

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - CAMPUS POMBAL**  
**CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS - PPGSA**

**EFEITO DO USO DE REVESTIMENTO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE  
BANANA *MUSA PARADISIACA* L. (BANANA PRATA)**

ÉLIDA RAMALHO DA SILVA

POMBAL – PB

2017

ÉLIDA RAMALHO DA SILVA

**EFEITO DO USO DE REVESTIMENTO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE  
BANANA *MUSA PARADISIACA* L. (BANANA PRATA)**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindústrias (PPGSA), linha de pesquisa Produção e Tecnologia Agroindustrial.

Orientadora: Prof. Dra. Alfredina dos Santos Araújo.

POMBAL-PB

2017

## AGREDECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por todas as vezes que me amparaste, por nunca me deixaste desistir diante de todas as dificuldades que trilhei até chegar aqui.

A minha família, em especial a minha mãe Gilvanete, que desde o início não mediu esforços para que eu realizasse este sonho.

Ao meu pai Bernardino, pessoa a qual devo todo o respeito e admiração, que sempre está comigo em todos os momentos.

Aos meus irmãos Edcarlos, Elba e Edceu (*in memória*), por todo o carinho e irmandade ao longo de nossas vidas.

A minha querida sobrinha Michely, obrigada pela compreensão, por todas as vezes que não pude estar presente.

Ao meu lindo... Léo, por estar sempre ao meu lado, por todo o carinho a mim dedicado, por sempre me apoiar e incentivar meu crescimento.

Aos meus amigos e colegas, pela força e o incentivo que sempre tiveram para comigo.

A Empresa Laticínio Belo Vale, nas pessoas de Eronildo, Danilo e Glória pela concessão de reagentes químicos utilizados nas análises físico-químicas.

A Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, a todos os professores que contribuíram para minha formação.

A minha orientadora Professora Alfredina, pelo exemplo de profissional que és pela dedicação e zelo em tudo que faz, por toda orientação e paciência para comigo durante a execução deste trabalho.

A todos os alunos que compõem o Centro Tecnológico Vocacional (CVT) em nome de Lucimar, Janine e Bruna agradeço a todos que direto ou indiretamente me ajudaram no decorrer da pesquisa.

A todos o meu muito, obrigada!

## EPÍGRAFE

*Tudo é do Pai  
Toda honra e toda glória  
É Dele a vitória  
Alcançada em minha vida...*

*Padre Fábio de Melo*

## RESUMO

A conservação de alimentos consiste em métodos que visam prolongar a vida útil dos mesmos, diversas alternativas são empregadas no âmbito de se minimizar desperdícios, na área das frutas e hortaliças são evidenciados em toda cadeia produtiva grandes perdas. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação combinada de revestimento a base de fécula de mandioca com adição de diferentes concentrações de óleo Essencial do cravo-da-índia (*Eugenia Caryophyllata*) e citronela (*Cymbopogon nardus*) na conservação pós-colheita de Banana *Musa Paradisiaca* L. (Banana Prata) armazenada em diferentes temperaturas, ambiente ( $\approx 35^{\circ}\text{C}$ ) e refrigerada ( $16^{\circ}\text{C}$ ). Foram elaborados os tratamentos: amostras controle (T0), fécula de mandioca a 3,0% (T1), fécula de mandioca (3,0%), associados a Óleos Essenciais (OEs) do cravo-da-índia e citronela nas concentrações 0,5%, 1,0%, 1,5% cada (T2, T3, T4, T5, T6, T7) respectivamente, totalizando oito ensaios armazenados em diferentes temperaturas. Foram realizadas análises físico-químicas no início e fim dos tratamentos, monitoramento da qualidade pós-colheita e avaliações microbiológicas realizadas em três etapas para ambas as temperaturas de armazenamento no intervalo doze dias. As bananas avaliadas obtiveram média de 130 (mm) de circunferência e 17,20 (cm) de comprimento. Os valores para cinzas oscilaram de 0,85% a 0,89%; lipídios 0,11% a 0,32%; proteínas 0,80% a 1,59% não havendo diferença estatística em nenhum destes parâmetros. Houve diferença estatística entre os tratamentos nas diferentes etapas de monitoramento de perda de massa, com aumento gradativo em ambos os armazenamentos, a interação temperatura, tempo e revestimento (fécula de mandioca 3%) se mostrou mais eficiente que os demais tratamentos enquanto que tratamento armazenado a temperatura de refrigeração com maior percentual de OEs de citronela ocasionou as maiores perdas. De modo geral, os valores para umidade variaram de 95,57% a 96,68% sendo que os fatores temperatura e concentrações de óleos essenciais não resultaram em grandes variações nos teores obtidos ao longo do monitoramento. Os valores descritos para acidez total titulável variaram de 0,08% a 0,84% entre todas as etapas ao longo do período de armazenamento, contudo, apenas três valores referentes a amostras armazenadas a  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  encontram-se acima da faixa padrão de ATT estabelecida para banana que corresponde a 0,22% a 0,65%. A Temperatura de  $16^{\circ}\text{C}$  alterou o metabolismo de amadurecimento das amostras, ocasionou retardo no processo de degradação do amido em açúcares totais, o revestimento do T1 (3% fécula de mandioca) resultou no menor índice, 1,75 (g/100g), ao final da terceira etapa, assim como tratamentos que foram empregados baixas concentrações de OEs, T2 (0,5% OEs cravo-da-índia) 2,95(g/100g) e T5 (05% OEs citronela) 3,71 (g/100g). O fator temperatura de refrigeração influenciou positivamente em teores de açúcares redutores mais baixos, as concentrações de 0,5% e 1,0% de OEs do cravo-da-índia ao final dos 12 dias de armazenamento a  $16^{\circ}\text{C}$  resultou nos menores índices (T2 0,21 g/100g e T3 0,29 g/100g), contudo nenhuma amostra avaliada ao final do experimento atingiu o nível máximo de hidrólise dos açúcares. Não houve crescimento microbiológico para o parâmetro coliformes  $30^{\circ}\text{C}$ , desta forma não houve necessidade da realização de análise de Coliformes a  $45^{\circ}\text{C}$ . Quanto à avaliação de bolores e leveduras, apenas os tratamentos T0 da segunda etapa e T0, T1 na última etapa exibiram um leve crescimento, no entanto não existe legislação que estabelece padrões para este contaminante. Todos os resultados foram negativos na avaliação do parâmetro *Salmonella*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conservação. Fécula de mandioca. Óleos essenciais. Revestimento.

## ABSTRACT

The conservation of food consists of methods that aim to prolong the useful life of the same, several alternatives are used in the scope of minimizing waste, in the area of fruits and vegetables are evidenced throughout the productive chain great losses. The objective of this study was to evaluate the effect of the combined application of manioc starch-based coating with the addition of different oil concentrations of clove (*Eugenia Caryophyllata*) and citronella (*Cymbopogon nardus*) in the post-harvest conservation of Banana *Musa Paradisiaca* L. (Banana Silver) stored at different temperatures, ambient ( $\approx 35$  °C) and refrigerated (16 °C). The treatments were: control (T0), manioc starch at 3,0% (T1), manioc starch (3,0%), associated with Essential Oils (OEs) of clove and citronella at concentrations 0,5%, 1,0%, 1,5% each (T2, T3, T4, T5, T6, T7) respectively, totaling eight assays stored at different temperatures. Physical and chemical analyzes were performed at the beginning and end of treatments, post-harvest quality monitoring and microbiological evaluations performed in three stages for both storage temperatures in the twelve-day interval. The evaluated bananas obtained average of 130 (mm) of circumference and 17,20 (cm) of length. The ash values ranged from 0,85% to 0,89%; Lipids 0,11% to 0,32%; 0,80% to 1,59%, with no statistical difference in any of these parameters. There was a statistical difference between treatments in the different stages of mass loss monitoring, with a gradual increase in both storage, temperature, time and coating interaction (3% manioc starch) was more efficient than the other treatments, whereas stored treatment the cooling temperature with a higher percentage of OEs of citronella caused the greatest losses. In general, the values for humidity ranged from 95,57% to 96,68%, and the temperature factors and concentrations of essential oils did not result in large variations in the levels obtained during the monitoring. The values reported for titratable total acidity ranged from 0.08% to 0.84% across all steps over the storage period, however, only three values for samples stored at  $\approx 35$  °C are above the standard range Of AAT established for banana corresponding to 0,22% to 0,65%. The temperature of 16 °C altered the ripening metabolism of the samples, caused delay in the starch degradation process in total sugars, the coating of T1 (3% cassava starch) resulted in the lowest index, 1,75 (g/100g) , At the end of the third stage, as well as treatments that were employed low concentrations of OEs, T2 (0,5% OEs cloves) 2,95 (g/100g) and T5 (05% OEs citronella) 3,71 (g/100g). The coolant temperature factor positively influenced lower reducing sugar contents, 0,5% and 1,0% OE concentrations of clove at the end of the 12 days storage at 16 °C resulted in the lowest rates (T2 0,21 g /100 g and T3 0,29 g/100 g), yet no sample evaluated at the end of the experiment reached the maximum level of sugar hydrolysis. There was no microbiological growth for the coliform parameter 30 °C, so there was no need to perform Coliform analysis at 45 °C. Regarding the evaluation of molds and yeasts, only the treatments T0 of the second stage and T0, T1 in the last stage showed a slight growth, however there is no legislation that establishes standards for this contaminant. All the results were negative in the evaluation of the Salmonella parameter.

**KEY-WORD:** Conservation. Coating. Essential oil. Manioc in starch.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma das etapas de preparação das amostras, elaboração e aplicação de revestimento	22
Figura 2 - Percentuais médios de circunferência (mm) em Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA) $\approx 35^{\circ}\text{C}$ e Temperatura de Refrigeração (TR) $16^{\circ}\text{C}$	30
Figura 3 - Percentuais médios de comprimento (cm) em Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA) $\approx 35^{\circ}\text{C}$ e Temperatura de Refrigeração (TR) $16^{\circ}\text{C}$	31
Figura 4 - Percentuais médios de cinzas em Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA) $\approx 35^{\circ}\text{C}$ e Temperatura de Refrigeração (TR) $16^{\circ}\text{C}$	33
Figura 5 - Percentuais médios, de lipídios em Banana Prata armazenada em Temperatura Ambiente (TA) $\approx 35^{\circ}\text{C}$ e Temperatura de Refrigeração (TR) $16^{\circ}\text{C}$	35
Figura 6 - Percentuais médios de proteínas em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA) $\approx 35^{\circ}\text{C}$ e Temperatura de Refrigeração (TR) $16^{\circ}\text{C}$	37
Figura 7 - Percentuais médios da perda de massa em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA) $\approx 35^{\circ}\text{C}$ e Temperatura de Refrigeração (TR) $16^{\circ}\text{C}$	39
Figura 8 - Percentuais médios de umidade em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA) $\approx 35^{\circ}\text{C}$ e Temperatura de Refrigeração (TR) $16^{\circ}\text{C}$	41
Figura 9 - Percentuais médios de acidez em Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA) $\approx 35^{\circ}\text{C}$ e Temperatura de Refrigeração (TR) $16^{\circ}\text{C}$	43
Figura 10 - Percentuais médios de açúcares totais em amostra de Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente ( $\approx 35^{\circ}\text{C}$ ) e Temperatura de Refrigeração ( $16^{\circ}\text{C}$ )	46
Figura 11 - Percentuais médios de açúcares redutores em Banana Prata armazenada em Temperatura Ambiente (TA) $\approx 35^{\circ}\text{C}$ e Temperatura de Refrigeração (TR) $16^{\circ}\text{C}$	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos armazenamentos a diferentes temperaturas (16°C e ≈35°C)	23
Tabela 2 – Valores Médios de Biometria em Banana Prata	29
Tabela 3 – Valores médios para determinação de cinzas em Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA) ≈35 e Temperatura de Refrigeração (TR) 16°C	32
Tabela 4 – Valores médios de lipídios em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA) ≈35 e Temperatura de Refrigeração (TR) 16°C	34
Tabela 5 – Valores médios de proteínas em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA) ≈35°C e Temperatura de Refrigeração (TR) 16°C	36
Tabela 6 – Valores médios da perda de massa em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA) ≈35°C e Temperatura de Refrigeração (TR) 16°C	38
Tabela 7 – Valores médios de umidade em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA) ≈35°C e Temperatura de Refrigeração (TR) 16°C	40
Tabela 8 - Valores médios de acidez em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA) ≈35°C e Temperatura de Refrigeração (TR) 16°C	42
Tabela 9 – Valores médios de açúcares totais em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA) ≈35°C e Temperatura de Refrigeração (TR) 16°C	45
Tabela 10 – Valores médios de açúcares redutores em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA) ≈35°C e Temperatura de Refrigeração (TR) 16°C	47
Tabela 11 – Valores das análises para Coliformes 30°C em amostras de banana prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA) ≈35°C e Temperatura de Refrigeração (TA) 16°C	51
Tabela 12 – Valores das análises para Bolores e Leveduras em amostras de Banana Prata armazenadas a Temperatura Ambiente (TA) ≈35°C e Temperatura de Refrigeração (TA) 16°C	52
Tabela 13 – Resultado das avaliações de <i>Salmonella</i> em amostras de Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA) ≈35°C e Temperatura de Refrigeração (TR) 16°C	53

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	10
<b>2 OBJETIVO</b>	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	13
3.1 BANANA: ASPECTOS GERAIS	13
<b>3.1.2 Fisiologia dos frutos</b>	14
3.3 REVESTIMENTO	15
<b>3.3.1 Fécula de mandioca</b>	16
3.4 ÓLEOS ESSENCIAIS	17
<b>3.4.1 Óleo essencial de citronela</b>	18
<b>3.4.2 Óleo essencial de cravo-da-índia</b>	19
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b>	21
4.1 ELABORAÇÃO DO EXPERIMENTO	21
4.2 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DOS TRATAMENTOS	23
4.3 ANÁLISES DE MONITORAMENTO PÓS-COLHEITA	25
4.4 AVALIAÇÕES MICROBIOLÓGICAS	27
4.5 ANÁLISES ESTÁTISTICAS	28
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	29
5.1 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DOS TRATAMENTOS	29
5.2 ANÁLISES DE MONITORAMENTO PÓS-COLHEITA	38
5.3 AVALIAÇÕES MICROBIOLÓGICAS	50
<b>6 CONCLUSÃO</b>	55
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	56

## 1 INTRODUÇÃO

A conservação de alimentos consiste em métodos que visam retardar o amadurecimento de frutos, inúmeras alternativas são empregadas no intuito de se minimizar desperdícios, na área das frutas e hortaliças são evidenciados em toda cadeia produtiva grandes perdas, que se iniciam já no campo, durante o transporte e comercialização.

Prolongar a vida pós-colheita dos frutos é uma questão essencial para reduzir desperdícios, já que, muitas vezes os cultivares localizam-se distantes dos seus pontos de comercialização, necessitando-se de um tempo mais prolongado no transporte e conseqüentemente no consumo dos mesmos (SARMENTO, 2012).

Uma opção que pode minimizar perdas pós-colheita e preservar a qualidade de frutas e hortaliças é o uso de atmosfera modificada, método este, que vem sendo estudado por vários autores (AGOSTINI et al., 2014; SANTOS et al., 2011; SOUZA et al., 2009; DEL-VALLE et al., 2005). São técnicas de fácil emprego, baixo custo, que possibilita tanto o produtor como os comerciantes utilizá-las como forma de retardar o processo de maturação de frutos e assim reduzir prejuízos.

Os revestimentos podem ser uma opção para modificar a atmosfera e conseqüentemente permitir aumentar a vida útil de frutas e hortaliças, como também melhorar a aparência, além de serem biodegradáveis e seguros para o consumo (CHITARRA; CHITARRA, 2005). É elaborado a partir de diversas fontes, de fácil acesso no mercado comercial o que possibilita o emprego desta metodologia.

Dentre os biopolímeros utilizados na elaboração de revestimentos destacam-se: o amido, a pectina, a celulose e seus derivados, o colágeno e as proteínas miofibrilares. O amido é um polissacarídeo bastante empregado na confecção de revestimentos, sendo a fécula de mandioca selecionada como a matéria-prima mais adequada para sua elaboração, por formar películas resistentes e transparentes (SARMENTO, 2012). Possui também a vantagem de detém um maior poder de gelatinização em relação às demais fontes de amido, sendo necessárias quantidades inferiores para obter o resultado desejado.

Contudo, proporciona inúmeras vantagens em relação à embalagem polimérica convencional, o uso de películas com esse propósito constitui vantagem econômica, evitando a necessidade de estocagem em atmosfera controlada que implicaria em custos operacionais e de equipamentos (DEL-VALLE et al., 2005). No entanto vale salientar que a aplicação de revestimento não substitui a necessidade da utilização de uma embalagem secundária na realização do transporte.

O uso de materiais ecologicamente seguros tornou-se tendência no mercado, uma vez que, aplicação de óleos essenciais tem um papel relevante na conservação de alimentos e controle fitossanitário, isso tem propiciado o desenvolvimento de técnicas que procuram reduzir os efeitos negativos de oxidantes e microrganismos causadores de grandes prejuízos às indústrias alimentícias (PEREIRA et al., 2008; SACCHETTI, 2004). Desta forma os óleos essenciais podem ser empregados

na elaboração de revestimentos para aplicação em frutos com a finalidade de aumentar o tempo de vida útil.

Sarmento e colaboradores (2015) avaliaram o uso de coberturas a base de fécula de mandioca e película de PVC na manutenção da qualidade pós-colheita da banana “Prata Catarina” armazenada a temperatura ambiente. Os frutos recobertos com fécula de mandioca e PVC tiveram um aumento de dois dias de vida útil em relação à amostra controle.

Vieira et al. (2009) avaliaram o uso de revestimento comestível acrescido de óleo de girassol para a manutenção da qualidade da manga Tommy Atkins armazenado a temperatura ambiente. Os mesmos observaram que os revestimentos com óleo de girassol contribuem para a manutenção da qualidade das mangas sem prejudicar os atributos de qualidade, reduzindo a perda de massa e retardando a evolução da coloração externa.

Azerêdo (2013) avaliou o emprego de recobrimentos biodegradáveis a base de fécula de mandioca e quitosana associados a óleos essenciais de erva-doce e orégano na qualidade pós-colheita de mangas Tommy Atkins. Dentre os resultados, observou-se que a incorporação de óleos essenciais contribuiu para a maximização dos efeitos da quitosana com relação ao controle da podridão, sendo que os tratamentos QED (Quitosana + Erva-doce) e QO (Quitosana + Oregano) apresentaram menores teores de carotenoides e maiores teores de clorofila respectivamente, contudo o autor destaca a necessidade de estudos adicionais que definam melhor a concentração a ser incorporada.

Diante do exposto, é perceptível a necessidade da busca por alternativas no campo da fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças no intuito de procurar formas de retardar ou controlar o amadurecimento de frutos, uma vez que estes possuem um ciclo bastante curto, o que acarreta em grandes desperdícios nesta área. Entretanto é preciso que tais alternativas correspondam as necessidades e a demanda do mercado, uma vez que a técnica não basta ser eficiente, é preciso ser viável, de custo baixo, fácil aquisição e, acima de tudo, que seja um meio ou produtos ecologicamente seguros.

Desta forma, a elaboração de revestimentos a base de fécula de mandioca com adição de óleos essenciais corresponde aos pontos acima mencionados, por serem produtos oriundos de matérias-primas naturais, pode conferir resultados positivos quando empregados em frutos, no intuito de formar uma camada impermeada que atuará na redução na taxa respiratória e, conseqüentemente, retardará o amadurecimento dos frutos.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito da aplicação combinada de revestimento a base de fécula de mandioca com adição de diferentes concentrações de óleo essencial do cravo-da-índia e citronela na conservação pós-colheita de Banana Prata, armazenada em diferentes temperaturas, ambiente ( $\approx 35^{\circ}\text{C}$ ) e refrigerada ( $16^{\circ}\text{C}$ ).

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 BANANA: ASPECTOS GERAIS

Originária do continente Asiático, é cultivada em quase todos os países tropicais, sendo cultivada de norte a sul do Brasil, indo desde a faixa litorânea até os planaltos do interior. Embora o seu plantio sofra restrições em virtude de fatores climáticos, como temperatura e precipitação, possui ainda grande expressão econômica e elevado alcance social (MATIAS, 2009).

Além de ser a segunda fruta em produção, perdendo apenas para a laranja, a banana é a mais consumida no Brasil, e na forma *in natura*, o equivalente a 30 quilos por habitante ao ano. Estimativas de que 95% da safra permanecem no país. O restante é exportado, principalmente para o Reino Unido, Argentina, Itália, Holanda e Alemanha, respectivamente (AGRIANUAL, 2012).

A banana é considerada mundialmente um importante alimento, em razão da sua composição química e conteúdo em vitaminas e minerais, principalmente potássio, destacando-se dentre as frutas tropicais como a mais consumida, tanto pela sua praticidade e versatilidade em termos de consumo (processada, frita, cozida, *in natura*) quanto pelas suas características de sabor e aroma (DONATO et al., 2006). Além de apresentar baixos teores calóricos e de gordura, sendo, dessa forma, indispensável para a complementação alimentar (SIQUEIRA, 2008).

O Brasil é o quinto maior produtor no mundo, responsável por 6,8% do volume produzido, sendo superado pela Índia, China, Filipinas e Equador, com valores de 27,7; 9,7; 8,6 e 6,9%, respectivamente. Na safra 2012, a área colhida foi de 481.12 mil hectares e produção de 6,90 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2011).

No nosso país existem diversas variedades de cultivares de banana, sendo que as mais consumidas e difundidas são a Prata, Pacovan, Maçã, e a Terra, cuja qual é comumente consumida cozida (SARMENTO, 2012). A bananeira do cultivar Prata (*Musa sp.*, subgrupo Prata) é cultivada em quase todo o território brasileiro, apresenta grande importância no mercado interno, principalmente no consumo *in natura* (AGRIANUAL, 2012).

Entretanto, os danos mecânicos são os principais responsáveis por perdas na pós-colheita dos frutos (DADZIE; ORCHARD, 1997), podendo ocorrer em qualquer etapa do manuseio (MAIA et al., 2008; COSTA et al., 2010), causa aumento na perda de massa, devido à elevada transpiração (AGUILA et al., 2007), amadurecimento mais acelerado (GODOY et al., 2010), escurecimento da polpa no local do dano (HENDGES et al., 2011), alterações no sabor, aroma e textura (DADZIE; ORCHARD, 1997; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Dentre os parâmetros químicos mais utilizados para avaliar a qualidade pós-colheita da banana estão, o pH, acidez titulável, sólidos solúveis, relação entre sólidos solúveis ou índice de maturação

(IM), açúcares redutores, açúcares totais, substâncias pécnicas e teor de amido (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

### 3.1.2 Fisiologia dos frutos

A banana é um fruto climatérico que passa por quatro fases de desenvolvimento: crescimento, maturação, amadurecimento e senescência. O crescimento é marcado por um período de rápida divisão e alongamento celular. A maturação é caracterizada por mudanças físicas e químicas que afetam a qualidade sensorial do fruto. A maturação sobrepõe à parte do estágio de crescimento e culmina com o amadurecimento do fruto, período no qual o fruto se torna apto para o consumo, em virtude de alterações desejáveis na aparência, no sabor, no aroma e na textura (MATSUURA; FOLEGATTI, 2001).

A qualidade do fruto depende do estágio de maturação, o qual influencia diretamente na sua vida útil pós-colheita. É fundamental o conhecimento dos fatores que interferem na fisiologia do amadurecimento, sendo essencial na elaboração de estratégias pós-colheita a fim de que se preserve a qualidade dos frutos e minimizem-se perdas. Tendo em vista que a banana possui uma característica relevante entre as frutas climatéricas, isto é, possui larga faixa de maturidade fisiológica, isto permite ser colhida e induzida a maturação com excelente qualidade, fator este que contribuiu para que se tornasse rotineira a prática de maturação comercial (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

No período de amadurecimento da banana ocorrem várias transformações físicas, físico-químicas e químicas, importantes para monitorar o processo de amadurecimentos dos frutos e caracterizar os estágios de maturação: a firmeza diminui, seguida por uma mudança na coloração da casca devido à degradação da clorofila e à síntese de carotenoides. (LICHTENTHALER, 1987).

O teor de sólidos solúveis aumenta, atingindo valores de até 27%; a acidez normalmente cresce até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, logo depois decresce, predominando o ácido málico. O amido é degradado rapidamente, com o acúmulo de açúcares. A adstringência, representada pela presença de taninos, diminui à medida que o fruto vai amadurecendo, podendo também variar com a época de colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em poucos frutos, a exemplo da banana aproximadamente 20 a 25% do peso fresco é amido, que permanece alto durante o amadurecimento, porém degrada-se com a evolução da maturação, geralmente os teores de açúcares redutores situam-se em torno de 1% a 2%. Entretanto, esses teores podem variar conforme o cultivar (MOTA, 1997).

O aroma característico da banana também se intensifica com o amadurecimento, sendo um importante colaborador para a qualidade dos frutos que influencia na aceitabilidade do consumidor, produzem durante o amadurecimento substâncias voláteis importantes para o aroma, tais como: ésteres, álcoois, aldeídos, cetonas, amins e fenóis; sendo principalmente os ésteres o grupo de

substâncias voláteis mais importantes que contribuem para o odor característico da fruta (MORTON; MACLEOD, 1990).

O uso da refrigeração em frutos e hortaliças com alta atividade respiratória é essencial para melhor conservação e manutenção da qualidade, e quando se deseja alcançar mercados distantes do centro de produção. A temperatura de armazenamento é o fator ambiental mais importante, não só do ponto de vista comercial, como também para controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Devido ao seu curto período de conservação, depois de iniciados os processos referentes ao amadurecimento, técnicas que visem o controle da fase pré-climatérica têm sido estudadas e aperfeiçoadas com o objetivo de prolongar vida pós-colheita, resguardando-se a manutenção de seus atributos desejáveis (ÁLVARES, et al., 2003).

### 3.3 REVESTIMENTO

Revestimentos são definidos como estruturas para envolver produtos. São considerados biodegradáveis, quando completamente degradados por microrganismos. São compostos por materiais de fina espessura, preparados a partir de macromoléculas biológicas, que agem como barreira a elementos externos (umidade, gases e óleos), protege os produtos e aumenta sua vida útil. Adicionalmente, podem carrear compostos antimicrobianos e antioxidantes, sendo denominados revestimentos ativos (KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997).

A aplicação de revestimento fornece ao alimento uma atuação funcional de preservar a textura, reduz os fenômenos de transporte superficial, principalmente à troca de gases, e o ganho ou a perda excessiva de água, porém não substitui o emprego de materiais convencionais de embalagens (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Na literatura, os termos recobrimento e película (filme), são empregados frequentemente como sinônimos, mas estritamente considera-se película comestível quando a mesma é pré-formada antes da sua aplicação, podendo ser utilizada para conter ou separar superfícies distintas (interfoliar fatias de queijo, por exemplo). Por outro lado, o recobrimento comestível se forma diretamente sobre a superfície do alimento, sendo considerada parte integrante do produto final (PAN; CABALLERO, 2011).

As bases de revestimentos comestíveis são derivadas dos biopolímeros, como polissacarídeos, proteínas e lipídeos, derivados de diversas fontes naturais (VILLADIEGO et al. 2005).

O amido é considerado a matéria-prima mais propícia na elaboração de filmes, graças à sua capacidade de formar uma matriz apropriada, além do seu baixo custo, disponibilidade e produção a partir de fontes renováveis. As macromoléculas de polissacarídeos como o amido são estruturas

compostas pela interação da amilose e amilopectina. Dentre estes dois biopolímeros, a amilose tem sido mais associada com a capacidade para formar filmes e coberturas, devido à sua natureza linear. Um filme pode ser feito de qualquer tipo de amido que contém amilose, quando preparado nas condições requeridas para a formação de filmes (KRAMER, 2009).

Filmes obtidos a partir dessas matérias-primas são econômicos, devido ao seu baixo custo e também por serem biodegradáveis. Ainda apresentam outras vantagens, como ser consumido em conjunto com o produto, reterem compostos aromáticos, carrear aditivos alimentícios ou componentes com atividades antimicrobiana e/ou antioxidante (PRANOTTO et al., 2005).

O aquecimento contínuo dos grânulos de amido, em excesso de água, resulta em inchaço dos grânulos, lixiviação de compostos solúveis (principalmente amilose) e, ruptura total dos grânulos, principalmente com a aplicação de forças de cisalhamento. Esses fenômenos resultam na formação de uma pasta de amido, constituída de uma fase contínua de amilose solubilizada e/ou moléculas de amilopectina, e uma fase descontínua de grânulos remanescentes (FENNEMA et al., 2010).

Na elaboração de revestimento se faz necessário à adição de plastificantes para melhorar a flexibilidade, os polióis (glicerol, sorbitol, eritritol) são os mais usados para filmes com polissacarídeos, aprimora sua flexibilidade pela redução das interações polímero-polímero (HORN, 2012). O glicerol destaca-se como um dos agentes plastificante mais empregado na composição de soluções filmogênicas, devido a sua estabilidade e compatibilidade com as cadeias biopoliméricas dos revestimentos (CHILLO et al., 2008).

Ribeiro et al. (2009) avaliaram a aplicação de revestimento em manga Tommy Atkins na qualidade da fruta inteira, após a aplicação de revestimentos com diferentes concentrações de dextrina associadas ou não a fonte lipídica. Foi constatado que o uso dos revestimentos pode reduziu a perda de massa das frutas, sendo que a concentração de 2% contendo óleo de girassol atrasou a maturação. Houve diminuição da perda de firmeza e da degradação de ácidos orgânicos, atraso no aumento do teor de substâncias pécticas e preservação da aparência, formando uma película uniforme a olho nu.

### **3.3.1 Fécula de mandioca**

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é produzida em todo o território brasileiro, representa uma importante fonte de amido, além de ser abundante e custo relativamente baixo (GARCIA et al., 2010). O Brasil, no ano de 2011 produziu 26.285.837 toneladas, sendo que a Paraíba produziu 229.636 T (AGRIANUAL, 2012).

A obtenção da película de mandioca baseia-se no princípio da gelatinização do amido, que ocorre acima de 70°C, com diluição em água. Ao resfriar, a mistura transforma-se em uma película transparente e resistentes, devido às suas propriedades de retrogradação. Ressalta-se que, a película

de fécula de mandioca representa uma alternativa potencial na conservação pós-colheita de frutas, hortaliças e flores (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Amplamente utilizado em alimentos e outras matérias-primas industriais por ter propriedades superiores aos amidos de cereais, a exemplo dos amidos de milho e trigo (KIM et al., 2014). Tendo em vista, ser o polissacarídeo mais importante usado na formulação de películas biodegradáveis e revestimentos comestíveis (FLORES et al., 2007),

A aplicação de revestimentos de fécula de mandioca sobre frutos funciona como uma barreira à perda de água e a liberação de CO<sup>2</sup> pelo aumento da espessura de cutícula (OLIVEIRA, 2000). Melhora os atributos sensoriais, mantendo o teor de sólidos solúveis, a acidez titulável e o teor de ácido ascórbico (CHIEN et al., 2007).

### 3.4 ÓLEOS ESSENCIAIS

No Brasil, os óleos essenciais (OEs) e extratos estão inclusos na classe de aditivos como aromatizantes naturais. No entanto, excluem-se do regulamento da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), as matérias de origem vegetal ou animal que possuam propriedades aromatizantes intrínsecas, quando não são utilizadas exclusivamente como fonte de aromas (ANVISA, 2010).

Os óleos essenciais são aromáticos, líquidos, oleosos, obtidos a partir de material vegetal, são geralmente mistura de vários componentes. O aroma inerente e a atividade antimicrobiana de OEs são relacionados normalmente com a estrutura química dos seus componentes, à concentração em que estão presentes e às interações entre eles (AVILA- SOSA et al., 2012).

Reconhecidos e utilizados na preservação de alimentos há muitos séculos, os óleos essenciais extraídos de plantas e especiarias são utilizados até hoje pela medicina alternativa na Índia. Os primeiros estudos datam de 1880, onde o uso do óleo de canela foi eficiente contra esporos do *Bacillus anthracis* (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010).

Filmes comestíveis associados a óleos essenciais podem diminuir a difusão do produto antimicrobiano uma vez que o óleo essencial passa a fazer parte da estrutura química do filme e interage com o polímero e o plastificante. A liberação do agente antimicrobiano da película comestível depende de muitos fatores, incluindo as interações eletrostáticas entre ele e as cadeias de polímeros, osmose, alterações estruturais induzidas pela presença de antimicrobianos em condições ambiente (AVILA-SOSA et al., 2010).

Inúmeros estudos relacionam a atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de plantas e seus constituintes contra patógenos de origem alimentar. Pesquisas abordam a incorporação dos óleos essenciais em películas comestíveis, tornando-as um meio eficaz de controle de microrganismos patogênicos e deteriorantes, resultando em melhorias na segurança alimentar, como também aumento

na vida de prateleira de produtos (DU et al., 2011). Xing et al. (2011) afirma que a adição de agentes antimicrobianos, tais como os óleos essenciais, a recobrimentos comestíveis pode estender a vida útil pós-colheita de frutas e hortaliças.

O principal benefício da incorporação de óleos essenciais em matrizes poliméricas é que a taxa de difusão do agente antimicrobiano é constante, mantendo desse modo as altas concentrações de compostos ativos na superfície do produto, onde a contaminação é prevalente, por períodos de tempo prolongados. Com isso, o processo torna-se mais eficaz em reduzir os níveis de microrganismos do que quando aplicado diretamente na superfície do produto através de uma solução de pulverização (SÁNCHEZ-GONZÁLEZ et al., 2011).

As embalagens antimicrobianas possuem o intuito de potencializar as funções da embalagem convencional, ou seja, garantir a segurança do alimento, mantendo sua qualidade e, conseqüentemente, estendendo a sua vida útil. Também podem ser classificadas em dois tipos: aquelas em que o agente antimicrobiano migra para a superfície do alimento e aquelas em que a própria embalagem é efetiva no controle do crescimento microbiano (SARANTÓPOULOS; DANTAS, 2012).

Rojas (2010), avaliou o efeito da incorporação de óleos essenciais nas propriedades mecânicas de revestimento de zeína, o autor verificou que à medida que a concentração de óleos essenciais aumentava, as películas apresentavam uma menor tensão máxima de ruptura e um aumento nos valores de alongação. De um modo geral, uma quantidade maior de óleos essenciais no filme, age como um plastificante, proporcionando maior mobilidade entre as cadeias poliméricas.

### 3.4.1 Óleo essencial de citronela

O óleo essencial de citronela é obtido a partir do capim de citronela que pertence ao gênero *Cymbopogon*, inclui cerca de 140 espécies e é amplamente distribuída em regiões de clima semitemperado a tropical em todo o mundo. Duas espécies principais de citronela são conhecidas e têm uso industrial na área farmacêutica, cosmética e de perfumaria: *C. nardus* (Citronela do Ceilão) e *C. winterianus* (Citronela de Java) (SHASANY et al., 2000) . Dentre suas atividades biológicas, destacam-se a ação repelente de insetos (NERIO et al. 2010) , apresentando atividade contra larvas do mosquito *Aedes aegypti* (MENDONÇA, et al. 2005) e atividade antimicrobiana (DUARTE et al. 2017; OLIVEIRA et al. 2011).

Andrade et al. (2012) estudou a composição química de óleos essenciais, dentre eles, o óleo de citronela (*Cymbopogon nardus*), foram identificados 17 constituintes presentes, sendo os componentes majoritários citronelal (47,12%), geraniol (18,56%), e citronelol (11,07%), também foi diagnosticado presença de atividade antioxidante. Cruz et al. (2015) , identificou no óleo de *C. winterianus* os componentes geraniol (28,62%), citronelol (23,62%) e neral (17,10%) como sendo estes os principais, corrobora a existência de compostos com ação fungicida presentes no referido óleo.

Logo, o óleo essencial de citronela é utilizado como inibidor de crescimento da bactéria fitopatogênica, como também na inibição micelial do fungo, sob condições *in vitro* (Santos et al., 2007). Costa et al. (2008) aplicaram o óleo essencial de citronela no controle da bactéria fitopatogênica *Erwinia carotovora*, os autores verificaram que o mesmo promoveu redução do halo de crescimento da bactéria superior ao obtido com o uso de tetraciclina.

### 3.4.2 Óleo essencial de cravo-da-índia

O cravo-da-índia (*Eugenia Caryophyllata*) é uma planta de porte arbóreo, de ciclo perene e que atinge cerca de doze metros de altura. A copa é bem verde, de formato piramidal. As folhas são semelhantes às do louro, ovais, opostas e de coloração verde brilhante, com numerosas glândulas de óleo visíveis contra a luz. As flores são pequenas, branco amareladas, agrupadas em cachos terminais. O fruto é do tipo baga e de formato alongado, suculentos, vermelhos e comestíveis. Os cravos-da-índia usados na culinária são, na realidade, os botões florais (ainda não abertos) desta árvore (MARTINS et al., 1998).

O óleo de cravo é um fluido amarelado obtido por destilação a vapor dos botões secos do cravo, apresentando forte odor e gosto acentuado (ÖZTÜRK; ÖZBEK, 2005). São coletados duas vezes por ano, nos meses de outubro e fevereiro, quando mudam sua coloração do verde para vermelho. São secos com cuidado e separados de seus pedúnculos (SINGH et al., 2012).

Machado (2011) identificou componentes químicos em óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) sendo: eugenol (83,63%),  $\beta$ -cariofileno (12,39%), alfa-humuleno (3,05%) e eugenil acetato (0,93%). O OE apresenta como substância majoritária o eugenol, responsável pela atividade analgésica, anti-inflamatória e antioxidante (Oliveira et al., 2009). De acordo com Scherer et al (2009), o referido óleo apresentou acentuada atividade antimicrobiana, quando testado para os microorganismos *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella Enteritidis*, *Listeria monocytogenes* (diminuindo significativamente a taxa de crescimento) e *Staphylococcus epidermidis*.

Devido a essas atividades antimicrobianas o óleo essencial do cravo pode ser utilizado como um potente conservante de alimentos (BURT, 2004; TRAJANO et al., 2009). De acordo com Silvestri et al (2010), embora haja diversos trabalhos com extratos de cravo-da-índia, existe uma lacuna na literatura em relação à avaliação do potencial antimicrobiano e antioxidante desse óleo essencial, visando ao seu aproveitamento na indústria alimentícia.

Ugalde (2014) elaborou revestimentos ativos com incorporação de óleos essenciais em bases de amido de milho, quitosana e acetato de celulose, adicionando diferentes concentrações dos óleos essenciais, dentre os resultados o autor relata que os OEs de orégano e cravo-da-índia, evidenciaram

potencial antibacteriano e antioxidante, justificado pelos seus compostos voláteis majoritários, constituindo-os como uma opção de aditivos naturais a serem empregados em embalagens bioativas.

De acordo com resultados relatados por Serpa et al. (2014), revestimentos à base de fécula de mandioca preparados com óleo de cravo e canela aplicados em mangas “Palmer” foram eficientes na redução de fitopatógenos durante o armazenamento.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ELABORAÇÃO DO EXPERIMENTO

As bananas foram obtidas no comércio local de Pombal/PB. No ato da aquisição foram priorizadas amostras com estágio de maturação dois (casca verde com traços amarelos) de acordo com as Normas de Classificação de Banana (PBMH e PIF, 2006), que estabelece as seguintes notas: totalmente verde (um); verde com traços amarelos (dois); mais verde que amarelo (três); mais amarelo que verde (quatro); amarelo com pontas verdes (cinco); totalmente amarelo (seis); amarelo com pintas marrons (sete).

As amostras foram encaminhadas ao Centro Vocacional Tecnológico (CVT), unidade do Centro de Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal - PB, local onde o experimento foi executado.

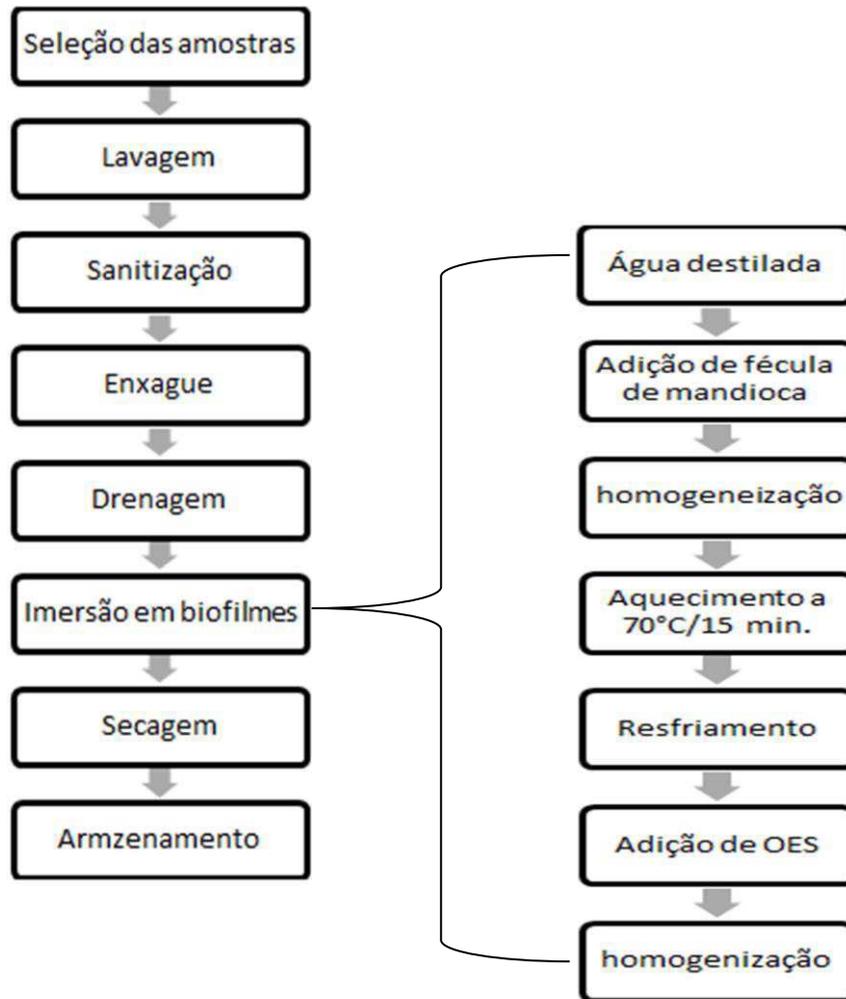
As bananas passaram por uma pré-seleção para que fossem separados frutos injuriados, logo, ocorreu à lavagem, sanitização em solução de hipoclorito de sódio a 150 (ppm) por imersão de 15 minutos, enxague e drenagem, deste modo, os frutos ficaram aptos a serem imersos nas soluções de revestimento.

O revestimento foi elaborado a partir da dissolução da fécula de mandioca em água destilada aquecida a 70°C por 15 minutos até que ocorresse a total gelatinização do amido, após esfriar foi adicionado óleo essencial de citronela e óleo do cravo-da-índia nas devidas concentrações, os frutos foram imersos na solução por um minuto, em seguida deixados em repouso até secar por completo. Os óleos essenciais foram dissolvidos em uma solução de detergente neutro (0,1%) e glicerina (5%) estes agentes possuem a função de melhorar a dissolução e conferir plasticidade ao revestimento.

Os óleos essenciais foram adquiridos na Empresa Oficina de Ervas Farmácia de Manipulação LTDA- EPP localizada na cidade de Ribeirão Preto, SP.

A metodologia empregada foi de acordo com Azerêdo (2013) adaptado, conforme descrito no fluxograma.

Figura 1 – Fluxograma das etapas de preparação das amostras, elaboração e aplicação de revestimento.



Fonte: adaptado de Azerêdo (2013)

As amostras foram armazenadas à temperatura ambiente ( $\approx 35^{\circ}\text{C}$ ) e refrigeração ( $16^{\circ}\text{C}$ ). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o limite máximo de temperatura suportável em Banana é de  $11^{\circ}\text{C}$ , temperaturas inferiores causam injúrias na casca da fruta, justificando-se assim a escolha de  $16^{\circ}\text{C}$  para armazenamento refrigerado.

Os tratamentos foram submetidos a avaliações físicas físico-químicas e microbiológicas as quais foram realizadas em três tempos no intervalo de 12 dias, com exceção dos parâmetros cinzas, lipídios e proteínas que foram analisadas no início e fim de armazenamento além da biometria que foi realizada apenas no início do experimento.

Foram analisadas amostras controle (T0, sem recobrimento), tratamentos com fécula de mandioca a 3,0% (T1), tratamentos com fécula (3,0%), associados a óleos essenciais de cravo-da-índia e citronela nas concentrações 0,5, 1,0%, 1,5% cada (T2, T3, T4, T5, T6, T7) respectivamente, totalizando oito ensaios armazenados em diferentes temperaturas (16°C e ≈35°C). Conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos armazenamentos a diferentes temperaturas (16°C e ≈35°C)

Tratamentos	Fécula de Mandioca	OEs Cravo-da-índia	OEs Citronela
T0	–	–	–
T1	3,0 %	–	–
T2	3,0 %	0,5 %	–
T3	3,0 %	1,0 %	–
T4	3,0 %	1,5 %	–
T5	3,0 %	–	0,5 %
T6	3,0 %	–	1,0 %
T7	3,0 %	–	1,5 %

Fonte: própria autoria

As análises se iniciaram no dia seguinte a realização do experimento com a caracterização físico-química dos tratamentos, monitoramento da qualidade pós-colheita das Bananas Prata e avaliações microbiológicas.

#### 4.2 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DOS TRATAMENTOS

- **Biometria**

Foi estimada através de medição do comprimento (cm) e diâmetro (mm) médio das amostras com a utilização de um paquímetro, com resultados expressos em cm e mm.

- **Proteínas**

O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl modificado, com digestão das amostras, seguida de destilação, os valores de nitrogênio titulados foram multiplicados pelo fator de conversão 6,25 para obtenção dos valores equivalentes de proteína descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Cálculo:

$$\text{protídios \% (m/m)} = V \times 0,1 \times F / P$$

Onde:

V = volume de ácido clorídrico

P = n° de g da amostra

F = fator de conversão (6,25)

- **Lipídios**

Foram pesados 1,5g da amostra em cartucho feito com papel filtro. O cartucho foi depositado no aparelho extrator tipo Soxhlet e acoplado ao balão de fundo chato previamente tarado a 105°C. Adiciona-se Hexano (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>) em quantidade suficiente para um Soxhlet e meio. As amostras ficaram sob aquecimento para extração contínua durante seis horas. Em seguida recuperou-se o Hexano do aparelho e continuou a destilação até redução total do volume de Hexano no balão, logo depois o balão com o resíduo extraído foi para estufa a 105°C, mantendo-o por cerca de uma hora. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente seguida de pesagem. Esta operação repetiram-se a cada 30 minutos até obtenção de peso constante conforme metodologia descrita por Adolfo Luts (2008).

Cálculo:

$$100 \times \frac{N}{P} = \text{lípídios ou extrato etéreo por cento } m/m$$

Onde:

N = Numero de g de lipídios;

P = n de g d amostra.

- **Cinzas**

Foram pesadas 5 g da amostra em um cadinho, previamente aquecido em estufa a 105°C, resfriar em dessecador até a temperatura ambiente. As amostras foram e incinerada em forno mufla até atingir temperatura de 550°C e completa eliminação do carvão. Em seguida as amostras foram transferidas para dessecadores durante 15 minutos até atingir temperatura ambiente para posterior pesagem, repetiram-se as operações de aquecimento e resfriamento até peso constante da amostra (ADOLFO LUTS, 2008).

Cálculo:

$$100 \times \frac{N}{P} = \text{cinzas por cento } m/m$$

Onde:

N = n° de g de cinzas

P = n° de g da amostra

#### 4.3 ANÁLISES DE MONITORAMENTO PÓS-COLHEITA

- **Perda de massa fresca**

Foi obtida pela diferença entre a massa inicial das bananas e os valores obtidos a cada avaliação através de pesagem dos frutos em balança analítica de precisão com resultados expressos em porcentagem (%) (OLIVEIRA, 2010a).

- **Umidade**

Em uma cápsula de porcelana previamente tarada pesou-se 5g da amostra, a qual foi aquecida diretamente em estufa a 105°C durante 3 horas, resfriou em dessecador até a temperatura ambiente seguida de pesagem da amostra, esta operação foi repetida até obtenção de peso constante da amostra (ADOLFO LUTS, 2008).

Calculo:

$$100 \times \frac{N}{P} = \text{umidade ou substância voláteo a } 105/m^{\circ}C \text{ por cento } m/m$$

Onde:

N = n° de gramas de umidade (perda de massa em g)

P = n° de gramas da amostra

- **Acidez Total Titulável (ATT)**

Seguiu-se a norma de determinação do Instituto Adolfo Lutz (2008), por meio de titulação da amostra com solução de hidróxido de sódio 0,1N, na presença do indicador fenolftaleína, com resultados expressos em g de ácido málico/100 g de polpa.

Cálculo:

$$\% \text{ Ácido Málico} = V \times F \times MP \times 10 \times P \times n$$

Onde:

V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio

P = massa da amostra em g ou volume pipetado em mL

PM = peso molecular do ácido correspondente em g (134 Ácido Málico)

n = número de hidrogênios ionizável correspondente (2)

F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

- **Açúcares Totais (AT)**

Determinou-se pelo método de Antrona Yemm; Willis (1954). Preparo de solução antrona (pesou-se 0,2 g de antrona com diluição em ácido sulfúrico completando o volume para 100 ml em balão volumétrico com armazenamento em frasco âmbar sob refrigeração). Preparo da solução mãe de glicose (em um balão volumétrico dissolver 0,1 g de glicose em 1000 ml de água destilada). Adicionou-se a solução de glicose, água e depois a antrona em tubos de ensaio sob banho de gelo, seguido de homogeneização e aquecidas em banho-maria a 100°C durante três minutos, após esfriar foi feita a leitura a 620 nm em espectrofotômetro. Com os resultados obtidos inserir as concentrações de glicose no eixo “x” e as respectivas absorbâncias no eixo “y” utilizando planilha do Excel para encontrar a equação da reta.

$$y = ax + b$$

Onde:

x = concentração de glicose (µ/ml)

y = absorbância correspondente à concentração de glicose

Para cada amostra pesar 0,5 g e diluir em 100 ml de água destilada, aferindo-se os intervalos da curva padrão.

- **Açúcares Redutores (AR)**

Determinou-se pelo método ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS) de acordo com Miller (1959), com preparação de solução de hidróxido de sódio 2M (1,6 g diluiu-se em água destilada completando o volume para 20 ml), adicionou-se a solução “a” (1,0 g de DNS e 20 ml de hidróxido de sódio 2M) e solução “b” (30 g de tartarato duplo de sódio e potássio em 50 ml de água destilada em constante aquecimento e agitação). Prepara solução mãe de glicose (0,25 g de glicose dissolvida em água destilada com aferição do volume de 250 ml em balão volumétrico). Adicionou-se a solução de glicose, água e o DNS em tubo de ensaio que foram homogeneizados e coloca-los em banho-maria a 100°C durante 15 minutos, em seguida foram resfriados e acrescentou-se 0,4 ml de água destilada para posterior leitura a 540 nm em espectrofotômetro. Os resultados obtidos na leitura foram inseridos em planilha do Excel, concentrações de glicose (g/L) no eixo “x” e as respectivas absorbâncias no eixo “y” para obtenção da equação da reta.

$$x = ax + b$$

Onde:

x = concentração (g/L) de glicose

y = absorbância correspondente a concentração (g/L) de glicose.

Para cada amostra pesar 1,0 g e diluir em “x” volume de água destilada, aferindo-o em balão volumétrico.

#### 4.4 AVALIAÇÕES MICROBIOLÓGICAS

- **Preparação das amostras**

Assepticamente pesou-se  $25 \pm 0,2$ g da amostra, colhida de vários pontos (superfície e profundidade), adicionou-se 225 mL de água peptonada 0,1%, estéril, seguida de homogeneização em aparelho agitador, obtendo-se a primeira diluição ( $10^{-1}$ ). Para preparação da segunda diluição ( $10^{-2}$ ), transferir assepticamente 1 ml da primeira diluição ( $10^{-1}$ ) para 9 ml de diluente (água peptonada 0,1%) e homogeneizados em agitador “vortex”, para obtenção de diluições subsequentes procede-se de forma similar (SILVA, et al. 2010).

- **Coliformes 30°C e 45°C**

Três alíquotas de três diluições da amostra foram incubadas em uma série de três tubos de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) por diluição, após 24-48h de incubação a 35°C, a ocorrência de formação de gás é considerada suspeita (presuntiva) da presença de coliformes. Para confirmação dos Coliformes totais foi transferido uma alçada de cada tubo suspeito (LST) para tubos de Caldo Verde brilhante Bile 2% (VB), em caso de resultado positivo para coliformes a 35°C novamente uma alçada do caldo verde brilhante é transferido para Caldo seletivo *E. Coli* (EC). O crescimento com produção de gás nos tubos de VB após 24-48h de incubação a 35°C é considerado confirmativo para coliformes totais em quanto que crescimento e produção de gás em tubos EC, após 48h de incubação a 45°C é considerado confirmativo da presença de Coliformes Termotolerantes (SILVA et al., 2010).

- **Bolores e leveduras**

Foi Inoculado em duplicata 1 ml das diluições selecionadas ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) sobre a superfície seca de ágar batata glicose 2% (PCA) acidificado, pH a 3,5. Com o auxílio de alça de Drigalski, espalhou-se o inco cuidadosamente por toda a superfície do meio, até sua completa absorção. As placas foram incubadas a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  em estufa durante cinco dias. Foram selecionadas para a leitura placas que contivessem entre 15 e 150 colônias, os resultados serão expressos em UFC/g (SILVA et al, 2010).

- ***Salmonella sp.***

Pesados 25g da amostra adicionou-se 225 ml de Caldo Lactosado (CL), após a homogeneização foram incubados por 18h a temperatura de 36°C (Pré-enriquecimento não seletivo). Transferiu-se assepticamente, da mistura pré-enriquecida, alíquotas de 1ml para tubos contendo 10 ml de Caldo Tetrionato, e tubo contendo 10 ml de Caldo Rappaport-Vasiliadis Modificado (RV). Incubar ambos os caldos em estufa a  $41 \pm 0,5^\circ\text{C}$  por 24 horas. O Isolamento seletivo foi realizado semeando através de

estrias os meios sólidos seletivos, Ágar Rambach e Incubação das placas a  $36\pm 1^\circ\text{C}$  por 24 horas. Em Ágar Rambacch as colônias típicas apresentam-se na cor vermelha (SILVA et al 2010).

#### 4.5 ANÁLISES ESTÁTISTICAS

No experimento foi empregado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com oito tratamentos armazenados em duas diferentes temperaturas totalizando 16 ensaios (8 x 2), as amostras foram avaliadas em três etapas, cada parcela possuía quatro unidades de bananas para cada etapa. Os valores obtidos para cada parâmetro avaliado foram submetidos a análises estatísticas com aplicação de Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando o software *Assistat* versão 7.7. beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DOS TRATAMENTOS

- **Biometria**

Foi realizada a medição de circunferência e comprimento em 48 unidades de Banana Prata antes da aplicação do revestimento, as amostras possuíam tamanho visivelmente semelhante sendo que a parcela avaliada representava de forma significativa as bananas utilizadas na pesquisa.

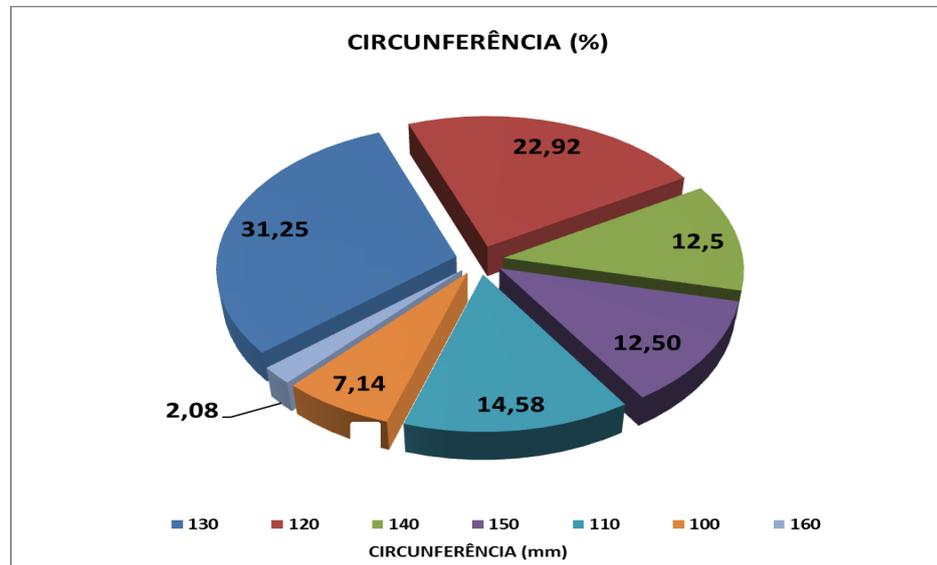
Tabela 2 – Valores médios de biometria em Banana Prata

Medidas	Biometria	
	Circunferência (mm)	Comprimento (cm)
Mínimo	100	15
Média	130	17,20
Máximo	150	21
Desvio Padrão	21,60	1,19

As bananas avaliadas obtiveram média de 130 (mm) de circunferência, sendo que o valor mínimo foi 100 (mm), enquanto que o valor máximo observado de circunferência foi de 150 (mm). No entanto, 7,14% das amostras mediram 100 (mm) e apenas 2,08% das amostras mediam 150 (mm).

A média do comprimento foi de 17,20 (cm) com valores máximos e mínimos 21 e 15 (cm) respectivamente, para este parâmetro nota-se que a faixa de variação oscilou pouco, uma vez que o desvio padrão foi bem mais baixo do valor obtido para circunferência, sendo que apenas 8,33% possuíam valores de 17,90 e 15 (cm), por outro lado, 29,12% possuem valores distintos que representam cerca de 2,08 % para cada variação de valor medido, conforme pode-se observar nas figuras 2 e 3.

Figura 2 – Percentuais médios de circunferência (mm) em Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$



Fonte: própria autoria

Na figura 2, estão apresentados os valores de medição de circunferência e suas respectivas porcentagens obtidas. Os valores obtidos neste trabalho situa-se abaixo dos relatados por Álvares et al., (2003) quando avaliou Bananas do cultivar Prata, obteve o número de aproximadamente, 32 (mm) de diâmetro.



- **Cinzas**

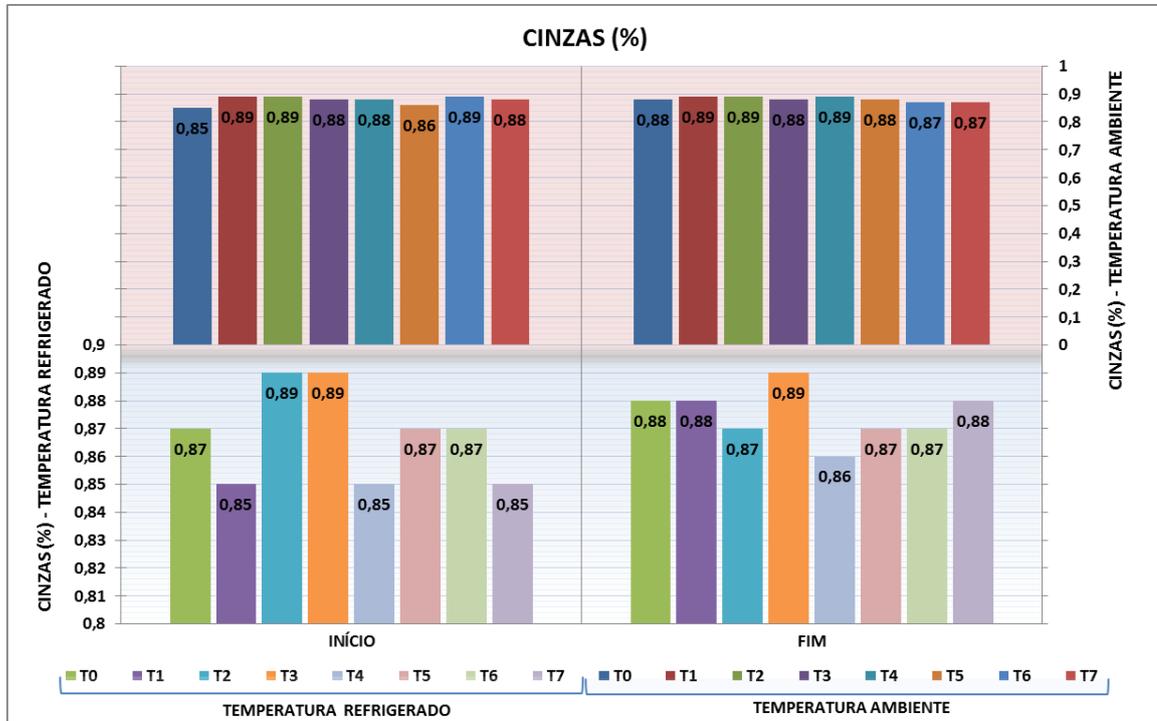
Tabela 3 – Valores médios para determinação de cinzas em Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$

Tratamentos	Cinzas %	
	Início	Fim
T0 (TA)	$0,85 \pm 0,01$ a	$0,88 \pm 0,03$ a
T1 (TA)	$0,89 \pm 0,45$ a	$0,88 \pm 0,01$ a
T2 (TA)	$0,89 \pm 0,26$ a	$0,87 \pm 0,02$ a
T3 (TA)	$0,88 \pm 0,16$ a	$0,89 \pm 0,09$ a
T4 (TA)	$0,88 \pm 0,17$ a	$0,86 \pm 0,03$ a
T5 (TA)	$0,86 \pm 0,05$ a	$0,87 \pm 0,02$ a
T6 (TA)	$0,89 \pm 0,05$ a	$0,87 \pm 0,01$ a
T7 (TA)	$0,88 \pm 0,01$ a	$0,88 \pm 0,02$ a
T0 (TR)	$0,87 \pm 0,04$ a	$0,88 \pm 0,05$ a
T1 (TR)	$0,85 \pm 0,13$ a	$0,89 \pm 0,03$ a
T2 (TR)	$0,89 \pm 0,06$ a	$0,89 \pm 0,04$ a
T3 (TR)	$0,89 \pm 0,07$ a	$0,88 \pm 0,09$ a
T4 (TR)	$0,85 \pm 0,03$ a	$0,89 \pm 0,01$ a
T5 (TR)	$0,87 \pm 0,07$ a	$0,88 \pm 0,07$ a
T6 (TR)	$0,87 \pm 0,04$ a	$0,87 \pm 0,02$ a
T7 (TR)	$0,85 \pm 0,04$ a	$0,87 \pm 0,04$ a

\*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si o nível de 5%

De acordo com a tabela 3, observa-se que, no primeiro dia de armazenamento os valores oscilaram de 0,85% a 0,89% em ambos os armazenamentos, valores similares foram obtidos no último dia de armazenamento (0,86% a 0,89%), desta forma verifica-se que nos dois tempos avaliados não houve diferença estatística quanto os diferentes tratamentos analisados.

Figura 4 – Percentuais médios de cinzas em Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$



\*Colunas superiores, ler valores em escala a direita (TA); Colunas inferiores, ler valores na escala a esquerda (TR)

Na figura 4, pode-se verificar certa proximidade entre os resultados entre todos os tratamentos armazenados em diferentes temperaturas. Os resultados obtidos neste estudo corroboram com NEPA (2011), quando avaliou os teores de cinzas em Banana Prata, Pacovan e Terra, as mesmas apresentaram valores de 0,8%, 0,7% e 0,8% respectivamente.

A determinação do percentual de resíduo inorgânico nos alimentos é definida como um parâmetro de qualidade. Entretanto, em produtos vegetais tem relativamente pouco valor, uma vez que seus componentes minerais são muito variáveis, porém determina a riqueza na composição do alimento (SILVA, 1990).

O teor mineral das frutas pode ser influenciado por práticas agrônomicas e pelas características das espécies, ou seja, o teor de cinzas pode variar de acordo com as características do solo, clima, entre outros fatores (DAMODARAN, et al., 2010).

- **Lipídios**

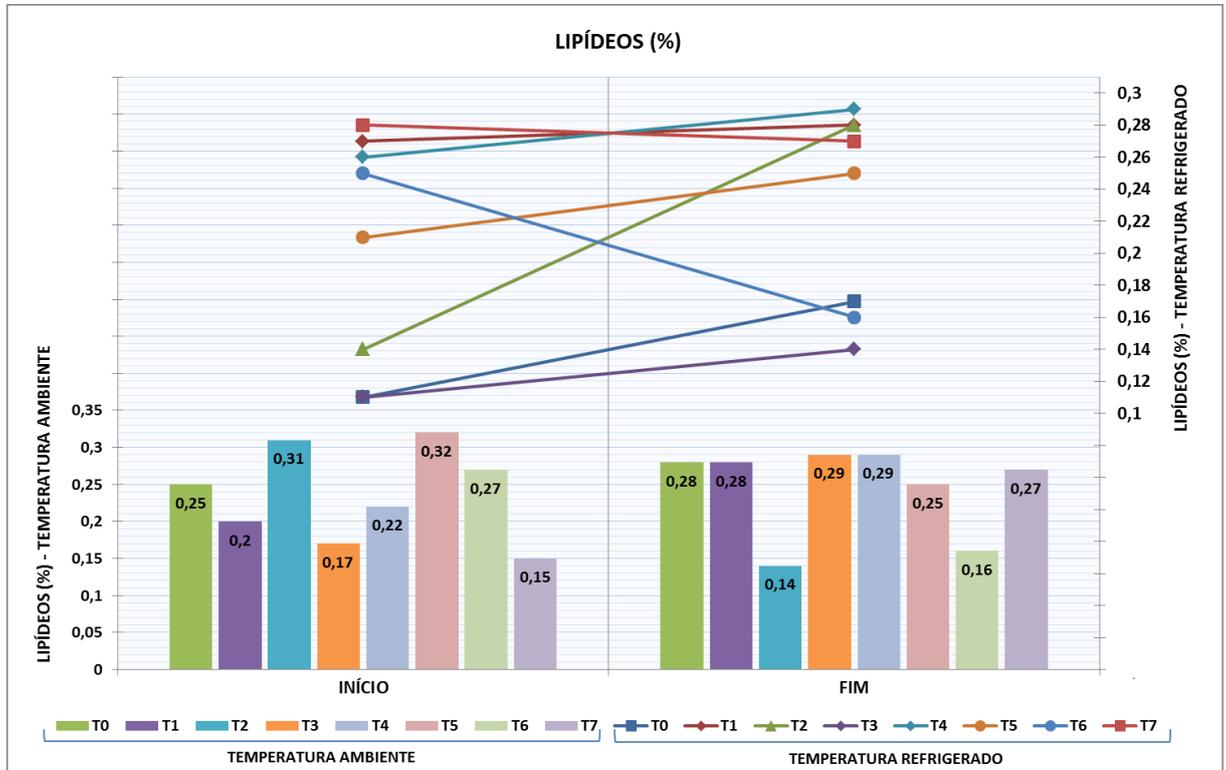
Tabela 4 – Valores médios de lipídios em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$

Tratamentos	Lipídios %	
	Início	Fim
T0 (TA)	$0,25 \pm 0,08$ a	$0,14 \pm 0,02$ a
T1 (TA)	$0,20 \pm 0,10$ a	$0,25 \pm 0,24$ a
T2 (TA)	$0,31 \pm 0,17$ a	$0,24 \pm 0,02$ a
T3 (TA)	$0,17 \pm 0,08$ a	$0,14 \pm 0,07$ a
T4 (TA)	$0,22 \pm 0,27$ a	$0,28 \pm 0,27$ a
T5 (TA)	$0,32 \pm 0,03$ a	$0,20 \pm 0,02$ a
T6 (TA)	$0,27 \pm 0,15$ a	$0,15 \pm 0,12$ a
T7 (TA)	$0,15 \pm 0,05$ a	$0,16 \pm 0,04$ a
T0 (TR)	$0,11 \pm 0,05$ a	$0,17 \pm 0,19$ a
T1 (TR)	$0,27 \pm 0,11$ a	$0,28 \pm 0,30$ a
T2 (TR)	$0,14 \pm 0,04$ a	$0,28 \pm 0,17$ a
T3 (TR)	$0,11 \pm 0,09$ a	$0,14 \pm 0,00$ a
T4 (TR)	$0,26 \pm 0,02$ a	$0,29 \pm 0,09$ a
T5 (TR)	$0,21 \pm 0,28$ a	$0,25 \pm 0,01$ a
T6 (TR)	$0,25 \pm 0,03$ a	$0,16 \pm 0,01$ a
T7 (TR)	$0,28 \pm 0,00$ a	$0,27 \pm 0,18$ a

\*letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5%

De acordo com a tabela 4, pode-se observar que, no primeiro dia de armazenamento os valores oscilaram de 0,11% a 0,32%, armazenados em diferentes temperaturas, valores similares foram obtidos no último dia de armazenamento (0,14% a 0,29%), em ambos os tempos não houve diferença estatística quanto os diversos tratamentos analisados.

Figura 5 – Percentuais médios, de lipídios em Banana Prata armazenada em Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$



\*Colunas (TA) valores na escala a esquerda; linhas (TR) valores na escala a direita

Vale ressaltar que, alguns valores obtidos no estudo ficaram um pouco acima os valores medidos por NEPA (2011), ao estudar a composição centesimal da banana, o mesmo diagnosticou valor 0,1 % de teor de lipídios em Banana Prata, Pacovan e Terra. Como também Oliveira 2007, ao determinar a composição química de banana nanica verificou os valores entre 0,14% a 0,24% entre as amostras em diferentes estádios de maturação.

Os lipídios, além de serem fonte de energia, ajudam na absorção das vitaminas A, D, E e K, de acordo com a composição de ácidos graxos podem colaborar na redução do teor de LDL - colesterol e de triacilgliceróis e no acréscimo do HDL - colesterol (PEREIRA, 2010). Porém, comumente o teor de lipídios encontrado em frutas é muito baixo, não apresentam variações na quantidade desse nutriente, uma vez que frutas e hortaliças não são fontes significativas de lipídios.

- **Proteínas**

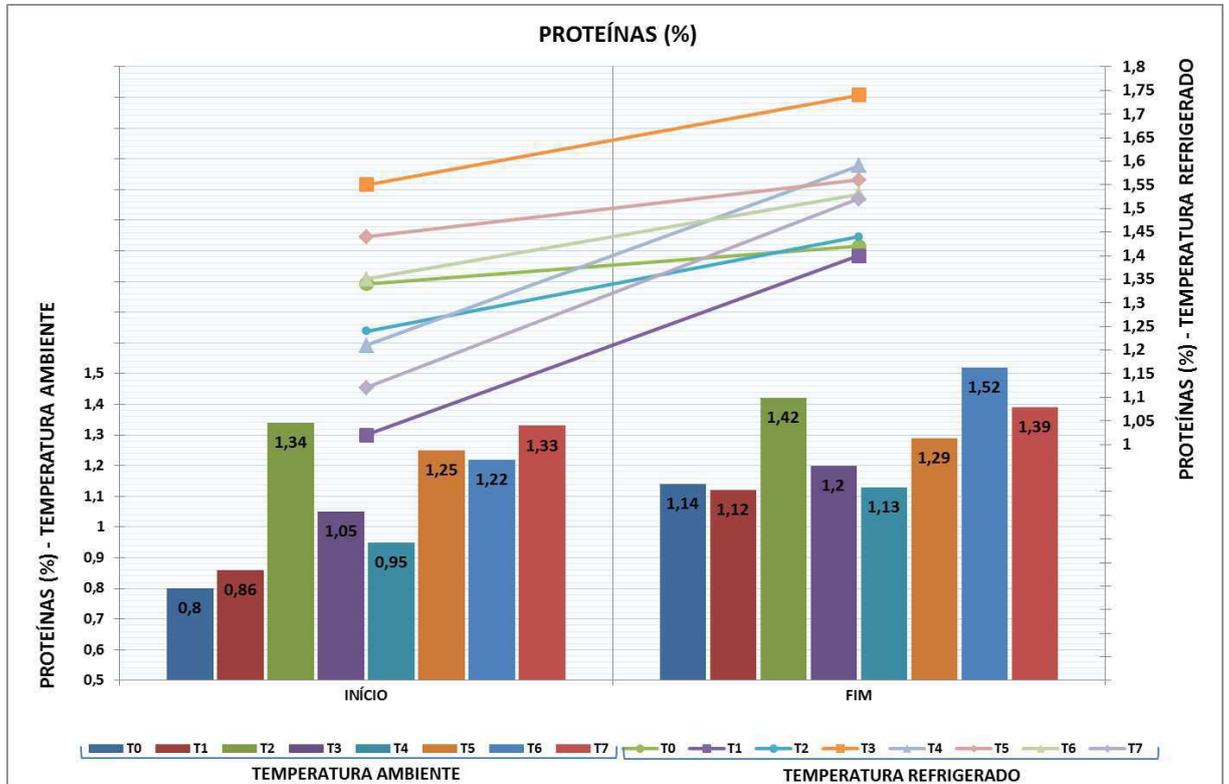
Tabela 5 – Valores médios de proteínas em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$

Tratamentos	Proteínas %	
	Início	Fim
T0 (TA)	0,80 $\pm$ 0,22 a	1,14 $\pm$ 0,33 a
T1 (TA)	0,86 $\pm$ 0,36 a	1,12 $\pm$ 0,38 a
T2 (TA)	1,34 $\pm$ 0,29 a	1,42 $\pm$ 0,21 a
T3 (TA)	1,05 $\pm$ 0,24 a	1,20 $\pm$ 0,22 a
T4 (TA)	0,95 $\pm$ 0,14 a	1,13 $\pm$ 0,14 a
T5 (TA)	1,25 $\pm$ 0,28 a	1,29 $\pm$ 0,10 a
T6 (TA)	1,22 $\pm$ 0,17 a	1,52 $\pm$ 0,31 a
T7 (TA)	1,33 $\pm$ 0,14 a	1,39 $\pm$ 0,41 a
T0 (TR)	1,34 $\pm$ 0,27 a	1,42 $\pm$ 0,41 a
T1 (TR)	1,02 $\pm$ 0,48 a	1,40 $\pm$ 0,10 a
T2 (TR)	1,24 $\pm$ 0,21 a	1,44 $\pm$ 0,19 a
T3 (TR)	1,55 $\pm$ 0,26 a	1,54 $\pm$ 0,26 a
T4 (TR)	1,21 $\pm$ 0,44 a	1,59 $\pm$ 0,26 a
T5 (TR)	1,44 $\pm$ 0,38 a	1,56 $\pm$ 0,19 a
T6 (TR)	1,35 $\pm$ 0,17 a	1,53 $\pm$ 0,24 a
T7 (TR)	1,12 $\pm$ 0,32 a	1,52 $\pm$ 0,19 a

\*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si o nível de 5%

De acordo com a tabela 5, no primeiro dia de armazenamento os valores oscilaram de 0,80% a 1,55%, valores similares foram obtidos no último dia de armazenamento (1,12% a 1,59%), em ambos os tempos não houve diferença estatística quanto os diferentes tratamentos analisados. Os resultados corroboram com NEPA (2011) que identificou teores de 1,3%, 1,2% e 1,4% em Banana Prata, Pacovan e Terra.

Figura 6 – Percentuais médios de proteínas em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$



\*Colunas (TA) valores na escala a esquerda; linhas (TR) valores na escala a direita

De acordo com a figura 6, é notório que ocorreu um pequeno aumento nos teores de proteínas em todos os tratamentos, desta forma as bananas, ainda verde apresentaram menores teores de proteína quando comparado ao fim do armazenamento.

O valor proteico de um alimento é determinado pela sua composição em aminoácidos essenciais, sendo que o aproveitamento biológico dos aminoácidos (biodisponibilidade) depende também da digestibilidade da proteína. Sendo assim, o perfil aminoacídico fornece boa indicação da qualidade de proteínas alimentares (BRESSANI, 1991; YOUNG; PELLETT 1994). De maneira geral as frutas são detentoras de baixas quantidades de proteína, a citar a banana.

## 5.2 ANÁLISES DE MONITORAMENTO PÓS-COLHEITA

- **Perda de massa**

Tabela 6 – Valores médios da perda de massa em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$

Tratamentos	Perda de massa %		
	1° Etapa	2° Etapa	3° Etapa
T0 (TA)	7,58 $\pm$ 0,5 abc	16,73 $\pm$ 0,9 abcd	28,78 $\pm$ 0,2 abc
T1 (TA)	10,86 $\pm$ 2,1 abc	21,45 $\pm$ 2,6 abc	28,35 $\pm$ 3,7 abc
T2 (TA)	11,11 $\pm$ 13,2abc	22,21 $\pm$ 1,5 ab	31,47 $\pm$ 10,4 ab
T3 (TA)	12,39 $\pm$ 2,4 ab	23,37 $\pm$ 4,1 ab	34,16 $\pm$ 5,4 a
T4 (TA)	11,70 $\pm$ 0,2 abc	20,25 $\pm$ 2,6 abc	27,54 $\pm$ 3,3 abc
T5 (TA)	10,76 $\pm$ 2,9 abc	21,75 $\pm$ 11,4 ab	31,44 $\pm$ 11,8 ab
T6 (TA)	13,29 $\pm$ 3,5 abc	25,49 $\pm$ 5,8 a	35,79 $\pm$ 7,4 a
T7 (TA)	12,60 $\pm$ 0,8 a	20,49 $\pm$ 3,8 abc	34,09 $\pm$ 3,1 a
T0 (TR)	8,46 $\pm$ 0,2 abc	12,45 $\pm$ 0,5 bcd	16,71 $\pm$ 0,6 bcd
T1 (TR)	4,13 $\pm$ 0,9 abc	8,17 $\pm$ 0,8 d	11,47 $\pm$ 1,6 d
T2 (TR)	5,18 $\pm$ 0,3 abc	9,97 $\pm$ 0,3 cd	16,26 $\pm$ 0,6 bcd
T3 (TR)	2,76 $\pm$ 0,6 c	7,28 $\pm$ 0,7 d	16,09 $\pm$ 4,4 bcd
T4 (TR)	3,00 $\pm$ 0,2 bc	7,44 $\pm$ 0,8 d	15,83 $\pm$ 3,6 cd
T5 (TR)	10,55 $\pm$ 1,5abc	13,25 $\pm$ 0,5 abcd	16,84 $\pm$ 0,8 bcd
T6 (TR)	10,08 $\pm$ 4,1 abc	12,54 $\pm$ 2,2 abcd	16,15 $\pm$ 1,8 bcd
T7 (TR)	5,55 $\pm$ 1,9 abc	15,74 $\pm$ 3,5 abcd	22,26 $\pm$ 2,6 abcd

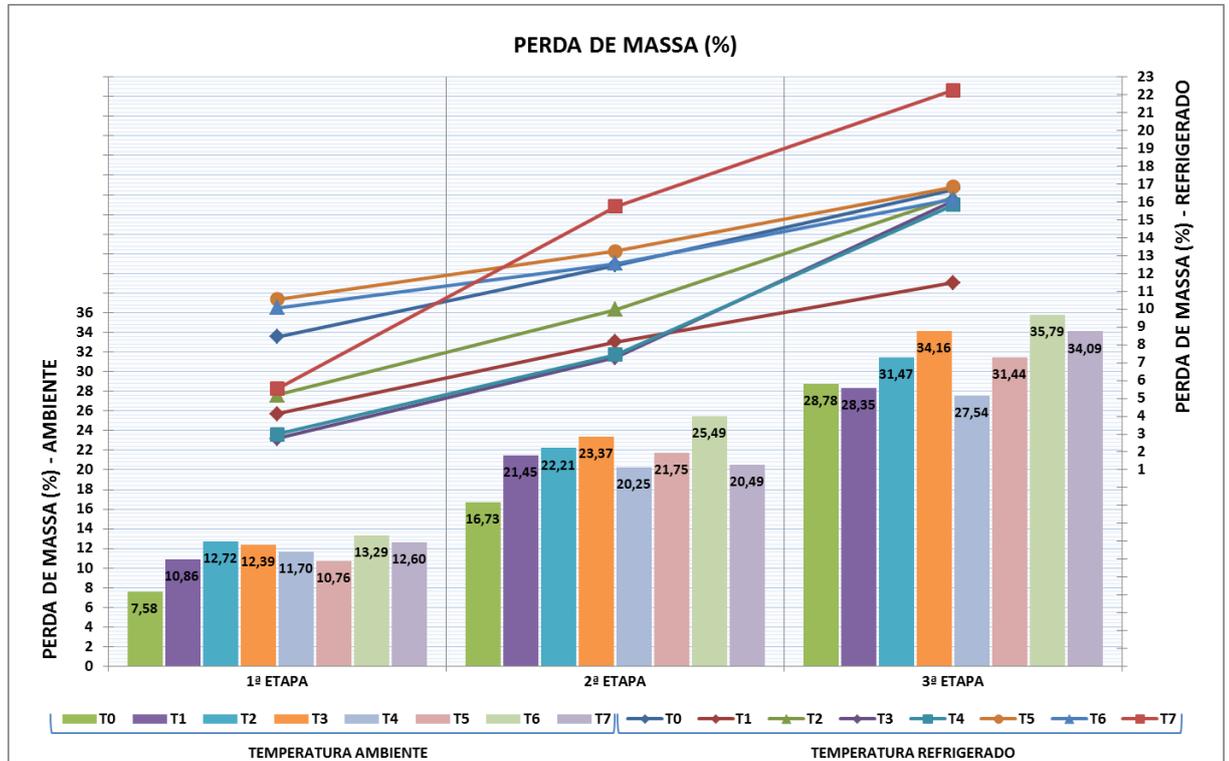
\*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si o nível de 5%

De acordo com a tabela 6, observa-se que houve diferença estatística entre os tratamentos nas diferentes etapas de monitoramento. Na primeira etapa, T7 (1,5% OEs citronela) armazenado a TA e T3 (1,0% OEs cravo-da-índia) armazenado a TR, diferiram entre si. Vale destacar que T3 (TR) 1,0% OEs de cravo-da-índia, obteve a menor perda de massa após quadro dias de armazenamento (2,76%), seguido de T4 (TR) com 3,0 %, neste último tratamento foi utilizado 1,5% de OEs de cravo-da-índia ao revestimento.

Na segunda etapa, T6 (TA) adicionado 1,0% de OEs de citronela deferiu dos demais tratamentos com 25,49%, maior perda de massa após oito dias de armazenamento, a menor perda de massa foi verificada também em T3 (TR) adicionado de 1,0% OEs de cravo-da-índia, após oito dias de armazenamento.

Logo, na terceira etapa, T1 (TR) fécula de mandioca, diferiu de todos os tratamentos armazenados a TA, destaca-se com menor perda, 11,47% de massa no decimo segundo dia de armazenamento.

Figura 7 – Percentuais médios da perda de massa em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$



\*Colunas (TA) valores na escala a esquerda; linhas (TR) valores na escala a direita

De acordo com a figura 7, pode-se observar que houve um aumento gradativo de perda de massa em ambos os armazenamentos. Porém analisando os valores obtidos para os tratamentos armazenados a TR ao final dos 12 dias de armazenamento está evidente que todos os percentuais foram menores quando relacionados os mesmos tratamentos armazenados a TA ao final da terceira etapa, este comportamento pode ser decorrente do armazenamento a  $16^{\circ}\text{C}$ , pois temperaturas amenas ocasionam diminuições na taxa respiratório dos frutos.

A interação temperatura, tempo e revestimento (fécula de mandioca 3%) se mostrou mais eficiente que os demais tratamentos, na última etapa armazenada a TR sendo este tratamento apresentou menor perda (11,47%). Na primeira e segunda etapa o tratamento T3 também armazenado a TR foram detentoras de menores perdas de massa com 2,76% e 7,28% respectivamente.

Em contrapartida, os tratamentos armazenados a TA com percentual de 1,0% OEs de citronela ocasionou maiores perdas nas três etapas avaliadas. A concentração de 1,5% de OEs de citronela também ocasionou perdas consideráveis nas amostras armazenadas nas diferentes temperaturas.

Desta forma, foi constatado durante a pesquisa que maiores teores de OEs de citronela causou ressecamento nos revestimentos, os quais foram descamados da fruta, ocasionando assim maior perda de água tendo em vista que o revestimento perdeu sua função impermeabilizaste.

Entretanto, Sarmento et al. 2015, verificaram ao final de dez dias de armazenamento ambiente (25°C) maior perda de massa nas frutas tratadas com fécula de mandioca seguida pelo controle e menor perda de massa para as recobertas com filme PVC, com 15,82%; 15,55% e 2,56%, respectivamente. Cardoso et al. (2008) também verificaram valores de perda de massa próximo a 2% no 8º dia de armazenamento de Bananas Pacovan recobertas com polietileno. Tendo em vista que uma maior perda de massa observada nas frutas recobertas com fécula de mandioca pode está relacionada à maior abertura das cadeias do amido, não formando uma barreira eficiente contra a perda de umidade, quando comparado a eficácia do filme de PVC.

Visto que, a perda de massa é corriqueira durante o armazenamento de frutas e hortaliças, ocorre pelo consumo de nutrientes no próprio metabolismo do fruto e principalmente pela perda de água ocasionada pelos processos transpiratórios, além da diferença de pressão de vapor entre o produto e o ambiente (SARMENTO et al., 2015). As perdas de massa podem afetar a comercialização da banana, que se dá por meio da sua massa e aspecto visual (OLIVEIRA, 2010b).

- **Umidade**

Tabela 7 – Valores médios de umidade em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA) ≈35°C e Temperatura de Refrigeração (TR) 16°C

Tratamentos	Umidade %		
	1º Etapa	2º Etapa	3º Etapa
T0 (TA)	96,14 ± 0,1 c	96,65 ± 0,3 a	96,25 ± 0,2 a
T1 (TA)	96,63 ± 0,2 a	96,25 ± 0,2 a	96,25 ± 0,1 a
T2 (TA)	96,54 ± 0,1 ab	95,90 ± 0,3 a	96,61 ± 0 a
T3 (TA)	96,31 ± 0,1 abc	96,68 ± 0,2 a	96,39 ± 0 a
T4 (TA)	96,27 ± 0,1 bc	96,15 ± 0,1 a	96,15 ± 0,5 a
T5 (TA)	96,45 ± 0,1 abc	95,93 ± 0,4 a	96,11 ± 0,1 a
T6 (TA)	96,57 ± 0 ab	95,95 ± 0,4 a	96,28 ± 0,1 a
T7 (TA)	96,49 ± 0 ab	96,07 ± 0,7 a	96,38 ± 0,1 a
T0 (TR)	96,39 ± 0,1 abc	96,25 ± 0,4 a	96,65 ± 0 a
T1 (TR)	96,45 ± 0,1 abc	96,54 ± 0,1 a	96,44 ± 0,1 a
T2 (TR)	96,42 ± 0,1 abc	96,39 ± 0,2 a	96,20 ± 0,6 a
T3 (TR)	96,47 ± 0,1 abc	96,24 ± 0,1 a	96,54 ± 0,1 a
T4 (TR)	96,34 ± 0,1 abc	95,57 ± 0,9 a	96,40 ± 0 a
T5 (TR)	96,42 ± 0,1 abc	96,47 ± 0,1 a	96,48 ± 0 a
T6 (TR)	96,64 ± 0,1 a	96,29 ± 0,1 a	96,51 ± 0,6 a
T7 (TR)	96,36 ± 0,2 abc	96,36 ± 0,1 a	96,49 ± 0,3 a

\*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si o nível de 5%.

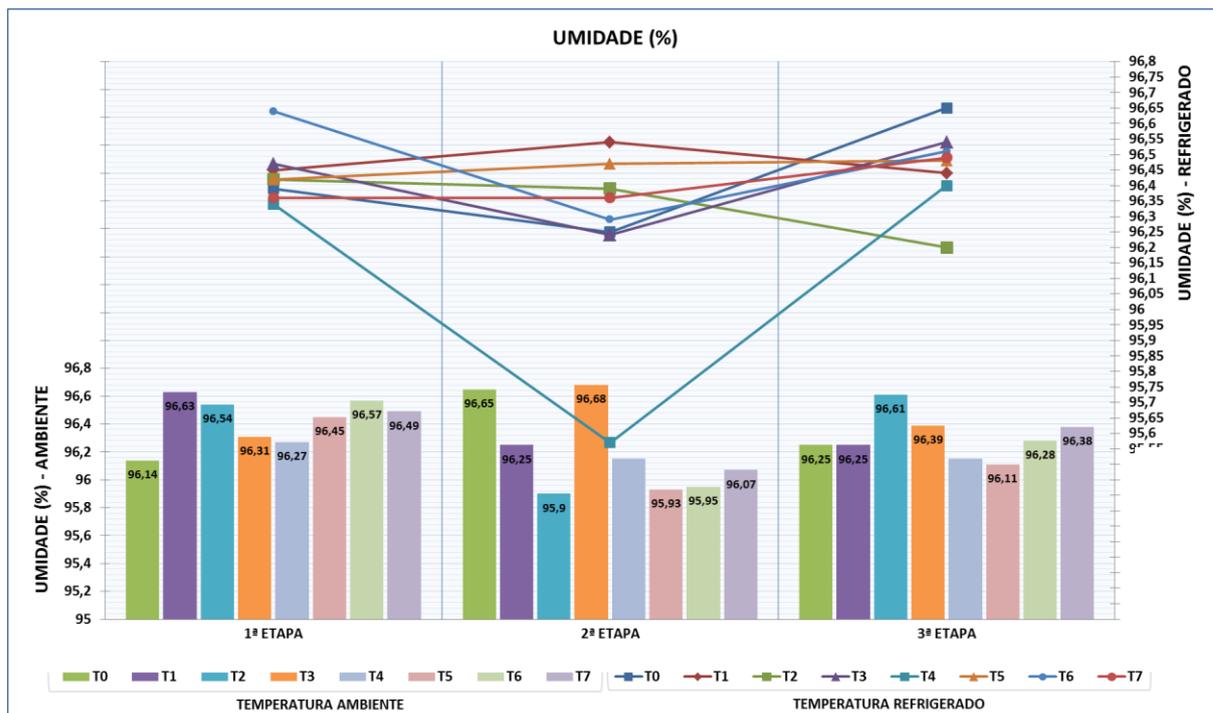
Na primeira etapa os valores variaram de 96,14% a 96,64, T0 (amostra controle) apresentou a menor taxa de umidade entre todos os tratamentos, que deferiu de T1 fécula de mandioca, T2 (0,5% OEs de cravo-da-índia), T4 (1,5% de OEs de cravo-da-índia), T6 (1,0% de OEs citrônella), T7 (1,5%

de OEs de citronela) todos armazenados a TR assim como T6 (TR) sendo neste último tratamento evidenciado o maior percentual de umidade, 96,64% em amostra de banana revestida com solução de fécula de mandioca adicionado de 1,0% de OEs de citronela.

Na segunda e terceira etapa os valores situaram-se entre 95,57% a 96,90% e 96,11% a 96,61% respectivamente, não havendo diferença estatística entre os tratamentos de ambos os tempos.

Todos os resultados ficaram acima do padrão estabelecido por Chitarra e Chitarra (2005), quando afirmou que o teor de água na maioria das frutas e hortaliças é variável entre 80% e 95%, parte da qual é perdida através da respiração até atingir a senescência. NEPA (2011), descreve valor de (71,9%) em banana prata, como também em Banana Pacovan e terra com 77,7% e 63,9% respectivamente.

Figura 8 – Percentuais médios de umidade em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$



\*Colunas (TA) ler valores na escala a esquerda; linhas (TR) ler valores na escala a direita

De acordo com a figura 8, é perceptível um pequeno declínio no teor de umidade ao final dos tratamentos armazenados a TA com exceção de T2, T5, T6, T7 que expôs um ligeiro aumento em seus teores. Enquanto que, as amostras monitoradas no ambiente refrigerado (TR) ocorreram oscilações de variações no transcorrer do período de armazenamento, porém, apenas T1 (3% fécula de mandioca),

T2 (0,5% OEs cravo-da-índia) e T5 (0,5% OEs citronela) apresentou redução nos teores de umidade ao final do monitoramento.

Desta forma as interações tempo, temperatura e concentrações de óleos essenciais não resultaram em grandes variações de valores ao longo do monitoramento. No entanto, amostras que apresentaram queda nos teores de umidade indica que houve aumento na taxa respiratória das frutas.

Conforme Pita (2012), o percentual de água em um alimento é considerado um dos índices mais avaliados, por refletir o teor de sólidos de um produto e sua perecibilidade, fator este que está relacionado com sua estabilidade no período de prateleira.

- **Acidez Total Titulavel (ATT)**

Tabela 8 – Valores médios de acidez em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$

Tratamentos	Acidez %		
	1° Etapa	2° Etapa	3° Etapa
T0 (TA)	0,15 $\pm$ 0,02 a	0,14 $\pm$ 0,10 bcd	0,53 $\pm$ 0,01 bcd
T1 (TA)	0,17 $\pm$ 0,04 a	0,59 $\pm$ 0,44 abc	0,46 $\pm$ 0,02 cde
T2 (TA)	0,14 $\pm$ 0,05 a	0,72 $\pm$ 0,26 ab	0,20 $\pm$ 0,02 ghi
T3 (TA)	0,16 $\pm$ 0,02 a	0,79 $\pm$ 0,11 a	0,27 $\pm$ 0,01 fgh
T4 (TA)	0,13 $\pm$ 0,04 a	0,40 $\pm$ 0,11 bcd	0,84 $\pm$ 0,16 a
T5 (TA)	0,16 $\pm$ 0,02 a	0,16 $\pm$ 0,33 d	0,34 $\pm$ 0,03 efg
T6 (TA)	0,14 $\pm$ 0,03 a	0,35 $\pm$ 0,11 cd	0,34 $\pm$ 0,03 efg
T7 (TA)	0,16 $\pm$ 0,03 a	0,16 $\pm$ 0,02 d	0,28 $\pm$ 0,05 fgh
T0 (TR)	0,14 $\pm$ 0,02 a	0,08 $\pm$ 0,02 d	0,18 $\pm$ 0,10 hi
T1 (TR)	0,19 $\pm$ 0,04 a	0,10 $\pm$ 0,02 d	0,16 $\pm$ 0,03 hi
T2 (TR)	0,14 $\pm$ 0,03 a	0,10 $\pm$ 0,04 d	0,10 $\pm$ 0,02 i
T3 (TR)	0,15 $\pm$ 0,02 a	0,11 $\pm$ 0,02 d	0,13 $\pm$ 0,01 hi
T4 (TR)	0,18 $\pm$ 0,01 a	0,10 $\pm$ 0,01 d	0,26 $\pm$ 0,03 fgh
T5 (TR)	0,18 $\pm$ 0,03 a	0,16 $\pm$ 0,03 d	0,34 $\pm$ 0,03 bc
T6 (TR)	0,15 $\pm$ 0,02 a	0,15 $\pm$ 0,01 d	0,65 $\pm$ 0,05 b
T7 (TR)	0,17 $\pm$ 0,04 a	0,12 $\pm$ 0,01 d	0,37 $\pm$ 0,02 def

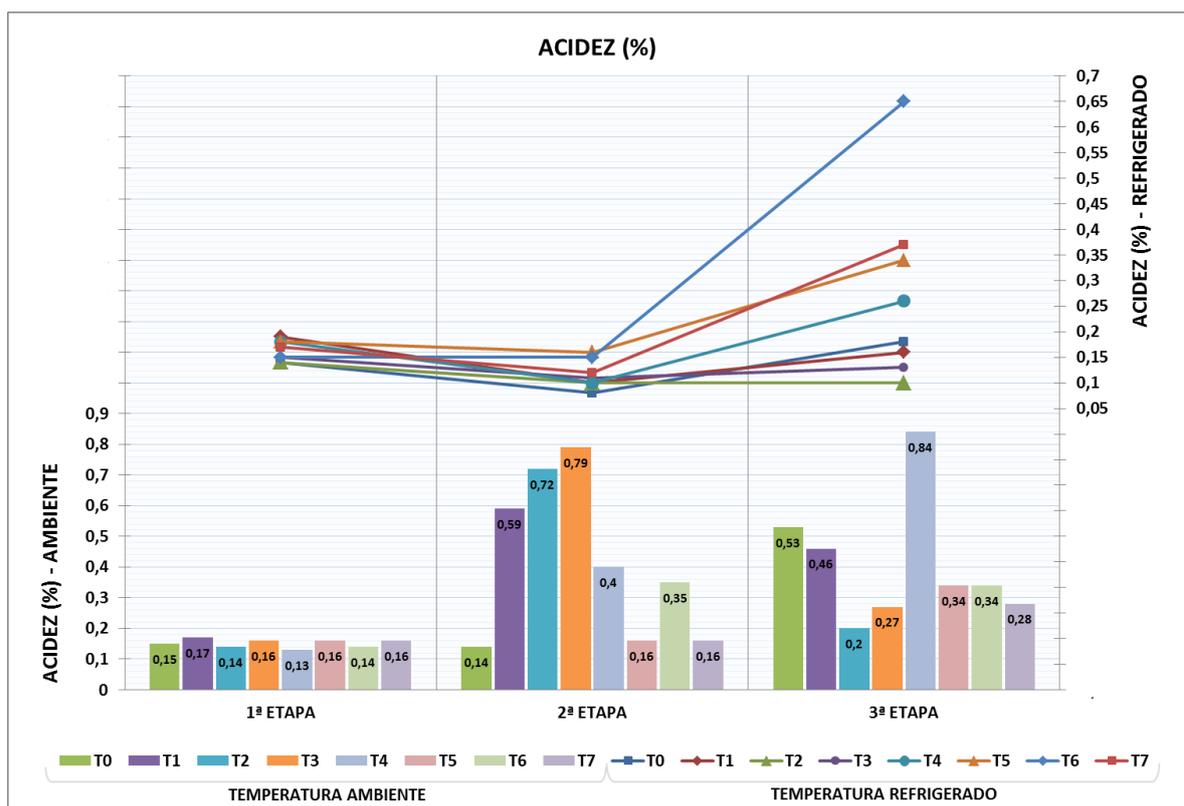
\*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si o nível de 5%.

Na primeira etapa os valores oscilaram de 0,13% a 0,19%, não havendo diferença estatística ao nível de 5% entre as amostras. Na segunda etapa os valores variaram de 0,08% a 0,79%, sendo que T1 (3% fécula de mandioca), T2 (0,5% OEs cravo-da-índia) e T3 (1,0% OEs cravo-da-índia) armazenados a TA diferiram dos demais tratamentos por apresentar teores mais elevados de ATT, valores estes que decresceram na terceira etapa, porém, T4 (1,5% OEs cravo-da-índia) armazenado a TA deferiu de todos os tratamentos com maior índice de acidez total 0,84% que oscilou até 0,10% em T2 (0,5% OEs cravo-da-índia) entre as amostras armazenadas a TR.

De acordo com a tabela 5, apenas três valores armazenados a TA, T2 (0,5% OEs cravo-da-índia), T3 (1,0% OEs cravo-da-índia) referentes à segunda etapa e T4 (1,5% OEs cravo-da-índia) da terceira, como também T2 (0,5% OEs cravo-da-índia) armazenada a TR encontram-se acima da faixa de ATT sugerida por autores que situam entre 0,22% a 0,65% (CHITARRA; CHITARRA, 1994; FAGUNDES; YAMANISHI, 2001; MATSUURA et al., 2002), como também de Matias (2009) quando analisou diferentes cultivares de banana, verificou que a ATT variou de 0,34% a 0,60%.

Silva et al (2015) ao avaliar Banana ‘Maçã’ com revestimento comestível a base de fécula de mandioca verificou que o ponto máximo de ATT ocorreu aos 11 dias com 0,45 de acidez, além de relatar que os teores de ATT aumentaram com o tempo de armazenamento.

Figura 9 – Percentuais médios de acidez em Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$



\*Colunas (TA) ler valores na escala à esquerda; linhas (TR) ler valores na escala à direita

Conforme a figura 9, os tratamentos armazenados a TA houve um aumento dos teores de ATT entre a primeira e segunda etapa com exceção de T5 (0,5% OEs de citronela) e T7 (1,0% OEs de citronela) por outro lado os tratamentos armazenados a TR decresceram, porém T6 (1,0% OEs citronela) se manteve constante.

Na terceira etapa os tratamentos também armazenados a TA as amostras T1 (fécula 3%), T2, T3 (0,5% e 1,0% OEs cravo-da-índia respectivamente) decresceram os níveis de ATT, seguida de T6 (1,0% OEs citronela) que ocorreu um leve declínio. As amostras armazenadas a TR apenas T2 (0,5% OEs cravo-da-índia) obteve valor semelhante a segunda etapa, os demais tratamentos ocorreram crescimento.

Contudo, não se pode afirmar que os tratamentos T1 e T6 armazenados a TA os quais ocorreram reduções dos níveis de ATT ao final do armazenamento, seus processos de maturação estariam completos, pois na segunda etapa os mesmos não haviam atingido índices elevados de ATT. Logo, apenas T2 (0,5% OEs cravo-da-índia) e T3 (1,0% OEs cravo-da-índia) também armazenados a TA atingiram altos picos na segunda etapa (0,72% e 0,79% respectivamente) para em seguida declinar na etapa posterior.

Segundo Carvalho (1989) a acidez titulável para a banana cresce com o seu amadurecimento, e decresce quando a fruta se encontra muito madura ou em estágio de senescência. Isso ocorre devido ao consumo de ácidos durante o pico respiratório característico dos frutos em estágio de senescência.

Visto que, a temperatura foi um ponto determinante na desaceleração dos níveis de ATT em grande parte das amostras refrigeradas, apenas T6 empregado 1,0% OEs citronela ao revestimento obteve índices mais elevado, porém os revestimentos adicionados de diferentes concentrações de OEs do cravo-da-índia armazenados a TA apresentou resultados insatisfatórios quando comparando aos demais tratamentos.

Matsuura et al. (2001) verificaram que, ao contrário do que ocorre com a maioria das frutas, a acidez da banana aumenta durante a maturação, devido acúmulo nos teores de açúcares e ácidos orgânicos, com predominância do ácido málico, que acarreta a diminuição do pH.

Chitarra e Chitarra (2005) descrevem que os principais ácidos presentes na banana são o málico, cítrico e oxálico, e que o aumento da acidez é justificado pelo metabolismo dos ácidos tricarbóxicos durante o amadurecimento.

- **Açúcares Totais (AT)**

Tabela 9 – Valores médios de açúcares totais em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$

Tratamentos	Açúcares Totais g/100g		
	1° Etapa	2° Etapa	3° Etapa
T0 (TA)	1,34 $\pm$ 0,01 J	4,22 $\pm$ 0,01 l	6,79 $\pm$ 0,01 g
T1 (TA)	3,07 $\pm$ 0,01 e	4,88 $\pm$ 0,01 i	8,74 $\pm$ 0,01 c
T2 (TA)	2,01 $\pm$ 0,01 hi	5,37 $\pm$ 0,01 g	7,13 $\pm$ 0,04 f
T3 (TA)	4,66 $\pm$ 0,01 a	7,83 $\pm$ 0,04 b	8,50 $\pm$ 0,14 d
T4 (TA)	2,85 $\pm$ 0,1 fg	5,08 $\pm$ 0,01 h	6,12 $\pm$ 0,01 h
T5 (TA)	2,19 $\pm$ 0,01 h	7,75 $\pm$ 0,01 c	9,26 $\pm$ 0,03 b
T6 (TA)	4,40 $\pm$ 0,14 b	8,80 $\pm$ 0,01 a	9,11 $\pm$ 0,01 b
T7 (TA)	3,60 $\pm$ 0,01 d	5,63 $\pm$ 0,01 f	7,41 $\pm$ 0,01 e
T0 (TR)	3,05 $\pm$ 0,67 ef	4,51 $\pm$ 0,01 j	4,50 $\pm$ 0,07 j
T1 (TR)	2,09 $\pm$ 0,01 hi	3,31 $\pm$ 0,01 o	1,75 $\pm$ 0,01 n
T2 (TR)	1,91 $\pm$ 0,01 i	2,64 $\pm$ 0,01 p	2,95 $\pm$ 0,07 m
T3 (TR)	2,87 $\pm$ 0,03 ef	4,53 $\pm$ 0,01 j	6,05 $\pm$ 0,03 h
T4 (TR)	4,22 $\pm$ 0,01 bc	6,90 $\pm$ 0,03 d	8,61 $\pm$ 0,01 cd
T5 (TR)	4,09 $\pm$ 01 c	6,31 $\pm$ 0,03 e	3,71 $\pm$ 0,01 l
T6 (TR)	2,91 $\pm$ 0,01 ef	3,93 $\pm$ 0,01 n	5,78 $\pm$ 0,01 i
T7 (TR)	2,65 $\pm$ 0,01 g	4,03 $\pm$ 0,01 m	9,96 $\pm$ 0,03 a

\*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si o nível de 5%

De acordo com a tabela 9, os valores de AT na primeira etapa oscilaram de 1,34 a 4,66 (g/100g), situaram-se superiores a Saraiva et al. (2013) quando detectaram em banana nanica teores de amido e açúcares solúveis totais de aproximadamente 20% e 0,5% nos frutos verdes, respectivamente. Siqueira (2014) descreve conteúdo de açúcares totais em banana verde em torno de 0,3%.

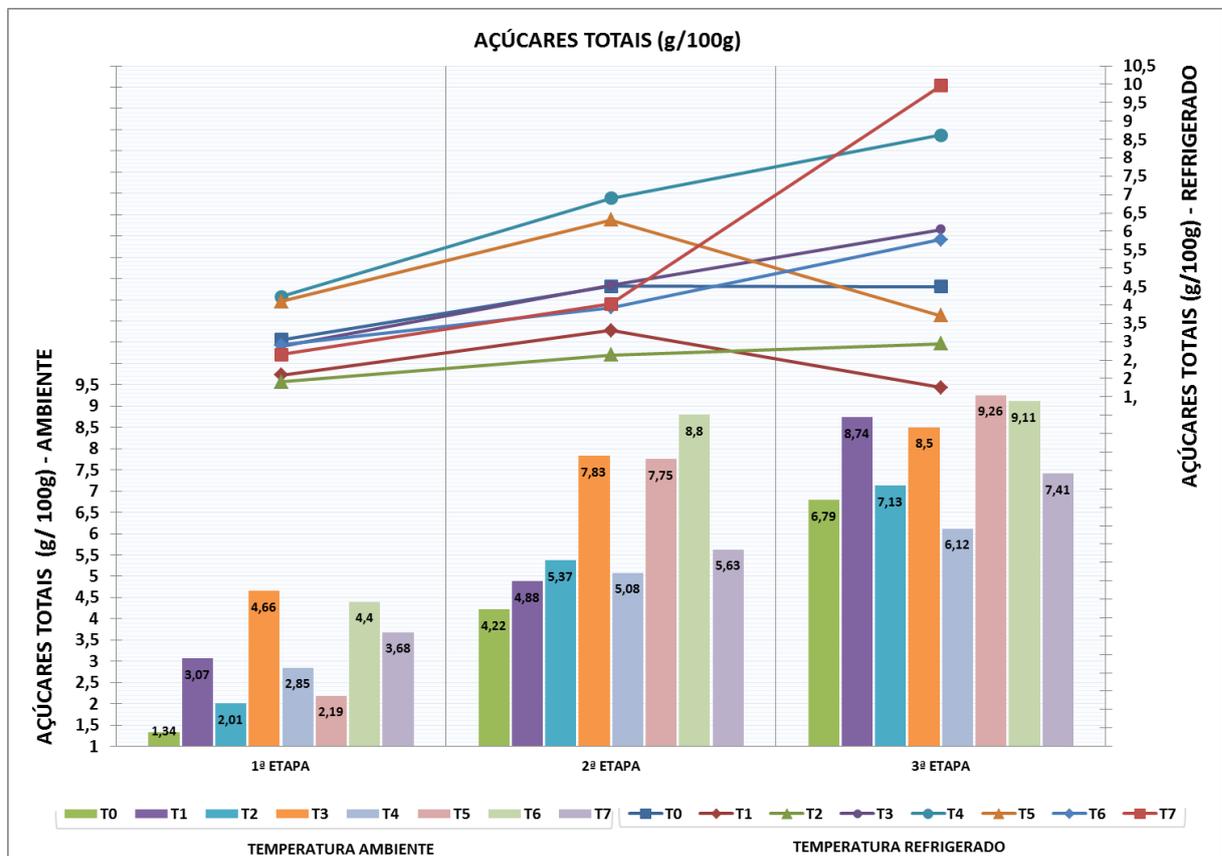
Teores mais elevados foram constatados na presente pesquisa. As análises foram realizadas ao final da primeira etapa. Este fator pode ter contribuído para o resultado obtido, tendo em vista que as bananas já estavam em processo de degradação do amido, ou seja, iniciando a fase de amadurecimento.

Verifica-se também que ocorreu diferença estatística ao nível de 5% em praticamente todos os tratamentos da primeira etapa, exceto T2 (0,5% OEs do cravo-da-índia) armazenado a TA e T1 (fécula de mandioca), armazenado a TR não diferiram entre si, assim como em T0 (controle) e T3 (1,0% OEs do cravo-da-índia) ambos armazenados a TR. Os tratamentos da segunda etapa os teores variaram de 2,64 a 8,80 (g/100g). Na terceira foram de 1,75 a 9,96 (g/100g) e observou-se diferença estatística entre os tratamentos. Uma maior discrepância dos resultados incidiu-se na segunda etapa. Estas amostras foram congeladas e as análises foram realizadas ao longo dos dias, assim como na terceira etapa.

Inúmeros autores descrevem um típico padrão de degradação de amido e acúmulo de açúcares solúveis em amostras de banana. A citar, Saraiva et al (2013) obtiveram em banana Nanica teores de amido e açúcares solúveis totais em frutos maduros de aproximadamente 5% e 13% respectivamente. Enquanto que Siqueira (2014) descreve conteúdo de açúcares no fruto maduro de 18,45%.

Tendo em vista que os resultados obtidos no presente estudo se mantiveram abaixo, pode-se afirmar que em ambos os armazenamentos as amostras não atingiram um índice total de hidrólise do amido.

Figura 10 – Percentuais médio de açúcares totais em Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$



\*Colunas (TA) ler valores na escala a esquerda; linhas (TR) ler valores na escala a direita

De acordo com a figura 10, observa-se que houve um aumento nos teores de AT em todos os tratamentos armazenados a TA ao longo do monitoramento. Entretanto nos tratamentos armazenados a TR, T1 (fécula de mandioca 3%) e T5 (0,5 OEs citronela), ocorreram reduções dos níveis de AT na terceira etapa.

Está evidente que o armazenamento a temperatura de  $16^{\circ}\text{C}$ , aliado à baixa concentração de OEs, influenciou no retardo do processo de degradação do amido em açúcares. Tais efeitos são evidenciados nos resultados ao final da terceira etapa de armazenamento a TR, T2 (0,5% OEs cravo-

da-índia) com 2,95(g/100g), como também T5 (05% OEs citronela) com 3,71 (g/100g) exibiram índices baixos de AT. Valor inferior a 1,75(g/100g) foi obtido em T1 (3% fécula de mandioca), índice este que foi decrescente comparado à segunda etapa assim como T5.

O armazenamento a temperaturas inferiores altera o metabolismo dos açúcares totais (AT). De acordo com Manuel (2008), ocorreu variação dos teores de AT em seu experimento, os quais oscilaram de 0,08% a 7,83% quando avaliou qualidade e conservação de banana ‘nanica’ irradiada, climatizada e refrigerada.

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).

O teor médio de açúcares simples no fruto maduro varia de 5% a 10%. No entanto, nos frutos de uma mesma espécie pode variar de acordo com o cultivar, tipo de solo, condições climáticas e região de cultivo (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

- **Açúcares Redutores (AR)**

Tabela 10 – Valores médios de açúcares redutores em amostra de Banana Prata armazenados a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$

Tratamentos	Açúcares Redutores g/100g		
	1° Etapa	2° Etapa	3° Etapa
T0 (TA)	0,06 $\pm$ 0,01 cde	0,56 $\pm$ 0,03 cd	1,64 $\pm$ 0,01 ab
T1 (TA)	0,16 $\pm$ 0,04 bc	0,56 $\pm$ 0,06 cd	1,82 $\pm$ 0,03 a
T2 (TA)	0,04 $\pm$ 0,03 cde	0,50 $\pm$ 0,03 cd	0,54 $\pm$ 0,01 bc
T3 (TA)	0,03 $\pm$ 0,01 de	0,55 $\pm$ 0,04 cd	0,44 $\pm$ 0,01 cde
T4 (TA)	0,02 $\pm$ 0,01 e	0,23 $\pm$ 0,01 g	0,41 $\pm$ 0,04 cde
T5 (TA)	0,03 $\pm$ 0,03 de	0,68 $\pm$ 0,03 b	0,97 $\pm$ 0,01 cde
T6 (TA)	0,01 $\pm$ 00 e	0,49 $\pm$ 0,04 cd	0,72 $\pm$ 0,04 bcd
T7 (TA)	0,05 $\pm$ 0,04 cde	0,29 $\pm$ 0,01 fg	0,64 $\pm$ 0,04 cde
T0 (TR)	0,08 $\pm$ 0,03 cde	0,18 $\pm$ 0,01 gh	0,42 $\pm$ 0,01 cde
T1 (TR)	0,24 $\pm$ 0,01 ab	0,28 $\pm$ 0,03 fg	0,54 $\pm$ 0,06 cde
T2 (TR)	0,14 $\pm$ 0,01 bcd	0,18 $\pm$ 0,01 gh	0,21 $\pm$ 0,02 e
T3 (TR)	0,20 $\pm$ 0,04 b	0,35 $\pm$ 0,01 gh	0,29 $\pm$ 0,06 de
T4 (TR)	0,22 $\pm$ 0,03 b	1,04 $\pm$ 0,04 ef	0,74 $\pm$ 0,01 cde
T5 (TR)	0,34 $\pm$ 0,04 a	0,46 $\pm$ 0,01 a	0,68 $\pm$ 0,11 cde
T6 (TR)	0,08 $\pm$ 0,01 cde	0,59 $\pm$ 0,04 bc	0,84 $\pm$ 0,04 cde
T7 (TR)	0,04 $\pm$ 0,03 cde	0,11 $\pm$ 0,04 h	0,45 $\pm$ 0,07cde

\*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si o nível de 5%

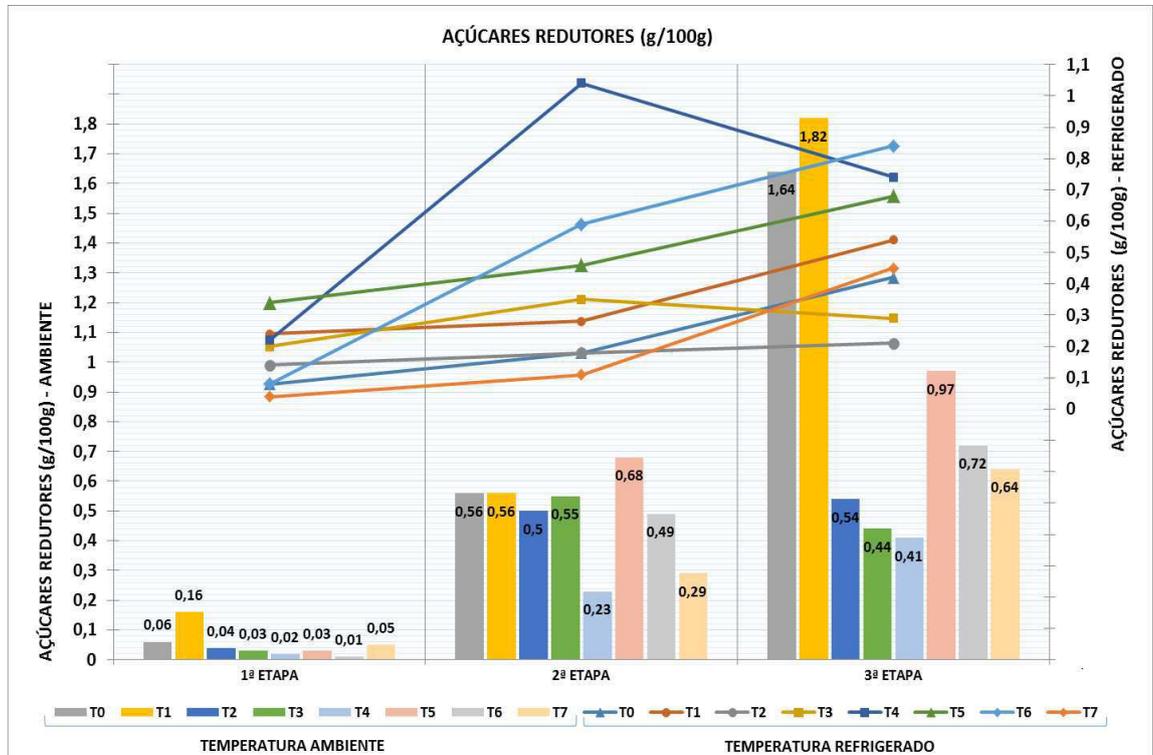
De acordo com a tabela 10, na primeira etapa, T5 (0,5% OEs de citronela) armazenado a TR diferiu de todos os tratamentos com exceção de T1 (controle) também armazenado a TR, os valores de T3 (1,0% OEs do cravo-da-índia) e T4 (1,5% OEs cravo-da-índia) armazenados a TR não diferiram entre si, que diferiram de T1 (fécula de mandioca) que também diferiu dos demais tratamentos. Os maiores teores foram observados em T2 (0,5% OEs cravo-da-índia) com 0,34 g/100g armazenado a TR. Número mais elevado pode ser em decorrência das amostras terem sido analisadas já no final da primeira etapa.

Na segunda etapa houve diferença estatística entre os tratamentos armazenados em condições diferentes de temperatura. Os valores obtidos nos tratamentos armazenados a TR foram inferiores ao armazenamento a TA, com exceção de T4 (1,5% de OEs de cravo-da-índia), que obteve maior índice 1,04 g/100g de AR.

Na terceira etapa, T1 (fécula de mandioca) armazenado a TA diferiu de T2 (0,5% OEs cravo-da-índia) armazenado a TR, que diferiu de T0 (controle), T2 (0,5% OEs do cravo-da-índia), ambos armazenados a TA, como também, T6 (1,0% OEs citronela) armazenado a TA.

Cerqueira et al., (2015) identificou aumento nos teores de açúcares redutores. Valores próximos a 0 g 100g<sup>-1</sup> para 3 g100g<sup>-1</sup> foram encontrados durante o amadurecimento de banana “grande Naine” com relação ao metabolismo dos polissacarídeos. Os valores relatados estão relacionados com a evolução do amadurecimento da banana, cujo teor de açúcar determina o grau de doçura do fruto e, juntamente com a acidez, correlaciona-se com o sabor, que nos estágios mais avançados o teor de açúcar são maiores (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Figura 11 – Percentuais médios de açúcares redutores, em Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$



\*Colunas (TA) ler valores na escala a esquerda; linhas (TR) ler valores na escala a direita

De acordo com a figura 11, os tratamentos armazenados a TA ocorreram um crescente aumento no índice de AR ao longo dos 12 dias de avaliações, com exceção do T3 (1,0% de OEs de cravo-da-índia), que decresceu na terceira e última etapa. Como também as amostras armazenadas a TR ocorreu aumento nos teores de AR, porém o tratamento T3 (1,0% OEs do cravo-da-índia) e T4 (1,5% OEs cravo-da-índia) decresceram na terceira etapa.

A temperatura de refrigeração foi um fator benéfico. Ao relacionar os valores de AR no final dos dois armazenamentos, verifica-se que, em apenas dois tratamentos armazenados a TR, T4 (1,5% OEs do cravo-da-índia) 0,74 (g/100g) e T6 (1,0% de OEs de citronela) 0,84 (g/100g) os teores foram superiores quando comparados aos mesmos tratamentos armazenados a TA, monitorado no mesmo período de 12 dias.

A combinação das concentrações de 0,5% e 1,0% de OEs cravo-da-índia ao final da terceira etapa do armazenamento, a TR apresentou resultado satisfatório, com 0,21 g/100g e 0,29 g/100g, respectivamente, sendo estes os menores valores diagnosticados.

De acordo com Chitarra, e Chitarra (2005), a banana possui média percentual de 11,5% açúcares redutores, valores estes superiores aos expressos na presente pesquisa. Manuel (2008)

identificou valores de 3,11% e 2,18% de AR quando avaliaram bananas irradiadas ou não armazenadas a 16°C. Os valores foram maiores em relação às frutas submetidas a temperaturas de 14°C e 12°C, sendo que amostras irradiadas apresentaram maiores valores, indicando que a irradiação influenciou mais no parâmetro AR.

Vale ressaltar que a concentração de açúcares redutores nos vegetais influencia nas características organolépticas, como sabor, aroma e textura. No entanto, pode-se observar que à medida que as frutas amadurecem ocorre hidrólise do amido e a inversão da sacarose em glicose e frutose, conseqüentemente resultando em um paladar mais doce, contudo sendo mais susceptível a proliferação de microrganismos (FREITAS et al., 2015).

### 5.3 AVALIAÇÕES MICROBIOLÓGICAS

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), estabelece os Padrões Microbiológicos Sanitários para Alimentos específicos em sua resolução e determina os critérios para a conclusão e interpretação dos resultados das análises microbiológicas de alimentos destinados ao consumo humano.

As frutas e hortaliças têm elevado potencial para contaminação microbiana devido à grande variedade de condições de contaminação nas quais os produtos são expostos durante seu crescimento, colheita, manipulação e distribuição. (REZENDE, 2007)

Os números e tipos de microrganismos presentes nos alimentos podem ser usados para avaliar com segurança a qualidade microbiológica dos mesmos. A segurança é determinada pela ausência ou presença de microrganismos patogênicos ou suas toxinas, a quantidade do inóculo, e o tempo de controle ou destruição desses agentes. Testes para organismos indicadores podem ser usados para avaliar também a qualidade microbiológica ou segurança quando há uma relação entre a ocorrência de um organismo indicador e a provável presença de um patógeno ou toxina for estabelecida. (CUNHA, 2006).

Nas Tabelas abaixo, estão expressos resultados para os parâmetros microbiológicos avaliados, Coliformes a 30°C, Bolores e Leveduras e *Salmonella* em amostras de Banana Prata com revestimento elaborado com diferentes concentrações de óleo essencial do cravo-da-índia e citronela armazenados em duas temperaturas.

- **Coliformes 30°C**

Tabela 11 – Valores das análises para Coliformes 30°C em amostras de Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA) ≈35°C e Temperatura de Refrigeração (TA) 16°C

Tratamentos	Coliformes 30°C - NMP/g		
	1º Etapa	2º Etapa	3º Etapa
T0 (TA)	< 3	< 3	< 3
T1 (TA)	< 3	< 3	< 3
T2 (TA)	< 3	< 3	< 3
T3 (TA)	< 3	< 3	< 3
T4 (TA)	< 3	< 3	< 3
T5 (TA)	< 3	< 3	< 3
T6 (TA)	< 3	< 3	< 3
T7 (TA)	< 3	< 3	< 3
T0 (TR)	< 3	< 3	< 3
T1 (TR)	< 3	< 3	< 3
T2 (TR)	< 3	< 3	< 3
T3 (TR)	< 3	< 3	< 3
T4 (TR)	< 3	< 3	< 3
T5 (TR)	< 3	< 3	< 3
T6 (TR)	< 3	< 3	< 3
T7 (TR)	< 3	< 3	< 3

De acordo com os resultados descritos na tabela 11, observa-se que não houve crescimento microbiológico para o parâmetro coliformes 30°C. Desta forma, não houve necessidade da realização de análise de Coliformes a 45°C, já que todas as amostras encontravam-se abaixo do limite de detecção, ou seja, todas < 3 NMP/ml.

De acordo com a RDC N° 12, de 2 de janeiro de 2001, estabelece limite máximo aceitável para frutas *in natura* de  $5 \times 10^2$  NMP/g para Coliformes 45°C, não instituindo parâmetros para Coliformes a 30°C (BRASIL, 2001).

O grupo dos coliformes é composto por bastonetes gram-negativos, que possuem, como habitat natural, o trato intestinal do homem e de animais. Pertencem à família Enterobacteriaceae, incluindo muitos gêneros, tendo como principais a *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Proteus*, *Citrobacter*. Podem ser divididos em coliformes totais e fecais, dependendo do habitat do microrganismo. Porém atualmente se designa coliformes a 30° e 45°C.

As contagens de coliformes são indicadores frequentemente utilizados para avaliação de contaminação fecal e são utilizadas como parâmetro bacteriano, na definição de padrões para a caracterização e avaliação da qualidade de águas e alimentos. (SOUZA, 2006).

- **Bolores e Leveduras**

Tabela 12 – Valores das análises para Bolores e Leveduras em amostras de Banana Prata armazenadas a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TA)  $16^{\circ}\text{C}$

Tratamentos	Bolores e Leveduras UFC/g		
	1° Etapa	2° Etapa	3° Etapa
T0 (TA)	< 10	$6,0 \times 10^{-1}$	$3,0 \times 10^{-2}$
T1 (TA)	< 10	< 10	$1,2 \times 10^{-2}$
T2 (TA)	< 10	< 10	< 10
T3 (TA)	< 10	< 10	< 10
T4 (TA)	< 10	< 10	< 10
T5 (TA)	< 10	< 10	< 10
T6 (TA)	< 10	< 10	< 10
T7 (TA)	< 10	< 10	< 10
T0 (TR)	< 10	< 10	< 10
T1 (TR)	< 10	< 10	< 10
T2 (TR)	< 10	< 10	< 10
T3 (TR)	< 10	< 10	< 10
T4 (TR)	< 10	< 10	< 10
T5 (TR)	< 10	< 10	< 10
T6 (TR)	< 10	< 10	< 10
T7 (TR)	< 10	< 10	< 10

De acordo com a tabela 13, os tratamentos T0 e T1 (TA) apresentaram baixa contagem. No entanto, RDC N° 12, de 2 de janeiro de 2001, não estabelece padrões microbiológico para este contaminante. Os demais resultados para os tratamentos elaborados com diferentes concentrações de óleos e essências armazenados em diferentes temperaturas, os valores encontram-se abaixo do limite de detecção das diluições utilizadas. Tais fatos podem confirmar a eficiência do processo de assepsia das amostras, como também a possível atuação dos revestimentos adicionados de óleos essenciais, além da temperatura de refrigeração, podendo assim classificar como satisfatórios todos os resultados obtidos.

As frutas sofrem muitas deteriorações, principalmente no campo, devido às diversas variedades de gêneros de leveduras que é umas das principais causas de perdas. Algumas leveduras fermentam os açúcares encontrados nas frutas e produzem álcool e dióxido de carbono. Também possuem crescimento mais rápido que os bolores e em alguns casos deterioram as frutas antes. (JAY, 2005).

Os bolores e as leveduras têm um crescimento inferior ao de bactérias em alimentos com baixo teor de acidez e elevada atividade de água, mas em alimentos com baixo valor de pH e com baixa atividade de água, há um maior crescimento de fungos, principalmente em frutas frescas, vegetais e cereais. Alimentos a exemplo de suco de frutas e queijos, se armazenados de forma inadequada, favorecem o crescimento de bolores e leveduras, causando deterioração dos mesmos (PARIZ, 2011).

A análise de quantificação de bolores e leveduras é importante, pois os fungos presentes nos alimentos, além de deteriorá-los, causam riscos à saúde humana, por produzirem micotoxinas. A contaminação pode ocorrer em qualquer época do crescimento, colheita ou estocagem dos alimentos. Vale destacar que, mesmo após a destruição dos fungos, as micotoxinas produzidas por eles podem permanecer no alimento (IAMANAKA; OLIVEIRA; TANIWAKI, 2010).

- *Salmonella sp*

Tabela 13 – Resultado das avaliações de *Salmonella* em amostras de Banana Prata armazenada a Temperatura Ambiente (TA)  $\approx 35^{\circ}\text{C}$  e Temperatura de Refrigeração (TR)  $16^{\circ}\text{C}$

Tratamentos	<i>Salmonella sp.</i> 25g		
	1° Etapa	2° Etapa	3° Etapa
T0 (TA)	Ausente	Ausente	Ausente
T1 (TA)	Ausente	Ausente	Ausente
T2 (TA)	Ausente	Ausente	Ausente
T3 (TA)	Ausente	Ausente	Ausente
T4 (TA)	Ausente	Ausente	Ausente
T5 (TA)	Ausente	Ausente	Ausente
T6 (TA)	Ausente	Ausente	Ausente
T7 (TA)	Ausente	Ausente	Ausente
T0 (TR)	Ausente	Ausente	Ausente
T1 (TR)	Ausente	Ausente	Ausente
T2 (TR)	Ausente	Ausente	Ausente
T3 (TR)	Ausente	Ausente	Ausente
T4 (TR)	Ausente	Ausente	Ausente
T5 (TR)	Ausente	Ausente	Ausente
T6 (TR)	Ausente	Ausente	Ausente
T7 (TR)	Ausente	Ausente	Ausente

Todos os resultados foram negativos para a avaliação do parâmetro *Salmonella*, conforme descrito nas tabelas 14. Isso pode ser um indicativo de que a higienização realizada nas bananas foi eficiente, pois eliminou uma possível contaminação que poderia advir do campo como também uma possível contaminação durante o transporte, uma vez que todos os tratamentos encontram-se conformes.

A *Salmonella* está presente basicamente em todos os lugares, no solo, no ar, nas águas residuais e nos equipamentos, mas seu habitat natural é o trato intestinal dos seres humanos e dos animais, principalmente das aves (SILVA; RAMALHO; FIGUEIREDO, 2004). Também pode ser isolada de carne crua, incluindo frango e seus produtos, leite e derivados (GORMAN; BLOOMFIELD; ADLEY, 2002). Além disso, também em ambiente de processamento, pois este microrganismo tem a habilidade de formar biofilme em superfícies de contato com alimentos (JOSEPH et al., 2001).

Um dos grandes problemas da saúde mundial são as infecções causadas pela *Salmonella* spp. O género *Salmonella* é composto por duas espécies: *Salmonella enterica* e *Salmonella bongori* (SILVEIRA, et al., 2014).

Dentre as doenças transmitidas por alimentos, a *Salmonella* está entre microrganismos patogênicos causadores de ocorrências clínicas consequentes à ingestão de alimentos contaminados além dos microrganismos *Bacillus cereus*, Coliformes fecais, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, (SILVA JUNIOR, 2013).

## 6 CONCLUSÃO

- Na realização da biometria, foi verificado que as amostras possuíam média de 130 (mm) para circunferência e 17,20 (cm) para comprimento;
- Não houve diferença estatística ao nível de 5% para os parâmetros cinza, lipídios e proteínas;
- Houve um aumento gradativo de perda de massa ao longo do monitoramento. Tratamentos recobertos com concentração 1,5% de OEs de citronela foram detentores de maiores perdas, enquanto que o revestimento 3% de fécula de mandioca demonstrou-se mais eficiente ao final da terceira etapa armazenada a TR;
- Os valores de umidade oscilaram de 95,57% a 96,74%. A interação tempo, temperatura e concentrações não resultou em grandes variações ao longo do monitoramento;
- A temperatura de 16°C, independente dos níveis de OEs adicionados aos revestimentos, causou efeito positivo no retardo dos níveis de ATT das amostras. Entretanto, as diferentes concentrações de OEs do cravo-da-índia mostrou-se ineficiente quando armazenado a temperatura ambiente;
- A interação temperatura e revestimento de 3% fécula de mandioca (T1 1,75 g/100g) resultou no menor índice de açúcares totais ao final do décimo segundo dia de armazenamento, seguido dos tratamentos revestidos com concentrações de 0,5% OEs (T2 2,95 g/100g e T5 3,71g/100g). Entretanto, em ambos os armazenamentos, as amostras não atingiram elevados índices de amadurecimento;
- A temperatura de refrigeração, juntamente com a combinação das concentrações 0,5% e 1,0% de OEs cravo-da-índia, resultou positivamente nos menores valores obtidos para açúcares redutores ao final dos dois armazenamentos. Tais teores correspondem a 0,21 g/100g e 0,29 g/100g, respectivamente.
- Os resultados obtidos para os parâmetros microbiológicos foram satisfatórios. Estes fatores confirmam a eficiência da sanitização das frutas, como também a possível influência dos OEs aplicados nos revestimentos.
- Foi observado durante a pesquisa que maiores concentrações de OEs causou o surgimento de pigmentos escuros nas cascas das bananas, com consequente escurecimento ao longo do armazenamento. Para estudos futuros, sugere-se a utilização de concentrações abaixo de 0,5%, uma vez que foi verificado que teores mais elevados ocasionam ressecamento do revestimento, perdendo-se sua principal função impermeável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. A.; CARDOSO, M. G.; BATISTA, L. R.; MALLET, A. C. T.; MACHADO, S. M. F. Óleos essenciais de *CLymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Rev. Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n.2, p.399-408, abr./jun., 2012.

AGOSTINI, J. S.; SCALON, S. P. Q.; LESCANO, C. H.; SILVA, K. E.; GARCETE, G. J. Conservação pós-colheita de laranjas Champagne (*Citrus reticulata* × *Citrus sinensis*). **Rev. Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.17, n.2, p.177-184, abr./jun. 2014.

AGUILA, J. S. D.; HEIFFIG, L. S.; ONGARELLI, M. G.; KLUGE, R. A. Physical and anatomical characterization of mechanical injuries to banana fruit. **Rev. Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.8, n.2, p.60-65, 2007.

AGRIFANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. Manga: um novo destino. FNP Consultoria & Comércio, 2012. p.66-69, 2012.

ÁLVARES, V. S.; CORRÊA, P. C.; VIEIRA, G.; FINGER, F. L.; AGNESINI, R. V. Análise da coloração da casca de banana prata tratada com etileno exógeno pelo método químico e instrumental. **Rev. Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.2, p.155-160, 2003.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Instrução Normativa N° 9, de 24 de Agosto de 2010. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/embalagens.htm>. Acesso em 11 de setembro de 2016.

AVILA-SOSA, R.; ANDEZ-ZAMORAN, E.; OPEZ-MENDOZA, I.; PALOU, E.; MUNGUÍA, M. T. J.; NEVAREZ-MOORILLON, G. V.; LOPEZ-MALO, A. Fungal inactivation by Mexican oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) essential oil added to amaranth, chitosan, or starch edible films. **Journal of food science**, v.75, n.3, p.127-33, abr., 2010.

AVILA-SOSA, R.; PALOU, E.; MUNGUÍA, M. T. J.; NEVÁREZ-MOORILLÓN, G. V.; CRUZ, A. R. N.; LÓPEZ-MALO, A. Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. **International Journal of Food Microbiology**, v.153, n.1-2, p.66-72, 2012.

AZERÊDO, L. P. M. Qualidade de mangas ‘tommy atkins’ da produção integrada sob recobrimentos biodegradáveis associados a óleos essenciais de erva-doce e orégano. 2013. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, jun., 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC\\_12\\_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b)>. Acesso em: 25 de maio de 2017.

BRESSANI, R. Protein quality of high lysine maize for humans. *Am. Assoc. Cereal Chem.*, v. 36 n. 9, p.806- 811, 1991.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, p. 223-253, 2004.

CARDOSO, J. M. S. et al. Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de bananas „Pacovan“. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 3., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: CEFET-CE: SETEC: MEC: RE-DENET, 2008.

CARVALHO, H. A. Qualidade da banana 'prata' previamente armazenada em filme de polietileno, amadurecida em ambiente com umidade relativa elevada: acidez, sólidos solúveis e taninos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 5, p. 495-501, 1989.

CERQUEIRA, T. S.; ROQUE, R. L.; SILVA, S. H. N. D.; AMORIM, E. P.; PEREIRA, M. E. C. 2015. 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

CHIEN, P.; SHEU, F.; YANG, F. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. **Journal of Food Engineering**, v.78, n.1, p.225-229, 2007.

CHILLO, S.; FLORES, S.; MASTROMETTO, M.; CONTE, A.; GERSCHENSON, L.; DEL NOBILE, M.A. Influence of glycerol and chitosan on tapioca starch-based edible film properties. *Journal of Food Engineering*, vol.88, p. 159-168, 2008.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 293p, 1990.

CHITARRA, M. F. F. **Colheita e qualidade de frutas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p.8-18, 1994.

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

COSTA, C. M. G. R., SANTOS, M. S., BARROS, H. M. M., AGRA, P. F. M., FARIAS, M. A. A. Óleo essencial de citronela no controle da bactéria fitopatogênica *Erwinia carotovora*. **Rev.Tecnologia & Ciências Agropecuária**, João Pessoa, v.2, p.11-14, 2008.

COSTA, F. B; PUSCHMANN, R.; MOREIRA, S. I.; RIBEIRO JUNIOR, J. I; FINGER, F. L . Survey of mechanical injury in 'Prata Anã' banana during shipping. **Rev. Verde**, v.5, n.1, p.72-78, 2010.

CRUZ, T. P.; ALVES, F. R ; MENDONÇA, R. F ; COSTA, A. V. WALDIR CITRA DE JESUS JUNIOR; PINHEIRO, P. F.; MARINS, A. K. Atividade fungicida do óleo essencial de *Cymbopogon*

*winterianus* Jowit (Citronela) contra *Fusarium solani*. *Biosci. J. Uberlandia*, v.31, n.1, p.1-8, Jan./Fev., 2015.

CUNHA, M.A. Métodos de detecção de Micro-organismos Indicadores. *Revista: Saúde & Ambiente, Duque de Caxias*, v.1, n.1, p.09-13. 2006. Disponível em: < 38 <http://publicacoes.unigranrio.br/index.php/sare/article/viewFile/331/322>>. Acesso em: 20 maio, 2017.

DADZIE, B. K.; ORCHARD, J. E. Routine post-harvest screening of banana/plantain hybrids: criteria and methods. Montpellier, France: International Network for the Improvement of Banana and Plantains, 1997. 63p. (INIBAP Technical Guidelines, 2).

DAMODARAN, S., PARKIN, K. L. FENNEMA, O. R., **Química de Alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 4, p. 366-374, 2010.

DEL-VALLE, V.; HERNÁNDEZ-MUÑOZ. P.; GALOTTO, M. J. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananas-sa*) shelf-life. **Rev. Food Chemistry**, London, v.91, n.4, p.751-756, 2005.

DONATO, S. L. R.; SILVA, S. de O.; LUCCA, O. A. F.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. S. Comportamento de Variedades e Híbridos de Bananeira (*Musa spp*) em dois Ciclos de Produção no Sudoeste da Bahia. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.139-144, 2006.

DUARTE, M. C. T.; LEME, E. E.; DELARMELINA, C.; SOARES, A. A.; FIGUEIRA, G. M.; SARTORATTO, A. Activity of essential oils from Brazilian medicinal plants on *Escherichia coli*. **J. Ethnopharmacol**, v. 111, p.197-201, 2017.

DU, W. X.; AVENA-BUSTILLOS, R. J.; HUA, S. S. T.; McHUGH, T.H. Antimicrobial volatile essential oils in edible films for food safety. In **Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances**, p.1124-1134, 2011.

EMBRAPA. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Banana**. In: Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina - 2010-2011. Disponível em: <[http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese\\_2011sintese%202011.pdf](http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2011sintese%202011.pdf)>. Acesso em: 14 maio. 2016.

FAGUNDES, G.R.; YAMANISHI, O.K. Quantidade e Preços da Banana Prata Comercializada nas CEASAS do Distrito Federal, São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro, no período de 1995 a 1999. **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v.23, n.3, p. 593-596, dez. 2001.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de alimentos de Fennema**. 4<sup>a</sup>. ed., Porto Alegre: Artmed, 900 p. 2010.

FLORES, S.; FAMÁ, L.; ROJAS, A. M.; GOYANES, S.; GERSCHENSON, L. Physical Properties of Tapioca-Starch Edible Films: Influence of Filmmaking and Potassium Sorbate. **Rev., Food Research International**, Ontario, v.40, n.10, p.257-265, 2007.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Agentes antimicrobianos químicos e naturais. Food Ingredients Brasil. São Paulo: Editora Insumos, n. 15, p. 36-42, 2010. Disponível em: < <http://www.revista-fi.com/materias/155.pdf>>. Acesso em 20 Mar. 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.

GARCIA, L. C; PEREIRA, L. M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; HUBINGER, M. D. Selection of an edible starch coating for minimally processed strawberry. **Rev. Food and Bioprocess Technology**, v.3, n.6, p.834-842, 13 jan., 2010.

GODOY, A. E ; JACOMINO, A. P ; CERQUEIRA-PEREIRA, E. C; GUTIERREZ, A. S. D.; VIEIRA, C. E. M.; FORATO, L. A. Injúrias mecânicas e seus efeitos na qualidade de mamões golden. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal** - SP, v. 32, n. 3, p. 682-691, Set., 2010.

GORMAN, R.; BLOOMFIELD, S.; ADLEY, C.C. A study of crosscontamination of food-borne pathogens in the domestic Kitchen in the Republic of Ireland. *International Journal of Food Microbiology*. V.76, p. 143-150, 2002.

IAMANAKA, B. T.; OLIVEIRA, I. S.; TANIWAKI, M. H. Micotoxinas em alimentos. *Anais da Academia Pernambucana de Ciências Agrônômica*, Recife, vol. 7, p. 138-161, 2010.

JAY, James M. *Microbiologia de Alimentos*. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711p.

JOSEPH, B.; OTTA, S.K.; KARUNASAGAR, I. Biofilm formation by *Salmonella* spp. On food contact surfaces and their sensitivity to sanitizer. *International Journal of Food Microbiology*, v. 64, p. 367-372, 2001.

KIM, J. Y.; CHOI, Y. G ; KIM, S. R. B.; LIM, S. T. Humidity stability of tapioca starch-pullulan composite films. **Rev. Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 41, p. 140-145, 2014.

KRAMER, M. E. Structure and function of starch-based edible films and coatings. In: EMBUSCADO, M. E.; HUBER, K. C. (Eds). **Edible films and coatings for food applications**. New York, EUA: Springer, 115 p. 2009.

HENDGES, M. V.; STEFFENS, C. A ; ANTONIOLLI, L. R.; AMARANTE, C. V. T; BRACKMANN, A. Qualidade de maçãs 'royal gala' submetidas ao dano mecânico por impacto e aplicação de 1-metilciclopropeno em dois sistemas comerciais de armazenamento. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal**, v.33, n.1, p.032-039, Mar., 2011.

HORN, M. M. Blendas e filmes de quitosa/amido: estudo da influência da adição de polióis, oxidação do amido e razão amilose/amilopectina nas suas propriedades. 2012. 146 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química de São Carlos – Universidade de São Paulo – São Carlos, 2012.

KROCHTA, J.M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Rev. Food Technology**, v.51, n.2, p.60-74, 1997.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: Packer, L.; Douce, R. Eds. **Methods in Enzymology**. Academic Press, London, UK, v. 148, p.350-381, 1987.

MACHADO, B. F. M. T. Óleos Essenciais: Verificação da ação antimicrobiana *in vitro*, na água e sobre a microbiota da pele humana. 11 f. Dissertação (Mestrado em Biologia e geral e aplicada), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Botânica de Botucatu, 2011.

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

MANUEL, L. Qualidade e conservação de banana ‘nanica’ irradiada, climatizada e refrigerada. 2008. f Tese (Doutorado em agronomia) - Faculdade de ciências agronômicas da UNESP- Campus de Botucatu, Botucatu – SP, dez., 2008.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. Plantas medicinais. Viçosa: UFV, p.220. 1998.

MATIAS, M. L. Desenvolvimento de tecnologia para conservação pós-colheita de bananas resistentes à sigatoka negra. 2009. 113 f. dissertação (Mestrado) Programa de pós-graduação em Tecnologia de alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2009.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. (Ed.) Banana. Pós-colheita. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**. 71 p. Frutas do Brasil, v.16, 2001.

MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L.; RIBEIRO, D.E. Avaliação sensorial de Híbridos de Bananeira da Cultivar Prata Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p. 263-266, abril, 2002.

MENDONÇA, F. A. C.; SILVA, K. F. S.; SANTOS, K. K.; RIBEIRO JÚNIOR, K. A. L.; SANT’ANA, A. E. G. Activities of some Brazilian plants against larvae of the mosquito *Aedes aegypti*. **Rev. Fitoterapia**. v.76, p.629- 36, 2005.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MORTON, I. D.; MACLEOD, A. J. Food Flavours. 1 ed. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990.

MOTA, R. V. Metabolismo amido-sacarose e determinação de açúcares solúveis em alguns cultivares de banana (*Musa ssp*). São Paulo. 1997. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo - USP, 1997.

NERIO, L. S.; OLIVERO-VERBEL, J.; STASHENKO, E. Repellent activity of essential oils: a review. **Rev. Biores Technol**, v.101, p.372-8, 2010.

NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ: Métodos físicos e químicos para análises de alimentos. 4. ed. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008.

OLIVEIRA, M. A. Comportamento pós-colheita de pêssigo (*Prunus pérsica* L. Balstsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa a sera comercial. 2000. 99 f. Tese (Doutorado em agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2000.

OLIVEIRA, M. Efeito da composição química, origem e grau de maturação sobre a cor e a crocância da banana nanica obtida por secagem HTST. 2007. 141 f. Dissertação (mestrado Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos Campinas, junho de 2007.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I.B.; GOULART, M.O.F.; SILA, C.A.; BECHARA, E.J.H.; TERVISAN, M.T.S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, vol. 32, n. 3, p. 689-702, 2009.

OLIVEIRA, E. B. L. Conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com uso de revestimentos naturais. 2010. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Acre, Rio Branco, jul., 2010.

OLIVEIRA, C. G. de. Caracterização Pós-Colheita de Banana Prata- Anã e Seu Híbrido PA42-44 Armazenados Sob Refrigeração. 2010. 84 f. Dissertação (mestrado em Produção Vegetal no Semiárido), Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, Minas Gerais, 2010.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; CARDOSO, M. G.; GUIMARÃES, L. G. L.; PICCOLI, R. H. Rendimento, composição química e atividade antilisterial de oleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. **Rev. Bras. Plantas Med.** v.13, n.1, p.8-16, 2011.

ÖZTÜRK, A.; ÖZBEK, H. The anti-inflammatory activity of *Eugenia Caryophyllata* essential oils: an animal model of anti-inflammatory activity. *European Journal of General Medicine*, v.2, p.159-63, 2005.

PARIZ, Kelimar Levis de. Avaliação da Qualidade Microbiológica de Polpas De Frutas. 2011. 47 p. Monografia (Tecnologia em Alimentos), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFRS. Bento Gonçalves, 2011.

PAN, I. F.; CABALLERO, J. I. M. Películas y recubrimientos comestibles como herramienta emergente para la industria alimentaria. In **Los retos actuales de la industria alimentaria**. Madri: Instituto Tomás Pascual Sanz, p.27-49, 2011.

PEREIRA, A. A.; CARDOSO, M. G.; ABREU, L. R.; MORAIS, A. R.; GUIMARÃES, L. G. L.; SALGADO, A. N. S. P. Caracterização química e efeito inibitório de óleos essenciais sobre o crescimento de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. **Rev. Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.03, p.887-893, 2008.

PEREIRA, C. M. O papel das gorduras saturadas e insaturadas na doença cardiovascular. **Revista Fatores de Risco**, Campo Grande, n. 16, p. 66-71, 2010.

PITA, J.S. L. Caracterização físico-química e nutricional da polpa e farinha da casca de maracujazeiros do mato e amarelo. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, ITAPETINGA/BA, 2012.

PRANOTTO, Y.; RAKSHIT, S. K.; SALOKHE, V. M. Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin. **LWT – Food Science and Technology**, v.38, p.859-865, 2005.

PBMH E PIF (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA E PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS). **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).

REZENDE, Ana Carolina Bortolossi. Incidência de *Salmonella* spp. em caqui (*diospyrus kaki*) e crescimento de *S. Enteritidis* na casca e na polpa dessa fruta. Piracicaba, 2007. 61 p.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C. ; TRINDADE, D.C.G.; SANTOS, A.C.N.; AMARIZ, A. Uso de revestimentos à base de dextrina na conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.2, p.343-351, 2009.

RIBEIRO, L. R.; OLIVEIRA, L. M; SILVA, S. O.; BORGES, A. L. Caracterização física e química de bananas produzidas em sistemas de cultivo convencional e orgânico. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 3, p. 774-782, Set., 2012.

ROJAS, I. M. Efecto del tipo y contenido de aceites esenciales sobre las propiedades mecánicas y barrera de películas comestibles basadas em zeína. Trabajo Fin de Carrera (Ingeniero Agrícola en Industrias Agrarias y Alimentarias) – Departamento de Química Aplicada – Universidade Publica de Navarra, p. 171, 2010.

SACCHETTI, G. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Rev. Food Chemistry**, v.91, n.03, p.621-632, 2004.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M. C. T.; GODOY, H. T. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, vol. 11, n. 4, p. 442-449, 2009.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; VARGAS, M.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C.; CHIRALT, A.; CHÁFER, M. Use of essential oils in bioactive edible coatings. *Food Engineering Reviews*, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2011.

SANTOS, S.; FERREIRA, F. S.; ALVA, J. C. R.; FERNANDEZ, L. G.; Atividade antimicrobiana in vitro do extrato de Abarema cochiliocarpos. **Rev. Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v.17, n.2, p.215-219, 2007.

SANTOS, A. E. O.; GRAVINA, G. A.; BERBERT, P. A.; ASSIS, J. S.; BATISTA, P. F.; SANTOS, O. O. Efeito do tratamento hidrotérmico e diferentes revestimentos na conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Rev. Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.1, p.140-146, 2011.

SARAIVA, L. A.; CASTELAN, F. P.; SHITAKUBO, R.; HASSIMOTTO, N. M. A.; PURGATTO, E.; CHILLET, M.; CORDENUNSI, B. R. Black Leaf Streak Disease Affects Starch Metabolism in Banana Fruit. **J. Agric. Food Chem.**, v. 61, p. 5582–5589, 2013.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; DANTAS, T. B. H. Qualidade e novas tecnologias. In: **BRASIL Pack Trends 2020**. Campinas: ITAL, cap. 6, p. 139-169, 2012.

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

SARMENTO, D. H. A.; SOUZA, P. A.; SARMENTO, J. A.; FREITAS, R. V. S.; SALGADO FILHO, M. Armazenamento de banana 'prata catarina' sob temperatura ambiente recobertas com fécula de mandioca e PVC. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v.28, n.2, p.235-241, abr./ jun., 2015.

SHASANY, A. K.; LAL, R. K.; PATRA, N. K.; DAROKAR, M. P.; GARG, A.; KUMAR, S. Phenotypic and RAPD diversity among *Cymbopogon winterianus* Jowitt accessions in relation to *Cymbopogon nardus* Rendle, **Genet Resour Crop Evol**, v.47, p.553-9, 2000.

SERPA, M. F. P.; CASTRICINI, A.; MITSUBUZI, G. P.; MARTINS, R. N.; BATISTA, M. F.; ALMEIDA, T. H. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 61, n.6, p. 975- 982, nov./dez., 2014.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 2ª ed. Viçosa, MG: UFV. 949p., p.165-170. 1990.

SILVA, M.C.D.; RAMALHO, L.S.; FIGUEIREDO, E.T. Salmonella sp, em ovos e carcaças de frangos in natura comercializadas em Maceió, AL. **Rev., Higiene Alimentar**. São Paulo, v.18, n 121, p. 80-84, jun.2004.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Assistat Versão 7.7 Beta (2014). Disponível em: <www.assistat.com>. Acesso em: 10 jun., 2016.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, A. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. Manual de Métodos de Análises Microbiológicas de Alimentos e Água. 4. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

SILVA JUNIOR, E. A. Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação. 6.ed. São Paulo: Varela, 2013.

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**, v.2, n.03, p. 23, Goiânia, 2015.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Assistat Versão 7.7 Beta (2014). Disponível em: <www.assistat.com>. Acesso em: 10 jun., 2017.

SILVEIRA, L.; MARQUES, A.; CONDE, P.; SANTOS, j.; MACHADO, j. Serotipos de *Salmonella enterica* em amostras ambientais, 2002-2013. Instituto Nacional de Saúde. Artigos breves nº 3, Fatores de Risco em Ambientes Hídricos. 2014. Disponível em: [http://repositorio.insa.pt/bitstream/10400.18/2552/3/observacoesNEspecia4-2014\\_artigo3.pdf](http://repositorio.insa.pt/bitstream/10400.18/2552/3/observacoesNEspecia4-2014_artigo3.pdf). Acesso em: 29 de maio de 2017.

SILVESTRI, J. D. F.; PAROUL, N.; CZYEWSKI, E.; LERIN, L.; ROTAVA, I.; CANSIAN, R. L.; MOSSI, A.; TONIAZZO, G.; OLIVEIRA, D.; TREICHEL, H. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.), **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n.5, p. 589-594, set/out, 2010.

SINGH, J.; BAGHOTIA, A.; GOEL, S. P. *Eugenia caryophyllata* Thunberg (Family Myrtaceae): A Review. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, v. 3, n. 4, p.1469-1475, 2012.

SIQUEIRA, C. L. Conservação Pós-Colheita de Genótipos de Bananeiras Resistentes à Sigatoka Negra por Atmosfera Modificada. 2008. 177 f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal no semi-árido), Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, fev., 2008.

SIQUEIRA, M. S. Z. Caracterização da qualidade de banana prata-anã armazenada em diferentes condições de atmosfera controlada. 114 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, Jan., 2014.

SOUZA, C. P. Segurança Alimentar e Doenças Veiculadas por Alimentos: Utilização do Grupo Coliforme como um dos Indicadores e Qualidade de Alimentos. *Revista APS*, v.9, n.1, p. 83-88, jan./jun. 2006. Disponível em: <http://www.ufjf.br/nates/files/2009/12/Seguranca.pdf>. Acesso em: 29 maio. 2017.

SOUZA, P. A.; AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, A. E. D.; COSTA, A. R. F. C.; FERREIRA, G. S.; BEZERRA NETO, F. 2009. Conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC. **Rev. Brasileira Horticultura**, Brasília, v.27, p.235-239, 2009.

TABELA NUTRICIONAL DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS/ NEPA – UNICAMP – 4° ed. Ver. e ampl. Campinas : NEPA - UNICAMP, 2011, 161p.

TRAJANO, V. N.; LIMA, E. O.; SOUZA, E. L.; TRAVASSOS, A. E. R. Antibacterial property of spice essential oils on food contaminating bacteria. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 542-545, 2009.

UGALDE, M. L. BIOFILMES ATIVOS COM INCORPORAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS. 168 f. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Universidade Regional Integrada, ERECHIM – RS , jun., de 2014.

VIEIRA, E. L.; PEREIRA, M. E. C.; SANTOS, D. B.; LIMA, M. A. C. Aplicação de biofilmes na qualidade da manga ‘Tommy Atkins’. **Rev. Magistra**, v.21, n.3, p.165-170, 2009.

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. **Rev. Ceres**, v.52, n.300, p.221-244, 2005.

XING, Y.; LI, X.; XU, Q.; YUN, J.; LU, Y.; TANG, Y. Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Food Chemistry**, v.124, n.4, p.1443-1450, 2011.

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

YOUNG, V. R.; PELLETT, P. L. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.59, p. 1203-1212, 1994