



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MARIA LUCIMAR DA SILVA MEDEIROS

REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS ADICIONADOS DE EXTRATO DE *Dalbergia ecastaphyllum*: EFEITO NA CONSERVAÇÃO DE BANANA PRATA-ANÃ

POMBAL/PB

2018

MARIA LUCIMAR DA SILVA MEDEIROS

REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS ADICIONADOS DE EXTRATO DE *Dalbergia ecastaphyllum*: EFEITO NA CONSERVAÇÃO DE BANANA PRATA-ANÃ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dr. Alfredina dos Santos Araújo

POMBAL/PB

2018

MARIA LUCIMAR DA SILVA MEDEIROS

REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS ADICIONADOS DE EXTRATO DE *Dalbergia ecastaphyllum*: EFEITO NA CONSERVAÇÃO DE BANANA PRATA-ANÃ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Aprovado em ____ de _____ de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Sc. Alfredina dos Santos Araújo
Orientadora - UATA/CCTA/UFCG

Prof. Dra. Maíra Felinto Lopes
Examinador Interno – UATA/CCTA/UFCG

M. Sc. Maria do Socorro Araujo Rodrigues
Examinador Externo – PPGE/UFCEG

Aos pilares da minha vida, minha e paiho,

Dedico!

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela Dom da vida, por estar comigo em todos os momentos e por ter me dado saúde, força, coragem e sabedoria para superar todas as dificuldades que enfrentei até chegar aqui.

À minha família, em especial aos meu pais, Irimar Pereira e Lourival Lauro, que nunca mediram esforços para que eu atingisse meus objetivos; e ao meu irmão, Ludemario Medeiros, por sempre acreditar em mim. Obrigada pelos exemplos que me transmitem diariamente, por todo amor, carinho e incentivo. Essa vitória é nossa!

À minha prima Amanda Guedes, pela irmã que sempre foi, por todas as palavras que foram fortaleza e que me fizeram prosseguir.

A Ronierio Júnior, por estar sempre ao meu lado, por todo amor e carinho, e por me incentivar a viver os meus sonhos.

À minha orientadora, Dr. Alfredina dos Santos Araújo, pelo acolhimento, pelas oportunidades de crescimento, conhecimentos transmitidos e pelo exemplo de profissional que sempre foi para mim, sempre muito dedicada e competente.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação, em especial ao Professor Dr. Sthelio Braga da Fonseca por ter acreditado em mim e me incentivado a ultrapassar fronteiras e estudar na Universidade do Porto.

Aos meus amigos de graduação e da vida, Jonas da Silva, Juliana Nóbrega, Samuel Alves e Victor Souza, que estiveram ao meu lado durante esses quase cinco anos de graduação. Obrigada por tudo que vivemos e pelas muitas coisas que fizeram por mim!

A todos os amigos e colegas do Centro Vocacional Tecnológico - CVT, por todos os momentos e conhecimentos compartilhados, em especial, aqueles que estiveram diretamente envolvidos na realização desta pesquisa.

E a todos que me apoiaram e contribuíram para a concretização de mais uma etapa importante em minha vida,

Os meus sinceros agradecimentos!

"São as coisas pequeninas, um monte delas, que fazem as grandes coisas acontecerem!"

(Autor desconhecido)

MEDEIROS, M. L. S. **Revestimentos comestíveis adicionados de extrato de *Dalbergia ecastaphyllum*: Efeito na conservação de banana prata-anã.** 2018. 72f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2018.

RESUMO

A banana é a fruta tropical de maior produção mundial e figura entre as três frutas mais comercializadas no mercado internacional, devido a sua alta perecibilidade, as perdas pós-colheita representam um grande problema em sua comercialização. Diante disso, esta pesquisa teve o objetivo de avaliar o efeito de revestimentos comestíveis adicionados de extrato de folha de *Dalbergia ecastaphyllum* na conservação de banana pra anã, armazenada a 14°C e a 30°C. Os frutos foram adquiridos no comércio local do município de Pombal/PB e transportados até o Centro Vocacional Tecnológico vinculado a Universidade Federal de Campina Grande, onde foram sanitizados e aplicados os tratamentos (controle, recobrimento contendo 3% de extrato, e com 5% de extrato). Os frutos foram armazenados a 14°C e a 30°C e avaliadas quanto aos aspectos microbiológicos (Coliformes a 35° e 45°C, *Salmonella* sp., *Staphylococcus* spp e fungos filamentosos e leveduras), físico-químicos (acidez titulável, pH, sólidos solúveis totais, açúcares totais, açúcares redutores e teor de água) e físicos (firmeza, textura e coloração da casca) a cada 3 dias, durante 21 dias. As bananas prata-anã apresentaram condições microbiológicas satisfatórias ao longo do período de armazenamento. O uso de revestimentos comestíveis adicionados de extrato de folha de *D. ecastaphyllum* desacelerou o metabolismo dos frutos e contribuiu para a manutenção da coloração da casca. A adição de 5% de extrato intensificou a ação do revestimento e a conservação a 14°C prolongou a vida útil em 6 dias.

Palavras-chave: *Musa* spp., conservação pós-colheita, filmes biodegradáveis.

MEDEIROS, M. L. S. **Edible coatings added with *Dalbergia ecastaphyllum* extract: Effect on dwarf silver banana conservation.** 2018. 72f. Monography (Undergraduate in Food Engineering) - Federal University of Campina Grande, Pombal, 2018.

ABSTRACT

Banana is the tropical fruit with the highest production in the world and is one of the three most traded fruits in the international market. Due to its high perishability, post-harvest losses represent a major problem in its commercialization. The objective of this research was to evaluate the effect of edible coatings added of *Dalbergia ecastaphyllum* leaf extract on conservation of dwarf silver banana, stored at 14°C and 30°C. The fruits were purchased in the local commerce of the city Pombal/PB and transported to the Technological Vocational Center linked to the Federal University of Campina Grande, where were sanitized and the treatments (control, overcoats of 3% and 5% of extract) applied. The fruits were stored at 14°C and 30°C and evaluated for microbiological aspects (Coliforms at 35°C and 45°C, *Salmonella* sp., *Staphylococcus* spp and filamentous fungi and yeasts), physical-chemical (titratable acidity, pH, total soluble solids, total sugars, reducing sugars and water content) and physical (firmness, texture and coloring of the peel) every 3 days for 21 days. Dwarf silver bananas presented satisfactory microbiological conditions throughout the storage period. The use of edible coatings added with leaf extract of *D. ecastaphyllum* slowed fruit metabolism and contributed to the maintenance of the peel color. Addition of 5% extract enhanced the coating action and preservation at 14°C extended shelf life by 9 days.

Keywords: *Musa* spp., Post-harvest conservation, biodegradable films.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção e consumo de banana no Brasil de 1993 a 2013.	18
Figura 2. Produção de banana e área colhida no Brasil de 1993 a 2016.	19
Figura 3. Visita à flor de <i>Dalbergia ecastaphyllum</i> por operária de <i>Apis mellifera</i> (a) e produção de resina por <i>Dalbergia ecastaphyllum</i> e coleta por <i>Apis</i>	28
Figura 4. Bananas selecionadas para a aplicação dos revestimentos.	32
Figura 5. Aplicação dos revestimentos na banana prata-anã.	33
Figura 6. Banana prata-anã no seu 3° (a), 9° (b), 15° (c) e 21° dia (d) de armazenamento a 14°C.	41
Figura 7. Banana prata-anã no seu 3° (a), 6° (b), 9° (c) e 12° dia (d) de armazenamento a 30°C.	42
Figura 8. Valores médios para o parâmetro de cor ângulo Hue (°H) da casca de banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).	44
Figura 9. Valores médios para o parâmetro de cor croma (C) da casca de banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).	45
Figura 10. Valores médios para a luminosidade (L) da casca de banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).	45
Figura 11. Teores médios de firmeza (N) da polpa de banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).	48
Figura 12. Perda de massa fresca (%) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).	50
Figura 13. Teor de água (%) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).	51
Figura 14. Teores médios de ácido málico (%) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).	53

Figura 15. pH em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).....	54
Figura 16. Teores de sólidos solúveis (°Brix) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).....	55
Figura 17. Índice de maturação (Ratio) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).....	56
Figura 18. Teores de açúcares solúveis totais (g/100g) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).	57
Figura 19. Teores de açúcares redutores (g/100g) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).....	59
Figura 20. Número Mais Provável de Coliformes a 35°C (NMP/g) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos durante o armazenamento a 14°C (a) e a 30°C (b).....	60
Figura 21. Número Mais Provável de Coliformes a 45°C (NMP/g) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos durante o armazenamento a 14°C (a) e a 30°C (b).....	61
Figura 22. Contagens de fungos filamentosos e leveduras (UFC/g) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos durante o armazenamento a 14°C (a) e 30°C (b).....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal (%) da banana Prata.	20
Tabela 2. Estádios de maturação da banana.....	22
Tabela 3. Ingredientes e proporções utilizadas na elaboração do revestimento controle.	33
Tabela 4. Teor de compostos fenólicos e alguns pigmentos presentes no extrato da folha de <i>D. ecastaphyllum</i>	39
Tabela 5. Valores mínimos, médios e máximos para o peso, comprimento e diâmetro dos frutos.....	40
Tabela 6. Resumo da análise de variância para os parâmetros de coloração da casca de banana prata-anã durante o armazenamento a 14°C.....	42
Tabela 7. Resumo da análise de variância para os parâmetros de coloração da casca de banana prata-anã durante o armazenamento a 30°C.....	43
Tabela 8. Médias do parâmetro de cor Luminosidade para a casca de banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a 30°C.	46
Tabela 9. Resumo da análise de variância para a firmeza, perda de massa fresca e teor de água de bananas banana prata-anã durante o armazenamento a 14°C.	47
Tabela 10. Resumo da análise de variância para a firmeza, perda de massa fresca e teor de água de bananas banana prata-anã durante o armazenamento a 30°C.	47
Tabela 11. Valores médios de firmeza para as bananas prata-anã armazenadas a temperatura refrigerada (14°C, por 21 dias) e temperatura ambiente (30°C, por 15 dias).	49
Tabela 12. Médias da perda de massa fresca em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis mantidas a 30°C por 15 dias.	51
Tabela 13. Resumo da análise de variância para o pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), ratio (SS/AT), açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) de banana prata-anã durante o armazenamento a 14°C.....	52
Tabela 14. Resumo da análise de variância para o pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), ratio (SS/AT), açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) de banana prata-anã durante o armazenamento a 30°C.....	53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. OBJETIVO GERAL	16
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1. BANANA	17
3.1.1. Origem e classificação	17
3.1.2. Produção e consumo	17
3.1.3. Composição química	19
3.1.4. Aspectos fisiológicos	21
3.1.5. Qualidade pós-colheita	23
3.2. REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS	25
3.2.1. <i>Dalbergia ecastaphyllum</i>	27
4. MATERIAL E METÓDOS	30
4.1. EXTRATO ETANÓLICO DA FOLHA DE <i>D. ecastaphyllum</i>	30
4.1.1. Compostos fenólicos	30
4.1.2. Clorofilas e Carotenoides	30
4.1.3. Flavonoides e antocianinas	31
4.2. AMOSTRAS DE BANANA PRATA-ANÃ	31
4.3. PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO DOS REVESTIMENTOS	32
4.4. AVALIAÇÃO DA VIDA ÚTIL DOS FRUTOS	34
4.4.1. Análises físicas	34
4.4.2. Análises físico-químicas	35
4.4.3. Análises microbiológicas	37
4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1. CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO	39
5.2. CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS	40
5.3. VIDA DE PRATELEIRA DOS FRUTOS	40
5.4. ALTERAÇÕES NA COLORAÇÃO DA CASCA	42
5.5. ALTERAÇÕES NA MASSA FRESCA E FIRMEZA	47

5.6. ALTERAÇÕES NO CONTEÚDO DE ÁCIDOS E AÇÚCARES	52
5.7. CONDIÇÕES MICROBIOLÓGICAS.....	59
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

1. INTRODUÇÃO

A banana (*Musa spp.*) é uma das frutas tropicais mais produzidas e consumidas mundialmente. O Brasil destaca-se como o 4º maior produtor, responsável por 6,0% do volume produzido (FAO, 2018), ultrapassado apenas por países que utilizam plantios mais tecnificados e com maiores cuidados na fase após a colheita (COELHO, 2007).

Segundo a FAO (2018), em 2013 o consumo médio de banana por habitantes foi de 29 quilos, e esse alto índice é justificado pelo valor nutricional que a fruta possui e pelo seu baixo custo, que a torna acessível a populações de baixa e alta renda (FALCÃO, et. al., 2017; COELHO, 2007). É considerada um alimento energético, composta basicamente de água e carboidratos, contém pouca proteína e gordura e é rica em vitaminas e sais minerais (EULEUTERIO, et al., 2010).

A banana registra um grande índice de perdas em sua cadeia produtiva, principalmente, devido à falta de práticas pós-colheita adequadas. Além disso, por ser um fruto climatérico, sua atividade metabólica e as transformações na sua composição química são intensificadas após a colheita, levando a redução do seu período de comercialização (ÁLVARES, 2003). Diante disso, tratamentos pós-colheitas associados à refrigeração vem sendo aplicados com o objetivo de retardar a senescência e garantir um alimento seguro ao consumidor.

Uma alternativa viável para prolongar a sua vida útil é o uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores, que modificam a atmosfera interna do produto e atuam, principalmente, como uma barreira as trocas gasosas e a transferência de umidade. Além disso, conferem aparência brilhante a atraente e podem ser associados a compostos naturais bioativos, com o intuito de potencializar as suas propriedades.

A *Dalbergia ecastaphyllum*, popularmente conhecida como rabo-de-bugio, tem uso vigente na medicina popular e é a principal fonte de resina para a produção da própolis vermelha brasileira (DAUGSCH, 2007). Essa espécie vegetal tem despertado interesse devido a sua similaridade com a própolis vermelha em termos de compostos químicos, especialmente de flavonoides, e por sua atividade antioxidante e antimicrobiana (SILVA et al. 2008).

As atividades bioativas relatadas para a *D. ecastaphyllum* e os poucos estudos na área de alimentos, torna-a uma excelente alternativa para o desenvolvimento de estudos visando à produção e caracterização de novos produtos, como os revestimentos comestíveis.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de revestimentos comestíveis adicionados de extrato de folha da *Dalbergia ecastaphyllum* na conservação de banana prata-anã.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar e caracterizar o extrato da folha de *D. ecastaphyllum*;
- Elaborar os revestimentos comestíveis adicionados de extrato de folha da *D. ecastaphyllum* em diferentes concentrações (3% e 5%);
- Avaliar o efeito protetor dos revestimentos comestíveis na conservação de banana prata-anã, armazenadas em duas condições de temperatura, 14 e 30°C;
- Verificar a ação dos revestimentos comestíveis na manutenção da qualidade e aumento da vida útil da banana prata-anã, através de análises físicas, físico-químicas e microbiológicas;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. BANANA

3.1.1. Origem e classificação

As bananeiras que produzem frutos comestíveis originaram-se no Continente Asiático e evoluíram a partir da hibridização de duas espécies diplóides selvagens *Musa acuminata* Colla e *Musa balbisiana* Colla. Pertencem a classe das Monocotiledôneas, ordem Scitaminales, família Musaceae, subfamília Musoideae, na qual inclui-se o gênero *Musa*. Deste, a seção *Eumusa* (*Musa*) é a mais importante, pois além de englobar o maior número de espécies, apresenta ampla distribuição geográfica e abrange todas as cultivares produtoras de frutos comestíveis (VIVIANE, 2006).

Foram introduzidas nas Américas durante as navegações portuguesas e espanholas no século XV, onde encontraram condições propícias ao seu desenvolvimento (MORTON e MACLEOD, 1990). No Brasil, existem relatos do cultivo de bananeira antes mesmo do descobrimento. Acredita-se que os indígenas consumiam *in natura* bananas da cultivar Branca, e que havia ainda outra cultivar chamada de Pacoba, rica em amido, que era consumida cozida ou assada (MOREIRA; CORDEIRO, 2006).

3.1.2. Produção e consumo

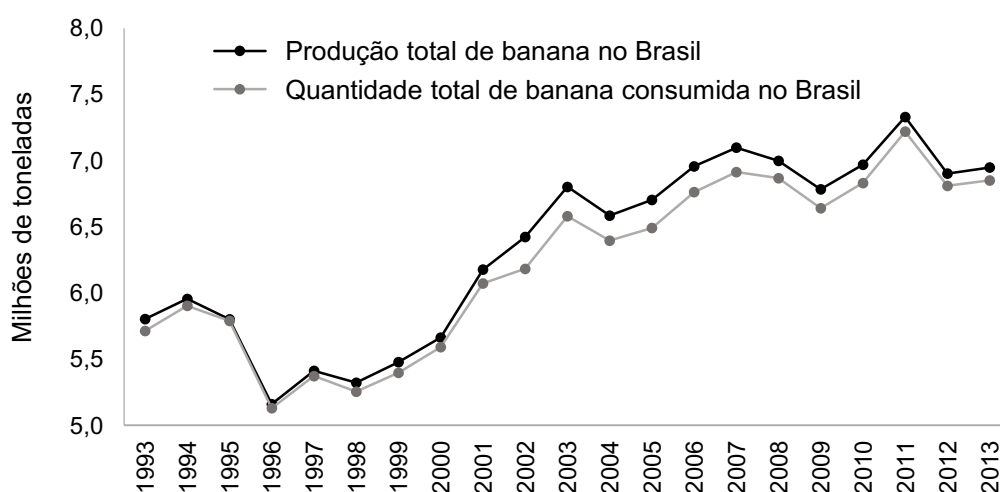
A banana (*Musa* spp) é produzida em 136 países, atingindo uma produção superior a 113 milhões de toneladas em uma área de 5,5 milhões de hectares. O Brasil destaca-se como o quarto maior produtor mundial de banana, responsável por quase 6,0% desse volume, sendo superado apenas pela Índia, China e Indonésia, com valores de 29,1, 13,1 e 7,0%, respectivamente (FAO, 2018).

No Brasil, o volume de banana produzido é superado apenas pelo da laranja, no entanto apresenta grande importância na alimentação por ser a fruta mais consumida, o equivalente a 29 quilos por habitante ao ano em 2013 (FAO, 2018). Observa-se na Figura 1, que a produção nacional é destinada predominantemente ao consumo interno e de acordo com o Anuário brasileiro de fruticultura

(CARVALHO et al., 2017), estima-se que em 2016 apenas uma pequena parcela da produção, menos de 1% (64 mil toneladas), foi destinada ao mercado internacional.

O baixo volume de exportações se deve, principalmente, a falta de manejo pós-colheita e a baixa qualidade organoléptica da fruta (LICHTEMBERG; LICHTEMBERG, 2011). Segundo Sakai (2015), os padrões tradicionais de produção praticados na maioria das regiões produtoras, com baixos investimentos de capital e tecnologia, resultam na baixa produtividade e em frutos desqualificados para os países importadores de banana.

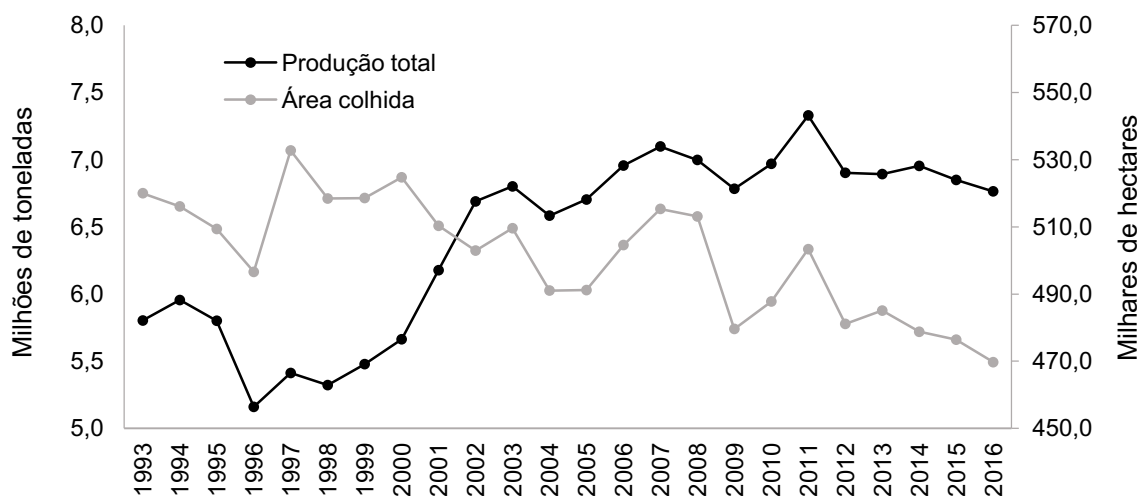
Figura 1. Produção e consumo de banana no Brasil de 1993 a 2013.



Fonte: FAOstat (2018).

Além disso, nos últimos anos ocorreram modificações relevantes na bananicultura nacional que resultaram no incremento da representatividade da cultura. Observa-se na Figura 2, que a partir do ano 2000 houve um salto significativo na produção e uma redução da área plantada, indicando que a produtividade média (toneladas/hectare) aumentou. Segundo Lichtemberg e Lichtemberg (2011) esse comportamento é reflexo do acervo de tecnologia e conhecimento gerado nas últimas décadas, com consequente melhoria do nível técnico e organizacional do bananicultor brasileiro, bem como dos avanços na área de melhoramento genético, da utilização de melhores técnicas de produção e manejo pós-colheita da banana.

Figura 2. Produção de banana e área colhida no Brasil de 1993 a 2016.



Fonte: FAOstat (2018).

A produção está distribuída por todo território nacional, desde a faixa litorânea até as planícies do interior (MATIAS, 2009), com área plantada superior a 469,7 mil hectares. A região nordeste é a maior produtora (33,8%), seguida das regiões sudeste (33,5%), sul (15,3%), norte (13,1%) e centro-oeste (4,31%) (IBGE, 2018).

As cultivares mais difundidas são Prata, Prata-anã, Pacovan (responsáveis por aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil), Maçã, Mysore, Terra e D'Angola, utilizadas unicamente para o mercado interno, e Nanica, Nanicão e Grande Naine, usadas principalmente para exportação (BORGES et al., 2006).

A cultivar Prata-anã, também denominada como “enxerto”, é uma mutação do cultivar Prata ocorrida no início do século, em Criciúma (SC), no Sul do Brasil (ABANORTE, 2004). Pertence ao subgrupo Prata, apresenta porte médio e baixo, planta vigorosa e frutos de aspecto semelhante aos da cultivar Prata, em formato e sabor, mas um pouco mais curtos e roliços (RANGEL et al., 2006). Além disso, apresentam seção pentagonal, com cinco quinas bem visíveis quando verde, massa em torno de 110 g, comprimento entre 12 e 15 cm, e 3,5 a 4,0 cm de diâmetro, com casca fina e endocarpo creme (SILVA e ALVES, 1999).

3.1.3. Composição química

A banana é considerada mundialmente um importante alimento, em razão da sua composição química e conteúdo em vitaminas e minerais. Figura como a fruta

tropical de maior consumo, tanto pela sua praticidade e versatilidade em termos de consumo (*in natura*, processada, frita, cozida), quanto pelas suas características de sabor e aroma (SARMENTO, 2012).

Uma banana pesa entre 100 e 200g, contém de 60 a 65% de polpa comestível, e é composta basicamente de água e carboidratos, conforme exposto na Tabela 1. Segundo Godoy (2012), a composição e o valor nutricional das bananas podem ser influenciados pela variedade, grau de maturação, local de cultivo, técnicas culturais, data da colheita, condições de armazenamento, entre outros.

O conteúdo em água da banana é entre 63,9 e 77,7%. A seguir à água, o grupo mais abundante é o dos hidratos de carbono, representando cerca de 22,0% da composição, os quais são facilmente assimiláveis. Quando verde, a banana contém um alto teor de amido, que alcança cerca de 20%, e é convertido durante a maturação em açúcares redutores (8 a 10% da polpa) e sacarose (10 a 12 %), sendo reduzido para 0,5 - 2 %. As proteínas e gorduras estão presentes em baixa porcentagem, porém, são consideradas de boa qualidade nutritiva (NEPA, 2011; MEDINA et al., 1985).

Tabela 1. Composição centesimal (%) da banana Prata.

Componentes químicos	Teor (%)
Água	71,9
Carboidratos	26,0
Fibra alimentar	2,0
Proteínas	1,3
Lipídios	0,1
Cinzas	0,8

Fonte: NEPA (2011).

As vitaminas e minerais, embora estejam em concentrações reduzidas, superam as quantidades presentes em várias outras frutas. A banana contém tanta vitamina C quanto a maçã e razoáveis quantidades de vitamina A, B1 e B2, D e E. Dentre os sais minerais presentes, destacam-se o potássio (350-400 mg por 100g de matéria seca); fósforo (25-30 mg); cálcio (8-10 mg), sódio (40-50 mg); magnésio (25-35 mg); e outros em menor quantidade como o ferro, manganês, iodo e cobre (NEPA, 2011; MEDINA et al., 1985).

É um alimento altamente energético, apresentando cerca de 98 calorias por porção, justificando a sua importância social como fonte energética de baixo custo.

Suas características como baixa acidez e textura macia, indicam-na para o consumo de crianças e adultos (SARMENTO et al., 2012).

3.1.4. Aspectos fisiológicos

A respiração é um processo metabólico fundamental do fruto e torna-se o principal processo fisiológico após a colheita. Através da respiração, compostos orgânicos são transformados em água e dióxido de carbono com a produção de energia química, necessária para novas reações sintéticas celulares (ÁLVARES, 2003).

O desenvolvimento dos frutos é caracterizado por quatro fases: o crescimento, a maturação, o amadurecimento e a senescência. O crescimento do fruto ocorre por meio de diferentes processos fisiológicos e metabólicos e é marcado por um período de rápida divisão e alongamento celular. A maturação inicia-se antes do completo desenvolvimento do fruto. Corresponde a etapa em que o fruto atinge o seu completo desenvolvimento fisiológico e se iniciam as alterações na composição química, na taxa de respiração e na produção de etileno, e culmina com o amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SIQUEIRA, 2014).

Com base no comportamento respiratório durante o amadurecimento, os frutos podem ser classificados em duas categorias: Os climatéricos e os não-climatéricos. Os primeiros possuem uma elevada atividade respiratória que se intensifica durante a maturação, desencadeada pelo etileno, com aumento na produção de CO₂, o que leva ao seu amadurecimento imediato. Já os não-climatéricos, possuem baixa atividade respiratória com tendência decrescente a partir da colheita, o que impede o fruto a continuar o seu processo de amadurecimento (ÁLVARES, 2003).

Sendo assim, os frutos climatéricos podem atingir o estágio de maturação comestível na planta ou fora dela, ao contrário dos não-climatéricos, em que os frutos colhidos fora do estágio de maturação não irão completar o seu amadurecimento, mas apenas senescer (SIQUEIRA, 2014).

A banana, como um fruto climatérico, sofre uma série de transformações bioquímicas durante o amadurecimento, tornando-se um fruto apto para o consumo. Tais modificações envolvem alterações na firmeza, conversão do amido em açúcares, alteração na cor, polimerização de fenólicos e produtos de alcoóis, ésteres

e outros voláteis responsáveis pelo aroma e sabor característicos do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O amarelecimento da casca é a primeira alteração visível durante o amadurecimento e constitui-se um fator importante para a determinação da qualidade da banana a ser comercializada. A clorofila, que confere a coloração verde à casca no estágio pré-climatérico, é degradada permitindo que os carotenoides, pigmentos amarelos que caracterizam a banana madura, tornem-se mais evidentes (VILAS BOAS et al., 1995). A transição da coloração da casca de verde para amarelo é utilizada como um guia aproximativo do estágio de maturação da banana (PBMH e PIF, 2006), e pode ser utilizada para inferir sobre os teores de amido e açúcares presente na fruta, conforme observado por Rocha e Uribe (2018) e Medina et al. (1985) (Tabela 2).

Tabela 2. Estádios de maturação da banana.

Estádio	Aspecto da fruta	Amido (%)	Açúcar (%)
1	Totalmente verde	21,5 - 19,5	0,1 - 2,0
2	Verde com traços amarelos	19,5 - 16,5	2,0 - 5,0
3	Mais verde que amarela	18,0 - 14,5	3,5 - 7,0
4	Mais amarela que verde	15,0 - 9,0	6,0 - 12,0
5	Amarela com as extremidades verde	10,5 - 2,5	10,0 - 18,0
6	Inteiramente amarela	4,0 - 1,0	16,5 - 19,5
7	Amarela, pequenas manchas pardas	2,5 - 1,0	17,5 - 19,0

Fonte: Adaptado de PBMH e PIF (2006); ROCHA e URIBE (2018) e MEDINA et al. (1985).

A intensificação da doçura da fruta provém da degradação do amido, com consequente acúmulo de açúcares. É uma das mudanças químicas mais relevantes que ocorrem durante o amadurecimento da banana. O amido constitui o principal carboidrato de reserva na maioria dos produtos vegetais e representa cerca de 20 – 25% do peso fresco da banana verde. Com o avanço da maturação é quase todo hidrolisado em açúcares, permanecendo apenas 1 – 2% no fruto completamente maduro. O teor de açúcares aumenta de 1 – 2% para 15 – 20%, com predominância de açúcares redutores, glicose e frutose (8 a 10%), e sacarose (10 a 12%) (SANCHES, 2002).

A síntese de açúcares promove aumento nos teores de sólidos solúveis, simultaneamente ao aumento nos níveis de ácidos orgânicos, com predominância

do ácido málico (ROSA, 2016). A elevação da acidez está relacionada com a respiração e, segundo Sarmiento (2012), também é resultado da degradação da parede celular e amaciamento dos frutos, levando a diminuição do pH.

Na banana verde, cada uma das células que constituem a polpa possui uma membrana rígida, composta principalmente de substâncias insolúveis conhecidas como protopectina, e internamente encontram-se os grãos sólidos de amido. Durante a maturação, a protopectina é parcialmente transformada pela ação de enzimas, formando pectina solúvel, da qual resulta o amolecimento da membrana tornando a banana mais macia e saborosa (MEDINA, 1985). Além desses fatores, a perda de água também exerce influência na textura do fruto. A perda de massa fresca em frutos ocorre em decorrência da água eliminada por processos transpiratórios e respiratórios, levando ao murchamento e a perda de consistência do fruto. A transpiração tem um papel importante na pós-colheita devido ao fato da água perdida não poder ser repostada ao fruto pelo sistema radicular (ÁLVARES, 2003).

Outra mudança característica da maturação das bananas é a perda de adstringência da polpa. A adstringência dos frutos é conferida pela presença de taninos que ligam-se as proteínas da saliva, precipitando-as, e causando a sensação de secura no palato. Os taninos diminuem com o amadurecimento devido a polimerização promovida pela ação de acetaldeído, convertendo-os em açúcares ou sendo consumidos durante o processo de respiração (SIQUEIRA, 2014).

Posteriormente a essas transformações, ocorre um declínio na taxa de produção de etileno que sinaliza o início da senescência do fruto, etapa em que predominam os processos catabólicos responsáveis pelo envelhecimento e pela morte dos tecidos (ROSA, 2016).

3.1.5. Qualidade pós-colheita

A longevidade ou durabilidade dos produtos, também conhecida como vida útil, compreende o período existente entre a colheita e o término da sua atratividade ao consumidor (ÁLVARES, 2003). Segundo Sarmiento (2012), a preocupação com a vida útil dos frutos vem crescendo, principalmente no que diz respeito ao seu prolongamento e a manutenção da qualidade alcançada no ato da colheita.

Por se tratar de um fruto climatérico, a banana deve ser colhida antes do seu completo amadurecimento, no seu estágio de maturidade fisiológica, pois a atividade metabólica do fruto se intensifica após a colheita, assim como as modificações na composição química. O fruto maduro, apesar de apresentar melhores características sensoriais, é pouco resistente ao transporte e ao armazenamento (ÁLVARES, 2003).

A banana é uma das frutas que registra a maior porcentagem de perda entre as frutas cultivadas comercialmente no Brasil – cerca de 40% do que é produzido é perdido entre o processo de colheita e a chegada da fruta ao consumidor final (BORGES et al., 2006). Grande parte dessa perda deve-se à forma inadequada de transporte da fruta. Segundo Lichtemberg (2001), a maioria das pequenas batidas, pressões e atritos nas frutas ocorrem durante essa etapa e no empilhamento dos cachos, resultando na presença de manchas escuras na casca da banana após o amadurecimento, comprometendo, a aparência do fruto e, conseqüentemente, a qualidade final.

Além do transporte, o ponto de colheita incorreto e a falta de cuidados no manejo pós-colheita, nomeadamente, embalagem e armazenamento incorreto, são as principais causas de perdas (MANOEL, 2008). Lichtemberg e Lichtemberg (2011) mencionam que o manejo pós-colheita é o maior problema da bananicultura brasileira, e a falta de práticas adequadas reflete na desvalorização da banana no mercado interno e na perda de oportunidades de exportação da fruta. Segundo Álvares (2003), um tratamento pós-colheita adequado, além de prolongar sua vida útil, controla a demanda do produto no mercado e aumenta o rendimento financeiro dos produtores.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) os cuidados durante a fase de armazenamento dos frutos comercializados *in natura* merecem maior atenção. Esta etapa visa, sobretudo, minimizar a intensidade do processo vital dos frutos por meio da utilização de condições adequadas que permitam uma redução no metabolismo normal sem alterações da fisiologia do fruto. Nos frutos com elevada atividade respiratória, como a banana, o uso de armazenamento refrigerado é imprescindível para a manutenção da qualidade do fruto, principalmente quando se pretende alcançar mercados distantes do centro de produção (MATIAS, 2009).

A refrigeração é a principal técnica utilizada para conservar a banana. A temperatura ideal de refrigeração varia para as diferentes cultivares e a exposição

dos frutos a temperaturas abaixo das indicadas causa injúrias pelo frio (chilling), resultando no escurecimento da casca e da polpa do fruto (LICHTENBERG, 2001). Chitarra e Chitarra (2005) mencionam que temperaturas inferiores a 11°C causam injúrias na casca da banana. No entanto, Martins et al. (2007) relataram que não houve incidência de “chilling” em bananas Prata-anã armazenadas durante 35 dias a 10°C e 12°C, assim como Sarmiento et al. (2015b), que não verificaram prejuízos na qualidade de banana Prata Catarina armazenada a $14 \pm 1^\circ\text{C}$ por 21 dias.

Além da utilização de temperaturas baixas, outras técnicas têm contribuído para a conservação de frutos, a exemplo a modificação da atmosfera, que pode ser ativa ou passiva. A primeira consiste em prolongar a vida do fruto por meio da modificação e controle dos gases no interior da embalagem. A atmosfera modificada consiste no uso de filmes plásticos que permitem que a concentração de CO_2 proveniente da própria fruta aumente e a concentração de O_2 diminua, à medida que o mesmo é utilizado pelo processo respiratório. As concentrações desses gases não são controladas e variam com o tempo, temperatura, tipo de filme e taxa respiratória da fruta (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Na atmosfera modificada, os frutos são envolvidos em filmes plásticos, acondicionados em embalagens ou através de produtos que formam uma película de proteção sobre eles, como a cera, a parafina e revestimentos comestíveis, visando à modificação da atmosfera ao seu redor (CISNEROS-ZEVALLOS; KROCHTA, 2002).

Esta técnica apresenta versatilidade, aplicação simples e baixo custo e prolonga o período de armazenagem de produtos perecíveis reduzindo perdas e mantendo a qualidade, uma vez que a redução da respiração dos frutos diminui, conseqüentemente, o murchamento, a produção e sensibilidade ao etileno e as reações de oxidação (MOTA et al., 2003).

3.2. REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS

Os revestimentos, também chamados de coberturas, estão entre as alternativas mais recentes utilizadas como coadjuvante na conservação dos alimentos. Apresentam potencial para estender a vida de prateleira dos frutos, assegurar a qualidade microbiológica e proteger os alimentos da influencia de fatores externos (LIMA et al., 2014).

As coberturas ditas 'comestíveis' são aplicadas ou formadas diretamente sobre a superfície das frutas, criando um filme delgado, pouco visível a olho nu e com diversas características estruturais, que são dependentes da formulação da solução filmogênica (ASSIS; BRITTO, 2014). São constituídas por diferentes substâncias naturais e/ou sintéticas que se polimerizam e isolam o alimento. São atóxicos, podendo ser consumidos em conjunto com o alimento sem oferecer riscos à saúde do consumidor (MAIA et al., 2000).

Contribuem como barreira a gases e vapor de água, modificando a atmosfera interna dos frutos, diminuindo a degradação e aumentando a vida de prateleira dos mesmos, além de conferir aparência brilhante e atraente (AZEREDO, 2003). Deve ser invisível, ter aderência para não se desprender facilmente do fruto e não modificar o sabor e aroma peculiar (ASSIS et al., 2008).

O emprego dessas substâncias age no sentido de preservar a textura, reduzir as trocas gasosas e ou perda de água excessiva. A película formada na superfície externa do fruto preenche parcialmente os estômatos e lenticelas, reduzindo a transpiração e a respiração do fruto (TAVARES et al. 2018). Apresenta a vantagem de biodegradabilidade, o que poderá contribuir na redução do uso de fontes não renováveis, ajustando-se perfeitamente no ecossistema e evitando a poluição ambiental (VILLADIEGO et al., 2005).

Para a elaboração de uma solução filmogênica deve-se incluir na formulação pelo menos um componente capaz de formar uma matriz adequada, contínua, coesa e aderente, como polímeros de alto peso molecular, denominados agentes formadores (lipídeos, proteínas e polissacarídeos). Além disso, utiliza-se solvente (água e etanol), agente plastificante/plasticizante (glicerol, sorbitol e triacetina) e agente ajustador de pH (BATISTA, 2004).

A aplicação da solução filmogênica pode ser realizada por meio da aspersão da solução sobre o alimento ou por meio da imersão do fruto na solução. A imersão é a técnica mais utilizada e garante que toda a superfície entre em contato com a solução filmogênica, possibilitando uma maior eficiência na formação da cobertura (ASSIS; BRITTO, 2014).

Os revestimentos também podem carrear compostos antioxidantes, antimicrobianos e aditivos, os quais podem retardar a taxa de deterioração do fruto (MAIA et al., 2000) e melhorar as propriedades funcionais dos filmes. Esse efeito foi

observado por Rodrigues (2015) ao estudar a ação de extratos de própolis vermelha incorporados a revestimentos de amido de milho, em que houve redução da taxa de maturação e da incidência de coliformes, *Staphylococcus* spp, e de fungos.

Tavares et al. (2018) também verificou que a cobertura a base de O-carboximetilquitosana (O-CMQTS) e óleo essencial de orégano aplicada em goiabas, melhorou o aspecto visual dos frutos, reduziu a perda de massa, o grau de maturação e o crescimento de bolores e leveduras. A função a ser desempenhada pelo filme depende do produto alimentício e principalmente do tipo de deterioração a que este produto está submetido (MAIA et al., 2000).

3.2.1. *Dalbergia ecastaphyllum*

O gênero *Dalbergia* pertence à família Fabaceae, caracteriza-se como árvores, arbustos e trepadeiras lenhosas amplamente distribuídas em regiões tropicais e subtropicais. O gênero é composto por cerca de 100 espécies, onde 40 estão presentes no Brasil, entre elas *D. nigra*, *D. decipulares*, *D. miscolobium*, *D. cearencis*, *D. acuta*, *D. foliolosa*, *D. glaucescens*, *D. catingicola*, *D. frutescens* e *D. ecastaphyllum*. Apesar da grande variedade de espécies conhecidas e da sua ampla aplicação na medicina popular, um número significativo de espécies do gênero *Dalbergia* vêm sendo estudadas quanto à avaliação de suas atividades antibacteriana e antifúngica (CARVALHO, 1997; ARESI, 2011).

A *Dalbergia ecastaphyllum* (Figura 3) é uma espécie que se distribui ao longo da costa do Continente americano, desde o sul da Flórida (EUA) ao sul do Brasil, assim como na costa ocidental da África, embora neste continente se distribua apenas em áreas próximas ao mar. Popularmente esta espécie é conhecida como rabo-de-bugio, rabo-de-macaco (SILVA et al., 2008), marmelo-do-mangue, marmeleiro-da-praia (CARVALHO, 1997) moeda-de-videira, entre outros (FRANCIS, 2004).

Diferentes pesquisadores certificaram que a *D. ecastaphyllum* é a principal fonte de resina para a produção da própolis vermelha brasileira. Ao analisar o perfil químico da *D. ecastaphyllum* e da própolis vermelha, Silva et al. (2008) constatou a presença de constituintes químicos semelhantes, sendo os principais compostos os isoflavonóides medicarpina e 3-hidróxi-8,9-dimetóxiptero-carpna. Dausch (2007) ao analisar amostras de própolis vermelha da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe

e Bahia, verificou em todas as amostras diversos elementos que caracterizam a presença de *D. ecastaphyllum*. Além disso, o autor menciona que as amostras com maiores quantidades de resina de *D. ecastaphyllum* apresentaram maiores teores de flavonoides e maior atividade antimicrobiana.

Figura 3. Visita à flor de *Dalbergia ecastaphyllum* por operária de *Apis mellífera* (a) e produção de resina por *Dalbergia ecastaphyllum* e coleta por *Apis*.



Segundo Melo (2016) a similaridade genética entre a *D. ecastaphyllum* e a própolis vermelha permite extrair os marcadores químicos da própolis para a produção de extratos diretamente na espécie vegetal. Além disso, foi observado que qualquer parte da planta poderia ser usada para obter os marcadores químicos da própolis, entretanto as maiores concentrações dos compostos estão localizados no tronco.

O estudo fotoquímico das partes aéreas de *D. ecastaphyllum* realizado por Soares (2012) evidenciou a presença de dois isoflavonoides, biochanina A e o 2'-hidroxi-5'-metoxibiochanina A, bem como triterpenos da série friedelano, a friedelina, uma mistura de três triterpenos das séries lupano (lupenol) e oleanano (β -amirina e germanicol) e uma mistura de esteroides. Maciel (2016) verificou a presença de um terpenoide (fitol), dois porfirinicos. (13²-hidroxi-17³-etoxifeoforbídeo A e feoftina A) e um flavonoide (isoquercitrina) nas partes aéreas de *Dalbergia ecastaphyllum* e dois terpenoides (cedrol e acetato de ácido morolique), dois flavonoides (daidzeina e formononetina), uma mistura de esteroide (β -sitosterol e estigmasterol) e um stilbeno (4-geranil-3,5-dihidroxi-4'-metoxitrans-stilbeno) nas raízes.

Melo (2016) verificou a presença de compostos fenólicos na entrecasca de *D. ecastaphyllum* oriunda de Sergipe (1,46 mg EAG/g), Ilha (1,43 mg EAG/g) e Alagoas

(1,37 mg EAG/g), sendo os compostos fenólicos majoritários a Formononetina e o ácido gálico, aos quais foram atribuídos a atividade antimicrobiana frente a *S. aureus* e *P. aeruginosa*. Esses compostos também foram quantificados por Aresi (2011), com valores entre 4,6 e 110,5 mg/g de extrato seco. Esse autor verificou atividade antimicrobiana dos extratos das folhas e cascas de *D. ecastaphyllum* frente às bactérias gram positivas *S. aureus* e *E. faecalis*, e atribuiu aos flavonoides presentes no extrato, especialmente aos taninos tipo condensados.

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários das plantas formados em condições de estresse como infecções, ferimentos, radiação UV, dentre outros, e estão envolvidos na defesa contra organismos patogênicos ou radiação ultravioleta. Esses compostos apresentam atividade antioxidante, atuando como sequestradores de espécies reativas de oxigênio. Existem cerca de cinco mil fenóis, dentre eles, destacam-se os flavonoides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis (ANGELO; JORGE, 2007).

A maioria dos estudos envolvendo a *Dalbergia ecastaphyllum* é voltada para a caracterização e isolamento dos compostos bioativos presentes na espécie vegetal e avaliação da atividade dos compostos frente a microrganismos, visando a aplicação na área farmacológica. Entretanto, os compostos químicos citados anteriormente também apresentam atividades de interesse para a área de alimentos, como na produção e caracterização de revestimentos para alimentos.

4. MATERIAL E METÓDOS

Esta pesquisa foi desenvolvida nas instalações do Centro Vocacional Tecnológico – CVT, vinculado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

4.1. EXTRATO ETANÓLICO DA FOLHA DE *D. ecastaphyllum*

As folhas de *D. ecastaphyllum*, fornecidas pelo Apiário EDIMEL – Apicultura e Apiterapia – localizado em João Pessoa, no Estado da Paraíba, foram secas em estufa de circulação de ar a 40°C por 24 horas, e em seguida trituradas para a obtenção de um pó. Amostras de 20 g do pó foram pesadas, adicionadas de 250 mL de Etanol 80% (DAUGSCH, 2007) e mantidas em repouso por 24 horas. Posteriormente foram filtradas e centrifugadas a 1700 rpm por 10 min, em centrífuga compacta QUIMIS. O solvente foi eliminado utilizando rota-evaporador a 50°C e bomba à vácuo. O extrato foi submetido a análise de compostos fenólicos, flavonoides, clorofila total, carotenoides totais e antocianinas.

4.1.1. Compostos fenólicos

Para a determinação de compostos fenólicos totais foi utilizado método de Folin & Ciocalteu (WATERHOUSE, 2006). O extrato foi diluído na proporção de 1:50, com água destilada e em seguida filtrado. Desta solução 5 µL foram colocados em tubos de ensaio e misturados com água, o reagente Folin-Ciocalteu e carbonato de sódio e foram aquecidos em banho-maria a 40°C por 30 min, e em seguida a absorbância foi medida a 765 nm em espectrofotômetro AAKER. O ácido gálico nas concentrações de 4,5 a 22,5 (µg/mL) foi utilizado para construir a curva padrão. O teor de compostos fenólicos foi expresso em mg equivalente de ácido gálico por g de extrato de folha de *D. ecastaphyllum* (mgEAG/g).

4.1.2. Clorofilas e Carotenoides

A determinação de clorofilas e carotenoides foi realizada seguindo a metodologia proposta por Lichtenthaler (1987). Aproximadamente 0,5 g de extrato foi

colocado em um almofariz e macerado com 5 mL de acetona 80% e 0,2g de carbonato de cálcio. Em seguida o conteúdo foi centrifugado por 10 min a 10°C e 300 rpm, em centrífuga compacta QUIMIS e procedeu-se as leituras em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm. As concentrações de clorofilas e carotenoides foram calculadas pelas seguintes equações.

$$\text{Clorofila a (mg/100g)} = [(12,21 A_{663} - 2,81 A_{646})/\text{massa(g)}]*0,1 \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{Clorofila b (mg/100g)} = [(20,13 A_{646} - 5,03 A_{663})/\text{massa(g)}]*0,1 \quad (\text{Equação 2})$$

$$\text{Clorofila Total } (\mu\text{g/g}) = [(17,3 A_{646} + 7,18 A_{663})/\text{massa(g)}] \quad (\text{Equação 3})$$

$$\text{Carotenoides Totais } (\mu\text{g/g}) = [(1000*A_{470} - 1,82*Ca - 85,02*Cb)/198] \quad (\text{Equação 4})$$

4.1.3. Flavonoides e antocianinas

O conteúdo de flavonoides e antocianinas foi determinado empregando-se o método de Francis (1982), utilizando a solução Etanol:HCl na proporção 85:15 (v/v). Aproximadamente 0,5 g do extrato foi macerado com 10 mL da solução citada anteriormente e mantido em repouso por 24 hrs. Decorrido o período, foi centrifugado a 5°C por 5 min e 3000 rpm em centrífuga compacta QUIMIS. A leitura do sobrenadante foi realizada em espectrofotômetro nos comprimentos de onda 374nm e 535 nm. As concentrações desses compostos foram calculadas por meio das seguintes equações:

$$\text{Flavonoides (mg/g)} = Fd*A_{374}/76,6 \quad (\text{Equação 5})$$

$$\text{Antocianinas (mg/g)} = Fd*A_{535}/98,2 \quad (\text{Equação 6})$$

Onde: **Fd** = 100/(massa(g)/Volume da diluição(mL))

4.2. AMOSTRAS DE BANANA PRATA-ANÃ

As bananas da variedade prata-anã, utilizadas neste experimento, foram adquiridas no comércio local do município de Pombal-PB, onde foram preferidos os cachos que apresentavam frutos com tamanhos uniformes e estágio de maturação

dois, casca verde com traços amarelos, de acordo com as Normas de Classificação de Banana (PBMH e PIF, 2006).

Os frutos foram recepcionados no Centro Vocacional Tecnológico – CVT e passaram por uma segunda seleção (Figura 4), onde excluiu-se os que apresentavam má formação, danos físicos e/ou podridões.

Foram realizadas análises biométricas de peso, comprimento e diâmetro em 120 frutos. O peso foi determinado utilizando balança analítica Shimadzu Auy 220 (0,001g), o comprimento foi medido com régua e o diâmetro com o auxílio de um paquímetro manual Vernier Caliper. Em seguida, os frutos passaram por uma pré-lavagem, com água corrente e detergente neutro, e foram imersos em solução de hipoclorito de sódio com 150 ppm de cloro ativo por 15 minutos, seguido de enxágue em água corrente. Feito isso, foram dispostos em bandejas plásticas para a drenagem de água e posterior aplicação dos revestimentos.

Figura 4. Bananas selecionadas para a aplicação dos revestimentos.



Fonte: Autoria própria, 2018.

4.3. PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO DOS REVESTIMENTOS

O revestimento controle foi elaborado utilizando os ingredientes e as proporções apresentadas na Tabela 3. Para os revestimentos com 3 e 5% de extrato de folha de *D. ecastaphyllum* adicionou-se a formulação padrão 3 e 5 mL de extrato, respectivamente.

Inicialmente, adicionou-se a água destilada, o amido, a sacarose e o açúcar invertido em um Becker devidamente sanitizado, posteriormente, foi realizada a homogeneização e o aquecimento em chapa aquecedora até atingir a temperatura de 70°C, para que ocorresse a total gelatinização do amido. A solução filmogênica foi mantida a temperatura ambiente para arrefecer, adicionou-se o extrato e, após a homogeneização, foi aplicada nos frutos.

Tabela 3. Ingredientes e proporções utilizadas na elaboração do revestimento controle.

Ingredientes	Proporção (%)
Sacarose	0,7
Açúcar invertido	1,6
Amido de milho	3,8
Água	94,0

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

Os frutos devidamente sanitizados e secos foram mergulhados na solução filmogênica (Figura 5) e suspensos para a secagem em temperatura ambiente. Após a secagem, foram dispostos em bandejas descartáveis, previamente identificadas com a codificação dos tratamentos, e armazenados em estufas BOD nas temperaturas de 14 e 30°C. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), temperaturas inferiores a 11°C causam injúrias na casca da banana, justificando-se assim a escolha de 14°C para armazenamento refrigerado.

Figura 5. Aplicação dos revestimentos na banana prata-anã.



Fonte: Autoria própria, 2018.

4.4. AVALIAÇÃO DA VIDA ÚTIL DOS FRUTOS

Os frutos foram armazenados durante 21 dias, e a cada três dias foram realizadas determinações físicas, físico-químicas e microbiológicas para avaliar o comportamento das características dos frutos frente as temperaturas e aos tratamentos testados.

4.4.1. Análises físicas

4.4.1.1. Firmeza

A análise de firmeza foi realizada com o auxílio de um texturômetro (FRUIT HARDNESS TESTER), com profundidade de penetração de 2,0 mm, velocidade de 2,0 mm/s e ponteiro TA 6/1000. As leituras foram realizadas nos frutos inteiros, em dois pontos equidistantes da região mediana de dois frutos. Os resultados obtidos foram expressos em Newton (N).

4.4.1.2. Perda de massa

A perda de massa foi determinada pesando-se cada fruto em balança analítica (0,001g) e a percentagem de perda foi obtida pela seguinte equação (Equação 7):

$$\text{Perda de Massa (\%)} = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100 \quad (\text{Equação 7})$$

Onde, P_i é o peso inicial do fruto (g) e P_f é o peso do fruto (g) no período subsequente a P_i .

4.4.1.3. Cor da casca

A cor da casca dos frutos foi medida utilizando um colorímetro digital da marca Konica Minolta, modelo chroma, utilizando o sistema CIELAB, que define um espaço cromático tridimensional com 3 eixos, em coordenadas retangulares (L^* a^* b^*) que indicam, simultaneamente, a luminosidade (L^*), os tons de vermelho (a^*) a verde ($-a^*$) e os tons amarelo (b^*) a azul ($-b^*$). Os valores de “a” e “b” foram convertidos em

ângulo Hue ($^{\circ}h$), que representa a intensidade da cor, e em croma (C), a pureza da cor, utilizando as equações 8 e 9, simultaneamente.

$$^{\circ}h = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \quad (\text{Equação 8})$$

$$C = (a^2+b^2)^{1/2} \quad (\text{Equação 9})$$

4.4.2. Análises físico-químicas

4.4.2.1. pH

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado utilizando pHmetro de bancada da marca Lucadema e modelo mPA, previamente calibrado com as soluções tampão 4,0 e 7,0, seguindo o método 017/IV do Manual de Métodos Físico-Químico para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.4.2.2. Acidez titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada por volumetria de neutralização, e para isso 5 g da amostra, previamente triturada, foi diluída em 50 mL de água destilada e titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1M na presença do indicador fenolftaleína até o surgimento da coloração rósea persistente, com resultados expressos em porcentagem de ácido málico, método 016/IV do IAL (2008).

4.4.2.3. Sólidos solúveis totais (SST)

Foi determinado com o auxílio de um refratômetro portátil (Reichert), aplicando uma gota de suco de banana sobre o prisma do aparelho. Os resultados foram expressos em graus Brix ($^{\circ}$ Brix).

4.4.2.4. Relação entre Sólidos Solúveis Totais e Acidez Titulável (SST/AT)

O ratio (SST/AT) foi obtido pela relação entre o teor de sólidos solúveis totais (SST) e a acidez titulável (AT), método 316/IV do IAL (2008).

4.4.2.5. Teor de água

Os teores de umidade foram determinados através do método de secagem direta em estufa a 105°C, até atingir peso constante, de acordo com a metodologia 012/IV do IAL (2008). Os resultados foram expressos em porcentagem de umidade.

4.4.2.6. Açúcares solúveis totais

Foi determinado pelo método de Antrona, descrito por Yemm e Willis (1954). Aproximadamente 0,2g de polpa de banana foi macerada e diluída em 25 mL de água destilada, e filtrada. Foram preparados tubos de ensaio com a amostra, água e a solução de antrona indicadas no método (sob banho de gelo), os quais foram homogeneizados e aquecidos em banho-maria a 100°C por 3 minutos, e após o arrefecimento, lidos a 620 nm em espectrofotômetro AAKER. A glicose foi utilizada para construir a curva padrão e o teor de açúcares solúveis totais expresso em g de glicose por 100 g de banana (g/100g).

4.4.2.7. Açúcares redutores

O teor de açúcares redutores foi determinado pelo método do ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS) descrito por Miller (1959). A diluição da amostra foi realizada conforme descrito no item 4.4.2.6 para açúcares totais. Alíquotas da diluição foram adicionada em tubos de ensaio juntamente com as proporções de água e DNS indicadas no método, em seguida foram homogeneizados e aquecidos em banho-maria a 100°C por 15 minutos. Após resfriados, acrescentou-se água destilada e efetuou-se a leitura a 540 nm em espectrofotômetro. A curva padrão foi construída utilizando-se a glicose. O teor de açúcares redutores foi expresso em g de glicose por 100 g de banana (g/100g).

4.4.3. Análises microbiológicas

4.4.3.1. Coliformes a 35°C

Para a determinação de bactérias do grupo coliformes empregou-se a técnica de tubos múltiplos. Inicialmente, foi realizado o teste presuntivo, em que 25 g de amostra foram adicionados a 225 mL de água peptonada 0,1% e alíquotas de 1 mL de cada diluição foram transferidas para o caldo Lauryl Sulfato Triptose, e incubadas a 35°C por 24 – 48 horas. Dos tubos que apresentaram leitura positiva no teste presuntivo (presença de turvação e/ou bolha), transferiu-se uma alíquota para o meio Caldo Verde Bile Brilhante (CVBB), com incubação a 35°C de 24 – 48 horas, afim de confirmar a presença de coliformes a 35°C (SILVA et al, 2010).

4.4.3.2. Coliformes a 45°C

Para a quantificação de coliformes a 45°C, foram transferidas alíquotas dos tubos positivos no meio CVBB para o caldo EC, e incubados em banho-maria a 45°C por 48 horas (SILVA et al. 2010). O Número Mais Provável (NMP) de coliformes a 35 e a 45° C foi determinado a partir do número de porções positivas, utilizando a tabela do NMP.

4.4.3.3. Fungos filamentosos e leveduras

A determinação de Fungos filamentosos e leveduras foi realizada por plaqueamento em superfície utilizando o meio Agar Batata Dextrose (BDA) acidificado com ácido tartárico a 10%, com incubação a 35°C por 5 dias, segundo a metodologia descrita por Silva et al. (2010).

4.4.3.4. *Salmonella* sp.

A pesquisa de *Salmonella* sp. (presença/ausência), foi realizada por plaqueamento em superfície com o meio de cultura *Salmonella* Diferencial Ágar, incubando as placas a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 horas (SILVA et al., 2010).

4.4.3.5. *Staphylococcus* spp.

A quantificação de bactérias do gênero *Staphylococcus* foi realizada por plaqueamento em superfície utilizando o Agar Manitol, com incubação a 35°C por 48 horas, conforme descreve a metodologia recomendada (SILVA et al., 2010).

4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e cada repetição constituída por um fruto, em esquema fatorial 3 x 8, onde o primeiro fator representa os revestimentos (Controle, 3% e 5% de extrato) e o segundo os períodos de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias). Para os frutos acondicionados a 30°C o período de armazenamento foi reduzido para 12 dias (fatorial 3 x 5), pois após esse período os frutos não se apresentavam aptos para o consumo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias que apresentaram diferenças significativas para os revestimentos foram comparados utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade e para os períodos de armazenamento, procedeu-se análise de regressão, utilizando o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO

Na Tabela 4 estão dispostos os teores de compostos fenólicos, flavonoides, antocianinas, clorofila total e carotenoides totais presentes no extrato hidroalcoólico das folhas da *D. ecastaphyllum*.

Tabela 4. Teor de compostos fenólicos e alguns pigmentos presentes no extrato da folha de *D. ecastaphyllum*.

Compostos	Média
Compostos fenólicos (mg de EAG/g)	176,31 ± 3,83
Flavonoides (mg/g)	14,35 ± 0,09
Antocianinas (mg/g)	3,20 ± 0,07
Clorofila total (µg/g)	94,49 ± 0,34
Carotenoides totais (µg/g)	55,28 ± 0,05

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

O extrato apresentou teor considerável de compostos fenólicos, correspondendo a 176,31 mg/g (17,63%). Resultados análogos foram relatados por Cavalcante (2011) para o extrato seco da folha de *D. monetária*, que obteve 103,32 mgECat/g e por Zampiér (2012) para a *D. ecastaphyllum*, 9,86%. Os flavonoides estão presentes em 14,35 mg/g (1,43%), condizendo com o resultado obtido por Zampiér (2012), 1,34%.

O estudo de espécies vegetais com elevados teores de compostos fenólicos tem despertado interesse, principalmente, devido à bioatividade desses compostos. Esses resultados são satisfatórios, pois a atividade antioxidante e antimicrobiana dessa espécie vegetal tem sido diretamente relacionada à presença de compostos fenólicos, especialmente aos flavonoides (MELO, 2016; ARESI, 2011).

O conteúdo de antocianinas verificado foi de 3,20 mg/g. Esses pigmentos apresentam tonalidade vermelha ao azul, e sua coloração forte geralmente mascara a dos carotenoides e das clorofilas (CHITARRA; CHITARRA, 2005), justificando a coloração vermelho tijolo característica do extrato após a evaporação do etanol.

As clorofilas e carotenoides estão presentes em quantidade bem inferiores aos outros pigmentos, 94,49 µg/g e 55,28 µg/g, respectivamente. O conteúdo de

carotenoides totais foi próximo ao obtido por Jansen et al. (2016) para própolis vermelha coletada em Pelotas/RS, entre 24,90 µg/g e 44,08 µg/g.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados da análise biométrica realizada em 120 frutos dos 192 utilizados no experimento. As bananas prata-anã (*musa* spp.) são tipicamente alongadas (14,92 cm) e apresentaram peso médio de 131,84 g.

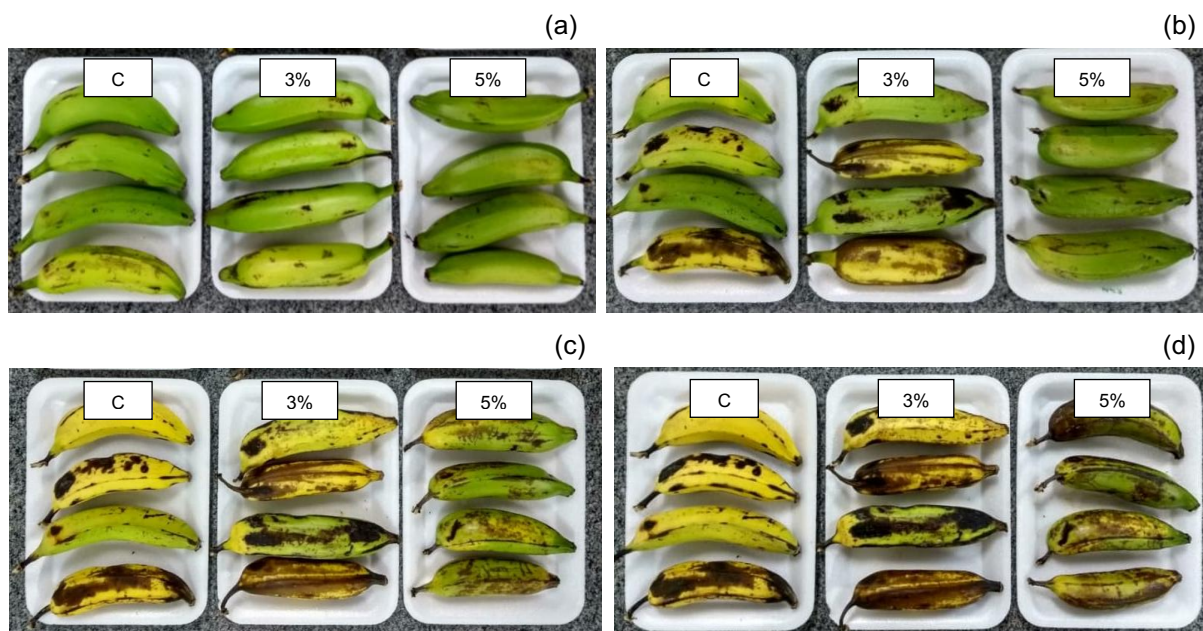
Tabela 5. Valores mínimos, médios e máximos para o peso, comprimento e diâmetro dos frutos.

Frutos	Peso (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)
Mínimo	85,73	11,50	3,25
Média	131,84	14,92	3,99
Máximo	171,15	17,20	5,15
Desvio	15,01	1,22	0,40

5.3. VIDA DE PRATELEIRA DOS FRUTOS

As bananas da variedade prata-anã armazenadas a temperatura de 14°C apresentaram boas condições de consumo durante todo o período de armazenamento (Figura 6). A mudança da cor verde para amarela foi mais intensa nos frutos controle, enquanto os revestidos mantiveram partes verdes por mais tempo, não atingindo a mesma intensidade de coloração amarela que os frutos controle ao final do armazenamento. A partir do 12º dia intensificou-se a presença de manchas escurecidas, enquanto a polpa permanecia branca e firme. A aparência externa é um aspecto importante e a cor é um dos primeiros atributos observados pelos consumidores, apesar da polpa ter boas condições para o consumo o escurecimento da casca torna o fruto pouco atraente.

Figura 6. Banana prata-anã no seu 3° (a), 9° (b), 15° (c) e 21° dia (d) de armazenamento a 14°C.

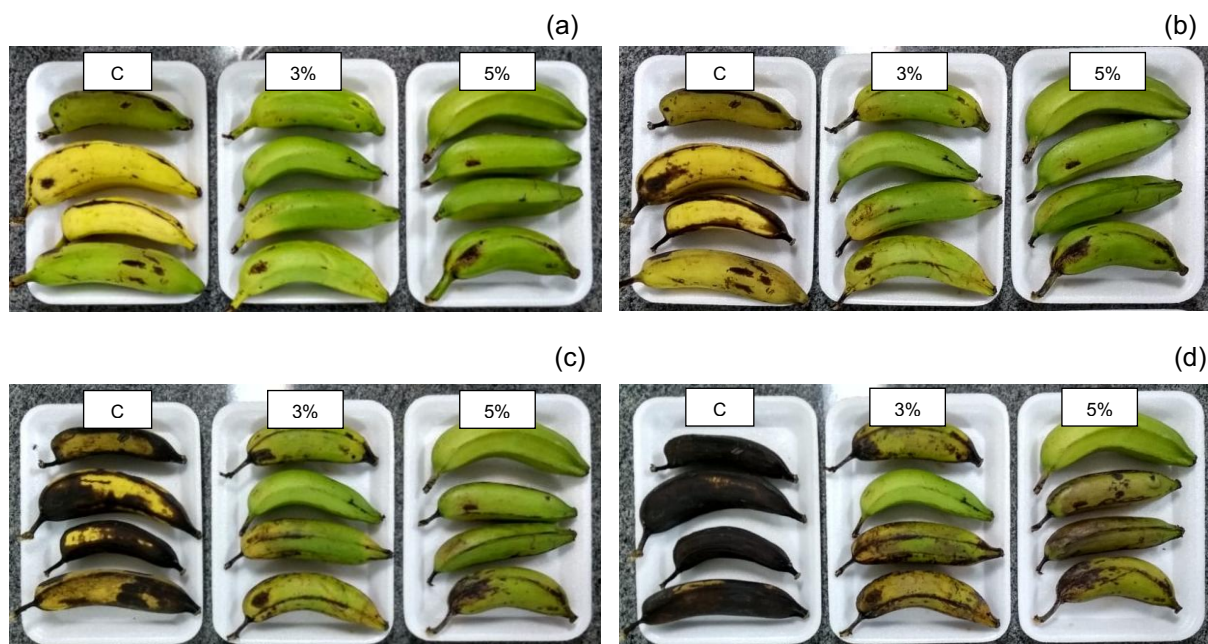


Fonte: Autoria própria, 2018.

As bananas armazenadas a 30°C sem a aplicação do revestimento (Figura 7) apresentaram coloração desejada até o 6° dia de armazenamento, posteriormente intensificou-se o escurecimento e ressecamento da casca, ao mesmo tempo em que a polpa permanecia com características adequadas para o consumo, brancas e firmes. A partir do 12° dia as bananas adquiriram aspecto indesejado e tornaram-se impróprias para o consumo, com casca escura e polpa amolecida.

As bananas revestidas com filmes contendo 3 e 5% de extrato de folha de *D. ecastaphyllum*, apresentaram coloração da casca satisfatória durante os 1 dias de armazenamento, enquanto a polpa apresentava-se pouco consistente e escurecida, indicando que a aplicação dos revestimentos reduziu alterações na coloração da casca, mas não retardou efetivamente o processo de maturação. Observou-se que o filme formado na superfície da banana impediu as trocas gasosas, criando um microclima no interior da embalagem e acelerou a maturação, como explicitam Cardoso e colaboradores (2008).

Figura 7. Banana prata-anã no seu 3° (a), 6° (b), 9° (c) e 12° dia (d) de armazenamento a 30°C.



Fonte: Autoria própria, 2018.

5.4. ALTERAÇÕES NA COLORAÇÃO DA CASCA

A partir do resumo da análise de variância apresentado na Tabela 6, observa-se que houve influencia significativa dos fatores revestimento e tempo de armazenamento sobre a coloração da casca (parâmetros ângulo hue, cromaticidade e luminosidade) das bananas armazenadas a 14°C, de forma isolada e interativa, a 1% de probabilidade.

Tabela 6. Resumo da análise de variância para os parâmetros de coloração da casca de banana prata-anã durante o armazenamento a 14°C.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Ângulo hue	Cromaticidade	Luminosidade
Revestimentos	2	0,0811**	442,4761**	689,9833**
Tempo	7	0,2573**	52,4662**	135,8403**
Interação (R x T)	14	0,0150**	8,4837**	29,9089**
Erro	48	0,0008	2,2645	6,7702
CV (%)	-	0,03	3,80	4,31

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

Nos frutos armazenados a 30° (Tabela 7) o fator revestimento e o fator tempo de armazenamento influenciaram significativamente sobre o parâmetro de cor ângulo hue, cromaticidade e luminosidade. Houve interação significativa entre os fatores para a cromaticidade e ângulo Hue ($p < 0,01$).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para os parâmetros de coloração da casca de banana prata-anã durante o armazenamento a 30°C.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Ângulo hue	Cromaticidade	Luminosidade
Revestimentos	2	0,074**	205,696**	136,058**
Tempo	4	0,372**	34,719**	74,601**
Interação (R x T)	8	0,017**	23,988**	5,297 ^{ns}
Erro	30	0,004	5,346	12,844
CV (%)	-	0,07	6,60	6,57

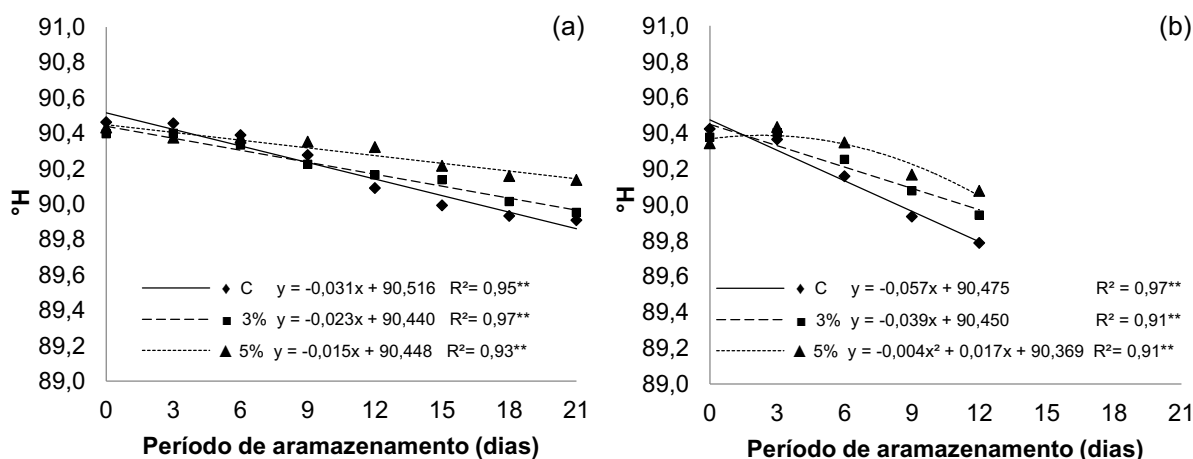
ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

O comportamento do ângulo Hue ($^{\circ}H$), indicativo da tonalidade, está ilustrado na Figura 8. Observa-se que os valores diminuíram durante o período de armazenamento, indicando que houve uma redução na tonalidade de cor verde e o desenvolvimento da cor amarela. Segundo Sarmiento (2012), essa alteração na coloração é atribuída a degradação da clorofila e síntese de carotenóides, dando visibilidade aos pigmentos de coloração amarela. Ao término do período de armazenamento, os maiores valores para o $^{\circ}H$ foram obtidos pelas bananas com 5% de extrato da folha de *D. ecastaphyllum*, indicando que as cascas permaneceram verdes por mais tempo.

A perda de cor verde é resultado da degradação da clorofila, que pode ser consequência de modificações no pH, ação das clorofilases e sistemas oxidativos. A oxidação da clorofila provoca a perda grupo fitol ou de Mg^{++} , e pode ocorrer pela ação de oxigênio tripleto e pela participação de radicais livres, substituindo um hidrogênio da molécula por um átomo de oxigênio, com necessidade de exposição ao ar para captação do O_2 pelas clorofilas presentes (CHITARRA; CHITARRA, 2005; MALHEIROS, 2007). Segundo Moura (2016) os extratos vegetais são ricos em agentes antioxidantes e atuam contra a ação natural de radicais livres, através da doação de um átomo de hidrogênio a esse radical. Dessa forma, é possível que o extrato de folha de *D. ecastaphyllum* tenha exercido essa função e retardado a ação das clorofilases e das espécies reativas de oxigênio, uma vez que as bananas

recobertas mantiveram a coloração verde por mais tempo, mesmo com o amadurecimento da polpa.

Figura 8. Valores médios para o parâmetro de cor ângulo Hue (°H) da casca de banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).

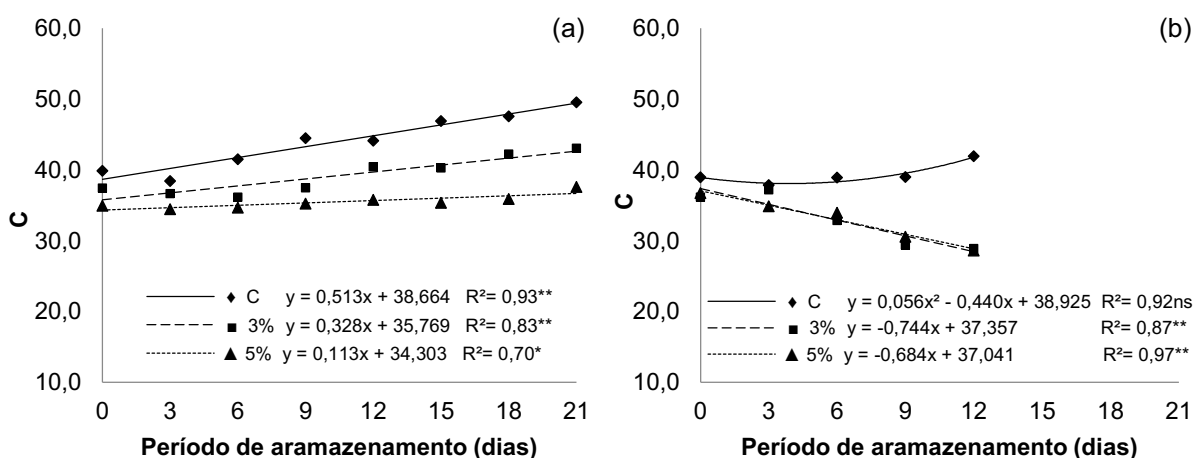


A cromaticidade ou croma (C*) (Figura 9) expressa a intensidade da cor e Valores de croma próximos a zero representam cores neutras, enquanto que valores próximos de 60 expressam cores intensas.

Ao longo do período de análise foram registrados para os frutos refrigerados maiores valores de cromaticidade para o tratamento controle, seguido dos tratamentos com 3 e 5% de extrato de folha de *D. ecastaphyllum*, demonstrando que o desenvolvimento da coloração amarela ocorreu mais intensamente nos frutos sem revestimento.

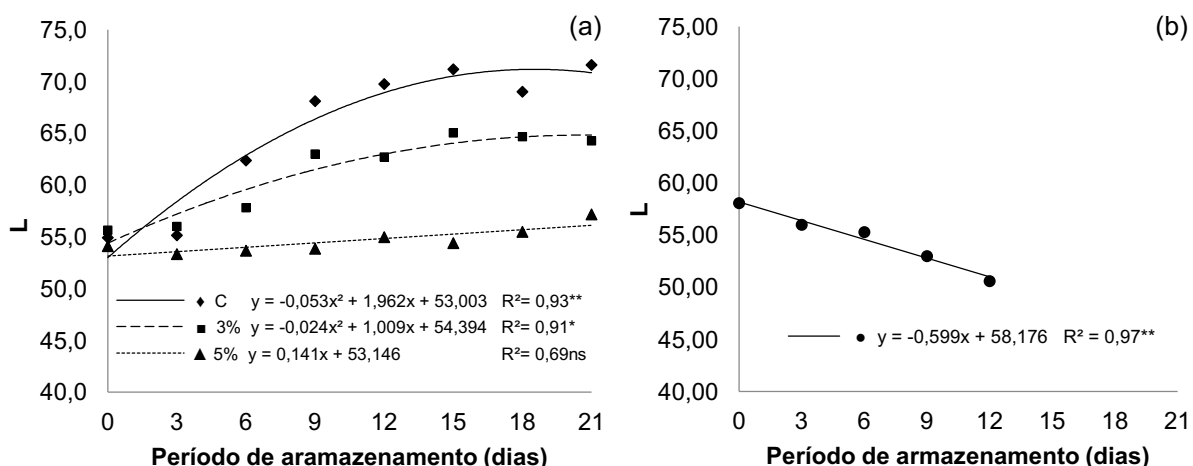
Comportamento análogo foi verificado para as bananas armazenadas a 30°C do tratamento controle, em que houve um aumento de 38,98 para 41,93 nos valores de croma. Já para os frutos com revestimento, os valores decresceram, cerca de 22,0%. Montibeller et al. (2016) verificaram reduções da cor amarela após 6 dias de armazenamento, chegando ao final dos 8 dias com reduções de 47,6% no tratamento controle, 32,2% com amido de milho e 16,3% com fécula de batata, indicando ter ocorrido escurecimento, possivelmente pelo ressecamento da epiderme devido a perda de água.

Figura 9. Valores médios para o parâmetro de cor croma (C) da casca de banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).



Os valores de luminosidade (L^*) abrangem uma faixa de 100 (branco) a 0 (preto), que diferencia as superfícies em claro e escuro. Observa-se na Figura 10 que a luminosidade dos frutos demonstrou comportamento diferente ao longo do período de análise em função da temperatura de armazenamento.

Figura 10. Valores médios para a luminosidade (L) da casca de banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).



Inicialmente, os frutos conservados sob refrigeração apresentaram luminosidade média de 52,29 e após os 21 dias de armazenamento verificou-se maiores valores para o tratamento controle, 71,60, seguido dos frutos revestidos

com adição de 3 e 5% de extrato de folha de *D. ecastaphyllum*, respectivamente, 64,27 e 57,17. O aumento da luminosidade na casca da banana pode ser atribuído ao desenvolvimento da coloração amarela, uma vez que essa reflete mais luz do que a coloração verde apresentada no início do amadurecimento (ROSA, 2016). Os maiores valores de L para os frutos controle, indicam que este tratamento atingiu um estágio de maturação mais avançado do que os demais, levando a inferir que a utilização dos revestimentos contendo extrato da folha da *D. ecastaphyllum* retardou as transformações nos pigmentos presentes na casca da banana.

Para os frutos armazenados a 30°C, a luminosidade foi reduzida de 58,07 a 50,58 ao longo do armazenamento, resultando em uma perda de 12,90%. Segundo Araújo (2013) o decréscimo nos valores de L deve-se a perda de brilho e aparecimento de manchas escuras, decorrentes do processo de senescência ou infestação de patógenos. Sarmento (2012) ao estudar o efeito de revestimentos na conservação de bananas da variedade Princesa armazenadas a temperatura ambiente, observou incremento nos valores de L para os frutos revestidos com quitosana ao longo dos 12 dias de armazenamento e decréscimo nos frutos revestidos com 4% de amido a partir do 8º dia.

Os frutos do tratamento controle apresentaram valores médios de luminosidade (Tabela 8) estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) e superiores aos frutos revestidos, indicando que a aplicação dos filmes contendo extrato da folha da *D. ecastaphyllum* retardou a mudança da coloração da casca de verde para amarela, no entanto não houve diferença significativa entre os percentuais de extrato utilizados.

Tabela 8. Médias do parâmetro de cor Luminosidade para a casca de banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a 30°C.

Revestimentos	Médias
Controle	57,80 ^a
3%	54,11 ^b
5%	51,83 ^b
DMS	3,23

^{a, b} – Média seguidas por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.5. ALTERAÇÕES NA MASSA FRESCA E FIRMEZA

Observa-se na Tabela 9 que o fator revestimento e o fator tempo de armazenamento exerceram influencia significativa ($p < 0,01$) sobre o comportamento da firmeza, da perda de massa e do teor de água, e que houve interação significativa entre os fatores sobre a perda de massa e teor de água de bananas prata-anã armazenadas a 14°C.

Tabela 9. Resumo da análise de variância para a firmeza, perda de massa fresca e teor de água de bananas banana prata-anã durante o armazenamento a 14°C.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Firmeza	Perda de massa	Teor de água
Revestimentos	2	1142,997**	113,379**	57,249**
Tempo	7	2556,425**	794,476**	6,178**
Interação (R x T)	14	81,502 ^{ns}	17,353**	1,286**
Erro	48	49,915	0,062	0,473
CV (%)	-	14,95	1,90	0,99

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

Comportamento análogo foi verificado para os frutos mantidos a 30°C (Tabela 10), em que os fatores revestimento e tempo de armazenamento influenciaram individualmente sobre a firmeza, a perda de massa e o teor de água, e de forma interativa sobre a perda de água.

Tabela 10. Resumo da análise de variância para a firmeza, perda de massa fresca e teor de água de bananas banana prata-anã durante o armazenamento a 30°C.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Firmeza	Perda de massa	Perda de água
Revestimentos	2	200,241**	53,383**	12,941**
Tempo	4	6627,370**	1573,062**	41,803**
Interação (R x T)	8	33,005 ^{ns}	4,795 ^{ns}	3,877**
Erro	30	27,609	2,407	0,304
CV (%)	-	12,61	7,69	0,75

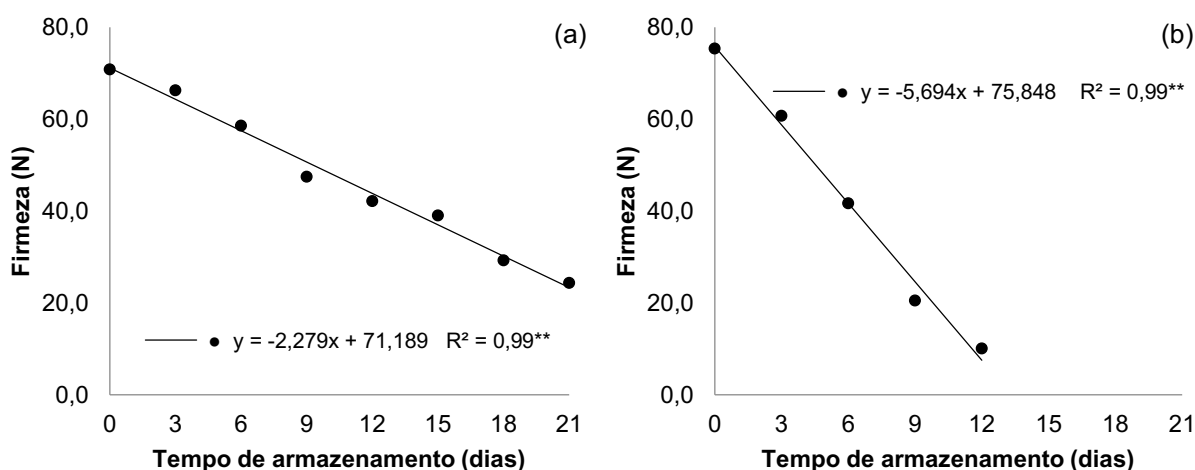
ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

A Figura 11 representa o comportamento médio da firmeza das bananas durante o armazenamento. Inicialmente as bananas apresentaram firmeza elevada, o que é característico do estágio de maturação “verde” dos frutos. Em resposta ao

processo de maturação a firmeza foi reduzida gradativamente durante o armazenamento, resultando em uma perda de 65,61% e 86,63% para as bananas mantidas a 14°C e a 30°C, respectivamente. Esses resultados demonstram que a refrigeração apresentou influencia significativa na manutenção da firmeza dos frutos, visto que as bananas mantidas a 14°C apresentaram ao final dos 21 dias firmeza superior às mantidas a 30°C por 12 dias.

Segundo Mohapatra et al. (2011), além da hidrólise de amido e a solubilização das substâncias pécticas na parede celular, a perda de firmeza dos frutos pode está associado ao aumento da umidade da polpa em razão de trocas osmóticas com a casca. Resultados análogos foram obtidos por Sarmento et al. (2015a) para a banana 'prata Catarina', 87,58%, e por Montibeller et al. (2016) para banana 'Caturra' sem revestimento (83,9%), revestida com amido de milho (71,1%) e com fécula de batata (66,1%).

Figura 11. Teores médios de firmeza (N) da polpa de banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).



A firmeza das bananas (Tabela 11) diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) entre os tratamentos aplicados. Na conservação a 14°C os frutos do tratamento controle apresentaram perda média de firmeza superior aos tratamentos com aplicação de revestimento. Nos frutos mantidos a 30°C o revestimento com 5% de extrato da folha de *D. ecastaphyllum* apresentou firmeza maior que os demais tratamentos, contudo foi estatisticamente igual ao tratamento controle. Esses resultados reportados corroboram com a descrição do aspecto visual, onde os frutos revestidos

e acondicionados a 30°C apresentaram ao término do armazenamento polpa pouco consistente.

Tabela 11. Valores médios de firmeza para as bananas prata-anã armazenadas a temperatura refrigerada (14°C, por 21 dias) e temperatura ambiente (30°C, por 12 dias).

Revestimentos	Médias	
	Refrigerada	Ambiente
Controle	39,67 ^b	42,65 ^a
3% de extrato	48,93 ^a	37,65 ^b
5% de extrato	53,17 ^a	44,76 ^a
DMS	4,93	4,73

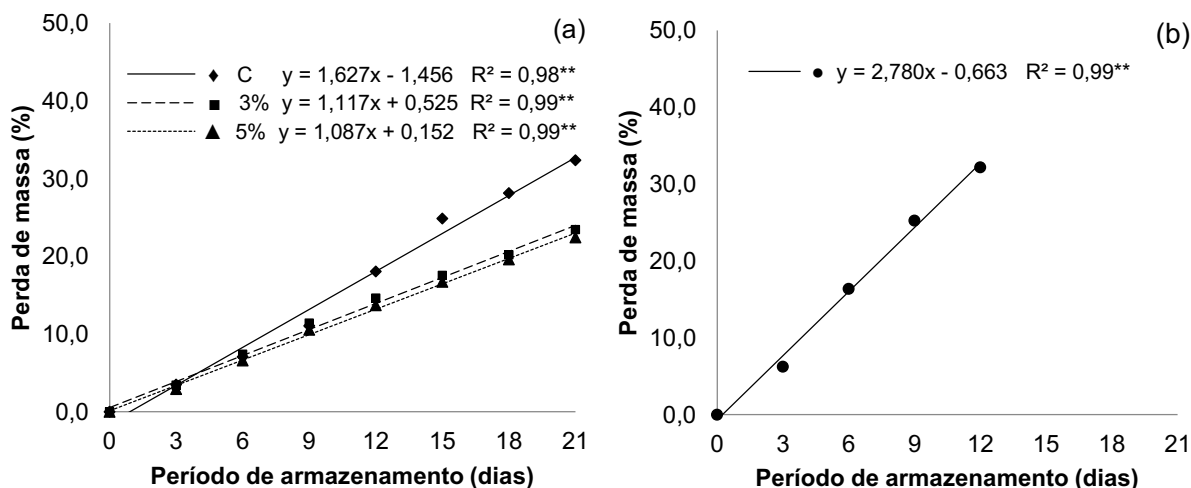
a, b – Média seguidas por letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A perda de massa das bananas (Figura 12) apresentou comportamento linear e aumentou de forma acentuada durante o armazenamento. Segundo Sarmiento et al. (2015a), a perda de massa durante o armazenamento dos frutos ocorre devido ao consumo de nutrientes no próprio metabolismo do produto, e principalmente pela perda de água ocasionada pelos processos transpiratórios e pela diferença de pressão de vapor entre o produto e o ambiente. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), são aceitáveis perdas de 3 a 6% e alguns produtos são comercializáveis com 10% de perda de água, valores acima disso deixam o produto com aspecto murcho ou ressecado, interferindo na qualidade visual e, conseqüentemente sua rejeição pelo consumidor. Logo, os tratamentos aplicados não foram eficientes para manter as perdas abaixo desse limite.

Nos frutos acondicionados a 14°C as maiores perdas de massa fresca foram para os frutos do tratamento controle (32,36%), seguido dos frutos revestidos com 3 e 5% de extrato, que apresentaram 23,44 e 22,43% de redução na sua massa inicial, simultaneamente. Resultados análogos foram observados por Passos e colaboradores (2016) avaliando a conservação de banana Prata acondicionada a 23°C por 12 dias, onde as perdas de massa nos frutos revestidos com extrato aquoso de própolis silvestre (25,50%) e com revestimento hidroalcoólico de própolis verde a 2,5% (24,88%) foram significativamente mais baixas em comparação ao tratamento controle (30,50%). Segundo esses autores, a redução na perda de massa pode ser atribuída à atuação do extrato de própolis como barreira ao vapor

d'água, em consequência do retardamento da taxa de respiração, propiciando menores concentrações de oxigênio (O₂) e maior concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera interna dos frutos.

Figura 12. Perda de massa fresca (%) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).



No acondicionamento a 30°C a perda de massa fresca foi mais intensa do que nos frutos refrigerados, resultando em uma redução de 37,44% da massa inicial, após os 15 dias de armazenamento. O elevado percentual de redução de massa fresca também pode ser atribuído a baixa umidade relativa do ambiente de armazenamento que pode provocar perda de massa, enrugamento e murchamento da fruta, além de acentuar a presença de manchas na casca (BOTREL et al., 2001).

Observa-se na Tabela 12, que a perda média de massa fresca das bananas diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) entre os tratamentos e que os frutos *in natura* (Controle) apresentaram perdas superiores aos frutos revestidos (21,40%). Foi evidenciada diferença significativa entre os dois revestimentos testados, onde se verificou perdas de 20,01 e 17,35% para os tratamentos com 3 e 5% de extrato de folha de *D. ecastaphyllum*, respectivamente, indicando que quanto maior o percentual de extrato incorporado ao filme, menores foram as perdas de massa fresca no fruto. Maqbool et al. (2010) observou que quitosana incorporada em revestimentos de goma arábica reduziu perdas de peso fresco em bananas 'Berangan' armazenado durante 28 dias a 13 °C - 80% UR mais 5 dias a 25 °C - 60%

UR e ao término do armazenamento as perdas foram de 15,0% e de 30,0%, respectivamente, para os frutos revestidos e sem revestimento.

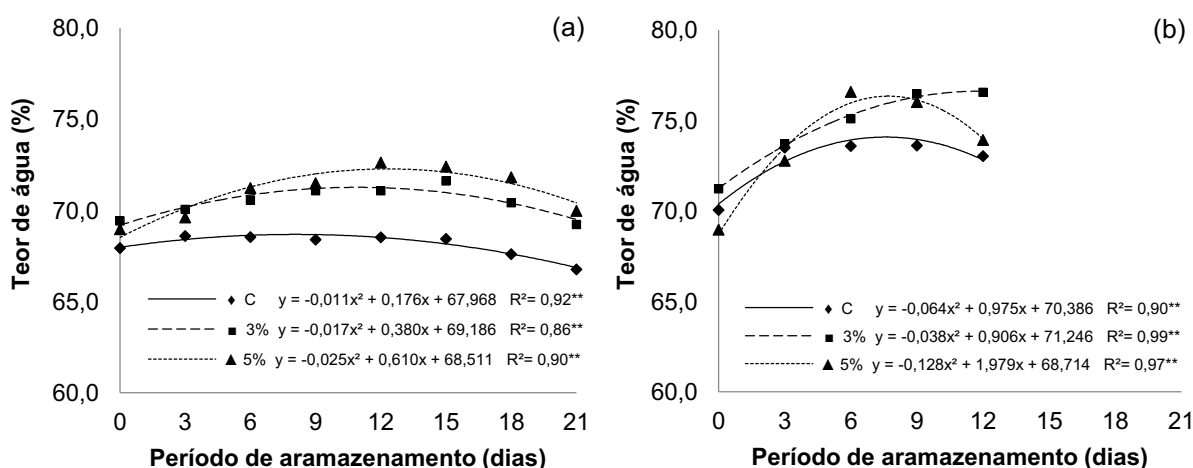
Tabela 12. Médias da perda de massa fresca em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis mantidas a 30°C por 12 dias.

Revestimentos	Médias
Controle	17,67 ^a
3%	16,42 ^a
5%	13,96 ^b
DMS	1,40

^{a, b} – Média seguidas por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A banana é um fruto com elevada umidade (Figura 13), apresentando inicialmente, em média, 69,47% de água, valor próximo ao registrado na Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos para a banana prata (NEPA, 2011) de 71,9%. O teor de água das bananas apresentou comportamento quadrático, sendo os maiores valores registrados entre o 12° e 15° dia e entre o 6° e o 9° dia para os frutos acondicionados a 14° e a 30°C, respectivamente. Além disso, verificou-se em ambas as condições de temperatura estudadas que as bananas revestidas com filmes adicionados de extrato da folha de *D. ecastaphyllum* retiveram maiores quantidades de água quando comparadas com o tratamento controle.

Figura 13. Teor de água (%) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).



Segundo Coelho (2007), o teor de água na polpa da banana aumenta durante o amadurecimento como resultado da quebra dos carboidratos e da água obtida da casca e do engaço. Quando a fruta entra no estágio de senescência começa a perder umidade para o ambiente fazendo com que ocorra uma diminuição de sua massa fresca. Álvares (2003) menciona que a perda de água do fruto ocorre principalmente devido ao processo de transpiração através de aberturas naturais na superfície do produto (estômatos, lenticelas, cutícula) ou danos mecânicos (cortes e feridas) que diminuem a resistência da casca.

5.6. ALTERAÇÕES NO CONTEÚDO DE ÁCIDOS E AÇÚCARES

Observa-se na Análise de Variância exibida na Tabela 13 que houve efeito significativo da interação entre os fatores Revestimento e tempo de armazenamento sobre o pH, a acidez titulável, os sólidos solúveis, ratio, açúcares solúveis totais e açúcares redutores em banana prata-anã armazenada a 14°C, a 1% de probabilidade, indicando que há dependência entre os efeitos desses fatores sobre as características dessas variáveis.

Tabela 13. Resumo da análise de variância para o pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST), ratio (SST/AT), açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) de banana prata-anã durante o armazenamento a 14°C.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		pH	Acidez	SS	SST/AT	AST	AR
Revestimentos	2	0,312**	0,004**	50,243**	963,099**	36,852**	2,472**
Tempo	7	1,152**	0,106**	86,586**	368,343**	17,544**	3,125**
Interação (R x T)	14	0,169**	0,008**	1,074**	31,841**	1,315**	0,089**
Erro	48	0,006	0,001	0,100	2,587	0,291	0,011
CV (%)	-	1,78	7,68	6,01	9,03	20,90	10,20

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

Para as bananas acondicionadas a 30°C (Tabela 14) também houve interação significativa entre os fatores estudados sobre o pH, a acidez titulável, os sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e açúcares redutores, a pelo menos 5% de probabilidade.

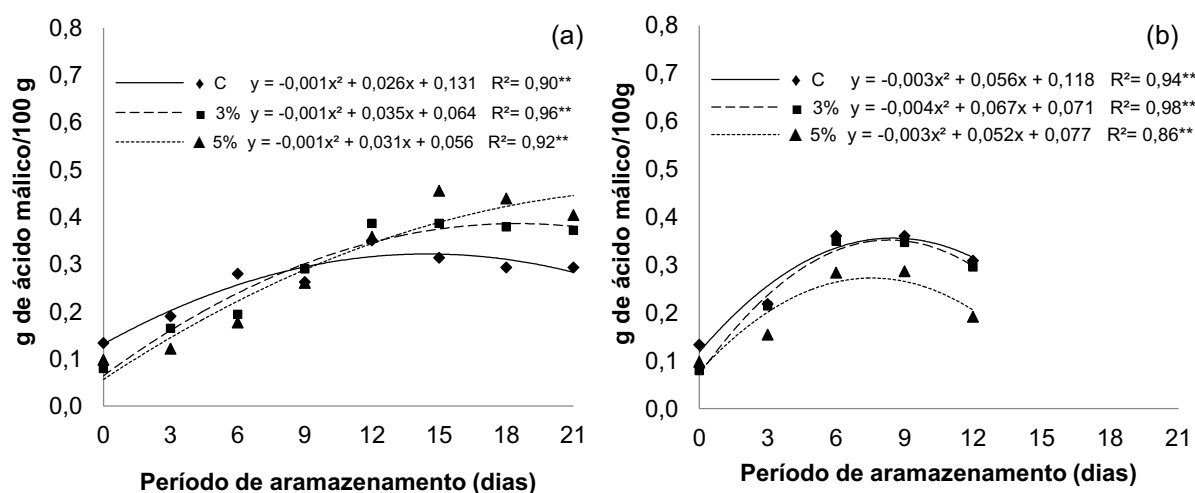
Tabela 14. Resumo da análise de variância para o pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), ratio (SST/AT), açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) de banana prata-anã durante o armazenamento a 30°C.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		pH	AT	SS	SST/AT	AST	AR
Revestimentos	2	0,131**	0,022**	65,879**	159,555**	16,711**	2,953**
Tempo	4	3,472**	0,085**	130,712**	958,569**	75,341**	7,093**
Interação (R x T)	8	0,120**	0,002*	3,213**	13,301 ^{ns}	2,709**	0,291**
Erro	30	0,016	0,001	0,541	14,617	0,209	0,006
CV (%)	-	2,85	10,65	11,00	14,19	9,44	4,81

ns, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

A Figura 14 apresenta o comportamento do teor de ácido málico presente em bananas revestidas ou não com filmes comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14 e 30°C. Para os frutos acondicionados a 14°C a síntese de ácido málico progrediu de forma similar para todos os tratamentos, porém foi menos intensa para os frutos do tratamento controle, os quais apresentaram um ligeiro decréscimo após o 12º dia, enquanto que para os frutos revestidos foi evidenciado aumento no teor de ácido málico até o 15º dia.

Figura 14. Teores médios de ácido málico (%) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).



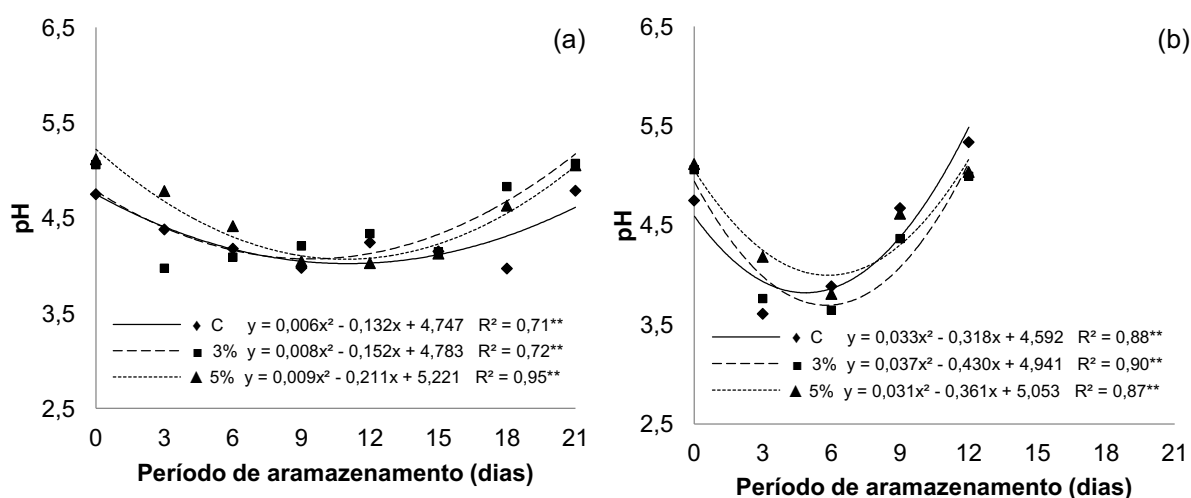
O aumento do teor de acidez durante a maturação dos frutos está relacionado com o processo respiratório, mais precisamente com o metabolismo dos ácidos tricarbóxicos, onde são produzidos ácidos que se acumulam nos frutos

(CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Sarmiento (2012), a elevação da acidez também está relacionada com o amolecimento dos tecidos dos frutos, uma vez que a degradação da parede celular resulta na formação de ácidos orgânicos. A diminuição no conteúdo de acidez ocorre quando o fruto está completamente maduro ou senescente em consequência da utilização de ácidos como fonte de energia nos processos respiratórios, em quantidades maiores do que as produzidas (SIQUEIRA, 2014).

Em relação ao armazenamento a 30°C, as bananas do tratamento controle e do tratamento com 3% de extrato de folha de *D. ecastaphyllum* apresentaram valores muito próximos, os quais aumentaram até o 6° dia de armazenamento e posteriormente diminuíram. Para os frutos revestidos com 5% de extrato, foi observado comportamento análogo, contudo foram registrados valores inferiores aos demais tratamentos ao longo de todo o período, indicando que houve uma desaceleração no metabolismo do fruto, atrasando a síntese de ácidos orgânicos, conforme mencionam Cardoso et al. (2008). Os percentuais de ácido málico variaram de 0,10 a 0,41%, estando próximos aos registrados por Sarmiento et al. (2015a) para a banana prata Catarina revestida com filme de fécula de mandioca.

O pH (Figura 15) dos frutos apresentou comportamento inverso ao da acidez. Nos frutos mantidos a 14°C, o pH decresceu até o 9° dia de armazenamento e manteve-se com pouca variação até o 15° dia, a partir do qual aumentou.

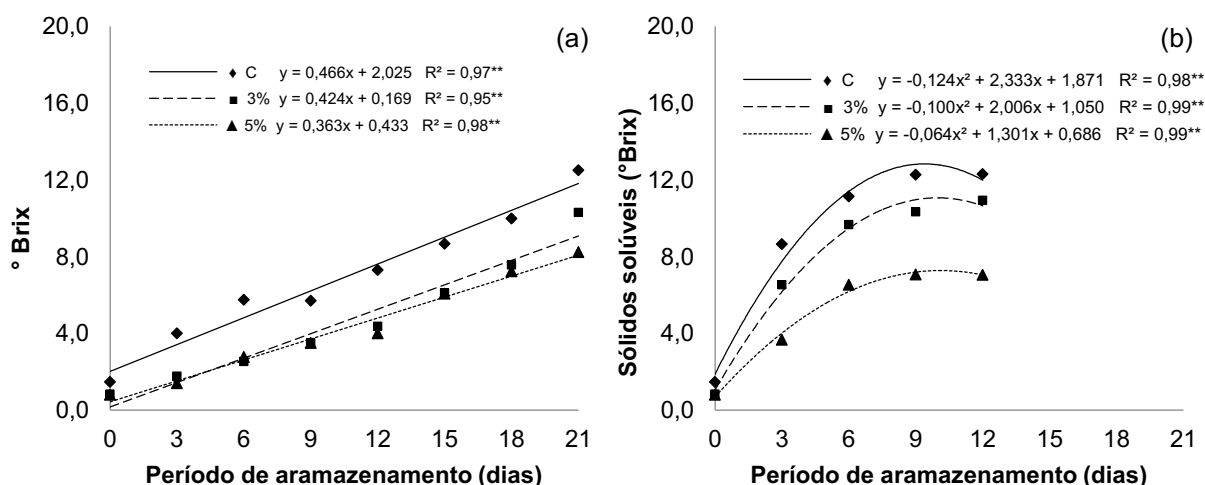
Figura 15. pH em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).



Para a segunda condição de temperatura, a queda foi registrada entre o 3° e 6° dia. O aumento do pH está relacionado com o consumo dos ácidos orgânicos no processo de respiração que se intensifica no fruto maduro. O pH dos frutos variou entre 3,97 e 5,07 e entre 3,61 e 5,34 para os frutos mantidos a 14°C e a 30°C, respectivamente, condizendo com os valores relatados por Sarmento (2012) para banana da variedade Princesa, entre 4,0 e 5,8.

Os frutos apresentaram inicialmente baixos valores de sólidos solúveis totais (Figura 16), em média 1°Brix, os quais aumentaram ao longo período de armazenamento, atingindo valores entre 8,29 e 13,17 °Brix. Esses resultados foram próximos aos obtidos por Silva et al. (2015) para bananas maçã acondicionadas a 25°C (16,9°Brix) e inferiores aos obtidos por Pimentel et al. (2010) para banana prata-anã acondicionadas a 22°C (20,48°Brix). Segundo Simões (2014), quando verdes as bananas apresentam um alto teor de amido. Durante o amadurecimento, este é hidrolisado liberando açúcares simples, resultando no acréscimo dos teores de sólidos solúveis.

Figura 16. Teores de sólidos solúveis (°Brix) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).



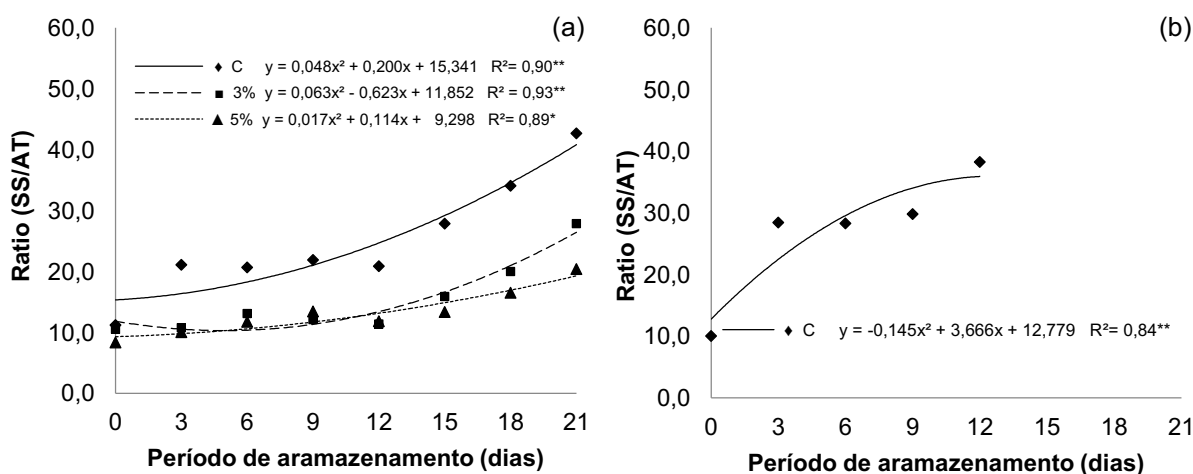
Para os frutos mantidos a 14°C o aumento no teor de sólidos solúveis ocorreu de forma gradativa ao longo dos 21 dias, enquanto que para os frutos mantidos a 30°C, ocorreu acentuadamente até o 6° dia, e a partir deste manteve-se estável. Ao término do período de armazenamento, em ambas as condições de temperatura, verificou-se que o aumento da proporção de extrato da folha de *D. ecastaphyllum*

nos filmes retardou o amadurecimento dos frutos e, conseqüentemente, houve uma menor conversão do amido em açúcares simples, resultando em teores de sólidos solúveis inferiores ao do tratamento controle.

O ratio, que expressa a relação entre o teor de sólidos solúveis totais e de ácidos está exposto na Figura 17. Nos frutos acondicionados a 14°C, essa relação cresceu mais notadamente a partir do 12º dia de armazenamento, o que mostra o avanço da maturação do fruto e o aumento da sua doçura. Os maiores valores foram registrados para os frutos do tratamento controle, possivelmente em consequência dos menores valores de acidez após esse período e dos maiores valores de sólidos solúveis observados.

Para os frutos acondicionados a 30°C, observou-se um aumento significativo nos valores de ratio no 3º dia de armazenamento, os quais se mantiveram constantes até o 9º dia, e em seguida voltaram a aumentar. Chitarra e Chitarra (2005) mencionam que a alta relação SST/AT é muito importante e desejável nos frutos, sendo uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor.

Figura 17. Índice de maturação (Ratio) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).



Verifica-se na Tabela 15, que os frutos do tratamento controle apresentaram índice de doçura médio de 30,11, sendo este superior e estatisticamente igual ao dos frutos revestidos com filmes adicionados de 3% de extrato de *D. ecastaphyllum*, 27,14.

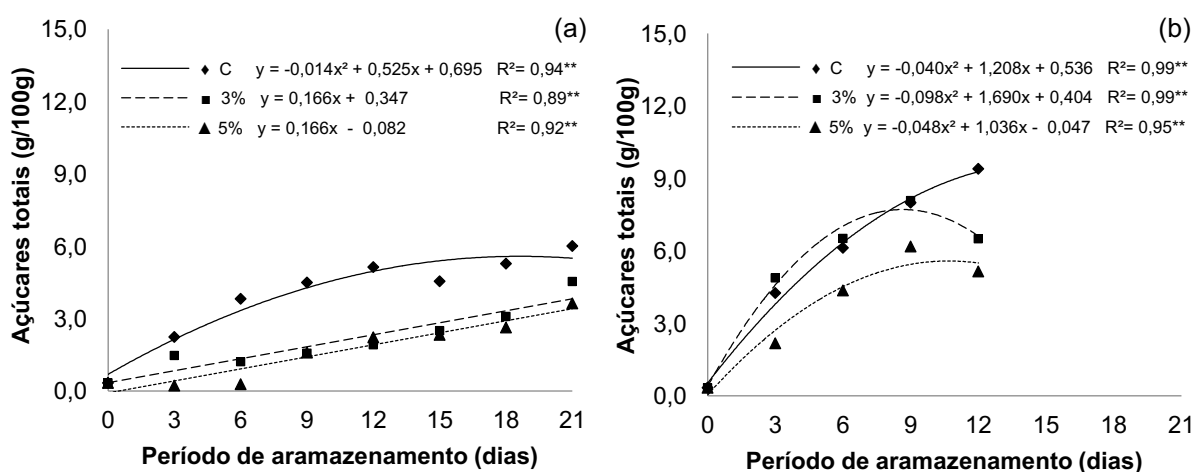
Tabela 15. Médias da relação SS/AT de banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis mantidas a 30°C por 12 dias.

Revestimentos	Médias
Controle	30,11 ^a
3%	27,14 ^a
5%	23,60 ^b
DMS	3,44

^{a, b} – Média seguidas por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O conteúdo de açúcares totais (Figura 18) nos frutos refrigerados aumentou de forma gradual ao longo dos 21 dias e observou-se maior síntese de açúcares nos frutos sem revestimento. Ao término desse período, os frutos do tratamento controle apresentaram em média 6,02%, seguido dos tratamentos com 3 e 5% de extrato, com 4,55 e 3,64%, respectivamente. A elevação nos teores de açúcares se justifica pelo fato da banana ser uma fruta rica em amido e que, durante o amadurecimento, ocorre sua hidrólise, bem como a degradação de polissacarídeos das paredes celulares e a perda de água pelos frutos, o que contribui para o acúmulo de açúcares (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Figura 18. Teores de açúcares solúveis totais (g/100g) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).



Na conservação a 30°C observou-se um aumento até o 9º dia para os frutos recobertos com os filmes adicionados de 3% (8,09%) e 5% (6,19%) de extrato, e até

o 12º dia para os frutos do tratamento controle (9,40%), no entanto, após esse período houve decréscimo nesses valores. Esse comportamento também foi observado por Prill et al. (2012) para banana prata-anã armazenada em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) a 12°C, onde o conteúdo de açúcares aumentou de aproximadamente 4,00 g/100g para 22,5g/100g aos 20 dias, a partir do qual reduziu. Essa redução foi atribuída a diminuição da velocidade de interconversão de amido em açúcares simples, predominantemente em açúcares redutores, como a glicose e frutose, tal como a própria utilização dos mesmos como substratos secundários respiratórios.

Rocha e Uribe (2018) ao acompanharem o avanço do teor de açúcares no amadurecimento da banana Prata, obtiveram no estágio de maturação 4 (banana com mais traços amarelos do que verde), 13,99g/100g, e no estágio de maturação 7 (amarela com manchas marrons), 21,89g de açúcares totais por 100g. Silva (2017) observou para banana prata revestida com óleos essenciais de citronela (1,5%) e de cravo-da-índia (1,5%) incorporados a fécula de mandioca, teores de açúcares totais de 8,61 e 9,96g/100g no 12º dia de armazenamento a $\approx 35^\circ\text{C}$ e menciona que os baixos valores obtidos indicam que as amostras não atingiram um índice total de hidrólise do amido. Além disso, o conteúdo de açúcares de uma mesma espécie pode variar dentro de uma mesmo cultivar, tipo de solo, condições climáticas e região de cultivo (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

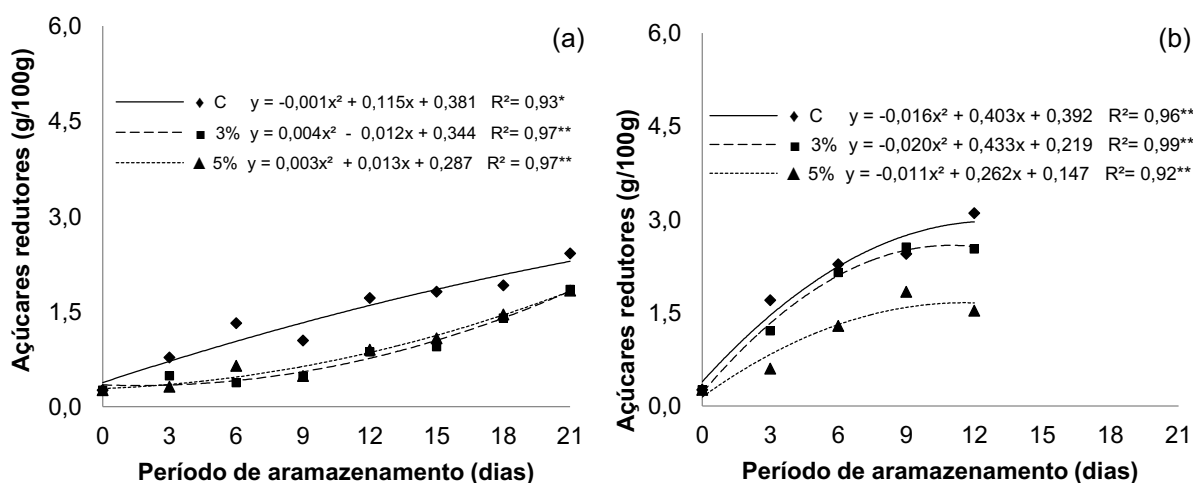
Diante disso, pode-se inferir que os revestimentos aplicados influenciaram nas transformações bioquímicas que ocorrem no amadurecimento do fruto e, conseqüentemente, reduziram a taxa de conversão de amido em açúcares simples, principalmente quando associado a menor temperatura de conservação.

Os açúcares redutores (Figura 19) apresentaram comportamento similar aos açúcares solúveis totais e em ambas as condições de temperatura os teores foram mais elevados nos frutos controle, assim como observado por Silva (2017) para banana Prata armazenada a 16°C por 12 dias.

A medida que as frutas amadurecem ocorre hidrólise do amido e a inversão da sacarose (açúcar não redutor) em glicose e frutose, resultando em um paladar mais doce e no incremento dos valores de açúcares redutores (FREITAS et al., 2015). Rocha e Uribe (2018) e Prill et al. (2012) relataram que aproximadamente 90% do teor de açúcares totais presente em banana prata e prata-anã era constituído por

açúcares redutores, ao contrário do relatado neste estudo. Resultados próximos foram obtidos por Cerqueira et al. (2015) para banana da cultivar Grande Naine, em que o conteúdo de açúcares redutores aumentou de aproximadamente 0,0 g/100g para 3,0g/100g durante o amadurecimento.

Figura 19. Teores de açúcares redutores (g/100g) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos comestíveis durante o armazenamento a temperatura de 14°C (a) e 30°C (b).

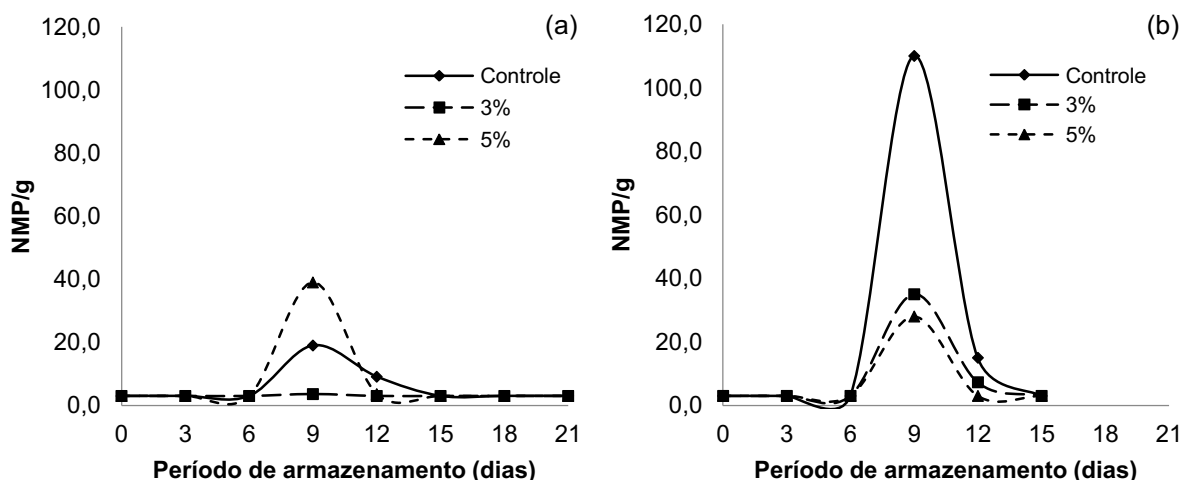


5.7. CONDIÇÕES MICROBIOLÓGICAS

A polpa das bananas é envolvida por um pericarpo (casca) que a protege até o momento do consumo. Entretanto, os danos causados durante a colheita, manuseio e transporte, como ferimentos, amassamentos e cortes, prejudicam o aspecto do fruto, estimulam a sua atividade metabólica e possibilitam a contaminação por microrganismos.

Na Figura 20 encontram-se os resultados obtidos para Coliformes a 35°C durante o armazenamento de bananas prata-anã. Verifica-se que as contagens iniciais para essas bactérias foram baixas para todos os tratamentos (< 3,0 NMP/g), indicando eficiência na sanitização dos frutos e condições higiênico-sanitárias satisfatórias na preparação dos revestimentos, aplicação e manuseio dos frutos. Nas bananas acondicionadas a 14°C, as maiores contagens foram registradas para os frutos recobertos com filme adicionado de 3% de extrato (39,0 NMP/g) e para os frutos não revestidos (19,0 NMP/g), ambos no 9º dia de armazenamento.

Figura 20. Número Mais Provável de Coliformes a 35°C (NMP/g) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos durante o armazenamento a 14°C (a) e a 30°C (b).

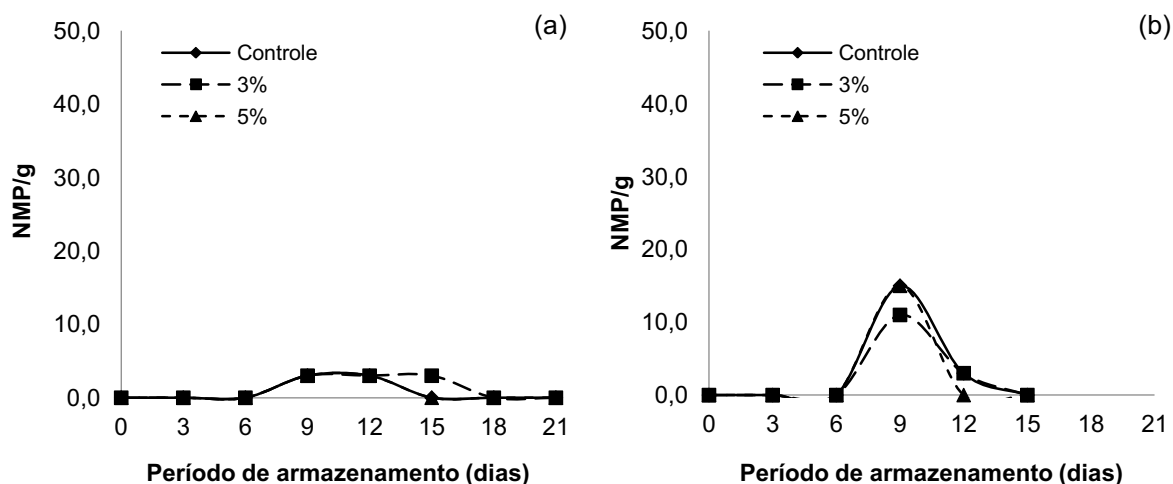


Para as bananas acondicionadas a 30°C, houve crescimento dessas bactérias nos frutos sem revestimento (110,0 NMP/g) e em menores quantidades nos frutos com 3 e 5% de extrato de folha de *D. ecastaphyllum*, 35,0 e 28,0 NMP/g, respectivamente. Assim como nesse estudo, Rodrigues (2015) observou o desenvolvimento de coliformes a 35°C em tomate italiano revestido com extrato de própolis incorporado ao amido de milho e armazenado a 35°C a partir do 9º dia.

Observa-se na Figura 21 que o desenvolvimento de coliformes a 45°C nas bananas prata-anã mantidas a 14°C se iniciou no 6º dia e manteve-se inferior em 3,0 NMP/g ao longo do período. Nos frutos mantidos a 30°C houve presença de coliformes a 45°C no 9º dia de análise, onde foram registradas contagens entre 11,0 e 15,0 NMP/g.

Todas as contagens para bactérias do grupo coliformes registradas nesse estudo são consideradas baixas e em nenhuma das amostras foi detectada presença de *Salmonella sp.* Estes resultados indicam que as amostras analisadas estão dentro dos padrões estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, que estabelece através da RDC nº 12 de 2001 (BRASIL, 2001), a presença de até $5,0 \times 10^2$ NMP/g de coliformes a 45°C e a ausência de *Salmonella sp.* em frutas frescas, "in natura", preparadas, sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto.

Figura 21. Número Mais Provável de Coliformes a 45°C (NMP/g) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos durante o armazenamento a 14°C (a) e a 30°C (b).

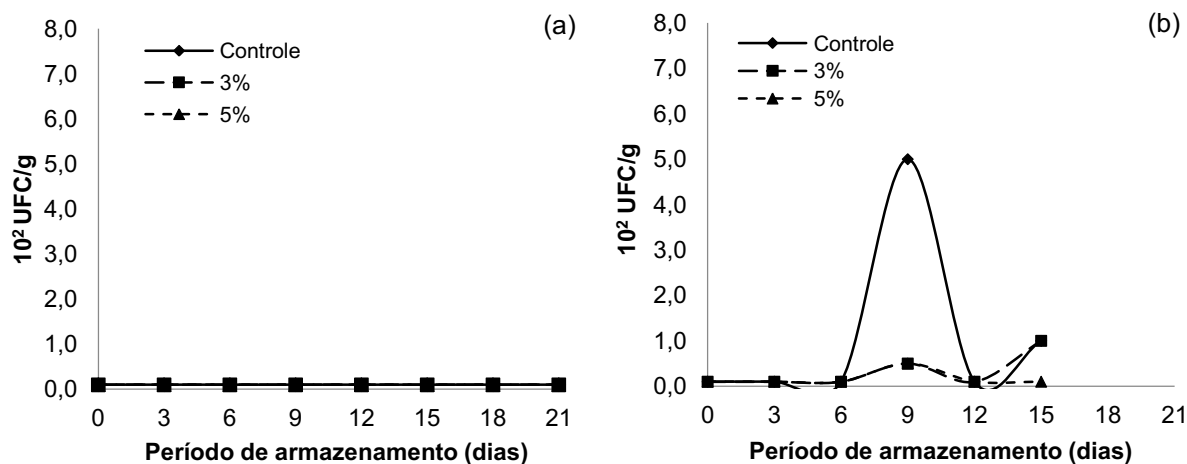


Houve a presença de *Staphylococcus* spp. nos frutos mantidos sob refrigeração revestidos com filmes contendo 3% e 5% de extrato de folha de *D. ecastaphyllum* no 21º dia ($1,0 \times 10^1$ UFC/g) e 15º dia ($5,0 \times 10^1$ UFC/g) de armazenamento, simultaneamente. Para os frutos acondicionados a temperatura ambiente (30°C) registrou-se contagens no 12º dia ($5,0 \times 10^2$ UFC/g) para o tratamento controle e no 15º dia ($1,0 \times 10^2$ UFC/g) para os frutos revestidos com 5% de extrato.

Verificou-se o desenvolvimento de fungos (Figura 22) para as bananas controle no 9º dia do armazenamento a 30°C, $5,0 \times 10^2$ UFC/g. Nos frutos revestidos foram registradas contagens apenas no armazenamento a 30°C, sendo estas de $5,0 \times 10^1$ UFC/g no 9º dia e de $1,0 \times 10^2$ UFC/g no 15º dia de armazenamento. A aplicação dos revestimentos associado ao acondicionamento refrigerado (14°C) retardou o crescimento de fungos e proporcionou uma redução de 90,0% nas contagens dos frutos acondicionados a 30°C, quando comparados ao tratamento controle no 9º dia.

Nota-se tanto para fungos filamentosos e leveduras, como para os demais microrganismos pesquisados, que o crescimento nos frutos mantidos a 30°C ocorreu principalmente no 9º dia de armazenamento, podendo estar associado a danos na casca do fruto e/ou ao conteúdo de água, ácidos e açúcares, que por apresentarem maiores valores nesse período podem ter favorecido o desenvolvimento desses microrganismos.

Figura 22. Contagens de fungos filamentosos e leveduras (UFC/g) em banana prata-anã com e sem a aplicação de revestimentos durante o armazenamento a 14°C (a) e 30°C (b).



Resultados análogos foram descritos por Silva (2017), que ao estudar o efeito de revestimentos comestíveis adicionados de óleos essenciais de citronela e de cravo da Índia registrou contagens para bolores e leveduras no 8º ($6,0 \times 10^1$ UFC/g) e 12º ($3,0 \times 10^2$ UFC/g) dia nas bananas do tratamento controle e ao 12º dia ($1,2 \times 10^2$ UFC/g) das bananas revestidas apenas com fécula de mandioca, ambas mantidas a $\approx 35^\circ\text{C}$. Para as amostras revestidas com filmes contendo os óleos essenciais não houve crescimento.

Rodrigues (2015) verificou que a aplicação de revestimentos contendo extrato de própolis vermelha reduziu consideravelmente o desenvolvimento de bolores e leveduras em tomate italiano armazenado a 7 e a 35°C , possivelmente em função da atividade antifúngica da própolis utilizada. Dessa forma, a aplicação dos revestimentos em conjunto com aditivos naturais, além de contribuir para a manutenção da qualidade dos frutos pode atuar como uma membrana e reduzir a incidência de microrganismos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O extrato etanólico de folha de *D. ecastaphyllum* apresentaram teores consideráveis de compostos fenólicos e de flavonoides, podendo apresentar atividade antioxidante e antimicrobiana.

As bananas prata-anã apresentaram condições microbiológicas satisfatórias ao longo do período de armazenamento, indicando que o consumo não oferece riscos a saúde do consumidor.

O uso dos revestimentos comestíveis adicionados de extrato de folha de *D. ecastaphyllum* constitui-se uma alternativa promissora e economicamente viável para prolongar a vida útil de banana prata-anã, visto que desacelerou o metabolismo dos frutos, atenuou as perdas de massa fresca e de firmeza e contribuiu para a manutenção da coloração verde da casca dos frutos.

A maior concentração de extrato de *D. ecastaphyllum* intensificou os efeitos do revestimento e a conservação sob refrigeração prolongou a vida útil das bananas em 9 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABANORTE. Associação Central dos Produtores de Banana do Norte de Minas Gerais. **Proposta de padronização para banana Prata-Anã do Norte de Minas Gerais**. Janaúba, 2004 www.abanorte.com.br .

ÁLVARES, V. S.; **Amadurecimento e qualidade da banana ‘Prata’ (Musa AAB subgrupo Prata) submetida a diferentes concentrações de etileno**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa/MG, 82f, 2003.

ANGELO P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Rev Inst Adolfo Lutz**, 66(1): 1-9, 2007.

ARESI, C. **Avaliação da Potencial Atividade Antimicrobiana de Produtos de Origem Natural: Estudo Bioguiado de *Dalbergia ecastaphyllum* L. Taub.** Dissertação (Mestrado em Farmácia), Universidade Federal de Santa Catarina, 77f, Florianópolis, 2011.

ASSIS, O. B. G; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Braz. J. Food Technol**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 87-97, abr./jun. 2014.

ASSIS, O.B.G.; FORATO, L.A.; BRITTO, D. Revestimentos Comestíveis protetores em Frutos Minimamente Processados. **Higiene Alimentar**, 22 (160): 99-106, 2008.

AZEREDO, H. M. C. de. **Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação**. Boletim do CEPPA. Curitiba, v. 21, n.2, 2003.

BATISTA, J. A. **Desenvolvimento, caracterização e aplicações de biofilmes a base de pectina, gelatina e ácidos graxos em bananas e sementes de brócolos**. 141 f. Dissertação (Mestrado Alimentos e Nutrição), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BORGES, A. L. et al. **A cultura da banana**. Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical. 3º ed. Rev e amp – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

BOTREL, Neide; SILVA, Otniel Freitas; BITTENCOURT, Anna Maria. Procedimentos PósColheita. In: **Banana pós-colheita**. Brasília: Embrapa/SPI, 2001.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001: Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Disponível em:

<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm> . Acesso em: 11 de ago de 2018.

CARDOSO, J. M. S.; SANTOS, A. E. O.; LIMA, M. A. C.; MARQUES, M. A. D.; SILVA, M. G. **Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de bananas ‘pacovan’**. In: III Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. Fortaleza/CE, 2008.

CARVALHO, A. M. A synopsis of the genus *Dalbergia* (Fabaceae: Dalbergiae) in Brazil. **Brittonia**, v. 49, n. 1, p. 87-109, 1997.

CARVALHO, C.; SANTOS, C. E.; KIST, B. B.; **Anuário brasileiro da fruticultura 2017**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 88f, 2017.

CAVALCANTE, M. A. **Estudo do potencial antimicrobiano e antioxidante de espécies vegetais amazônicas**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. 96f. Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

CERQUEIRA, T.S., ROQUE, R.L, SILVA, S.H.N.D., AMORIM, E.P., PEREIRA, M.E.C. Alterações de açúcares e amido em banana ‘Grande Naine’ durante o amadurecimento. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE, 2015.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2005. 785 p.

CISNEROS-ZEVALLOS, L.; KROCHTA, J.M. Internal modified atmosphere of coated fresh fruit and vegetables: Understanding relative humidity effects. **Journal of Food Science**, v.67, n.8, p. 2792-2797, 2002.

COELHO, A. F. S. **Avaliação da qualidade após a colheita da banana “Prata-anã” submetida a tratamentos químicos e armazenada sob refrigeração**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas. 117f. Campinas, 2007.

DAUGSCH, A. **A própolis vermelha do nordeste do Brasil e suas características químicas e biológicas**. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas - SP, Brasil, 2007.

EULEUTERIO, M. D.; GIOPPO, M.; SOZIM, M.; MALGARIM, M. B. Avaliação das características físico-químicas de bananas prata (*Musa* AAB subgrupo Prata)

ensacadas em diferentes tipos de materiais. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v.2, n.1, p.49-56, 2010.

FAOstat. Food and agriculture organization of the United statistics division. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/es/#home>, acesso em 24 de jul de 2018.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium (Lavras)**, v. 6, p. 36-41, 2008.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 181-207.

FRANCIS, J.K. **Wildland Shrubs of the United States and its territories: Thamnic descriptions**. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, 2004.

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

FREITAS, E. C.; BARRETO, E. S.; BARROS, H. E. A.; SILVA, A. C. M.; SILVA, M. V.; processamento e caracterização físico-química de farinhas de resíduos de polpas de frutas congeladas da *Theobroma grandiflorum* e *Fragaria vesca*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.17, n.4, p.425-432, 2015.

GODOY, R. C. B. de. **Estudo das variáveis de processo em doce de banana de corte elaborado com variedade resistente à sigatoka-negra**. Curitiba, PR. Universidade Federal do Paraná, 2010, p. 34-60.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/>, acesso em 24 de jul. de 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed. São Paulo, 2008.

JANSEN, C.; LUZ, S. R.; ZIMMER, T. R.; FERNANDES, K.; GANDRA, E. A.; ZAMBIAZI, R. C.; **Determinação da atividade antioxidante e do Teor de compostos fenólicos de extratos de Própolis**. XXV Congresso Brasileiro de

Ciência e Tecnologia de Alimentos. In: Alimentação: A árvore que sustenta a vida; Gramado/RS, 2016.

LICHTEMBERG, L. A.; LICHTEMBERG, P. S. F.; Avanços na Bananicultura Brasileira. **Rev. Bras. Frutic.**, Volume Especial, E. 029-036, Jaboticabal - SP, 2011.

LICHTEMBERG, Luiz Alberto. Pós-colheita de banana. In: Simpósio Norte Mineiro sobre a Cultura da Banana, 1, 2001, Nova Porteirinha. **Anais...** Nova Porteirinha: EPAMIG, p.105-130, 2001.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L.; DOUCE, R. (Eds.). **Methods in Enzymology**. London, v. 148, p. 350-382, 1987.

LIMA, G. S.; SANTOS, M. J. P.; ANDRADE, R. O.; SILVA, J. G.; SOUZA, S. Uso de revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de pimentão verde armazenado em temperatura ambiente e sob refrigeração. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 1, 2014.

MACIEL, R. S. S. **Contribuição ao estudo fitoquímico de *Dalbergia ecastophyllum* (L.) Taub. (Fabaceae)**. 2016. 142 p. Tese (Doutorado em Farmacoquímica de Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. de. **Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e o oxigênio**. Boletim do CEPPA, Curitiba, v.18, n.1, 2000.

MANOEL, L. **Qualidade e conservação de banana ‘Nanica’ irradiada, climatizada e refrigerada**. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”. 122 f, Botucatu/SP, 2008.

MAQBOOL, M.; ALI, A.; RAMACHANDRAN, S.; SMITH, D. R.; ALDERSON, P. G.; Control of postharvest anthracnose of banana using a new edible composite coating. *Crop Protection* 29 (2010) 1136e1141.

MARTINS, R. N.; DIAS, M. S. C.; VILLAS BOAS, E. V. de B.; SANTOS, L. O. Armazenamento refrigerado de banana ‘Prata-anã’ proveniente de cachos com 1618 e 20 semanas. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, out, 2007.

- MATIAS, M. L.; **Desenvolvimento de tecnologia para conservação pós-colheita de bananas resistentes à Sigatoka Negra**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.
- MEDINA, J., C.; BLEINROTH, E., W.; MARTIN, Z., J.; TRAVAGLINI, D., A.; OKADA, M.; QUAST, D., G.; HASHIZUME, T.; RENESTO, O., V.; MORETTI, V., A. **Banana: da cultura ao processamento e comercialização**. 2ª edição. Campinas (SP), ITAL: pp. 7, 10, 21, 23, 1985.
- MALHEIROS, G. C.; **Estudo a alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenagem de erva-mate tipo chimarrão**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). 104f. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS, 2007.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.
- MOHAPATRA, D.; MISHRA, S.; SINGH, C.B.; JAYAS, D.S. Post-harvest processing of banana: opportunities and challenges. **Food and Bioprocess Technology**, New York, v. 4, n. 3, p. 327–339, 2011.
- MONTIBELLER, M. J.; ZAPAROLLI, F. B.; OLIVEIRA, B. G.; PIETROWSKI, G. A. M.; ALMEIDA, D. M.; Efeito de filmes de polímeros naturais na conservação de banana Cv. Caturra (*Musa paradisiaca* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.18, n.1, p.11-19, 2016.
- MOREIRA, R. S.; CORDEIRO, Z. J. M.; **A história da banana no Brasil**. In: Reunião Internacional Acorbat, 2006, Joinville. Anais... Joinville: ACOBART/ACAFRUTA, 2006. v. 1, p. 28-83, 2006.
- MORTON, I. D.; MACLEOD, A. J. **Food Flavours**. 1 ed. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990.
- MOTA, W. F.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; FINGER, F.L. Ceras e Embalagem Plástica na Conservação Pós-colheita do maracujá-amarelo. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v.60, n.1, p. 51 - 57, 2003.
- MOURA, M. P. **Quantificação de compostos fenólicos e avaliação do potencial antioxidante do extrato hidroalcoólico de *Dalbergia monetária* L (Fabaceae)**. Trabalho de conclusão de curso. 50f. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.

NEPA – NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. NEPA - Unicamp, Campinas (SP), 164p, 2011.

PASSOS, F. R.; MENDES, F. Q.; CUNHA, M. C.; PIGOZZI, M. T.; CARVALHO, A. M. X.; Propolis extract in postharvest conservation banana 'prata'. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 38, n. 2: e-931, 2016.

PBMH e PIF: Programa brasileiro para a modernização da horticultura e produção integrada de frutas. **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006.

PIMENTEL, R. M. de A.; GUIMARÃES, F. N.; SANTOS, V. M. dos; RESENDE, J. C. F. de. Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA42-44 e 'Prata-Anã' cultivados no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 407-413, Jun. 2010.

PRILL, M. A. S.; NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, A. J.; SILVA, S.; CHAGAS, E. A.; ARAÚJO, W. F.; Aplicações de tecnologias pós-colheita para bananas 'Prata-Anã' produzidas em Roraima. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.16, n.11, p.1237–1242, 2012.

RANGEL, A.; PENTEADO, L. A. C.; TONET, R. M. **Banana (Musa sp.)**. Manual de culturas (CATI). www.agrobyte.com.br. Acesso em 05/07/2018.

ROCHA, K. R.; URIBE, S. J.; Relação amido e açúcares durante o processo de maturação da banana 'prata'. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v. 12, n.2, p.51-56, jun. 2018.

RODRIGUES, M. S. A. **Biofilme a base de extrato de própolis vermelha e seu efeito na conservação pós-colheita de tomate tipo italiano**. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais com ênfase em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. 2015. 82 f.

ROSA, A. R. D. **Desempenho agrônomico de novas cultivares de bananeira (Musa spp.) na região de Piracicaba-SP**. Tese (Doutorado em Ciências). 102f. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

SANCHES, J. **Qualidade pós colheita de bananas (*Musa cavendishii*) ‘nanição’, através da classificação de defeitos físicos, embalagens e tecnologia do frio.** Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2002, 82p

SARMENTO, D. H. A.; SOUZA, P. A.; SARMENTO, J. D. A.; FREITAS, R. V. S.; SALGADO FILHO, M. 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, abr. – jun., 2015.

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

SARMENTO, J. D. A.; MORAIS, P. L. D.; ALMEIDA, M. L. B.; SILVA, G. G.; SARMENTO, D. H. A.; BATALHA, S. A. Qualidade pós-colheita de banana submetida ao cultivo orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.1, p.85-94, 2012.

SARMENTO, C. A. R.; **Determinação do ponto de colheita e avaliação da pós-colheita de banana princesa utilizando biofilme.** Dissertação (Mestrado em Agrossistemas). 76f. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão/SE, 2012.

SILVA, A. M.; AMBRÓSIO, M.; NASCIMENTO, D. S.; ALBUQUERQUE, A. N.; KRAUSE, W. Conservação pós-colheita de banana ‘maçã’ com revestimento comestível a base de fécula de mandioca. **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.2, n.03; p. 23, 2015.

SILVA, B.B., ROSALEN, P.L., CURY, J.A., IKEGAKI, M., SOUZA, V.C., ESTEVES, A. e ALENCAR, S.M. Chemical Composition and Botanical Origin of Red Propolis, a New Type of Brazilian Propolis. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 5, n. 3, p. 313-316, 2008.

SILVA, E. R. **Efeito do uso de revestimento na conservação pós-colheita de banana musa paradisiaca I. (banana prata).** Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). Universidade Federal de Campina Grande. Pombal/PB. 65f, 2017.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4ª edição. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

SILVA, S. O.; ALVES, É. J.; Melhoramento genético e novas cultivares de bananeira. **Informe Agropecuário**, v.20, n.196, p.91-96, jan./fev., 1999.

SIMÕES, J. P. O. Caracterização físico-química de bananas destinadas ao mercado externo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 4, p. 220- 223, 2014.

SIQUEIRA, M. S. B.; **Caracterização da qualidade de banana prata-anã armazenada em diferentes condições de atmosfera controlada**. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes/RJ, 114f, 2014.

SOARES, R. S. **Estudo Fitoquímico de *Dalbergia ecastophyllum* (L.) Taub. (Fabaceae)**. 2012. 125 p. Dissertação (Mestrado em Farmacoquímica de Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

TAVARES, L. R.; ALMEIDA, P. P.; GOMES, M. F. Avaliação físico-química e microbiológica de goiaba (*Psidium guajava*) revestida com cobertura comestível à base de Ocarboximetilquitosana e óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*), **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 13, 20-26, 2018.

VILAS BOAS, E.V.de.B. **Modificações pós-colheita de banana ‘Prata’ (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*, grupo AAB) g-irradiada**. 1995. 75p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

VILLADIEGO, A.M.D.; SOARES, N.F.F.; ANDRADE, N.J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V.P.R.; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, LII(300):221-244, 2005.

VIVIANI, L. **Avaliação da qualidade pós-colheita da banana prata-anã associada a embalagens**. Dissertação (mestrado em engenharia agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 89f, 2006.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, p. 3-5, 2006.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v. 57, p. 508-515, 1954.

ZAMPIÉR, M. N. **Desenvolvimento, padronização e avaliação biológica de extratos nebulizados de *Dalbergia ecastaphyllum***. Dissertação (Mestrado em Ciências), 172f, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.