{23}, \beta_{11}, \beta_{22}$ e β_{33} são os coeficientes de regressão, y é a resposta em questão, x_1, x_2, x_3 são as variáveis independentes (concentração de cloreto de cálcio, concentração de goma carragena e concentração de pectina BTM) e e o erro experimental.

Os resultados de todas as análises foram avaliados pela metodologia de superfície de resposta utilizando o software STATISTICA™, versão 8.0 para Windows (StatSoft®). O modelo polinomial (melhor ajuste) foi selecionado por meio da comparação de diferentes parâmetros, que incluem múltiplos coeficientes de correlação previstos, falta de ajuste, coeficiente de variação e coeficientes de correlação múltiplos ajustados.

Além disso, correlacionou-se os parâmetros sensoriais por meio do Mapa de Preferência Interno obtido por PARAFAC em *software* SensoMaker versão 1.0 (NUNES et al., 2011).

Os resultados do teste CATA (*Check-all-that-apply*) foram analisados por meio de frequência em programa *Microsoft® Excel®* versão 2016 e teste de Friedman a 5,0% de probabilidade em *software* Statistica™ versão 8.0 para Windows (Statsoft®).

Os resultados obtidos para os compostos bioativos foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e teste de média (Tukey) a 5,0 % de probabilidade em *software* Sisvar (FERREIRA, 2014).

5.2 SEGUNDA ETAPA: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE FILMES INCORPORADOS COM EXTRATOS BRUTOS DE ABRICÓ E JAMBOLÃO E SORBATO DE POTÁSSIO NA ESTABILIDADE DE DOCES DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR

5.2.1 MATERIAIS

Para a dos extratos brutos foram utilizados polpa de abricó e jambolão, além dos reagentes acetato de celulose (Aldrich Chemistry®), etanol (Alphatec®), metanol (Neon®) e acetona (Alphatec®). Além disso, utilizou-se ainda peptona de carne (Himedia®) e os meios de cultura *Brain Heart Infusion* (BHI) (Himedia®), *Potato Dextrose Agar* (BDA) (Sigma-Aldrich®) e *Plate Count Agar* (PCA) (Himedia®).

Por meio das análises dos compostos bioativos, selecionou-se a formulação F3 (Tabela 1), que apresentou maior teor dessas substâncias, para avaliar quanto à estabilidade do filme antimicrobiano.

Para a escolha do extrato utilizado, levou-se em consideração o Potencial de Inibição dos dois extratos testados, selecionando aquele que apresentou o melhor resultado. Além disso, com o intuito de comparar a ação do conservante adicionado diretamente no alimento e quando adicionado na embalagem ativa antimicrobiana, testou-se a incorporação do sorbato de potássio no filme.

Os testes foram realizados no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Escola de Nutrição (ENUT) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

5.2.2 MÉTODOS

5.2.2.1 Obtenção do material vegetal

As frutas (abricó e jambolão) foram coletadas em época de frutificação (janeiro a maio) na zona rural da cidade de Viçosa, Minas Gerais (latitude: 20°45'14" S e longitude: 42°52'55" W), no estágio maduro. Após a lavagem, as mesmas foram imersas em água clorada (2,5%) por 15 minutos (OLIVEIRA et al., 2016). Posteriormente, a polpa e a semente foram separadas manualmente e armazenadas à -18 °C.

5.2.2.2 Preparo do extrato vegetal

Os extratos brutos foram obtidos por meio do método de extração líquido –líquido de acordo com a metodologia descrita por Bertoldi (2009), com adaptações para o material vegetal em questão. As amostras foram trituradas e homogeneizadas com solução de etanol, metanol e acetona na proporção de 1:1:1 (v/v/v). A mistura foi filtrada a vácuo em papel Whatman (nº 1). Os solventes foram evaporados em rota-vapor (Buchi®) a 40 °C, obtendo-se assim os extratos brutos das polpas de abricó e jambolão. Os extratos obtidos foram armazenados em tubos falcon estéreis revestidos com papel alumínio, para a proteção contra luz, e congelados em freezer a -20 °C.

5.2.2.3 Preparo dos filmes

Os filmes foram preparados pelo método “casting”, de acordo com a metodologia proposta por Soares et al. (2008), utilizando acetato de celulose como matriz polimérica e extrato bruto de polpa de abricó e jambolão. A solução filmogênica foi formada por acetato de celulose em acetona (1% m/v), e após completa solubilização do polímero, adicionou-se 1 mL de extrato bruto da polpa de jambolão ou abricó ou ainda 0,29 g de sorbato de potássio.

A quantidade de extrato bruta incorporada à solução filmogênica foi determinada por testes prévios realizados em nosso grupo de pesquisa, que mostrou que essa é a quantidade máxima de extrato para a formação de filme. Tem-se ainda que a concentração de sorbato de potássio adicionada ao filme foi obtida através de cálculos prévios utilizando a quantidade adicionada diretamente no alimento.

Depois de homogeneizada, as soluções foram depositadas em uma superfície plana e estéril para a formação dos filmes e evaporação do solvente (acetona) à temperatura ambiente. Em seguida, os filmes foram cortados em área de 9 cm² e armazenados em placas de petri estéreis ao abrigo da luz. O filme controle foi elaborado somente a partir da solução filmogênica, sem adição dos extratos.

5.2.2.4 Determinação da espessura dos filmes antimicrobianos

A espessura do filme foi obtida por meio da média de medidas tomadas em dez regiões aleatórias do filme, com o auxílio de um micrômetro (Digimes®) (LOPES et al., 2014).

5.2.2.5 Avaliação do Potencial de Inibição dos filmes incorporados com polpa de abricó e jambolão

A atividade antimicrobiana dos filmes foi avaliada em meio líquido por meio do cálculo do Potencial de Inibição (PI) de acordo com metodologia proposta por Alvarez et al. (2012), com adaptações. Em 3 mL de caldo BHI inoculou-se um filme de 18 cm² (considerando os dois lados) incorporados ou não (controle) com extrato bruto de polpa de jambolão ou abricó e 3 µL de *Penicillium chrysogenum*, previamente ativado. Posteriormente, os tubos foram incubados a 25° C/4 dias, procedendo-se plaqueamento (superfície) em ágar batata dextrose (BDA), acidificado com ácido tartárico 10%. As placas foram incubadas nas mesmas condições descritas anteriormente, realizando-se a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC). Os resultados foram expressos por meio do PI, calculado conforme a equação (2).

$$PI = \log (N_0/N)$$

Eq. (2),

Onde N_0 é a contagem em UFC/mL da amostra controle (0% de extrato) e N , a contagem de UFC/mL da amostra na concentração em teste. O PI igual a 1 indica significa uma inibição de 10 vezes, devido a escala logarítmica.

5.2.2.6 Avaliação da atividade antimicrobiana, in situ, dos filmes incorporados com extrato de jambolão e sorbato de potássio

A atividade antimicrobiana dos filmes foi avaliada por meio de metodologia proposta por Lee et al. (2015), com adaptações. Pesou-se 10 g do doce de banana (cerca de 3 cm x 3 cm de altura x comprimento) e posteriormente adicionou-se os filmes sobre uma das faces do doce, conforme tratamentos descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Tratamentos aplicados para avaliar a atividade antimicrobiana dos filmes incorporados com extrato bruto de jambolão e sorbato de potássio na estabilidade do doce de banana sem adição de açúcar.

Tratamentos	
T1	Doce sem sorbato adicionado de filme não incorporado de extrato de jambolão ou sorbato de potássio
T2	Doce sem sorbato adicionado de filme incorporado com extrato de jambolão
T3	Doce sem sorbato adicionado de filme incorporado com sorbato de potássio
T4	Doce com sorbato de potássio sem adição de filmes

O filme incorporado com o sorbato de potássio (T3) funcionou como controle para o doce com sorbato de potássio sem adição do filme (T4), ao mesmo tempo que funcionou como tratamento.

As amostras foram armazenadas por 38 dias em BOD a 25 °C, realizando-se plaqueamento em superfície para enumeração de mesófilos aeróbios em meio PCA (*Plate Count Agar*) e fungos e leveduras em meio BDA (Batata Dextrose Agar), nos tempos 0, 6, 25 e 38 dias. As placas foram incubadas a 32°C por 48 horas para contagem de mesofilos aeróbios, e a 25°C 4 dias para a contagem de fungos e leveduras. A contagem foi expressa em UFC/g de doce de banana.

5.2.2.7 Estabilidade do doce de banana sem adição de açúcar modo desafio

A fim de analisar o efeito fungicida dos filmes frente a um alimento com uma carga inicial de micro-organismos, avaliou-se a atividade antimicrobiana de acordo com Lee et al. (2015), com adaptações. Pesou-se 10 g do doce de banana (cerca de 3 cm x 3 cm de altura x comprimento). Em seguida, uma das faces foi contaminada com aproximadamente 10⁶ UFC/mL de *Penicillium chrysogenum*. Após secagem do inóculo (10 minutos), adicionou-se os filmes sobre uma das faces do doce, de cada um dos tratamentos descritos na Tabela 2.

As amostras foram armazenadas por 25 dias em BOD a 25°C, realizando-se contagem de fungos e leveduras nos tempos 0, 6 e 25 dias. Realizou-se diluições apropriadas em água peptonada (0,1%) e plaqueamento (superfície) em BDA para a quantificação de fungos e leveduras. As placas foram incubadas a 25 °C por 4 dias e a contagem foi expressa em UFC/g de doce de banana.

5.2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados da espessura e do potencial de inibição foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e ao teste de médias (Tukey) a 5,0 % de probabilidade em *software* Sisvar (FERREIRA, 2014).

Os resultados da atividade antimicrobiana foram avaliados por meio do cálculo de médias e desvio padrão de duas repetições e posteriormente, realizou-se análise descritiva dos dados.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 PRIMEIRA ETAPA: AVALIAÇÃO DO EFEITO DO CLORETO DE CÁLCIO, DA GOMA CARRAGENA E PECTINA DE BAIXO TEOR DE METOXILAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS, NO TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE DOCES DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR

6.1.1 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS DIFERENTES FORMULAÇÕES DE DOCE DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR

As Tabelas 3 e 4 mostram os coeficientes de regressão dos parâmetros físico-químicos e os atributos de aceitação das diferentes formulações de conserva de banana / doce sem adição de açúcar.

Tabela 3: Coeficientes de regressão dos parâmetros físico-químicos de diferentes formulações de doces de banana sem açúcar

Coeficientes de regressão	pH	Umidade Sólidos solúveis				
		(%)	(°Brix)	L	C	H
Intercepto (β_0)	4.53	45.65	51.29	34.97	13.13	67.92
A-CaCl ₂ (β_1)	-0.03	-2.66	2.19	-1.17	-0.25	-0.20
B- Goma Carragena (β_2)	0.00	-1.26	0.23	-0.23	-0.32	0.68
Pectina BTM (β_3)	-0.07	-0.23	-0.56	0.42	0.99	0.53
A ² (β_{11})	0.09*	-3.05	2.78	-2.55	-1.50*	-0.65
B ² (β_{22})	0.08	-2.74	2.37	-0.07	0.72	-1.40***
C ² (β_{33})	0.07	-3.20*	2.01	1.57	-1.21	-1.52***
AB (β_{12})	-0.08	-0.91	1.67	0.43	-0.38	-0.76
AC (β_{13})	-0.07	-1.52	1.00	1.9	-0.46	-1.38**

BC (β_{23})	-0.02	-0.17	-0.75	1.57	0.09	-0.14
R²	0.66	0.64	0.43	0.61	0.69	0.85
Falta de ajuste	0.37	0.04	0.03	0.50	0.06	0.06

* Significância de 0,05, ** Significância de 0,01, *** Significância de 0,001.

Tabela 4: Coeficientes de regressão dos atributos de aceitação das diferentes formulações de formulações de doces de banana sem açúcar.

Coeficientes de Regressão	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Intenção de compra	Ideal de doçura	Ideal de consistência
Intercepto (β_0)	5.98	6.59	6.19	6.04	2.97	-0.28	-0.73
A-CaCl₂ (β_1)	0.05	-0.09	-0.07	-0.06	0.00	0.02	0.06
B- Goma Carragena(β_2)	0.00	0.00	-0.11	0.03	-0.08	-0.12	-0.05
Pectina BTM (β_3)	-0.08	-0.05	-0.22*	-0.28	-0.16*	-0.19	0.01
A² (β_{11})	0.17	0.03	-0.07	0.07	-0.03	0.04	0.17
B² (β_{22})	0.08	-0.03	-0.19*	-0.08	.0.09	-0.02	0.02
C² (β_{33})	0.11	-0.03	-0.04	0.20	0.00	0.00	0.19
AB (β_{12})	-0.11	-0.12	-0.05	0.02	0.02	-0.21	-0.06
AC (β_{13})	-0.06	-0.07	-0.80	-0.10	-0.09	-0.09	0.00
BC (β_{23})	-0.14	-0.09	-0.90	-0.05	-0.02	-0.06	0.07
R²	0.53	0.60	0.70	0.47	0.64	0.49	0.36

Falta de ajuste	0.02	0.26	0.11	0.24	0.09	0.01	0.26
------------------------	------	------	------	------	------	------	------

* Significância de 0,05, ** Significância de 0,01, *** Significância de 0,001.

A falta de ajuste não significativa ($p \leq 0,05$) para pH, L, croma, hue (H^*), aroma, sabor, textura, intenção de compra e ideal de consistência indicam a precisão do modelo estatístico para esse resultado. O valor de R^2 próximo à unidade indica uma melhor adaptação do modelo aos dados experimentais. Além disso, um valor menor de R^2 demonstra que os resultados não foram relevantes o suficiente para explicar a variação de comportamento (KHURI; MUKHOPADHYAY 2010; MEHMOOD et al. 2018; MEHMOOD et al. 2019); um p valor menor indica um efeito altamente significativo na variável resposta (MEHMOOD, 2015).

O CaCl_2 causou um efeito quadrático positivo para o pH (Tabela 3), isto é, a alta concentração de CaCl_2 resultou em formulações com altos valores de pH.

Observou-se também que a pectina BTM causou um efeito quadrático negativo no teor de umidade (Tabela 3), ou seja, o aumento a concentração de pectina BTM fez com que a umidade diminuísse. A umidade está relacionada à estabilidade alimentar (CHAVES et al., 2004) e, portanto, sua redução favorece a conservação do produto. Assim, esse efeito causado pela pectina BTM pode contribuir para aumentar o prazo de validade do produto.

Observou-se ainda que as variáveis em estudo não afetaram significativamente o teor de sólidos solúveis e a luminosidade. Todas as formulações foram elaboradas com a mesma duração de cozimento (cerca de 60 minutos), o que pode ter contribuído para esse resultado.

O CaCl_2 causou um efeito quadrático negativo para o parâmetro C. Assim, o aumento da concentração de CaCl_2 resultou na perda da vivacidade das cores das formulações.

Com base nos valores de a^* e b^* , é obtido o ângulo hue (H^*), que é avaliado em uma escala de 0 a 360° (SPADA et al., 2014). O ângulo H^* define a posição correta da amostra analisada na faixa de cores, ou seja, reflete o tom da cor (MAMEDE et al., 2013; SPADA et al. 2014). De acordo com a sequência de H^* no sistema CIELAB, o H^* vermelho é indicado por 0° , amarelo por 90° , verde por 180° e azul por 270° (MCGUIRE, 1992). Para esse parâmetro, as concentrações de goma de carragena e pectina BTM causaram efeitos negativos quadráticos e lineares, respectivamente. O fator de interação β_{13} também teve um efeito negativo significativo (Tabela 4 e Figura 14). Percebe-se que o aumento das concentrações de pectina e carragena causa elevação do ângulo H^* até o ponto central e, após essa concentração, o ângulo H^* diminui (Figura 14a e Figura 14b). Valores mais altos para esse ângulo são encontrados nas formulações que têm em sua constituição a combinação de

concentrações de goma de carragena e pectina BTM variando entre 0,74% a 1,04% e 1,64% a 2,3%, respectivamente. Estas formulações exibem tonalidade laranja (vermelho a amarelo).

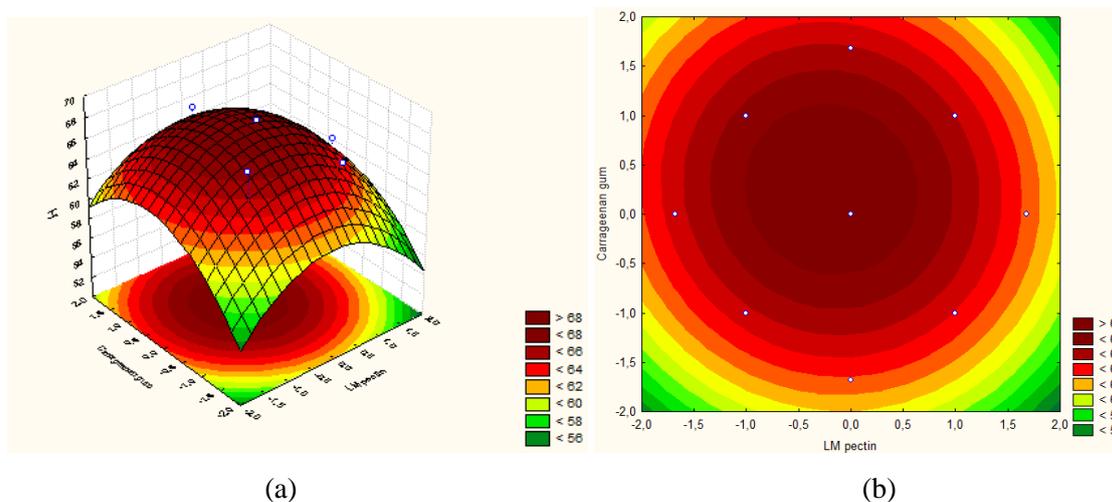
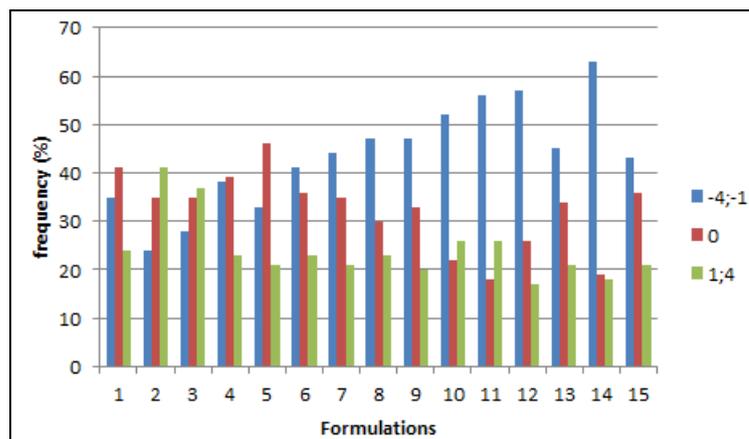


Figura 14. Superfície de resposta (a) e gráfico de contorno (b) para o parâmetro de cor H* dos doces de banana sem adição de açúcar.

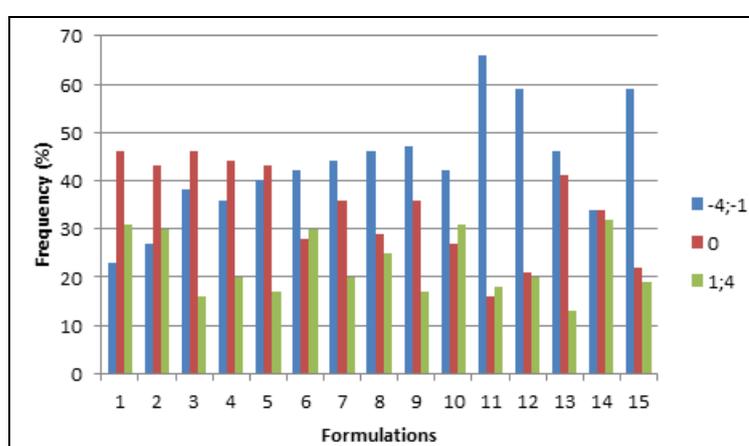
Quanto aos atributos de aceitação, observa-se que as variáveis goma carragena e pectina BTM causaram efeitos quadráticos e lineares negativos, respectivamente no atributo sabor (Tabela 4), ou seja, quanto maior a concentração desses agentes gelificantes, menores as notas para esse atributo. Segundo Bayarri et al. (2004) e Bayarri et al. (2006), as concentrações de agentes gelificantes alteram as características mecânicas dos géis, alterando a percepção do paladar. Chai et al. (1991), ao estudar géis adoçados e aromatizados feitos com alginato, carragena ou ágar, observaram que as percepções sensoriais dependem tanto da força do gel quanto da concentração de agentes gelificantes. Além disso, o cozimento, que é um dos principais pontos do processo de fabricação, deve ser um procedimento rápido para evitar a perda de sabor (JACKIX, 1988).

Para intenção de compra, nota-se que a concentração de pectina BTM causou um efeito linear negativo (Tabela 4), ou seja, à medida que a concentração de pectina BTM aumenta a intenção de compra diminui. Esse efeito pode ser atribuído à diminuição do sabor como consequência da concentração de agentes gelificantes, o que pode afetar a percepção desse atributo.

Os histogramas de frequência de ideais de doçura e consistência de diferentes formulações de doces de banana são apresentados na Figura 15.



(a)



(b)

Figura 15. Histogramas dos ideais de doçura (a) e consistência (b) das diferentes formulações de doce de banana. *Formulação 15: média dos valores obtidos pelas formulações 15, 16, 17 e 18.

As formulações F1 (0,61% de CaCl_2 , 0,74% de goma carragena e 1,64% de pectina BTM) e F5 (0,61% de CaCl_2 , 0,74% de goma carragena e 2,3% de pectina BTM) foram as mais próximas da doçura ideal (Figura 15a). Para consistência ideal, F1 (0,61% de CaCl_2 , 0,74% de goma carragena e 1,64% de pectina BTM) e F3 (0,61% de CaCl_2 , 1,04% de goma carragena e 1,64% de pectina BTM) foram os mais próximos (Figura 15b).

Guichard et al. (1991) investigaram a influência da concentração de pectina e de seu grau de metoxilação nos aspectos sensoriais e nos compostos voláteis em doces de morango. Os resultados encontrados apontaram que uma concentração de 0,6% de pectina BTM proporcionou uma textura adequada e sabor ideal.

Nachtigall et al (2004) analisaram as características físicas, químicas e sensoriais de geleias *light* de amora-preta usando pectina BTM e diferentes concentrações das gomas

carragena e xantana. Os resultados salientam que o uso de gomas nas geleias possibilitou uma melhora na consistência e no sabor das mesmas.

Os resultados do presente estudo sugerem que, apesar da utilização de agentes gelificantes colaborarem para as melhorias tanto da consistência quanto do sabor, concentrações altas desses aditivos podem mascarar a doçura e modificar sua consistência, resultando na descaracterização do produto. Tem-se ainda que menores quantidades tanto de carragena quanto de pectina proporciona doçura e consistência consideradas ideais pelos consumidores.

A Figura 16 mostra a análise de componentes principais (PCA) para as diferentes formulações de doces de banana sem açúcar em relação aos termos descritivos relacionados à aparência, aroma, sabor e textura.

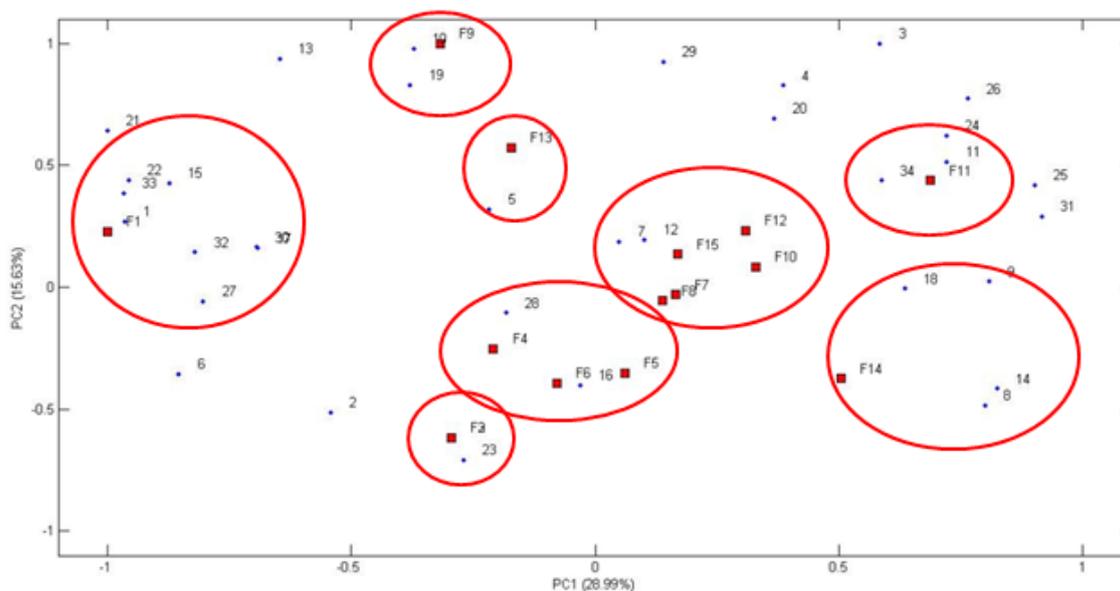


Figura 16. Análise de componentes principais para as diferentes formulações de doces de banana sem açúcar. * Formulação 15: média dos valores da análise sensorial obtidos pelas formulações 15, 16, 17 e 18. Descritores: 1 - aparência característica da doce de banana, 2 - cor marrom forte, 3 - cor marrom fraca, 4 - cor mais clara que o ideal, 5 - cor mais escura que o ideal, 6 - cor ideal, 7 - brilhante, 8 - fosco, 9 - opaco, 10 - translúcido, 11 - grumos, 12 - sinérese, 13 - aroma forte de banana, 14 - aroma fraco de banana, 15 - doce aroma, 16 - aroma queimado, 17 - aroma agradável, 18 - aroma estranho, 19 - aroma característico de doce de banana, 20 - sabor fraco de banana, 21 - sabor ideal de banana, 22 - sabor característico de banana, 23 - sabor característico de doce de banana, 23 - sabor muito doce, 24 - sabor levemente adocicado, 25 - sabor estranho, 26 - sabor queimado, 27 - consistência característica de doce de banana, 28 - consistência firme, 29 - consistência macia, 30 - textura agradável, 31 - textura desagradável, 32 - textura uniforme, 33 - textura ideal, 34 - grumos.

As formulações F1 (0,61% de CaCl₂, 0,74% de goma carragena e 1,64% de pectina BTM), F9 (0,54% de CaCl₂, 0,89% de goma carragena e 1,97% de pectina BTM) e F13 (0,71% de CaCl₂, 0,89% de goma carragena e 1,4% de pectina BTM) e F13 (CaCl₂ a 0,71%, goma de carragenina e 1,4% LM pectina) foram descritas com atributos desejáveis para doces de banana, como aparência característica, aroma, sabor e consistência, além de textura agradável, uniforme e ideal (Figura 16). No entanto, as demais formulações foram descritas como características indesejáveis para o doce de banana, como sabor muito doce, aroma queimado, presença de sinérese, presença de grumos, falta de brilho e opacidade, com aromas de banana fracos e estranhos (Figura 16).

Assim, com base na análise dos componentes principais para as diferentes formulações de doces de banana sem açúcar (Figura 16), as formulações descritas com atributos desejáveis foram aquelas cujas concentrações das variáveis estudadas variaram de 0,54% a 0,61% para CaCl₂, de 0,74 % a 0,89% para goma de carragena e de 1,40% a 1,64% para pectina LM.

6.1.2 AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS DOCES DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR

Baseado nas análises físico-químicas e sensoriais, selecionaram-se três formulações dentre as 18 (Tabela 1). Foram consideradas as formulações com melhores características físico-químicas, correlacionando-as com aquelas que obtiveram maiores notas para os atributos analisados e as maiores frequências de respostas do questionário CATA para as características desejáveis como “cor ideal”, “aroma característico de doce de banana”, “sabor ideal de banana” e “textura agradável”, além dos ideais de doçura e consistência. Diante disso, foram escolhidas as formulações F1(0,61% de CaCl₂, 0,74% de goma carragena e 1,64% de pectina BTM), F3 (0,61% de CaCl₂, 1,04% de goma carragena e 1,64% de pectina BTM) e F9 (0,54% de CaCl₂, 0,89% de goma carragena e 1,97% de pectina BTM) para as avaliações dos seus compostos os bioativos e atividade antioxidante.

A Tabela 5 apresenta os resultados médios para compostos os bioativos e para a atividade antioxidante dos doces de banana se adição de açúcar.

Tabela 5: Avaliação dos compostos bioativos e da atividade antioxidante das diferentes formulações de doces de banana sem adição de açúcar.

Formulações	Carotenóides totais ($\mu\text{g/g}$ de doce)	Compostos Fenólicos (mg AGE/g de doce)	Vitamina C (mg/100g de doce)	Atividade antioxidante (EC_{50} g de doce/ g de DPPH)
F1	15,59 \pm 0,1 b	0,04 \pm 0,01 c	194,61 \pm 0,00 a	28179,16 \pm 30,39 b
F3	42,68 \pm 0,16 a	0,15 \pm 0,01 a	188,68 \pm 0,00 c	28192,19 \pm 34,73 b
F9	42,83 \pm 0,00 a	0,05 \pm 0,00 b	190,48 \pm 0,00 b	28296,38 \pm 0,00 a

Valor médio \pm desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância.

Compostos bioativos são complexos ativos biologicamente com capacidade de prevenir ou diminuir os riscos de algumas doenças crônicas não transmissíveis (AGUDO et al., 1997; MATTHEW et al., 1997; THOMSON et al., 2002; SKULADOTTIR et al., 2006; DAI et al., 2006; DOSIL-DÍAZ et al., 2008; MIRMIRAN et al., 2009). Os principais compostos bioativos analisados em relação à estabilidade em alimentos são os antioxidantes, dentre eles, a vitamina C, os compostos fenólicos e os carotenóides. A perda desses compostos podem acontecer desde o processamento até o armazenamento do produto (IGUAL et al., 2005).

De acordo com a Tabela 5, observa-se que os teores de carotenóides totais dos doces de banana sem adição de açúcar variaram entre 15,59 e 42,83 $\mu\text{g/g}$ de doce, sendo que as formulações F3 e F9 apresentaram os maiores valores médios ($p \leq 0,05$) não diferindo entre si.

Em relação aos compostos fenólicos, percebe-se que as formulações apresentaram teores entre 0,04 e 0,15 mg AGE/g de doce. A formulação F3 apresentou maior valor médio ($p \leq 0,05$).

No que diz respeito a vitamina C, verificou-se que os valores encontrados estão compreendidos entre 188,68 e 194,61 mg/100 g de doce, sendo a formulação F1 a de maior valor ($p \leq 0,05$).

Já em relação a atividade antioxidante, levando em consideração que menores valores de EC_{50} correspondem à maior atividade antioxidante, observa-se que as formulações F1 e F3 apresentaram os maiores valores ($p \leq 0,05$) não diferindo entre si.

De acordo com todos os resultados obtidos, nota-se que a formulação F3 (0,61% de CaCl_2 , 1,04% de goma carragena e 1,64% de pectina BTM) apresentou os maiores teores de

carotenóides totais, de compostos fenólicos e capacidade antioxidante. Ao compará-la com F1 (0,61% de CaCl₂, 0,74% de goma carragena e 1,64% de pectina BTM) e F9 (0,54% de CaCl₂, 0,89% de goma carragena e 1,97% de pectina BTM), observa-se que ela apresenta a maior concentração de goma carragena.

A goma carragena é um polissacarídeo retirado de determinadas espécies de algas vermelhas (*Rhodophyceae*) (TORREZAN; CRISTIANINI, 2005). Considerando que algas são uma boa fonte biológica de diversos tipos de carotenóides (DERNER et al., 2006), pode-se sugerir que os carotenóides encontrados nas formulações analisadas seja um somatório do conteúdo desse composto vindo tanto da fruta quanto da goma.

Por outro lado, é sabido que ao longo do processamento de alimentos utilizando altas temperaturas pode acontecer a degradação de compostos bioativos (CORREIA et al., 2008). Entretanto, a carragena é capaz de formar pequenas esferas que podem aprisionar tanto células quanto enzimas, e até mesmo micro-organismos (PANGESTUTI; KIM, 2015). Conseqüentemente, pode-se sugerir que a maior quantidade de carragena na formulação F3 viabilizou a formação de esferas auxiliam na proteção dos compostos bioativos.

6.2 SEGUNDA ETAPA: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE FILMES INCORPORADOS COM EXTRATOS BRUTOS DE ABRICÓ E JAMBOLÃO E SORBATO DE POTÁSSIO NA ESTABILIDADE DE DOCES DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR

6.2.1 DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DOS FILMES ANTIMICROBIANOS

Define-se como espessura de um filme o espaço perpendicular entre as duas superfícies principais do material. Por meio desse parâmetro é possível obter informações a respeito de sua resistência mecânica e das especificidades de barreiras aos gases e ao vapor de água do material (OLIVEIRA et al., 1996; SARANTÓPOULOS et al., 2002). Essa medida influencia ainda nas propriedades óticas (RODRÍGUEZ et al., 2012).

A Tabela 6 apresenta os resultados médios das espessuras dos filmes controle e incorporados com extratos brutos de abricó e jambolão.

Tabela 6: Média e desvio padrão das espessura dos filmes de acetato de celulose incorporados com sorbato de potássio e extrato bruto de abricó e jambolão.

Filmes	Espessura (μm)
Controle	0,032 \pm 0,001 c
Sorbato de Potássio	0,047 \pm 0,005 b
Abricó	0,060 \pm 0,001 a
Jambolão	0,058 \pm 0,002 a

Valor médio \pm desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observa-se que houve diferença ($p \leq 0,05$) entre os filmes controle e incorporados com sorbato de potássio e extratos brutos de abricó e jambolão, sendo que a adição do sorbato e dos extratos contribuiu para o aumento da espessura em relação ao controle. Observa-se também que os filmes incorporado com o extrato de jambolão apresentaram maior espessura, não diferindo entre si.

Controlar a espessura dos filmes é importante para analisar a homogeneidade desses materiais, a repetibilidade da medida de suas características e a validade das comparações entre filmes. Entretanto, esse controle é difícil, especialmente nos processos de produção do tipo *casting* (RODRÍGUEZ et al., 2012). Uma vez que este método consiste em depositar a solução filmogênica em uma superfície plana e estéril e, com o auxílio de um bastão de vidro, “puxar” a solução ao longo dessa superfície para a formação do filme e evaporação do solvente (acetona) à temperatura ambiente (SOARES et al. 2008). Tem-se ainda que a incorporação de substâncias modifica as interações na matriz polimérica (ESPITIA et al., 2011).

6.2.2 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INIBIÇÃO DOS FILMES INCORPORADOS COM SORBATO DE POTÁSSIO POLPA DE ABRICÓ E JAMBOLÃO

Várias espécies vegetais têm sido utilizadas por suas características antimicrobianas devido à presença de compostos ativos sintetizados pelo metabolismo secundário da planta (LOGUERCIO, 2005). Tal atividade tem sido atribuída aos compostos fenólicos, como timol, carvona, carvacrol, mentol e muuroleno, dentre outros (DIDRY; DUBREUIL; PINKAS, 1993; CONNER, 1993; SMID; KOEKEN; GORRIS, 1996; HELANDER et al., 1998).

Na Tabela 7 observa-se o potencial de inibição dos extratos estudados.

Tabela 7: Valores médios do potencial de inibição dos filmes de acetato de celulose incorporados com sorbato de potássio e extrato bruto de abricó e jambolão.

Filmes	PI [$\log(N_0/N)$]*
Controle	0,39 b
Abricó	-0,40 c
Jambolão	0,55 a

*PI= Potencial de inibição; N_0 = UFC/mL do grupo controle (meio BHI); N =UFC/mL do grupo teste (meio BHI acrescido de filme incorporado ou não de extrato de polpa de jambolão ou abricó). Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observa-se que o filme controle, que é composto apenas por acetato de celulose e acetona, apresentou um pequeno potencial de inibição. Como esse resultado não era o esperado, sugere-se que pode ter ocorrido um possível erro na análise.

Percebe-se ainda que o abricó apresentou menor potencial de inibição (PI) ($p \leq 0,05$) que o jambolão. Esse maior efeito antimicrobiano pode estar associado ao maior teor de compostos fenólicos presentes nessa fruta quando comparado ao abricó (MOURÃO; BELTRATI, 2000; VIZZOTTO; PEREIRA, 2008; BRAGA et al., 2010). Observa-se ainda um PI negativo para o abricó, indicando uma provável estimulação do crescimento do *Penicillium chrysogenum*.

6.2.3 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA, *IN SITU*, DE FILMES INCORPORADOS COM EXTRATO DE JAMBOLÃO E SORBATO DE POTÁSSIO NA ESTABILIDADE DE DOCE DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR

Em consequência da menor quantidade de açúcares e do excesso de umidade, o doce *diet* está mais susceptível a multiplicação de micro-organismos devido ao aumento na atividade de água (MORRIS, 2006; FERREIRA, 2013). Dessa maneira, filmes incorporados com extrato bruto de jambolão e sorbato de potássio foram avaliados na estabilidade de doces de banana *diet* e os resultados são mostrados nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8: Média da contagem total (log UFC/g) de mesófilos aeróbios em doces de banana com ou sem adição de açúcar em função do tempo de armazenamento (0, 6, 25 e 36 dias) e do tratamento utilizado.

Tratamentos	T0	T6	T25	T36
T1	< 2 ± 0,21	< 2 ± 0,00	< 2 ± 0,00	< 2 ± 0,00
T2	< 2 ± 0,21	< 2 ± 0,00	< 2 ± 0,00	< 2 ± 0,00
T3	< 2 ± 0,21	< 2 ± 0,00	< 2 ± 0,21	< 2 ± 0,00
T4	< 2 ± 0,21	< 2 ± 0,00	< 2 ± 0,00	< 2 ± 0,00

T1 = Doce sem sorbato adicionado de filme não incorporado de extrato de jambolão ou sorbato de potássio; T2 = Doce sem sorbato adicionado de filme incorporado com extrato de jambolão; T3 = Doce sem sorbato adicionado de filme incorporado com sorbato de potássio; T4 = Doce com sorbato de potássio sem adição de filmes. Os dados da Tabela referem-se a média de duas repetições.

Além de adoçar e auxiliar na formação do gel, o açúcar possui papel relevante na conservação, uma vez que diminui a atividade de água, ou seja, a água disponível para a multiplicação de micro-organismos (MORRIS, 2006). Normalmente, as bactérias são os micro-organismos que mais necessitam de água livre para a sua multiplicação, seguida pelos fungos e leveduras (HOFFMANN, 2001; MORRIS, 2006; GAVA, 2008). Por conseguinte, os doces com baixo teor de açúcar estão mais vulneráveis ao crescimento de grande parte desses micro-organismos. Apesar do baixo teor de açúcar presente nos doces, pode-se verificar baixa contagem de mesófilos aeróbios (< 2 UFC/g de doce), ao longo dos 36 dias, para todos os tratamentos analisados (Tabela 16). Esses resultados estão relacionados à qualidade satisfatória decorrentes das técnicas de processamento e/ou armazenamento do produto (CASTRO et al., 2015). Uma contagem elevada de bactérias mesófilas em alimentos pode contribuir para redução da sua vida útil. Nesses casos, a contaminação do alimento pode resultar de baixa qualidade das matérias-primas e de condições inadequadas de processamento em consequência de uma série de fatores, tais como um manuseio inadequado da matéria prima, higienização deficitária dos manipuladores, dos locais de manipulação ou de utensílios usados, comprometendo a qualidade microbiológica do alimento (KUHNS et al., 2012; CASTRO et al., 2015; LAINETTI; 2017). A higienização de utensílios e equipamentos pode evitar o risco de recontaminação dos alimentos ao longo de todas as etapas do processamento. Entretanto, se esta é feita de maneira inadequada, o processo se torna ineficiente e pode provocar a contaminação cruzada (RAVAGNANI; STURION, 2009).

Tabela 9: Média e desvio padrão das contagens (log UFC/g) de fungos e leveduras em doce de banana sem adição de açúcar em função do tempo de armazenamento (0, 6, 25 e 36 dias) e do tratamento utilizado.

Tratamentos	T0	T6	T25	T36
T1	2,17 ± 0,36	< 2 ± 0,00	< 2 ± 0,00	4 ± 1,41
T2	2,17 ± 0,36	2 ± 0,00	< 2 ± 0,00	3,20 ± 0,85
T3	2,17 ± 0,36	< 2 ± 0,21	< 2 ± 0,00	< 2 ± 0,00
T4	2,39 ± 0,28	< 2 ± 0,00	< 2 ± 0,00	< 2 ± 0,00

T1 = Doce sem sorbato adicionado de filme não incorporado de extrato de jambolão ou sorbato de potássio; T2 = Doce sem sorbato adicionado de filme incorporado com extrato de jambolão; T3 = Doce sem sorbato adicionado de filme incorporado com sorbato de potássio; T4 = Doce com sorbato de potássio sem adição de filmes. Dados referentes a médias de duas repetições.

De acordo com os resultados mostrados na Tabela 10, observa-se que o filme de acetato de celulose incorporado com extrato bruto da polpa de jambolão (T2) exerceu atividade antimicrobiana, reduzindo a contagem de fungos e leveduras em quase um ciclo log quando comparado ao filme controle, sem a incorporação do extrato (T1) após 36 dias de armazenamento. Sabe-se que a polpa de jambolão possui uma quantidade relevante de compostos fenólicos (VIZZOTO; PEREIRA, 2008), e vários estudos têm mostrado efeito antimicrobiano desses compostos (SOUZA et al., 2007; DAGLIA, 2012; SINGH et al., 2016). Nascimento et al. (2002) avaliaram a atividade antimicrobiana de extratos vegetais alcoólicos e fitofármacos em relação a micro-organismos sensíveis e resistentes a antibióticos. Observou-se que, dentre os extratos analisados, o jambolão apresentou um dos maiores potenciais antimicrobianos, inibindo cerca de 57% dos micro-organismos. Corrêa et al. (2018), ao estudar o potencial antimicrobiano de extratos de jambolão oriundos de folhas, casca, polpa e sementes em relação a cepas de micro-organismos patogênicos, perceberam que todos os extratos apresentaram efeitos satisfatórios sobre os micro-organismos estudados. De acordo com Xu et al. (2014) a ação antimicrobiana está associada à sua natureza parcialmente hidrofóbica desses compostos, que possibilita interação com a camada lipídica da membrana citoplasmática dos micro-organismos, reduzindo sua estabilidade. Essa interação pode provocar o extravasamento do conteúdo celular, a dissipação da força promotora, interferir no transporte celular ou ainda nas enzimas metabólicas (NEGI, 2012). Mesmo em pequenas concentrações, os compostos fenólicos podem provocar uma

reestruturação da arquitetura de membrana, diminuindo a capacidade infecciosa de bactérias (XU et al., 2014). Ademais, a quelação de metais por ácidos fenólicos também pode provocar a morte de micro-organismos (NEGI, 2012). Heipieper, Keweloh e Rehm (1991) demonstraram que os polifenóis provocam um efluxo de íons potássio de membranas de micro-organismos que alteraram sua atividade, influenciando a proporção proteína/lipídeo.

Ademais, observa-se ainda que o filme de acetato de celulose incorporado com sorbato de potássio (T3) apresentou mesmo efeito antimicrobiano que no doce adicionado de sorbato de potássio (T4) (Tabela 17), mostrando que não houve diferença em adicionar o sorbato no filme ou diretamente ao doce. Uma das vantagens da utilização de embalagens contendo agentes antimicrobianos é a difusão dessas substâncias da embalagem para a superfície do alimento de forma controlada. Dessa forma, esses compostos estão presentes no alimento em menor quantidade atendendo a uma demanda atual do consumidor, que busca por alimentos com baixo teor de conservantes e onde a sua presença é mais requisitada, ou seja, principalmente na superfície do alimento, onde a maioria das deteriorações acontece. À medida que o antimicrobiano é liberado da embalagem ao longo do tempo, a cinética de desenvolvimento de micro-organismos e a atividade microbiana na superfície do produto podem ser equilibradas. Assim, a atividade antimicrobiana pode ser ampliada, assegurando a segurança durante a distribuição dos alimentos (APPENDINI; HOTCHKISS, 1997; QUINTAVALLA; VICINI, 2002; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2004).

Tem-se ainda que, embora o sorbato tenha baixa toxicidade em consequência da sua rápida metabolização, há relatos de casos de convulsões, alergias e inflamações em pessoas que são sensíveis a esses compostos (WANG, 2006). Dessa forma, como a embalagem ativa proporciona uma migração gradativa do antimicrobiano presente em sua estrutura para a superfície do alimento, isso resultará em uma menor ingestão do sorbato, reduzindo a chance de efeitos colaterais desse conservante no organismo do consumidor.

Embora o extrato de jambolão tenha promovido efeito antimicrobiano inferior ao filme incorporado com sorbato de potássio, as contagens de fungos e leveduras após 36 dias de estocagem permaneceram dentro dos padrões estabelecidos pela RDC nº 12 de 09 de janeiro de 2001, cujo valor máximo permitido é de 10^4 UFC/g. Deste modo, a aplicação de antimicrobianos naturais, tais como extrato de plantas ou condimento, é uma alternativa promissora no que se refere às pesquisas em embalagens ativas em decorrência do seu apelo de produto natural e da preferência por parte dos consumidores (YAMADA, 2004).

6.2.4 ESTABILIDADE DO DOCE DE BANANA SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR MODO DESAFIO

Na Tabela 10 são apresentadas as médias das contagens (log UFC/g) de fungos e leveduras, no modo desafio, ao longo de 25 dias de armazenamento.

Tabela 10: Média e desvio padrão da contagem (log UFC/g) de fungos e leveduras no doce de banana com ou sem adição de açúcar em função do tempo de armazenamento (0, 6 e 25 dias) e do tratamento utilizado no modo desafio.

Tratamentos	T0 (log UFC / g)	T6 (log UFC / g)	T25 (log UFC / g)
T1	2,81 ± 0,08	4,20 ± 0,34	7,4 ± 0,34
T2	2,81 ± 0,08	4,43 ± 0,18	6,7 ± 0,00
T3	2,81 ± 0,08	< 2 ± 0,21	< 2 ± 0,00
T4	2,69 ± 0,15	< 2 ± 0,00	< 2 ± 0,61

T1 = Doce sem sorbato adicionado de filme não incorporado de extrato de jambolão ou sorbato de potássio; T2 = Doce sem sorbato adicionado de filme incorporado com extrato de jambolão; T3 = Doce sem sorbato adicionado de filme incorporado com sorbato de potássio; T4 = Doce com sorbato de potássio sem adição de filmes. Dados referentes a médias de duas repetições.

De acordo com os dados mostrados na Tabela 11, verifica-se que o filme de acetato de celulose incorporado com extrato bruto da polpa de jambolão (T2) exerceu atividade antimicrobiana, reduzindo a contagem de *P. chrysogenum* em quase um ciclo log quando comparado ao filme controle, sem a incorporação do extrato (T1) após 25 dias de armazenamento. No entanto, o extrato de jambolão não foi capaz de manter os níveis de fungo dentro dos padrões da legislação. Observa-se ainda que o sorbato exerceu maior efeito antimicrobiano que o extrato de jambolão e que o filme de acetato de celulose incorporado com sorbato de potássio (T3) apresentou o mesmo efeito antimicrobiano que no doce adicionado diretamente de sorbato de potássio (T4), reduzindo a população de *P. chrysogenum* para < 2 log UFC/g de doce (Tabela 11) após 25 dias de armazenamento. O sorbato de potássio incorporado diretamente ao doce ou ao filme foi eficiente no controle da população do fungo no doce de banana, mesmo quando o produto apresentou contaminação inicial relevante.

7 CONCLUSÃO

No presente estudo, verificou-se que as diferentes concentrações de CaCl_2 , goma de carragena e pectina BTM influenciaram as características físico-químicas e sensoriais do doce de banana sem açúcar. Em geral, concentrações mais baixas de CaCl_2 fizeram com que as conservas tivessem pH mais baixo e cores mais vivas. O aumento da concentração de pectina BTM criou formulações com tonalidade vermelho-amarelada e menor umidade, reduzindo assim o sabor e a intenção de compra dos produtos elaborados.

A goma de carragena foi a variável que menos influenciou os resultados; no entanto, o uso de concentrações mais altas dessa goma diminuiu a percepção do aroma de banana. Diante disso, pode-se inferir que o uso de CaCl_2 variando de 0,54% a 0,61%, goma de carragena variando de 0,74% a 0,89% e pectina BTM variando de 1,4% a 1,64% resulta em doces de banana sem açúcar com doçura e consistência ideais, sendo, portanto, mais aceitáveis.

A formulação F3 (0,61% de CaCl_2 , 1,04% de goma carragena e 1,64% de pectina BTM) apresentou maior teor de compostos bioativos. Esse fato pode ser atribuído à concentração de carragena contida nessa formulação, uma vez que essa goma pode ter viabilizado a formação de esferas que protegeram os compostos bioativos.

De acordo com o potencial de inibição dos filmes incorporados com extrato bruto de abricó e jambolão, percebeu-se que o jambolão apresentou maior ação antimicrobiana sobre o *Penicillium chrysogenum*.

Mesmo mostrando uma pequena atividade antimicrobiana, o extrato bruto de jambolão manteve os níveis da contagem de fungos e leveduras dentro dos padrões estabelecidos pela legislação após 36 dias de estocagem.

O sorbato de potássio adicionado diretamente ou quando incorporado ao filme exerceu maior efeito antimicrobiano sobre o *P. chrysogenum* que o extrato de jambolão, não havendo diferença em relação ao sua forma de utilização.

Dessa forma, conclui-se que a utilização de filmes ativos antimicrobianos para acondicionar doces de banana sem adição de açúcar apresenta como uma alternativa viável.

8 REFERÊNCIAS

ACOSTA, O.; VÍQUEZ, F.; CUBERO, E. Optimization of low-calorie mixed fruit jelly by response surface methodology. *Food Quality and Preference*, Barking v. 19, n. 1, p. 79-85, 2008.

ADAMANTE, D.; MINOSSO, N. Avaliação da viscosidade de carragenas comerciais. 2012. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Tecnologia em Alimentos). **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Medianeira – PR, 2012.

AGUDO, A.; ESTEVE, M. G.; PALLARÉS, C.; MARTÍNEZ-BALLARIN, I.; FABREGAT, X.; MALATS, N.; MACHENGS, I.; BADIA, A.; GONZÁLEZ, C. A. Vegetable and fruit intake and the risk of lung cancer in women in Barcelona, Spain. **European Journal of Cancer**, 33, 1256-1261, 1997.

ALEM, T. T. A.; ORNELLAS, C. B. D. Estudo da concentração de cobre em doces de banana produzidos em diferentes tipos de tachos. **In: 6º Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos**, Campinas. Anais, UNICAMP, 2005.

ALMEIDA, C.O.; SOUZA, J.S.; CORDEIRO, Z.J.M.; INÁCIO, E.S.B. Mercado Mundial. Banana pós-colheita. **Embrapa Informação Tecnológica (Eds.)** Brasília (DF), p. 9-12 Brasil, 2001.

ALMEIDA, E. L. et al. Análise de perfil de textura e aceitabilidade sensorial de goiabadas desenvolvidas com diferentes edulcorantes. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 6, p. 697-704, 2009.

ALVAREZ M.; MOREIRA M.; PONCE A. Anti quorum sensing and antimicrobial activity of natural agents with potential use in food. **J Food Safety**, v. 32, n. 3, p. 379-387, 2012.

ALVES, E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI/Cruz das Almas-Embrapa- CNPMF, p. 27-34/90-91/471-473/545-547, 1999.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION (ADA). Position of the American Dietetic Association: fat replacers. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 105, n. 2, p. 266-275, 2005.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION (ADA). Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 104, n. 2, p. 255-275, 2004.

AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (2003). **Official Analytical Chemists**, 17th ed., Washington, DC.

AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (1984). **Official Analytical Chemists**, 14th ed., Arlington.

APPENDINI, P.; HOTCHKISS, J. H. Immobilization of lysozyme on food contact polymers as potential antimicrobial films. **Packaging Technology and Science**, v. 10, p. 271-279, 1997.

APPENDINIA, P.; HOTCHKISS, J.H. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 2002.

ARAÚJO, J. M. A. Conservadores químicos em alimentos. **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3/4, p.192-210, 1990.

ARRUDA, A. R; CASIMIRO, A. R. S.; GARRUTI, D. S.; ABREU, F. A. P. Caracterização físico-química e avaliação sensorial de bebida fermentada alcoólica de banana. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 38, n. 4, p. 377-384, 2007.

AZEREDO, H. M. C. de et al. Princípios dos Métodos de Conservação de Alimentos. In: Fundamentos de Estabilidade de Alimentos. 2. ed. **Brasília: Técnica**. Cap. 5. p. 129-186, 2012.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; AZEREDO, A. M. C. Embalagens ativas para alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 337-341, 2000.

BANNACH, G.; ALMEIDA, R. R.; LACERDA, L. G.; SCHNITZLER, E.; IANASHIRO, M. Thermal stability and thermal decomposition of sucralose. **Eclética química**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 21-26, 2009.

BARBIROLI, A.; BONOMI, F.; CAPRETTI, G.; IAMETTI, S.; MANZONI, M.; PIERGIOVANNI, L.; ROLLINI, M. **Food Control**, v. 26, 2012.

BARBOSA, L. M. V.; FREITAS, R. J. S.; WASZCZYNSKYJ, N. Desenvolvimento de produtos e análise sensorial. **Revista Brasil Alimentos**, Curitiba, p.33-34, 2003.

BARROS, E. C. S.; INÁCIO, R. A.; PINTO, F. O.; QUINTAS, E. S.; RODRIGUES, M. D. A BAUER, A. W. et al. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **The American Journal of Clinical Pathology**, v. 45, n. 4, 1966.

BATISTA, A. P.; BORGES, C. D. Métodos de conservação aplicados a melão minimamente processado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 5, p. 915-923, 2013.

BAYARRI, S.; DURAN, L.; COSTELL, E. Influence of sweeteners on the viscoelasticity of hydrocolloids gelled systems. **Food Hydrocolloids**, Cardiff, v.18, n.4, p.611-619, 2004.

BAYARRI, S.; IZQUIERDO, L.; DURÁN, L.; COSTELL, E. Effect of addition of sucrose and aspartame on the compression resistance of hydrocolloids gels. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 980-986, 2006.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.31, n.4, p.507-513, 1988.

BENASSI, V. T.; WATANABE, E.; LOBO, A. R. Produtos de panificação com conteúdo calórico reduzido. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 225-242, 2001.

BERTOLDI, M. C. Antioxidant capacity, anticancer effects and absorption of mango (*Mangifera Indica L.*) polyphenols in vitro. 2009, 148 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

BHATAWALE, S. P.; MOHAMMAD, U. I. A.; MIRZA, R. S. S.; ZAFAR, I. M. M.; SIDDIQUI, A. N.; FATEMA, Z. M. Effect of Unripe Banana Flour Incorporation on Resistance Starch Content of Rice Papad. **Journal of Nutrition and Food Sciences**, v. 2, n. 5, 2012.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução a Química de Alimentos**. 3ª Ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003, 231p.

BONA, E. A. M. et al. Comparação de métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração inibitória mínima (cim) de extratos vegetais aquosos e etanólicos. **Arquivos do Instituto Biológico**. v. 81, n. 3, p. 218 – 225, 2014.

BRAGA, A. C. C. et al. Atividade antioxidante e quantificação de compostos bioativos dos frutos de abricó (*Mammea americana*). **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 31-36, 2010.

BRAGA, L. R.; PERES, L. Novas tendências em embalagens para alimentos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos (CEPPA)**, v. 8, n. 1, p. 69-84, 2010.

BRANDÃO, L. S. Inibição da microbiota de exsudado de frango por nisina incorporada em sachês de celulose. Viçosa - MG: UFV, 2001, 54 p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – **Universidade Federal de Viçosa**, UFV, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. Brasília; 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº 8, de 6 de março de 2013. Dispõe sobre a aprovação de aditivos alimentares para produtos de frutas e de vegetais e geleia de mocotó. Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº 45 de 3 de novembro de 2010. Dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. VisaLegis. **Resolução RDC n.3, de 2 de janeiro de 2001**. Aprova o “Regulamento Técnico que aprova o uso de Aditivos Edulcorantes, estabelecendo seus Limites Máximos para os Alimentos”. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente a Alimentos para Fins Especiais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, jan. 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Regulamento técnico: aditivos alimentares – definições, classificações e emprego. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 out. 1997.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 379 de 26 de Abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis, constante do anexo desta Portaria. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, abr. 1999.

BRASIL. Resolução RDC nº 18, de março de 2008, Regulamento técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos com seus respectivos máximos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 25 mar. 2008.

BRASIL. Resolução-RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001: aprova o Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. 2001.

BROWN, R. J.; BANATE, M. A.; ROTHER, K. I. Artificial sweeteners: a systematic review of metabolic effects in youth. *International Journal of Pediatric Obesity*, v. 5, p. 305-312, 2010.

BRUL S., COOTE P. Preservative agents in foods Mode of action and microbial resistance mechanisms. **International Journal of Food Microbiology**. v. 50, p. 1–17, 1999.

BUNTING, C. **Sugar Free Ingredient**. *The Manufacturing Confectioner*, p. 55-58, outubro, 1994.

CÂNDIDO, L. M. N.; CAMPOS, A. M. Alimentos para fins especiais: diabéticos. **Livraria Varela**, p.423, São Paulo, 1996.

CANTERI, M. H. G.; MORENO, L.; WOSIACKI, G.; SCHEER, A. P. Pectina: da Matéria-Prima ao produto final. **Polímero: Ciência e Tecnologia**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 149-157, 2012.

CANTERI, M. H. G.; SCHEER, A. P.; GINIES, C.; RENARD, C. M. G. C.; WOSIACKI, G. Importância do tratamento térmico na casca de maracujá para extração de pectina. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, p. 109-121, 2010.

CARDOSO, A. A. PETRUCI, J. F.S.; PEREIRA, E. A. Desenvolvimento e validação de método analítico para determinação de benzoato, sorbato, metil e propilparabenos em produtos alimentícios utilizando a eletroforese capilar. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 7, p. 1177-1181, 2011.

CARDOSO, J. M. P.; BATTACHIO, J. R.; CARDELLO, H. M. A. B. Equivalência de dulçor e poder edulcorante de edulcorantes em função da temperatura de consumo em bebidas preparadas com chá-mate em pó solúvel. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.3, p.448-452, 2004.

CARNEIRO, A. B. M.; MENDONÇA, A. L. Doce de banana, sem açúcar e com aproveitamento da casca. **Revista Estudos**, Goiânia, v. 36, n. 5/6, p. 875-883, 2009.

CAROCHO M.; MORALES P.; FERREIRA, I. C. F. R. Natural food additives: *Quo vadis?* **Trends Food Sci. Technol**, v. 45, p. 284-295, 2015.

CASTRO, T. M. N. et al. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. *Rev Inst Adolfo Lutz*, v. 74, n. 4, p. 426-436, 2015.

CASTRO-MAYORGA, J. L.; FREITAS, F.; REIS, M.; PRIETO, A.; LAGARON, Biosynthesis of silver nanoparticles and polyhydroxybutyrate nanocomposites of interest in antimicrobial applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 108, p. 426-435, 2018.

CARVALHO, A. V.; SECCADIO, L. L.; JÚNIOR, M. M.; NASCIMENTO, W. M. O. Qualidade pós-colheita de cultivares do grupo ‘Maçã’, na região de Belém – PA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1095-1102, 2011.

CARVALHO, L. C. Estudos termoanalíticos dos edulcorantes acessulfame-k, aspartame, ciclamato, esteviosídeo e sacarina. 2007. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências (Química Analítica) Instituto de Química de São Carlos. **Universidade de São Paulo**. São Carlos, 2007.

CASTRICINI, A.; DIAS, M. S. C.; RODRIGUES, M. G. V.; OLIVEIRA, P. M. Quality of organic banana produced in the semiarid region of minas gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 2: (e-813), 2016.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5.ed. Belém PA, 1991.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 6. ed. Belém, PA, 1996.

CAZAL, M. M. Práticas alimentares, efeito do índice glicêmico e da hidratação no desempenho de ciclistas. 2010. 128f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição **Universidade Federal de Viçosa**. Viçosa, 2010.

CHAI, E.; OAKENFULL, D. G.; MCBRIDE, R. L.; LANE, A. G. Sensory perception and rheology of flavoured gels. **Food Australia**, v.43, p.256-261. 1991.

CHAN, S. Y.; CHOO, W, S.; YOUNG, D. J.; LOH, X. J. Pectin as a rheology modifier: origin, structure, commercial production and rheological. **Carbohydrate Polymers**, v. 161, p. 118-139, 2017.

CHAVES, M. C. V. et al. Caracterização físico-química do suco de acerola. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.

CHIM, J. F.; ZAMBIAZI, R. C.; BRUSCATTO, M. H. Doces em massa *light* de morango: **Revistas de Alimento e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 295-301, 2006.

CONTE, A.; BUONOCORE, G. G; SINIGAGLIA, M.; DEL.NOBILE, M. A. **Journal of Food Engeneeing**, v. 78, 2007.

CONTE, A.; SINIGAGLIA, M.; DEL NOBILE, M.A. **Journal of Food Protection**, v. 69, 2006.

CONNER D.E. Naturally occurring compounds. In: Antimicrobials and Foods, Davidson P.M., Branem A. L. Eds., **Dekker: New York**, p. 441-468, 1993.

CORRÊA, A. A. A; SOARES, A. M.; RODRIGUES, W. C.; PEREIRA, H. V.; REIS, J. D.; SÁBER, M. L.. Potencial antimicrobiano de metabólitos de *Syzygium cumini* (jamelão). **REAS - Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 10, n. 1, p. 2080-2086, 2018.

CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Rev Alim Nutr**, v. 19, n. 1, p. 83-95, 2008.

CRAIG, S. A. S.; HOLDEN, J. F.; KHALED, M. Y. Determination of polydextrose as dietary fiber in foods. **Journal of AOAC International**, Kansas City, v. 83, n. 4, p. 1006-1012, 2000.

CUNHA, L. R. et al. Desenvolvimento e avaliação de embalagem ativa com incorporação de lactose. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 23-26, 2007.

CUNHA, M. C. D. Impacto do processamento, embalagem, e tempo de armazenamento sobre a qualidade da geleia de Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich). 2016. 126f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). **Universidade Federal de Lavras**. Lavras – MG, 2016.

DAGLIA, M. Polyphenols as antimicrobial agents. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 23, n. 2, p. 174-181, 2012.

DAI, Q.; BORENSTEIN, A. R.; WU, Y.; JACKSON, J. C.; LARSON, E. B. Fruit and vegetable juices and alzheimer's disease: the kame project. **The American Journal of Medicine**, 119, 751-759, 2006.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

DEMIRCI, Z. O.; YILMAZ, I.; DEMIRCI, A. S. Effects of xanthan, guar, carrageenan and locust bean gum addition on physical, chemical and sensory properties of meatballs. **Journal Food and Science Technology**, v. 51, n. 5, p. 936-942, 2014.

DERNER, R. ET AL. Microalgae, products and applications. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1959-1967, 2006.

DIDRY N., DUBREUIL L., PINKAS M. Activé antibactérienne du thymol, du carvacrol et de l'aldéhyde cinnamique seuls ou associés (Antibacterial activity of thymol, carvacrol and cinnamaldehyde singly or in combinations), **Pharmazie**, v. 48, p. 301-304, 1993.

DOSIL-DÍAZ, O.; RUANO-RAVINA, A.; GESTAL-OTERO, J. J.; BARROS-DOIS, J. M. Consumption of fruit and vegetables and risk of lung cancer: a case-control study in Galicia, Spain. **Applied Nutritional Investigation**, 24, 407-413, 2008.

DURÁN A, S.; CORDÓN A, K.; RODRÍGUEZ N, M. D. P.; Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 40, v.3, set., 2013.

DUTTA, J.; TRIPATHI, S.; DUTTA, P. K.; Progress in antimicrobial activities of chitin, chitosan and its oligosaccharides: a systematic studys needs for food applications. **Food Science and Technology International**, v. 18, n. 1, 2014.

ESPITIA, P. J. P.; SOARES, N. F. F.; BOTTI, L; C. M.; SILVA, W. A. Effect of essential oil in the properties of cellulosic active packaging. **Macromolecules Symposium**, Weinheim, v. 299/300, p. 199-205. 2011.

FALCÃO, H. A. S.; FONSECA, A. O.; FILHO, J. G. O.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R. Armazenamento de variedades de banana em condições de atmosfera modificada com permanganato de potássio. **Revista de Agricultura Neonatal**, Cassilândia, v. 4, n. 4, p. 1-7, 2017.

FARIAS, T. R. T. Avaliação de agentes de corpo nas propriedades físico-químicas, sensoriais e reológicas de doces diet de frutas do Cerrado elaborados com pectina de baixo e alto grau de metoxilação. 2015. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. **Universidade Federal de Lavras**, 2015.

FERNANDES, T. N.; RESENDE, J. V. CRUVINEL, R. S. R.; RENO, M. J. Relação entre o comportamento reológico e a dinâmica do congelamento e descongelamento da polpa de morango adicionada de sacarose e pectina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 188-204, 2010.

FERREIRA, C. Z. Composição de geleias de morango preparadas com açúcar, sucos de frutas ou edulcorantes. Trabalho de Conclusão de Curso. 2013. 29f. (Nutrição), **Universidade de Brasília**, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**. 38(2), 109-112. 2014.

FERREIRA, M. P. F. Embalagens ativas para alimentos: caracterização e propriedades. 2012. 138f. Tese (Doutorado em Ciência dos Materiais). Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Materiais. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2012.

FESSENDEN, R.J. **Organic chemistry**. Boston: Willard Grant Pres, 1982. 26 p.

FILHO, R. R. S.; TORROBALDO, D. F.; DI-MEDEIROS, M. C.; BATISTA, K. A.; FERNANDES, K. F.; Imobilização de lipase em pectina extraída de frutos de lobeira (*Solanum lycocarpum* St. Hil.). **BBR – Biochemistry and Biotechnology Reports**. V. 1, n. 1, p. 9-14, 2012.

FONSECA, M. P.; CASTRICINI, A.; SOUZA, J. T. A.; OLIVEIRA, P. M.; COELHO, E. F. Avaliação física das cultivares de banana Prata-Anã e BRS Platina sob diferentes lâminas de irrigação. **In: XXIV Congresso Brasileiro de Fruticultura: Fruteiras Nativas e Sustentabilidade**, São Luís, 2016.

FRAEYE, I.; DUVETTER, T.; DOUNGLA, E.; VAN LOEY, A.; HENDRICKX, M. Fine-tuning the properties of pectin-calcium gels by control of pectin fine structure, gel composition and environmental conditions. *Trends in Food Science & Technology*, v.21, n. 5, p. 219-228, 2010.

GAVA, A. J. Emprego de conservadores em alimentos. **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.3, p.183-194, 1984.

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

GODDARD, J.M.; TALBERT, J.N.; HOTCHKISS, J.H; **Journal of food science**, v. 72, 2007.

GODOY, R. C. B.; MATOS, E. L. S.; SANTOS, D. V.; AMORIM, T. S.; WASZCZYNSKYJ, N.; SOUZA NETO, M. A. Estudo da composição físico-química e aceitação de bananadas comerciais por meio de análise multivariada. **Revista do Instituto Adolf Lutz**, São Paulo, v. 68, n. 3, p. 373-380, 2009b.

GODOY, R. C. B.; SILVA, S. O.; WASZCZYNSKYJ, N. SANTANA, F. A.; GARRUTI, D. S. Aceitabilidade de bananadas elaboradas com variedades de banana resistentes à Sigatoka-Negra. **Comunicado Técnico online EMBRAPA**. Cruz das Almas, BA, setembro, 2009a.

GODOY, R. C. B.; WASZCZYNSKYJ, N.; SANTOS, G. G.; PEIXOTO; M. F. F.; SOUZA, J. N.; LICHTENBERG, L. A.; BIUDES, R. F.; OLIVEIRA, A. J. Estudo dos sistemas tecnológicos empregados em unidades agroindustriais de doces de banana. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campo Grande, v. 15, n. 3, p. 233-238, 2013.

GODOY, R. C. B.; WASZCZYNSKYJ, N.; SANTOS, G. G.; SANTANA, F. A.; LEDO, C. A. S.; SILVA, S. O.; GARRUTI, D. S. Avaliação sensorial de doces de banana de corte elaborados com genótipos resistentes à Sigatoka-Negra. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 16, n. 2, p. 127-136, 2014.

GOMES, C. R.; VISSOTO, F. Z.; FADINI, A. L.; FARIA, E. V.; LUIZ, A. M. Influência de diferentes agentes de corpo nas características reológicas e sensoriais de chocolates diet em sacarose e light em calorias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 614-623, 2007.

GONÇALVES, A. L.; FILHO, A. A.; MENEZES, H. Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas. **Arquivos do Instituto Biológicos**, São Paulo, v. 72, n. 3, p. 353-358, 2005.

GONZÁLEZ C. A. Posición de consenso sobre las bebidas con edulcorantes no calóricos y su relación con la salud. **Revista Mexicana de Cardiología**, v. 24, n. 2, p. 55 – 68, 2013.

GONZÁLEZ-FANDOS, E.; DOMINGUEZ, J. L. Effect of potassium sorbate washing on the growth of *Listeria monocytogenes* on fresh poultry. **Food Control**, v. 18, p. 842-846, 2007.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B.; SILVA, E. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de geleias *light* de abacaxi. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 629-635, 2005.

GUICHARD, E.; ISSANCHOU, S.; DESCOURVIERES, A.; ETIEVANT, P. Pectin concentration, molecular weight and degree of esterification: influence on volatile composition and sensory characteristics of strawberry jam. **Journal of Food Science**, v. 56, n. 6, p. 1621-1627, 1991.

GUIMARÃES, I. C. O.; ROCHA-LEÃO, M. H. M.; PIMENTA, C. J.; FERREIRA, L. O.; FERREIRA, E. B. Desenvolvimento e criação de doce de leite *light* funcional com café. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, v. 2, p. 195-203, 2012b.

GUIMARÃES, I. C. O.; ROCHA-LEÃO, M. H. M.; PIMENTA, C. J.; TAVARES, L. S.; MENDES, J. F.; FERREIRA, E. B. Doce de leite *light* funcional com café: um estudo de mercado. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, n 388, v. 67, p. 53-59, 2012a.

HAN, H. J. **Food technology**, v. 24, 2000.

HAN, J. H. **Active food packaging**, 2003.

HAN, J. H. **Antimicrobial food packaging**. In: AHVENAINEN, R. Novel Food Packaging Techniques. Boca Raton: CRC Press, p. 50-70, 2005.

HEIPIEPER, H. J.; KEWELOH, H.; REHM, H. J. Influence of phenols on growth and membrane permeability of free and immobilized *Escherichia coli*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 57, n. 4, p. 1213-1217, 1991.

HELANDER I.M., ALAKOMI H.L., LATVA-KALA K., MATTILA-SANDHOLM T., POL I., SMID E.J., GORRIS L.G. M., VON WRIGHT A. Characterization of the Action of Selected Essential Oil Components on Gram- Negative Bacteria, **J. Agric. Food Chem**, v. 46, p. 3590-3595, 1998.

HIGUERA-BARRAZA, O. A.; SOTO-VALDEZ, H.; ACEDO-FÉLIX, E.; PERALTA, E. Fabrication of na antimicrobial active packaging and its effect on the growth of *Pseudomonas* and aerobic mesophilic bacteria in chicken. **Vitae, Revista de La Facultad de Ciencias Farmaceuticas y Alimentarias**, v. 22, n. 2, 2015.

HOFFMANN, F.L. Fatores limitantes à proliferação de microorganismo em alimentos. **Brasil Alimentos Processo**, n° 9, São Paulo, 2001. Disponível em:<<http://www.signuseditora.com.br/BA/pdf/09/09%20-%20Higiene.pdf>>. Acesso em: 26 de março, 2019.

HOLANDA, L.F.F.; FÉ, J.A.M.; MARTINS, C.B.; MAIA, G.R. Estabilidade do doce de banana em massa. **Ciência e Agronomia**, Fortaleza, v.4, n.2, p.105-108, 1974.

HYVÖNEN, L.; TÖRMA, R. Examination of sugars, sugar alcohols, and artificial sweeteners as substitutes for sucrose in strawberry jam. Product development. **Journal of Food Science**, v. 48, p. 183-185, 1983.

IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: Pesquisa mensal de previsões e acompanhamento das safras no ano civil. Rio de Janeiro, v. 29, n. 4, p. 1-81, 2015.

IGUAL, M.; GARCÍA-MARTÍNEZ, E.; CAMACHO MM.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. Stability of micronutrients and phytochemicals of grapefruit jam as affected by the obtention process. **Food and Science and Technology International**, v. 22, n. 3, p. 203-212, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL) (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos / coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. **Secretaria de Estado da Saúde**. 4ª edição. 1ª Edição digital. 2008, p. 161-320, 567-587.

JACKIX, M.H. Doces, geleias e frutas em calda. **São Paulo: Ícone**, 1988. 158p.

JAVANMARD, M.; ENDAN, J. A survey on rheological properties of fruits jams. **International Journal of Chemical Engineering and Applications**, v. 1, n. 1, 2010.

JIE, Z. et al. Studies on the effects of polydextrose intake on physiologic functions in Chinese people. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 72, p. 1503-1509, 2000.

JORGE, N. Embalagens para alimentos. São Paulo: Cultura Acadêmica: **Universidade Estadual Paulista**, Pró-Reitoria de Graduação, 194 p. 2013.

KHOURYIEH, H. A.; ARAMOUNI, F. M.; HERALD, T. J. Physical, chemical and sensory properties of sugar-free jelly. **Journal of Food Quality**, v. 28, p. 179-190, 2005.

KHURI, A. I.; MUKHOPADHYAY, S. Response surface methodology. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics**, v. 2, n. 2, p. 128–149, 2010.

KUHN, C. R.; GANDRA, E. A.; FERREIRA, L. R.; BARTZ, J.; GONZÁLES, A. P.; GAYER, C. F. Qualidade microbiológica de lanches comercializados na cidade Pelotas – RS, **Gl. Sci Technol.**, Rio Verde, v. 05, n. 03, p. 01 – 10, 2012.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. Produção de geleia de jambolão (*Syzygium cumini* L.): processamento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 847 – 852, 2006.

LAINETTI, A. M. S. Elaboração de geleia de abacaxi com pimenta. Trabalho de Conclusão de Curso. 2017. 48f. (Tecnologia em Alimentos), **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, 2017.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, V.45, p. 1390-1393, 1997.

LAU, M. H.; TANG, J.; SWANSON, B. G. Kinetics of textural and colour changes in green asparagus during thermal treatments. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 45, n. 4, p. 231-236, 2000.

LEE, H. B.; NOH, B. S.; MIN, S. C. Listeria monocytogenes inhibition by defatted mustard meal-based edible films. *International Journal of Food Microbiology*, v. 153, 2012, p. 99–105, 2012.

LEE, J.-H.; LEE, J.; SONG; K. BIN. Development of a chicken feet protein film containing essential oils. **Food Hydrocolloids**, v. 46, p. 208 – 215, 2015.

LEITE, T. D.; NICOLETI, J. F.; PENNA, A. L. B.; FRANCO, C. M. L. Effect of addition of different hydrocolloids on pasting, thermal, and rheological properties of cassava starch. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 3, p. 579-587, 2012.

LIM, K.; MUSTAPHA, A. Effects of Cetylpyridinium chloride, acidified sodium chlorite, and potassium sorbate on populations of Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes, and Staphylococcus aureus on fresh beef. **Journal of Food Protection**, v. 67, n. 2, p. 310-315, 2004.

LLHANA-RUIZ-CABELLO, M. et al., Characterization and antimicrobial activity of active polypropylene films containing Oregano essential oil and Allium extract to be used in packaging for meat products. **Food Additives & Contaminants**, v. 4, n. 4, 2018.

LÜCK, E.; JAGER, M. **Conservación química de los alimentos: características, usos, efectos**. Zaragoza: Acribia, 2000.

LOPES, F. A. et al. Desenvolvimento e caracterização de filmes de base celulósica incorporados com aldeído cinâmico. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 17, n. 1, p. 33-40, 2014.

LOGUERCIO, A. P.; BATISTTIN, A.; VARGAS, A. C.; HENZEL, A.; WITT, N. M. Atividade antibacteriana de extrato hidro alcoólico de folhas de jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skells). **Ciência Rural**, v. 35, n.2, p.373, 2005.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Composição centesimal, potencial antioxidante e perfil dos ácidos graxos de sementes de jambolão (*Syzygium cumini* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 2, p. 219 – 223, 2009.

MACHADO, B. A. S.; NUNES, I. L.; PEREIRA, F. V.; DRUZIAN, J. I. Desenvolvimento e avaliação da eficácia de filmes biodegradáveis de amido de mandioca com nanocelulose como reforço e com extrato de erva-mate como aditivo antioxidante. **Revista de Ciência Rural**, v. 42, n. 11, p. 2085-2091, 2012.

MACHADO, R. L. P.; MATTA, V. M. Preparo de compotas e doces em massa em bancos de alimentos. **Rio de Janeiro: Embrapa**, 2006.

MAIA, G.A.; SOUSA, P.H.M.; LIMA, A.S.; CARVALHO, J.M.; FIGUEIREDO, R.W. Processamento de frutas tropicais. **Fortaleza: Edições UFC**, 2009.

MAMEDE, M. E. O. et al. Avaliação sensorial e colorimétrica de néctar de uva. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 24, n. 1, p. 65-72, 2013.

MARQUES, L. O. D. et al. Caracterização do fruto de três diferentes grupos de bananas (*Musa* spp.) consumidas no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 18, n. 1, p. 17-22, 2017.

MARTINS, G. A. S.; FERRUA, F. Q.; MESQUITA, K. S.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Estabilidade de doces em massa de banana prata. **Revista do Instituto Adolf Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 332-340, 2011.

MARTINS, J. T.; CERQUEIRA, M. A.; BOURBON, A. I.; PINHEIRO, A. C.; SOUZA, B. W. S.; VICENTE, A. A. Synergistic effects between k-carrageenan and locust bean gum on physicochemical properties of edible films made thereof. **Food Hydrocolloids**, v. 29, p. 208-289, 2012.

MATSURA, F. C. A. U.; COSTA, J. I. P.; FOLEGATTI, M. L. S. *Marketing* de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 48-52, 2004.

MATTEI, D. et al., Análises das propriedades físicas e antimicrobianas de filmes a base de amido contendo óleo essencial de *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd E *Rosmarinus officinalis* L. – LAMIACEAE. Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama, v. 16, n. 2, p. 129-136, 2013.

MATTHEW, J. A.; FELLOWS, I. W.; PRIOR, A.; KENNEDY, H. J.; BOBBIN, R.; JOHNSON, I. T. Habitual intake of fruits and vegetables amongst patients at increased risk of colorectal neoplasia. **Cancer Letters**, 114, 255-258, 1997.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Horticultural Science**, v.27, p.1254-1255, 1992.

MEHMOOD, T. Optimization of the canola oil based vitamin E nanoemulsions stabilized by food grade mixed surfactants using response surface methodology. **Food Chemistry**, v. 183, p. 1–7, 2015.

MEHMOOD, T.; AHMED, A.; AHMED, Z.; AHMAD, M. S. Optimization of soya lecithin and Tween 80 based novel vitamin D nanoemulsions prepared by ultrasonication using response surface methodology. **Food Chemistry**, v. 289, p. 664-670, 2019.

MEHMOOD, T.; AHMED, A.; AHMAD, A.; AHMAD, M. S.; SANDHU, M. A. Optimization of mixed surfactants-based β -carotene nanoemulsions using response surface methodology: An ultrasonic homogenization approach. **Food Chemistry**, v. 253, p. 179–184, 2018.

MEDEIROS, E. A. L. et al. Sachês antimicrobianos em pós-colheita de manga. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, volume especial, p. 363-370, 2010.

MELO, A. A. M. et al., Microbiological quality and other characteristics of refrigerated chicken meat in contact with cellulose acetate-based film incorporated with rosemary essential oil. ***Brazilian Journal of Microbiology***, p. 1419-1427, 2012.

MELO, S. S. et al. Consumo alimentar, peso corporal e perfil bioquímico de ratos tratados com diferentes tipos de adoçante. ***Electronic Journal of Pharmacy***, v. 13, n. 1, p. 28-36, 2016.

MENDONÇA, C. R. B.; ZAMBIAZI, R. C.; GULARTE, M. A.; GRANADA, G. G. Características sensoriais de compotas de pêssego light elaboradas com sucralose e acessulfame-k. ***Ciência e Tecnologia de Alimentos***, Campinas, v. 25, n. 3, p. 401-407, 2005.

MENEZES, C. C.; BORGES, S. V.; FERRUA, F. Q.; VILELA, C. P.; CARNEIRO, J. D. S. Influence of packaging and potassium sorbate on the physical, physicochemical and microbiological alterations of guava preserves. ***Ciência e Tecnologia de Alimentos***, Campinas, v. 31, n. 3, p. 674-680, 2011.

MILAGRES, M. P.; DIAS, G.; MAGALHÃES, A. M.; SILVA, O.; RAMOS, A. M. Análise físico-química e sensorial de doce de leite produzido sem adição de sacarose. ***Revista Ceres***, Viçosa, v. 57, n. 4, p. 439-445, 2010.

MIRMIRAN, P.; NOORI, N.; ZAVAREH, M. B.; AZIZI, F. Fruit and vegetable consumption and risk factors for cardiovascular disease. ***Metabolism Clinical and Experimental***, 58, 460-468, 2009.

MOHIUDDIN, A. K. M.; SAHA, M. K.; HOSSIAN, MD. S.; FERDOUSHI, A. Usefulness of Banana (*Musa paradisiaca*) Wastes in Manufacturing of Bio-products: A Review. ***The Agriculturists***, v. 12, n. 1, p. 148-158, 2014.

MOPPET, F. K. Polydextrose. In: Alternative Sweeteners. **Marcel Dekker**, p. 401-421, Nova Iorque, 1991.

MORAES, A. R. F. et al. Desenvolvimento e avaliação de filme antimicrobiano aromatizado para aplicação em massa de pastel. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, p. 537-543, 2011.

MORALES, A. L.; DUQUE, C.; Free and glycosidically bound volatiles in the MUNHOZ, C. L.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; SOARES-JÚNIOR, M. S. Extração de pectina de goiaba desidratada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, 2010.

MOREIRA, R.; CHENLO, F.; TORRES, M. D. Rheology of commercial chestnut flour doughs incorporated with gelling agents. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1361-1371, 2011.

MORRIS, W. C., 2006. Low or no sugar in jams, jellies and preserves. **Agricultural Extension Service**. p. 1-3.

MOURÃO, K. S. M.; BELTRATI, C. M. Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platanis insignis* Mart. (Clusiaceae).1. Aspectos anatômicos dos frutos e sementes em desenvolvimento. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 25, n. 1/2, p. 11-31, 1995.

NACHTIGALL, A. M.; SOUZA, E. L.; MALGARIM, M. B.; ZAMBIAZI, R. C. Geléias light de amora-preta. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 337-353, 2004.

NACHTIGALL, A. M.; ZAMBIAZI, R. C. Geleias de hibisco com reduzido valor calórico: características sensoriais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de alimentos**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 47-58, 2006.

NASCIMENTO, G.G.F.; LOCATELLI, J.; FREITAS, P. C.; SILVA, G. L., Antibacterial Activity Of Plant Extracts And Phytochemicals On Antibioticresistant Bactéria, **Brazilian Journal Of Microbiology**, v 31, p 247-256, 2000.

NEGI, P. S. Plant extracts for the control of bacterial growth: efficacy, stability and safety issues for food application. **International Journal of Food Microbiology**, v. 156, n. 1, p. 7-17, 2012.

NETO, C. F.; NASCIMENTO, E. M.; FIGUEIREDO, R. M.; QUEIROZ, A. J. M. Microbiologia de farinhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) durante o armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 551-555, 2004.

NGOUÉMAZONG, D. E. et al. Effect of de-methylesterification on network development and nature of Ca²⁺-pectin gels: toward understanding structurefunction relations of pectin. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 26, p. 89-98, 2012.

NUNES, A. C. P. Otimização de um brilho quente neutro. Dissertação de mestrado apresentada à Escola de Engenharia da **Universidade do Minho**, 2013.

NUNES, C. A. et al. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 26, n. 2, p. 167-174, 2011.

NUTEC-CE. Programa Integrado de Consolidação Industrial do Estado do Ceará – III Fases. **Perfil de Unidade de Processamento de Cajuína, Polpa e Doces de Frutos Sazonais**. Fortaleza, maio de 1986. 57p.

O'KENNEDY, R.; THORNES, R.D. **Coumarins: biology, applications and mode of action**. New York: John Willey, 1997.

OETTING, L. L. et al. Efeitos de extratos vegetais e antimicrobianos sobre a digestibilidade aparente, o desempenho, a morfometria dos órgãos e a histologia intestinal de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n. 4, p. 1389 – 1397, 2006.

OLIVEIRA, L. M.; ALVES, R. M. V.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Ensaio para avaliação de embalagens plásticas flexíveis. Campinas: **Centro de Tecnologia de Embalagem**, CETEA, 219 p. 1996.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. Tecnologia e Processamento de Frutos e Hortaliças. Natal: **Editora IFRN**, 2015, 234p.

OLIVEIRA, L. M.; OLIVEIRA, P. V. L. Revisão: Principais Agentes Antimicrobianos Utilizados em Embalagens Plásticas. **Braz. J. Food. Tech.** v. 7, n. 2, p. 161-165, 2004.

OLIVEIRA, B. Á.; RODRIGUES, A. C.; CARDOSO, B. M. I. ; RAMOS, A. L. C. C.; BERTOLDI, M. C.; TAYLOR, J. G.; CUNHA, L. R.; PINTO, U. M. Antioxidant, antimicrobial and anti-quorum sensing activities of *Rubus rosaefolius* phenolic extract. **Industrial Crops and Products**, vol. 84, p. 59–66, 2016.

PANGESTUTI, R.; KIM, S. (2015). An **Overview of Phycocolloids: The Principal Commercial**, 319–330, 2015.

PAUCAR-MENACHO et al., Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado protéico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 767-778, 2008.

PEREIRA, P. A. P. Efeito dos aditivos nas propriedades reológicas e sensoriais de goiabadas funcionais sem adição de açúcar. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. **Universidade Federal de Lavras**, 2012.

PEREIRA, P. A. P. Elaboração de geleia utilizando resíduo do processamento de goiaba (*Psidium guajava* L.). 2009. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. **Universidade Federal de Lavras**, 2009.

PEREIRA, P. A. P. et al. Rheological behavior of functional sugar-free guava preserves: Effect of the addition of salts. **Food Hydrocolloids**, v. 31, p. 404-412, 2013.

PÉROUMAL, A. et al. Variability of traits and bioactive compounds in the fruit and pulp of six mamey apple (*Mammea americana* L.) accessions. **Food Chemistry**, 2017.

PIETTA, G. M.; BORGES, E. C.; CARLI, E. M. Geleia *light* produzida a partir do resíduo de suco de laranja. **Unoesc & Ciência – ACET**, Joaçaba, v. 7, n. 2, p. 203-210, 2016.

POIANA, M. A.; MUNTEANU, M. F.; BORDEAN, D. M.; GLIGOR, R.; ALEXA, E. Assessing the effects of different pectins addition on color quality and antioxidant properties of blackberry jam. **Chemistry Central Journal**, v. 7, p. 121, 2013.

PRILL, M. A. S.; NEVES, L. C.; CHAGAS, E. A.; TOSINJ. M.; SILVA, S. S. Métodos para a climatização de bananas ‘Prata-Anã’ produzidas na Amazônia Setentrional Brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1030-1042, 2012.

QUINTAVALLA, S.; VICINI, L. Antimicrobial food packaging in meat industry. **Meat Science**, v.62, p.373-380, 2002.

RAVAGNANI, E. M.; STURION, G. L. Avaliação da viabilidade de implementação das Boas Práticas em Unidades de Alimentação e Nutrição de Centros de Educação Infantil de Piracicaba, São Paulo. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 43-59, 2009

REETZ, E. R.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; DRUM, M. **Anuário Brasileiro da Fruticultura 2015**. Santa Cruz do Sul, 2015, 104 p.

REYNERTSON, K. A.; YANG, H.; JIANG, B.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 109, p. 883-890, 2008.

RICHTER, M.; LANNES, S. C. S. Ingredientes usados na indústria de chocolates. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 3, p. 357-369, 2007.

ROCHA, G. S. et al. Effect of chronic sucralose sweetener on the labeling of blood constituents with Technetium-99m, morphology of red blood cells and the biodistribution of sodium pertechnetate in rats. **Braz. Arch. Biol. Technol**, v. 51, n. special, p. 127-133, 2008.

RODERO, A. B et al., Effects of sucralose ingestion on fetal and placental weights and umbilical-cord length: experimental study. **Int. J. Morphol**, v. 28, n. 3, p. 823-827, 2010.

RODERO, A. B.; RODERO, L. S.; AZOUBEL, R. Toxicity of sucralose in humans: a review. **Int. J. Morphol**, v. 27, n. 1, p. 239-244, 2009.

RODRIGUES-AMAYA, B. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILST Press, 2001.

RODRÍGUEZ, F. J.; GALOTTO, M. J.; GUARDA, A.; BRUNA, J. E. Modification of cellulose acetate films using nanofillers based organoclays. **Journal of Food Engineering**, London, v. 110, p. 262-268. 2012.

ROSSO, V. V. De.; MERCADANTE. A. Z. Identification and Quantification of Carotenoids, By HPLC-PDA-MS/MS, from Amazonian Fruits **J. Agricultural Foo Chemistry**, v. 55, p. 5062-5072, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CLIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS^{o+}. **Comunicado Técnico online EMBRAPA**. Fortaleza, CE, jul., 2007.

SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; LINS, L. C. R.; CECON, P. R. Crescimento e produção da bananeira (*Musa* spp. AAB) ‘Prata-Anã’, oriunda de rizoma e micropropagada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 3, p. 340-347, 2016.

SANTANA, M. C. B.; MACHADO, B. A. S.; SILVA, T. N.; NUNES, I. L.; DRUZIAN, J. I. Incorporação de urucum como aditivo antioxidante em embalagens biodegradáveis a base de quitosana. **Revista de Ciência Rural**, v. 43, n. 3, p. 544-550, 2013.

SANTOS, C. O. Aproveitamento industrial de “mel” de cacao (*Theobroma cacao* L) na produção de geleia sem adição de açúcar. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos

Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, **Universidade Federal da Bahia**, 2012.

SARANTÓPOULOS, C.; COFCEWI, L. S. Embalagens ativas para produtos perecíveis. Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens – Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), v. 28, n. 3, 2016.

SARANTÓPOULUS, G. I. G.; OLIVEIRA, L. M.; COLTRO, M.; COLTRO, L.; ALVES, R. M. V.; GARCIA, E. E. C. Embalagens plásticas flexíveis. **Principais polímeros e avaliação de propriedades**. Campinas, CETEA/ITAL, 2002. 267p.

SARMENTO, D. H. A.; SOUZA, P. A.; SARMENTO, J. D. A.; FREITAS, R. V. S.; FILHO, M. S. Armazenamento de banana ‘Prata Catarina’ sob temperatura ambiente recobertas com fécula de mandioca e PVC. Revista Caatinga, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 235-241, 2015a.

SARMENTO, J. D. A.; MORAIS, P. L. D.; ALMEIDA, M. L. B.; SILVA, G. G.; ROCHA, R. H. C.; MIRANDA, M. R. A. Qualidade pós-colheita da banana ‘Prata Catarina’ submetida a diferentes danos mecânicos e armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 11, p. 1946-1952, 2015b.

SAUNDERS, C. et al. Revisão da literatura sobre recomendações de utilização de edulcorantes em gestantes portadoras de diabetes mellitus. **Femina**, v. 38, n. 4, p.179-184, 2010.

SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**, v. 30, p. 3875-3883, 1991.

SHANKAR, P.; AHUJA, S. SRIRAM, K. Non-nutritive sweeteners: review and update. **Journal Nutrition**, vol. 29, p. 1293-1299, 2013.

SINGH J. P.; KAUR, A.; SINGH, N.; NIM, L.; SHEVKANI, K.; KAUR, H.; ARORA, D. S. In vitro antioxidant and antimicrobial properties of jambolan (*Syzygium cumini*) fruit polyphenols. **Food Sci Technol** v. 65, p. 1025-1030, 2016.

SIEFARTH, C. et al. Influence of polyols and bulking agents on flavor release from low-viscosity solutions. **Food Chemistry**, London, v. 129, n. 4, p. 1462-1468, 2011.

SIGUEMOTO, A. T. **Propriedades de pectina** – Braspectina. Anais do Simpósio sobre Hidrocolóides, 24 a 25 de abril de 1991 – Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1993.

SILVA, B.; SCHLABITZ, C.; SOUZA, C. F. V. Utilização tecnológica de semente de abóbora na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e sem adição de açúcar. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 04, n. 01, p. 58-71, 2010.

SILVA, J. P.; L. et al. Óleo essencial de orégano: interferência da composição química na atividade frente a *Salmonella* Enteritidis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30 (Supl.1), p. 136-141, 2010.

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**, Viçosa, v. 56, n. 5, p. 551-554, 2009.

SIQUEIRA, B. S.; ALVEZ, L. D.; VASCONCELOS, P. N.; DAMIANI, C.; JÚNIOR, M. S. S. Pectina extraída de casca de pequi e aplicação em geleia *light* de manga. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 560-567, 2012.

SKULADOTTIR, H.; TJOENNELAND, A.; OVERVAD, K.; STRIPP, C.; OLSEN, J. H. Does high intake of fruit and vegetables improve lung cancer survival?. **Lung Cancer**, 51, 267- 273, 2006.

SMID E.J., KOEKEN J.P.G., GORRIS L.G.M. Fungicidal and fungistatic action of the secondary plant metabolites cinnamaldehyde and carvone. In: Modern Fungicides and Antimicrobial Compounds, Lyr H., Russell P.E., Sisler H.D. Eds., **Intercept: Andover, U.K.**, p. 173-180, 1996.

SOARES, N. F. F.; SILVA, P. S.; SILVA, W. A. Desenvolvimento e avaliação de filme ativo incorporado com óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare L.*) no crescimento de *Listeria innocua* em queijo minas frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 63, n. 365, p. 36-40, 2008.

SOARES, N. F. F.; SILVA, W. A.; PIRES, A. C. S.; CAMILLOTO, G. P.; SILVA, P. S. Novos desenvolvimentos e aplicações em embalagens de alimentos. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 370-378, 2009.

SOLER, M.P. **Industrialização de geleias**. Campinas: ITAL, 1991. 72p.

SOUZA, C.M. de; BRAGANÇA, M.G.L. **Manual de processamento artesanal de frutas**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2002.

SOUZA, R. A.; BACCAN, N.; CADORE, S. Determination of elemental content in solid sweeteners by slurry sampling and ICP OES. **Food Chemistry**, London, v. 124, p. 1264-1267, 2011.

SOUZA, S. J.; SILVA, M. V.; LEIMANN, F. V.; SHIRAI, M. A. Propriedades antioxidantes e antimicrobianas de filmes de amido contendo extrato de propolis. **In: Congresso Brasileiro de Química em Iniciação Científica**. Campinas - SP, 2015.

SOUZA, V. R.; FREIRE, T. V. M.; SARAIVA, C. G.; CARNEIRO, J. D. S.; PINHEIRO, A. C. Chloride substitutes in butter. **Journal of Dairy Research**, v. 80, p. 319–325, 2013a.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; PINHEIRO, A. C. M.; BOLINI, H. M. A.; BORGES, S. V.; QUEIROZ, F. Analysis of various sweeteners in low-sugar mixed fruit jam: equivalent sweetness, time-intensity analysis and acceptance test. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 48, p. 1541-1548, 2013b.

SOUZA, T. M.; SEVERI, J. A.; SILVA, V. Y. A.; SANTOS, E.; PIETRO, R. C. L. R. Bioprospecção de atividade antioxidante e antimicrobiana da casca de *Stryphnodendron*

adstringens (Mart.) Coville (Leguminosae-Mimosoidae). **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.**, v. 28, n.2, p.221-226, 2007.

SPADA, J. C. et al. Caracterização física, química e sensorial de sobremesas à base de soja, elaboradas com mucilagem de chia. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 374-379, 2014.

STANOJEVIC, D.; COMIC, L.; STEFANOVIC, O.; SOLUJIC-SUKDOLAC, S. L. Antimicrobial effects of sodium benzoate, sodium nitrite and potassium sorbate and their synergistic action in vitro. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**. V. 15, n. 4, p. 307-311, 2009.

STERN, J.L.; HAGERMAN, A.E.; STEINBERG, P.D.; MASON, P.K. Phlorotannin-protein interactions. **Journal of Chemical Ecology**, v. 22, p. 1887-1899, 1996.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Substituição de sacarose por frutooligosacarídeo em sorvete. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, p. 227-252, 1985.

STUMM, I.; BATLES, W. Analysis of the linkage positions in polydextrose by the reductive cleavage method. **Food Chemistry**, v. 59, n. 2, p. 291-297, 1997.

TERRAS, F.R.G.; SCHOOF, H.M.E.; THEVISSSEN, H.M.E.; BROEKAERT, W.F. Synergistic enhancement of the antifungal activity of wheat and barley thionins by radish and oilseed rape 2S albumins and by barley trypsin inhibitors. **Plant Physiology**, v. 103, p. 1311-1319, 1993.

TFOUNI, S. A. V.; TOLEDO, M. C. F. Determination of benzoic and sorbic acids in Brazilian food. **Food Control**, Guildford, v.13, n.2, p.117-123, 2002.

THOMSON, C. A.; FLATT, S. W.; ROCK, C. L.; RITENBAUGH, C.; NEWMAN, V.; PIERCE, J. P. Increased fruit, vegetable and fiber intake and coger fat intake reported among women previously treated for invasive breast cancer. **Journal of the American Dietetic Association**, 102, 801-808, 2002.

TORLONI, M. R. et al. O uso de adoçante na gravidez: uma análise dos produtos disponíveis no Brasil. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 29, n. 5, p. 267-275, 2007.

TORREZAN, R. Doce em Massa. Brasília, DF: **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**, 2015, 68p.

TORREZAN, R. Processo de produção. In:SEBRAE/EMBRAPA. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: frutas, geléias e doces**. SEBRAE/EMBRAPA: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

TORREZAN, R.; CRISTIANINI, M. Revisão: Efeito do tratamento sob alta pressão sobre as propriedades funcionais da proteína de soja e Interação proteína – polissacarídeos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba., v. 223, p. 201-220, 2005.

TORSSEL, B.G. **Natural product chemistry. A mechanistic and biosynthetic approach to secondary metabolism**. New York: John Willey, 1989. 401p.

TOZETTO, A. Controle de qualidade de edulcorantes em adoçantes comerciais via espectrometria e métodos de calibração multivariada. 2005. 145f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Universidade Estadual de Ponta Grossa**. Ponta Grossa, 2005.

VEIGAS, J. M.; NARAYAN, M. S.; LAXMAN, P. M.; NEELWARNE, B. Chemical nature, stability and bioefficacies of anthocyanins from fruit peel of *Syzygium cumini* Skeels. **Food Chemistry**. Amsterdam v. 105, p. 619-627, 2007.

VERMEIREN, L, J. et al. Development in the active packaging of foods. *Trends in Food Science e Technology*, v. 10, p. 77-86, 1999.

VERMEIREN, L. Effectiveness of some recent antimicrobial packaging concepts. *Food Additives and Contaminants*, 19:163-171, 2002.

VIDE, C. O. Q, P. et al. Influence of calcium on pectin methylesterase behaviour in the presence of medium methylated pectins. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 86, p. 1657-1664, 2011.

VIGGIANO, C. E. O produto dietético no Brasil e sua importância para indivíduos diabéticos. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, n. 1, v. 1, p. 36-42, 2003.

VIVIANI, L.; LEAL, P. M. Qualidade pós-colheita de Banana ‘Prata-Anã’ armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 465-470, 2007.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. Caracterização das propriedades funcionais do jambolão. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008.

VIZZOTTO, M.; FETTER, M. R. Jambolão: o poderoso antioxidante. **Artigo de Divulgação da Mídia**. Embrapa Clima Temperado. Publicado em: site Cultivar, 2009.

VON LOESECKE, H. **Bananas**, 2nd ed. New York: InterScience, 1950.

WAKELING, I. N.; MAC FIE, H. J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 6, n. 4, p. 299-308, 1995.

WANG, L.; ZHANG, X.; WANG, Y.; WANG, W. Simultaneous determination of preservatives in soft drinks, yogurts and sauces by a novel solid-phase extraction element and thermal desorption-gas chromatography. **Analytica Chimica Acta**, v. 577, n. 1, p. 62-67, 2006.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: Determination of total phenolics. In: WROLSTAD, R. E. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, v. 11, p. 111-118, 2002.

WILLATS, W. G. T.; KNOX, J. P.; MIKKELSEN, J. D. Pectin: new insights into an old polymer are starting gel. **Trends in Food Science and Technology**, v. 17, p. 97-104, 2006.

WILLIAMS, P. A. Handbook of industrial water soluble polymers. **Oxford: Blackwell Publishing Ltd.** 2007

XU, C., YAGIZ, Y., HSU, W. Y., SIMONNE, A., LU, J.; MARSHALL, M. R. Antioxidant, antibacterial, and antibiofilm properties of polyphenols from Muscadine grape (*Vitis rotundifolia* Michx.) pomace against selected foodborne pathogens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 28, p. 6640-6649, 2014.

YAMADA, E. Desenvolvimento de sistema de embalagem antimicrobiana. In: **Boletim CTC TecnoCarne**s, Vol XIV. Ital, Campinas – SP, 2004.

YANG, J. Brazil nuts and associated health benefits: a review. **LWT – Food Sci. Technol.**, v. 42, p. 1573-1580, 2009.

ZENGIN, N.; YUZBASIOGLU, D.; UNAL, F.; YILMAZ, S.; AKSOY, H. The evaluation of the genotoxicity of two food preservatives: Sodium benzoate and potassium benzoate. **Food and Chemical Toxicology**. v.49, n. 4, p. 763–769, 2011.

ZHANG, Y.; LEWIS, K. Fabatins: new antimicrobial plant peptides. **FEMS Microbiological Letters**, v. 149, p. 59-64, 1997.

9 ANEXOS

ANEXO I

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
OURO PRETO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DO EFEITO SINÉRGICO E DA ESTABILIDADE DOS AGENTES GELIFICANTES EM DOCES E GELEIAS DE FRUTAS DE BAIXO VALOR CALÓRICO

Pesquisador: Patrícia Aparecida Pimenta Peretra

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 32888814.6.0000.5150

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ouro Preto

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 827.360

Data da Relatoria: 19/10/2014

Apresentação do Projeto:

Este projeto que estudará sistemas modelos e a aplicação em sistemas com frutas, fornecerá informações relevantes para as agroindústrias processadoras de frutas atenderem esta nova demanda de mercado, com comercialização de produtos de qualidade garantindo a sua competitividade no setor alimentício. A elaboração de doces e geleias de frutas sem a adição de açúcar possuem vários problemas tecnológicos, uma vez que, o açúcar é essencial para conferir textura e sabor adequados. Diante disso, faz necessário a utilização de aditivos que promovam a textura semelhante do produto convencional, entre eles os agentes gelificantes. Na literatura são escassos os trabalhos que avaliam os efeitos sinérgicos e a estabilidade dos agentes gelificantes em sistemas complexos, como doces e geleias de frutas.

Objetivo da Pesquisa:

Estudar a estabilidade térmica dos agentes gelificantes em sistemas complexos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Adequados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante.

Endereço: Morro do Cruzeiro-ICEB II, Sala 29 -PROPP/UFOP
Bairro: Campus Universitário CEP: 35.400-000
UF: MG Município: OURO PRETO
Telefone: (31)3559-1368 Fax: (31)3559-1370 E-mail: cep@propp.ufop.br

ANEXO II

ANÁLISE SENSORIAL DE DOCE DE BANANA SEM ADIÇÃO DE ACÚCAR

Nome: _____

Faixa etária: () 18 a 22 anos () 23 a 27 anos () 28 a 32 anos () 33 a 37 anos () 38 a 42 anos () acima de 42 anos

Por favor, prove as amostras codificadas, da esquerda para a direita, e avalie o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra em relação a APARÊNCIA, AROMA, SABOR e TEXTURA, utilizando a escala hedônica abaixo. Em seguida selecione as características de cada amostra.

- 9- Gostei extremamente
- 8- Gostei muito
- 7- Gostei moderadamente
- 6- Gostei ligeiramente
- 5- Indiferente
- 4- Desgostei ligeiramente
- 3- Desgostei moderadamente
- 2- Desgostei muito
- 1- Desgostei extremamente

Amostra: _____

APARÊNCIA

Nota: _____

- Aparência característica de doce de banana
- Cor marrom forte
- Cor marrom fraca
- Cor mais clara que o ideal
- Cor mais escura que o ideal
- Cor ideal
- Brilhante
- Fosco
- Opaca
- Translúcido
- Presença de grumos
- Sinérese (presença de água na superfície)

AROMA

Nota: _____

- Aroma forte de banana
- Aroma fraco de banana
- Aroma doce
- Aroma queimado
- Aroma agradável
- Aroma estranho
- Aroma característico de doce de banana

SABOR

Nota: _____

- Sabor forte de banana
- Sabor fraco de banana
- Sabor ideal de banana
- Sabor característico de doce de banana
- Gosto muito doce
- Gosto pouco doce
- Doçura ideal
- Sabor estranho
- Sabor residual de edulcorante
- Sabor queimado

TEXTURA

Nota: _____

- Característica de doce de banana
- Consistência firme
- Consistência mole
- Textura agradável
- Textura desagradável
- Textura uniforme
- Adesividade
- Textura ideal
- Grumos

ESCALA DO IDEAL

Por favor, prove a amostra e indique, na escala abaixo, sua opinião em relação à doçura e à consistência das amostras de doce de banana.

+4 Extremamente mais doce/consistente que o ideal

+3 Muito mais doce/consistente que o ideal

+2 Moderadamente mais doce/consistente que o ideal

+1 Ligeiramente mais doce/consistente que o ideal

0 Ideal

-1 Ligeiramente menos doce/consistente que o ideal

-2 Moderadamente menos doce/consistente que o ideal

Doçura	Consistência

-3 Muito menos doce/consistente que o ideal

-4 Extremamente menos doce/consistente que o ideal

INTENÇÃO DE COMPRA

Por favor, avalie a amostra e marque com um X a intenção de compra.

Intenção de Compra	Marque com um X
1-Certamente não compraria	
2-Provavelmente não compraria	
3-Não sei se compraria	
4-Provavelmente Compraria	
5-Certamente Compraria	

Comentários: _____

