



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE NUTRIÇÃO
COLEGIADODE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



JULIANA JOSH SILVA ALVES

**DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGEM ATIVA
ANTIMICROBIANA COM A INCORPORAÇÃO DE
EXTRATO DE ABRICÓ (*Mammea americana* L.)**

Ouro Preto

2020

JULIANA JOSH SILVA ALVES

**DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGEM ATIVA
ANTIMICROBIANA COM A INCORPORAÇÃO DE
EXTRATO DE ABRICÓ (*Mammeaamericana*L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Colegiado do Curso de
Ciência e Tecnologia de Alimentos da
Escola de Nutrição da Universidade Federal
de Ouro preto, como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel em Ciência e
Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Patrícia Aparecida Pimenta
Pereira - Departamento de Alimentos

Co-orientador: Luciana Rodrigues da Cunha
- Departamento de Alimentos

**Ouro Preto
2020**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

A474d Alves, Juliana Josh Silva .
Desenvolvimento de embalagem ativa antimicrobiana com a
incorporação de extrato de abricó (*Mammea americana* L.). [manuscrito]
/ Juliana Josh Silva Alves. - 2020.
17 f.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Aparecida Pimenta Pereira.
Coorientadora: Profa. Dra. Luciana Rodrigues da Cunha.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola
de Nutrição. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos .

1. Embalagens. 2. Listeria. 3. Escherichia coli. I. Cunha, Luciana
Rodrigues da. II. Pereira, Patrícia Aparecida Pimenta. III. Universidade
Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 664.8.03

Bibliotecário(a) Responsável: Sônia Marcelino - CRB6/2247



**Ministério da Educação
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Nutrição**



Ata da Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:

“DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGEM ATIVA ANTIMICROBIANA COM A INCORPORAÇÃO DE EXTRATO DE ABRICÓ (*Mammea americana L.*)”.

Aos 12 dias do mês de novembro de 2020, remotamente pelo Google Meet através do link: meet.google.com/xkm-bief-qcz, reuniu-se a Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso da estudante Juliana Josh Silva Alves orientada pela Prof. **Patricia Aparecida Pimenta Pereira**. A defesa iniciou-se pela apresentação oral feita pela estudante, seguida da arguição pelos membros da banca. Ao final, os membros da banca examinadora reuniram-se e decidiram por APROVAR a estudante.

Membros da Banca Examinadora:

Prof. Patricia Aparecida Pimenta Pereira
Presidente (DEALI/ENUT/UFOP)

Prof. Silvia Mendonça Vieira
Examinadora (DEALI/ENUT/UFOP)

Mestranda Janaina Gomes dos Santos
Examinadora (PPGSN/ENUT/UFOP)

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Ouro Preto por fornecera estrutura e apoio necessário para realização do projeto

À FAPEMIG pelo apoio financeiro e ao CNPQ pela concessão da bolsa de iniciação científica.

À Deus por me proporcionar perseverança durante a realização do projeto e os anos de curso.

A minha orientadora professora Patrícia Aparecida Pimenta Pereira e co-orientadora professora Luciana Rodrigues da Cunha por estarem sempre presentes e disponíveis para me ajudar, sanar minhas dúvidas e pelo conhecimento transmitido bem como a oportunidade de participar deste trabalho.

Aos meus pais por sempre me apoiarem em todas as minhas decisões, pelo incentivo e por ser o alicerce para todas as minhas conquistas. Esse trabalho de conclusão de curso é a prova que todos os seus esforços pela minha educação não foram em vão e valeram a pena.

Agradeço ao meu noivo que sempre esteve comigo durante essa jornada, que me deu apoio em momentos em que tudo parecia dar errado.

Agradeço a Ana, a Laís e a Michele (Técnica do Laboratório de Microbiologia) que de muitas formas me agregaram conhecimento, por serem sempre pacientes ao retirar minhas dúvidas e me ensinar, serei eternamente grata.

A minha amiga de graduação Amanda Leão, que sempre me deu apoio, me estimulava a seguir em frente e sempre esteve ao meu lado em qualquer situação.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 8 |
| 2.1 Métodos..... | 8 |
| 2.1.1 Preparo do vegetal..... | 8 |
| 2.1.2 Preparação do Extrato..... | 9 |
| 2.1.3 Desenvolvimento do filme..... | 9 |
| 2.1.4 Determinação da espessura do filme..... | 9 |
| 2.1.5 Determinação das propriedades mecânicas..... | 9 |
| 2.1.6 Atividade antimicrobiana..... | 10 |
| 2.1.7 Avaliação dos resultados..... | 10 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 10 |
| 3.1 Avaliação da espessura..... | 10 |
| 3.2 Avaliação das propriedades mecânicas..... | 11 |
| 3.3 Avaliação da atividade antimicrobiana..... | 12 |
| 4 CONCLUSÃO..... | 13 |
| 5 REFERÊNCIAS..... | 13 |

DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGEM ATIVA ANTIMICROBIANA COM A INCORPORAÇÃO DE EXTRATO DE ABRICÓ (*Mammea americana*L.)¹

Resumo

Por desempenhar várias funções, a embalagem possui um papel fundamental na indústria alimentícia. Além de envolver o produto, é também fundamental na sua conservação, mantendo sua qualidade e segurança por meio da atuação como barreira contra sua deterioração química, física ou microbiológica. Desta forma, novas embalagens vêm sendo desenvolvidas no intuito de satisfazer exigências dos consumidores, oferecendo embalagens modernas, práticas, que conservem os alimentos e sejam viáveis tanto em termos ambientais quanto econômicos. Nesse contexto, surgem as embalagens ativas, que são aquelas que possibilitam uma interação entre o alimento e a embalagem de forma direta ou por meio do espaço livre, no intuito de garantir a qualidade e a segurança ao longo da vida útil do alimento. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar filmes ativos antimicrobianos incorporados de extrato de abricó. Para isso, foram desenvolvidos dois filmes (controle e com extrato) que foram submetidos à avaliação da espessura, testes mecânicos e atividade antimicrobiana, em triplicata. Por meio deste trabalho podemos verificar que os filmes antimicrobianos elaborados com extrato bruto de abricó são mais espessos, porém menos rígidos. Além disso, os filmes não foram capazes de inibir o crescimento de nenhum dos micro-organismos testados. Sugere-se que outros trabalhos devem ser realizados, utilizando outra matriz polimérica e outras concentrações de extrato bruto de abricó no filme para verificar a efetividade da utilização deste extrato na elaboração de filmes antimicrobianos.

Palavras-chave: Filmes ativos, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Listeria*, *Escherichia coli*

¹Artigo de acordo com as normas da revista Food Science and Technology

1 Introdução

As embalagens são ferramentas importantes para a indústria de alimentos, uma vez que são utilizadas como vantagens competitivas no mercado. Elas são vistas como vendedores silenciosos, cuja função é repassar ao consumidor as informações sobre o produto, características, como a cor, sendo importante na hora da venda, pois aguça os sentidos do consumidor e é gravada com facilidade (Souza et al., 2012).

Historicamente as embalagens foram importantes ferramentas para o desenvolvimento do comércio e crescimento das cidades, cuja função era proteger, conter e viabilizar o transporte de produtos (Rebello, 2009). Eram embalagens rudimentares, pouco trabalhadas como por exemplo, recipientes de barro, couro e chifres de animais (Capelini, 2007).

Apesar das embalagens tradicionais terem contribuído muito com o desenvolvimento dos sistemas de distribuição de alimentos, elas são insuficientes para atender às novas exigências dos consumidores que buscam por produtos mais próximos do natural, contendo menores teores de conservantes químicos e que sejam seguros (Soares et al., 2008). Nesse contexto, novas tecnologias de embalagens, como por exemplo atmosfera modificada, absorção de oxigênio, entre outros (Araújo et al., 2019) foram desenvolvidas no intuito de garantir uma maior vida útil dos produtos e que atenda essas demandas (Araújo, 2019).

De acordo com Soares (1998), embalagens ativas são aquelas que interagem de forma proposital com o alimento, visando melhorar, de alguma forma, suas características. As mais novas concepções de embalagens ativas são os polímeros antimicrobianos, os absorvedores de oxigênio e de etileno, os liberadores de CO₂ e as enzimas imobilizadas em suportes poliméricos, tais como lisozima e naringinase (Weng&Hotchkiss, 1993; Moraes et al., 2007).

No intuito de reduzir a deterioração dos alimentos, os agentes antimicrobianos são incorporados nas embalagens, fornecendo uma maior margem de segurança e qualidade. Os agentes antimicrobianos podem ser adicionados de forma direta à matriz polimérica, em rótulos, etiquetas ou estar contidos em sachês (Oliveira& Oliveira, 2004).

O uso de embalagens ativas contendo agentes antimicrobianos tem como vantagem uma difusão controlada desses compostos para a superfície do alimento. Quando o agente antimicrobiano é liberado, ao longo do tempo, da embalagem para o produto, a atividade antimicrobiana e cinética de crescimento podem ser controladas de maneira equilibrada. Dessa forma, a vida útil do produto é estendida, garantindo a segurança durante a distribuição

dos alimentos (Appendini&Hotchkiss, 1997; Quintavalla&Vicini, 2002; Oliveira& Oliveira, 2004; Soares et al., 2009).

Diversos agentes podem ser utilizados para o desenvolvimento de polímeros antimicrobianos (Sauceda, 2011) como, por exemplo, amido e extrato de própolis que foram utilizados para revestimento comestível em queijo de coalho (Lira, 2018), ácido acético e cafeína incorporados em filme de acetato de celulose (Carneiro et al.,2020), ácido ascórbico adicionado em filme ativo utilizado em embalagem de manteiga comercial (Moraes et al, 2007).

Devido à demanda por produtos mais próximos do natural, agentes antimicrobianos naturais, têm atraído a atenção da indústria (Amorim,2019). Dentre os principais grupos de compostos com propriedades antimicrobianas extraídos de plantas, destacam-se os compostos fenólicos (Gonzálvez et al., 2005). Os compostos fenólicos de modo geral ganharam muito destaque devido a sua eficácia tanto como antimicrobiano quanto como antioxidante (Braga et al., 2010; Moser et al., 2018; Morais et al., 2019).

Neste contexto o abricó (*Mammea americana*) possui concentrações relevantes de compostos fenólicos, tornando-o uma fruta com caráter antimicrobiano e antioxidante (Rodrigues et al., 2019). Sua origem é nativa das Antilhas e da América do Sul (Abricoteiro-EMBRAPA). É encontrada em toda Amazônia e em algumas outras regiões, em especial no estado do Pará (Ferreira et al., 2006). É uma fruta com alto teor de vitamina C, assim como carotenoides, que são compostos antioxidantes que trazem inúmeros benefícios à saúde (Nascimento, 2016). Por se tratar de uma fruta silvestre, dados sobre sua comercialização, produção e estudos são escassos (Braga et al., 2010).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar filmes ativos antimicrobianos incorporados de extrato de abricó.

2 Materiais e métodos

Os experimentos deste trabalho foram realizados na Planta Piloto de Produtos Cárneos e de Base Lipídica, nos laboratórios de Análise Sensorial e Microbiologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Ouro Preto-MG e no Laboratório de Embalagens da Universidade Federal de Viçosa, Campus Viçosa-MG.

2.1 Métodos

2.1.1 Preparo do Vegetal

Os abricós foram coletados entre janeiro e fevereiro de 2016 na zona rural da cidade de Viçosa, Minas Gerais (latitude: 20°45'14" S e longitude: 42°52'55" W), no estágio maduro (caracterizado pela coloração amarela). Após a lavagem, os mesmos foram imersos em água clorada (2,5%) por 15 minutos (Oliveira et al., 2015). Posteriormente, a polpa e a semente foram separadas manualmente e armazenadas à -18 °C.

2.1.2 Preparação do extrato

Os extratos brutos da polpa de abricó 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 à vácuo em papel Whatman (n° 1). Os solventes foram evaporados em rota-vapor (Buchi®) a 40 °C, obtendo-se assim o extrato bruto da polpa de abricó. O extrato obtido foi armazenado em tubos falcon estéreis revestidos com papel alumínio, para a proteção contra luz, e congelados em freezer a -20 °C.

2.1.3 Desenvolvimento do filme

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. 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 abricó (quantidade estabelecida por meio de testes prévios). 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, o filme foi cortado 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 do extrato de abricó.

2.1.4 Determinação da espessura do filme

A espessura do filme foi obtida por meio da média de medidas tomadas em três regiões aleatórias do filme, fazendo uso do micrômetro (Digimess®) (MORAES et al., 2007).

2.1.5 Determinação das propriedades mecânicas do filme

Propriedades mecânicas dos filmes desenvolvidos (carga máxima, alongamento na ruptura, resistência à tração e módulo de elasticidade) foram determinados de acordo com o método padrão ASTM D882-09 (ASTM, 2009) utilizando um modelo de máquina de teste universal da Instron 3367 (Instron Corporation, Norwood, MA, EUA), equipado com uma célula de carga de 1 kN. As amostras de filmes foram cortadas em amostras retangulares (15 × 2,5 cm²). A separação inicial foi 100 mm e a velocidade foi estabelecida em 50 mm/min. Esse teste foi repetido cinco vezes para cada tratamento para confirmar sua repetibilidade.

2.1.6 Atividade antimicrobiana

A atividade antimicrobiana dos filmes foi avaliada em meio líquido por meio do cálculo do Potencial de Inibição de acordo com metodologia proposta por Nohynek et al. (2006) e Alvarez et al. (2012), com modificações frente as bactérias *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Salmonella*, *Listeria* ATCC 14028 e *Escherichia coli* ATCC 10536. Para isso, os filmes (controle e filme com extrato) foram cortados em forma de quadrados de 6 cm² e mergulhados em 3,0 mL de caldo Luria Bertani (LB) previamente inoculados com *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Listeria* e *Eschechiria coli*. Em seguida, os tubos foram incubados a 37°C por 24 h. Após o período de incubação, foi realizada diluição seriada das amostras e plaqueamento (superfície) em ágar Luria Bertani (LB). As placas foram incubadas nas mesmas condições descritas acima e realizada a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC). Os resultados foram expressos por meio do Potencial de Inibição (PI), calculado de acordo com a fórmula descrita na Equação 1.

$$PI = \log (N_0/N); \quad \text{Equação 1}$$

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.

2.1.7 Avaliação dos resultados

Os resultados foram submetidos ao teste de médias (Tukey) a 5,0 % de significância em software Sisvar (Ferreira, 2014).

3 Resultados e Discussão

3.1 Avaliação da espessura

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados médios das espessuras dos filmes desenvolvidos.

Tabela 1 Valores médios das espessuras dos filmes de acetato de celulose incorporados com extrato bruto de abricó

| Filmes | Espessura (μm) |
|---------------|---|
| Controle | 0,03 \pm 0,001 b |
| Abricó | 0,05 \pm 0,001 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 entre as espessuras dos filmes ($p \leq 0,05$), sendo que o filme com extrato bruto de abricó obteve maior valor (Tabela 1). Isso pode ter sido em decorrência dos compostos presentes no extrato de abricó (Ribeiro et al, 2016), uma vez que a incorporação de substâncias nos filmes modifica as interações na matriz polimérica (Espitia et al., 2011). Moraes et al. (2007) encontraram resultados semelhantes em seus estudos com filme antimicrobiano para a conservação de manteiga, onde o filme com agente antimicrobiano apresentou com maior espessura.

3.2 Avaliação das propriedades mecânicas dos filmes

As propriedades mecânicas dos filmes estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 Média das propriedades mecânicas dos filmes de acetato de celulose incorporados com extrato bruto de abricó

| Filmes | Carga máxima (N) | Alongamento na ruptura (mm) | Resistência à tração (MPa) | Módulo de elasticidade (kJ) |
|---------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Controle | 3636511 a | 0,054 a | 4774741 a | 135147,64 a |
| Abricó | 1786547 b | 0,032 a | 1454130 b | 54283,18 b |

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As propriedades mecânicas dos filmes são importantes características a serem estudadas, pois fornecem informações a respeito da elasticidade do filme antes da ruptura e

resistência do mesmo (Espitia et al., 2013). As propriedades de tração (resistência à tração, módulo de elasticidade e alongamento na ruptura) demonstram a resistência do material quanto ao alongamento e rompimento (Mali et al., 2010).

Nota-se (Tabela 2) que o filme controle obteve maior carga máxima, resistência à tração e módulo de elasticidade que filme com extrato de abricó ($p \leq 0,05$). Segundo Oliveira et al. (1996), os materiais plásticos diferem entre si quanto à resposta à deformação por tração, apresentando diferentes comportamentos gráficos. O valor do módulo de elasticidade (Módulo de Young) pode ser utilizado para informar as características dos materiais. O Módulo de Young representa a rigidez do filme, sendo assim quanto maior o seu valor mais rígido será o filme (Garcia, 2016). Os resultados obtidos sugerem que a adição de extrato bruto de abricó alterou a estrutura polimérica do filme dando-lhe menor resistência (Moraes et al., 2007). Segundo Fawal et al. (2020), a diminuição das propriedades mecânicas com a adição do extrato bruto de abricó pode ser devido à aglomeração, recristalização e distribuição não uniforme do extrato na matriz polimérica.

Já em relação ao alongamento na ruptura os filmes não apresentaram diferenças entre si ($p > 0,05$).

Além disso, possivelmente, os resultados obtidos para as propriedades mecânicas se devem a uma possível interação entre o extrato bruto de abricó e o acetato de celulose, atuando como plastificante (Moraes et al., 2007).

Um plastificante atua basicamente causando mudanças nas redes de polímeros, que por consequência reduz a resistência a tração e aumenta a flexibilidade. Entretanto, essa ação depende do tipo e quantidade de plastificante utilizado (Gonçalves et al., 2020)

Segundo Silva et al. (2019), é importante que embalagens do tipo filme ativo tenham maior flexibilidade e resistência à ruptura, para que seja possível a deformação do filme sem haver ruptura.

3.3 Avaliação da atividade antimicrobiana

A avaliação da atividade antimicrobiana dos filmes foi analisada por meio do potencial de inibição (Tabela 3).

Tabela 3 Valores do potencial de inibição dos filmes elaborados

| Filmes | <i>Escherichia coli</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Salmonella</i> | <i>Listeria</i> |
|---------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------|
| Controle | s.i. | s.i. | s.i. | s.i. |
| Abricó | s.i. | s.i. | s.i. | s.i. |

s. i.: sem inibição

Observa-se que o filme adicionado de extrato bruto de abricó não inibiu o crescimento de nenhum micro-organismo testado (Tabela 3). De acordo com Braga et al. (2010) o teor de compostos fenólicos do abricó é em torno de 25,41 mg AGE/100g, o qual, segundo a classificação de Vasco et al. (2008), é classificado como um fruto de médio valor em relação a este composto. Compostos fenólicos são substâncias consideradas tóxicas para a célula bacteriana causando inibição de seu crescimento (Silva,2014).

Sendo assim apesar do abricó ser classificado como uma fruta com médio teor de compostos fenólicos, este não foi capaz de inibir o crescimento dos microrganismos em questão. Há poucos estudos sobre o extrato de *M. americana* (Pereira & Neto, 2009) portanto se faz necessário que haja novos estudos quanto a atividade antimicrobiana do mesmo.

4 Conclusão

Por meio deste trabalho pode-se concluir que a os filmes antimicrobianos elaborados com extrato bruto de abricó são mais espessos, porém menos rígidos. Além disso, os filmes não foram capazes de inibir o crescimento de nenhum micro-organismo testado.

Diante disso, sugere-se que outros trabalhos devem ser realizados, utilizando outra matriz polimérica e com outras concentrações de extrato bruto de abricó no filme para verificar a efetividade da utilização deste extrato na elaboração de filmes antimicrobianos.

Referências

- Abricoteiro. EMBRAPA- Ministério da Agricultura,Pecuária e Abastecimento (2002).
- Amorim, G. E. P.(2019). Desenvolvimento e caracterização do filme antimicrobiano de polibutileno adipato-co-tereftalato (PBAT) com óleo essencial de cravo da Índia para utilização em embalagem ativa. 2019, 64 p. Monografia (Licenciatura em Química) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada.
- ASTM.(2009). ASTM D 882-09 Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting. West Conshohocken, PA: ASTM International.

Appendini P & Hotchkiss JH (1997) Immobilization of lysozyme on food contact polymers as potential antimicrobial films. *Packaging Technology and Science*, 10:271-279.

Araújo, E. M. A.; Conceição, F. F.; Tatum, C. T. S.; Fabris, J. P.; Russo, S. L. (2019). Avanços tecnológicos em agentes antimicrobianos nas embalagens ativas. V Encontro nacional de propriedade intelectual, Florianópolis-SC, 5(1), 1066-1076.

Araújo, L. O. (2019). Embalagens ativas: síntese de filmes antimicrobianos à base de polietileno de baixa densidade e zeólita a contendo prata. 2019, 62 p. Tese (Mestrado em química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2019.

Braga, A. C. C.; Silva, A. E.; Pelais, A. C. A.; Bichara, C. M. G.; Pompeu, D. R. (2010). Atividade antioxidante e quantificação de compostos bioativos dos frutos de Abriçó (*Mammea americana*). *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, 21(1), 31-36.

Bertoldi, M. C. (2009). 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.

Capelini, M. (2007). Potencialidade e aplicação da prevenção de resíduos de embalagens : abordagem sobre o projeto do produto e o consumo. 273 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental)- Universidade de São Paulo, São Carlos.

Carneiro, J. È. S.; Geraldine, R. M.; Silveira, M. F. A.; Torres, M. C. L.; Carrim, A. J. I.; Souza, A. R. M. (2020). Atividade antimicrobiana e propriedades físicas de filmes biodegradáveis incorporados com cafeína e ácido acético. *Brazilian Journal Development*, v.6, n.8, p. 60252-60262.

Espitia, P. J. P.; Soares, N. F. F.; Teófilo, R. F.; Coimbra, J. S. R.; Vitor, D. M.; Batista, R. A.; Ferreira, S. O.; Andrade, N. J. & Medeiros, E. A. A. (2013). Physical-mechanical and antimicrobial properties of nanocomposite films with pediocin and ZnO nanoparticles, *Carbohydrate Polymers*, 09(1), 199-208.

Espitia, P. J. P.; Soares, N. F. F.; Botti, L.; C. M.; Silva, W. A. (2011). Effect of essential oil in the properties of cellulosic active packaging. *Macromolecules Symposium*, v. 299/300, p. 199-205.

Fawal, G. E., Hong, H., Song, X., Wu, J., Sun, M., He, C., Mo, X., Jiang, Y., Wang, H. (2020). Fabrication of antimicrobial films based on hydroxyethyl cellulose and ZnO for food packaging application. *Food Packaging and Shelf Life*, v.23, 100462.

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

Ferreira, M. G. R.; Ribeiro, G. D.(2006). Coleção de fruteiras tropicais da Embrapa Rondônia. EMBRAPA.

Garcia, A. P.(2016). Desenvolvimento de filmes biodegradáveis ativos a base de amido de milho adicionados de extrato de própolis. Trabalho de conclusão de curso, p. 34(Engenharia de Alimentos)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná,Campo Mourão.

Gonçalves, S.M., Gomes Motta, J.F., Ribeiro, R.S., Hidalgo Chávez, D.W., Ramos de Melo, N., Functional and antimicrobial properties of cellulose acetate films incorporated with sweet fennel essential oil and plasticizers, Current Research in Food Science.

Lira, A. K. A.(2018). Aplicação de revestimento comestível à base de fécula de araruta e extrato de própolis verde em queijo de coalho. 2018, 60 p. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Unidade Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns-PE.

Mali, S.; Grossmann, M. V. E.; Yamashita, F.(2010). Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. Semina: Ciências agrárias, 31(1), 137-156

Moraes, A. R. F.; Gouveia, L. E. R.; Soares, N. F. F.; Santos, M. M. S.; Gonçalves, M. P. J. C.(2007). Desenvolvimento e avaliação de filme antimicrobiano na conservação de manteiga. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 27, p. 33-36.

Moraes, A. R. F.; Gouveia, L. E. R.; Soares, N. F. F.; Santos, M. M. S.; Gonçalves, M. P. J. C.(2007) Desenvolvimento e avaliação de filme antimicrobiano na conservação da manteiga. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 33-36 p.

Moser, C. S.; Uberti, A.; Borsoi, F. T.; Lugaresi, A.; Bagatini, M. D.; Giacobbo, C. L.(2018). Caracterização de compostos bioativos e atividade antioxidante de amora-preta produzidas no oeste de Santa Catarina. Anais do 10º Salão Internacional de ensino, pesquisa e extensão-SIEPE, Universidade Federal do Pampa - Santana do Livramento.

Morais, D. C. M.; Abreu, D. J. M.; Mendes, D. C. S.; Alencar, U. R.; Amorim, K. A.; Damiani, C.(2019). Análise de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de casca e polpa de maçã e suas respectivas farinhas. Revista Desafios, 6.

Nascimento, C. S.(2016). Obtenção do Abricó (*Mammea americana*) desidratado utilizando secagem por RefractanceWindow. 2016, 71 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Pará, Belém.

Nohynek, L. J.; Alakomi, H-L., Kähkönen, M. P.; Heinonen, M.; Helander, I. M.; Oksman-Caldentey, K-M.; Puupponen-Pimiä, R. H. Berry Phenolics: Antimicrobial Properties and Mechanisms of Action Against Severe Human Pathogens. *Nutritionandcancer*, 54(1), 18–32.

Oliveira, L. M.; Alves, R. M. V; Sarantópoulos, C. I. G. L; Padula, M.; Garcia, E. E. C.; Coltro, L.(1996). Ensaio para avaliação de embalagens plásticas flexíveis. Centro de Tecnologia de Embalagem (CETEA). Campinas, Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). 120-121.

Oliveira, L. M.; Oliveira. P. A. P. L. V.(2004). Revisão: Principais agentes antimicrobianos utilizados em embalagens plásticas. *Brazilian Journal Food Technology*, 7(2), 161-165 p.

Oliveira, B. Á.; Rodrigues, A. C.; Cardoso, B. M. I. ; Ramos, A. L. C. C.; Oliveira, E. N. A.; Santos, D. C.(2015).Tecnologia e Processamento de Frutos e Hortaliças. Natal: Editora IFRN, 234p.

Oliveira, B. D’A.(2015). Atividade antioxidante, antimicrobiana e anti-quorum sensing de extratos fenólicos de Acerola (*Malpighia marginata*) e Morango Silvestre (*Rubus rosaefolius*). 2015,91 p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Fisiopatologia da Nutrição) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

Quintavalla S & Vicini L (2002) Antimicrobial food in meat industry. *Meat Science*, 62:373-380.

Pereira, C. D.; Neto, J. T.(2009). Observações sobre abelha sem ferrão (Hymenoptera: Meliponini) coletoras de latex em abricó do Pará *Mammea americana* (L) Jacq (Clusiaceae). *Biosci. J.* 25(6), 133-135.

Rebello, F. F. P.(2009). Novas tecnologias aplicadas às embalagens de alimentos. *Revista Agrogeoambiental*, 156-164.

Ribeiro, P. B.; Alves, R. C.; Moraes, C. C.; Rosa, G. S. Avaliação de propriedades de biofilme de recobrimento incorporado com extrato natural. *Anais do 8º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – Universidade Federal do Pampa*, 8(2), 2016.

Rodrigues, M. K. A.; Prazeres, M. C.; Maués, M. M. Análise qualitativa dos eventos fenológicos do abricoteiro (*Mammea americana* L.) na Embrapa Amazônia. 23º Seminário PIBIC EMBRAPA Amazônia Oriental.

Sauceda, E. N. R.(2011).Uso de agentes antimicrobianos naturales em la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*, 7(1), 153-170.

Silva, M. C. S.; Lima, P. K. D.; Silveira, M. F. A.; Arthur, V.; Souza, A. R. M.(2019). Avaliação das propriedades físico-químicas e mecânicas de filmes de fécula de mandioca incorporado com cafeína irradiada. *Revista Desafios*, 6, 91-99.

Silva, L. M. R.(2014). Compostos bioativos em polpas e subprodutos de frutas tropicais: quantificação, atividade antimicrobiana e encapsulamento.2014, p. 109. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

Soares, N. F. F.; Silva, P. S.; Silva, W. A.(2008). Desenvolvimento e avaliação de filme ativo incorporado com óleo essencial de orégano (*Origanumvulgare L.*) no crescimento de *Listeriainnocua* em queijo minas frescal. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 63(365), 36-40.

Soares, N. F. F. (1998). Bitternessreduction in citrusjuice through naringinase immobilized intopolymer film. Ph.D. Dissertation. Cornell University, New York, 130 p.

Soares, N. F. F.; silva, W. A.; Pires, A. C. S.; Camilloto, G. P.; Silva, P. S.(2009). Novo desenvolvimentos e aplicações em embalagens de alimentos. Revista Ceres, 56(4), 370-378.

Sousa, L. C. F. S.; Sousa, J. S.; Borges, M. G. B.; Machado, A. V.; Silva, M. J. S.; Ferreira, R. T. F. V.(2012). Salgado, A. B. Tecnologia de embalagens e conservação de alimentos quanto aos aspectos físico, químico e microbiológico. Revista Agropecuária Científica no Semiárido-ACSA. 8(1), 19-27.

Vasco, C.; Ruales, J. Kamal-Eldin, A.(2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador.FoodChemistry. 111, 816–823.

WENG, Y.; HOTCHKISS, J. H.(1993).Anhydrides as antimycoticagentsadded to polyethylene films for food packaging. Packag. Tech. Sci., 6(3), 123-128.