

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**



**ALLANA EMELY S. DE FREITAS
WILDIANE LEITE FERREIRA**

**EFEITO DE DIFERENTES TRATAMENTOS QUÍMICOS
SOBRE O ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO DA
BANANA (*MUSA SAPIENTUM*) MINIMAMENTE
PROCESSADA**

BELÉM - PARÁ

2019

ALLANA EMELY S. DE FREITAS

WILDIANE LEITE FERREIRA

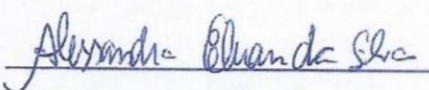
Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre o escurecimento enzimático da banana (*Musa sapientum*) minimamente processada

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção de grau de Tecnólogo (a) de Alimentos, da Universidade do Estado do Pará.

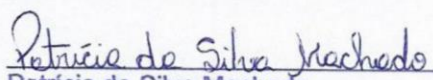
Orientadora: Dr^a Alessandra Eluan da Silva

Data de aprovação: 18/10/2019

Banca examinadora:

 Orientadora
Prof^a. Alessandra Eluan da Silva

Dr^a. em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade do Estado do Pará (UEPA)

 - Membro
Patrícia da Silva Machado

Dr^a. em Ciência de Alimentos
Universidade Federal de Lavras (UFLA)

 - Membro
Prof^a. Maricely Janette Uria Toro

Dr^a. em Química Analítica
Universidade do Estado do Pará (UEPA)

BELÉM - PARÁ

2019

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, que me deu saúde e forças para superar todos os momentos difíceis a que eu me deparei ao longo da minha graduação, ao meu pai Maurício, e minha avó Ana Alice, por serem essenciais em toda minha vida e a toda minha família e amigos por me incentivarem a ser uma pessoa melhor e não desistir dos meus sonhos.

Allana Emely S. de Freitas

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que sempre foi o meu guia nessa trajetória, dedico com muito amor e gratidão, a minha mãe Wanderli Leite, mulher de fibra, sempre guerreira, a minha maior fonte de inspiração e maior incentivadora dos meus sonhos, dedico também ao meu pai Wilson Ferreira (*in memoriam*), que mesmo sem estar presente fisicamente iluminou os meus passos, e ao meu irmão William Leite, por todos os incentivos e companheirismo. Essa vitória é nossa!

Wildiane Leite Ferreira

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus por ter me ajudado a superar as dificuldades e a tornar possível a realização de um sonho muito importante pra mim.

Não posso esquecer todo apoio que a Universidade do Estado do Pará-UEPA me deu através dos recursos disponíveis.

A Professora Alessandra Eluan reconheço e agradeço profundamente a confiança e a professora Maricely Toro por toda orientação e auxílio para que este trabalho fosse possível. Sem elas não teria conseguido.

À minha família, amigos e ao meu namorado tenho um agradecimento muito especial porque acreditaram em mim desde o primeiro instante. Sou quem sou porque vocês estiveram e estão sempre ao meu lado.

Allana Emely S. de Freitas

Sou grata a Deus, que em nenhum momento me deixou fraquejar ou desistir desse sonho, concedendo força e saúde para superar as dificuldades.

Também quero agradecer à Universidade do Estado do Pará e o seu corpo docente que esteve comprometido com a qualidade e excelência do ensino, oferecendo todo conhecimento, suporte e dedicação no decorrer desses anos.

A minha mãe por todo amor, apoio e incentivo que serviram de alicerce para as minhas realizações e conquistas, ao meu irmão pela amizade, companheirismo e atenção dedicadas sempre que precisei.

A minha orientadora Alessandra Eluan pelos seus conselhos, correções, por todas as valiosas contribuições dadas durante o processo e, também, a professora Maricely Toro por todo suporte e incentivo no pouco tempo que lhe coube. A todos os meus amigos pessoais que vibraram com minhas realizações e colegas do curso que com companheirismo fizeram dessa trajetória mais leve. E a todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram nessa realização, muito obrigada.

Wildiane Leite Ferreira

RESUMO

FREITAS, ALLANA EMELY S. DE; FERREIRA, WILDIANE LEITE. **Efeito de diferentes tratamentos químicos sobre o escurecimento enzimático da banana (*Musa sapientum*) minimamente processada.** Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) – Universidade do Estado do Pará, Belém - Pará, 2019.

A manutenção da cor nos vegetais minimamente processados representa aspecto crítico em razão da maioria deles ser susceptível ao escurecimento enzimático, causado pelas enzimas Polifenoloxidase (PPO) e Peroxidase (POD), que devem ser controladas sem que ocorram prejuízos sensoriais ou nutricionais aos produtos. Neste trabalho objetivou-se avaliar diferentes tratamentos químicos (Fécula de mandioca 3% (TF); Fécula de Mandioca 3% + Ácido Cítrico 1% (TF+A) e Ácido Cítrico 1% (TA)) e um teste controle, na inibição do escurecimento enzimático. As bananas foram acondicionadas em embalagens hermeticamente fechadas e armazenadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$. As amostras foram analisadas por meio das observações de suas alterações em dias alternados sendo o tempo (dias) representado por 0, 2 e 4. Foram determinadas as análises de registro fotográfico, perda de massa, parâmetros microbiológicos (Bactérias mesófilas e psicotróficas, coliformes totais a 35°C , coliformes termotolerantes a 45°C e *Salmonella spp*), físico-químicos (acidez titulável, pH e sólidos solúveis) e análise enzimática da Polifenoloxidase (PPO). Os resultados obtidos demonstraram que os tratamentos que obtiveram os melhores desempenhos foram com ácido cítrico 1% seguido do tratamento fécula de mandioca 3% + ácido cítrico 1% em todos os parâmetros analisados neste trabalho.

Palavras-Chave: banana prata, polifenoloxidase, escurecimento enzimático.

ABSTRACT

FREITAS, ALLANA EMELY S. DE; FERREIRA, WILDIANE LEITE. **Effect of different chemical treatments on minimally processed banana (*Musa sapientum*) enzymatic browning.** Completion of course work (Food Technology) – Pará State University, Belém - Pará, 2019.

Maintaining color in minimally processed vegetables is critical because most of them are susceptible to enzymatic browning caused by the enzymes Polyphenoloxidase (PPO) and Peroxidase (POD), which should be controlled without sensory or nutritional damage to the products. The aim of this study was to evaluate different chemical treatments (Cassava 3% (TF), Cassava 3% + Citric Acid 1% (TF + A) and Citric Acid 1% (TA) and a control test for inhibition. of enzymatic browning. Bananas were stored in hermetically sealed packages and stored at 5 ± 1 ° C. The samples were analyzed by observing their alterations on alternate days and the time (days) represented by 0, 2 and 4. The photographic record analysis, mass loss, microbiological parameters (Mesophilic and psychotrophic bacteria, total coliforms) were determined. at 35 ° C, thermotolerant coliforms at 45 ° C and *Salmonella spp*), physicochemical (titratable acidity, pH and soluble solids) and enzymatic analysis of polyphenoloxidase (PPO). The results showed that the treatments with the best performances were with 1% citric acid followed by cassava starch 3% + 1% citric acid treatment in all parameters analyzed in this work.

Keywords: silver banana, polyphenoloxidase, enzymatic browning.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Estágio de maturação das bananas 16
- FIGURA 2.** Acompanhamento de cor dos tratamentos durante os 24
tempos de armazenamento
- FIGURA 3.** Valores médios de acidez titulável de banana prata 30
minimamente processada submetida a diferentes tratamentos. Letras
maiúsculas diferentes acima das barras indicam diferença
estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos
- FIGURA 4.** Valores médios de pH de banana prata minimamente 31
processada submetida a diferentes tratamentos. Letras maiúsculas
diferentes acima das barras indicam diferença estatisticamente
significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos
- FIGURA 5.** Valores médios de sólidos solúveis totais de banana prata 33
minimamente processada submetida a diferentes tratamentos. Letras
maiúsculas diferentes acima das barras indicam diferença
estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos
- FIGURA 6.** Teste qualitativo para determinação da atividade 34
enzimática da polifenoloxidase (PPO). As mudanças de coloração
alaranjada indicam os dias analisados (T0 e T4). (Tubos da esquerda
para a direita seguindo a ordem de tratamentos TC, TF, TF+A e TA)

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Composição centesimal de parte comestível de algumas cultivares de banana existentes no Brasil	16
TABELA 2. Resultados das análises de coliformes a 45°C e <i>Salmonella</i> spp nas amostras de banana minimamente processada submetidas a diferentes tratamentos.	25
TABELA 3. Resultados das análises de bactérias aeróbias mesófilas e psicotróficas nas amostras de bananas minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos	27
TABELA 4. Valores médios de acidez titulável de banana Prata minimamente processada	28
TABELA 5. Valores médios do pH da banana prata minimamente processada submetida a diferentes tratamentos	30
TABELA 6. Valores médios de sólidos solúveis totais (SST) de banana prata minimamente processada submetida a diferentes tratamentos	32
TABELA 7. Análise quantitativa da atividade enzimática da enzima polifenoloxidase (PPO)	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UEPA	- Universidade do Estado do Pará
CCNT	- Centro de ciências naturais e tecnologia
TC	- Tratamento Controle
TF	- Tratamento com fécula de mandioca 3%
TF+A	- Tratamento com fécula 3% + ácido cítrico 1%
TA	- Tratamento com ácido cítrico 1%
T0	- Tempo de armazenamento zero
T2	- Tempo de armazenamento dois
T4	- Tempo de armazenamento quatro
ANVISA	- Agencia de vigilância Sanitária
AOAC	- Association of Official Analytical Chemists
APC	- Ágar Padrão para Contagem
BS	- Bismuto Sulfito
EC	- Escherichia coli
IAL	- Instituto Adolfo Lutz
IFPA	- <i>International Fresh-Cut Produce Association</i>
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NMP	- Número Mais Provável
pH	- Potencial Hidrogeniônico
°B	- Graus Brix
POD	- Peroxidade
PPO	- Polifenoloxidase
SC	- Selenita Cistina
SST	- Sólidos Solúveis Totais
TT	- Tetrionato
UFC	- Unidade Formadora de Colônia
VB	- Verde Brilhante
XLD	- Xilose Lisina Desoxicilat

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo Geral	14
2.2. Objetivos Específicos	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. Banana	15
3.2. Escurecimento Enzimático	17
3.3. Minimamente Processados	18
3.4. Coberturas Comestíveis	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1. Matéria prima	21
4.2. Processamento mínimo e tratamentos químicos	21
4.3. Avaliação da vida de prateleira de bananas minimamente processada	22
4.4. Análises	22
4.4.1. Registro Fotográfico	22
4.4.2. Análises Microbiológicas	22
4.4.3. Análises Físico-químicas	22
4.4.4. Análise Enzimática	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 Registro Fotográfico	24
5.2 Análises Microbiológicas	25
5.3 Análises Físico-Químicas	28
5.3.1. Acidez Total	28
5.3.2. Potencial Hidrogeniônico (pH)	30
5.3.3. Sólidos Solúveis (°Brix)	32
5.4. Análise Enzimática	34
5.4.1. Determinação da atividade de polifenoloxidase (PPO)	34
6. CONCLUSÃO	37
7. REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa ssp.*), pertencente à família Musaceae originária da Ásia, é uma das fruteiras mais cultivadas nos países tropicais, sendo o seu fruto um dos mais consumidos no mundo, dado seu elevado valor nutritivo, na forma *in natura*, cozida, assada ou frita. A banana é um fruto climatérico, que apresenta grande importância econômica nos países tropicais podendo ser comercializada praticamente o ano todo (FRANCISCO et al., 2014)

Dentre as cultivares mais consumidas e difundidas no Brasil estão: a Prata, Pacovan, Maçã, e a Terra. Destas, Prata, Prata-Anã e Pacovan são responsáveis por, aproximadamente, 60% da área cultivada de banana no Brasil, diante do exposto, a escolha da banana prata para o presente trabalho, se dar pelo seu alto consumo na região, pela sua popularidade e facilidade de aquisição (SILVA et al., 2008).

O consumidor busca nas gôndolas dos mercados diversidade de produtos. O processamento e/ou a introdução da banana na formulação de produtos tem por finalidade oferecer ao consumidor uma maior variedade de subprodutos desta fruta e assim, também, aumentar a sua vida útil (AURORE; PARFAIT; FAHRASMANE, 2009). Uma forma de oferecer aos consumidores uma banana *in natura* de qualidade é a utilização da tecnologia de minimamente processado associada com adição de compostos químicos que impedem o escurecimento enzimático.

Frutas minimamente processadas são as que passam por modificações físicas, mantendo seu estado fresco e qualidade nutricional. Essas modificações, ocorrem nas etapas do processamento que são a colheita, seleção, lavagem, descascamento, corte, sanitização, centrifugação, embalagem e armazenamento. Nessas etapas são eliminados dos alimentos, normalmente, as partes que não se consomem, como cascas, sementes e talos, mantendo as suas características de alimentos frescos (LIMA et al., 2005, MELO; VILAS BOAS, 2007; SILVA et al., 2011; SOUSA et al., 2012; RODGERS, 2016).

Segundo Costa (2011), as frutas merecem atenção especial, pois possuem em sua composição grupos de enzimas que causam alterações

nos alimentos, sendo, as responsáveis pela formação de compostos extremamente desejáveis, porém, podem provocar consequências desfavoráveis, como o escurecimento que ocorre não só no alimento natural quando cortado, como também, durante o processamento e armazenamento de forma ineficiente.

De acordo com Castro Júnior e Arenillo (2016), o escurecimento da banana como em muitas outras frutas, por exemplo, a maçã e a pêra, é evidenciado com poucos minutos após seu descascamento e corte.

Na banana, a enzima polifenoloxidase catalisa a oxidação dos fenóis existentes na sua polpa, dando origem a quinonas, estas se condensam (polimerizam) formando melanina que são os pigmentos escuros, sendo necessário durante seu processamento inibir este escurecimento para evitar a degradação desses produtos, logo, faz-se necessário o uso de aditivo que atue como antioxidante para manter a qualidade final do produto processado.

Vários compostos químicos têm sido citados como eficientes no controle do escurecimento enzimático em frutas, porém, em sua maioria tóxicos e não podem ser utilizados em alimentos. Para controlar o escurecimento enzimático, dispõem-se de métodos físicos e químicos, onde nos físicos existe o controle da temperatura, que quando reduzida diminui o metabolismo do produto e quando aumentada pode inativar a enzima. Outro ponto é a proteção do produto contra o oxigênio, com auxílio de atmosferas modificadas e embalagens ativas. Os métodos de controle químico envolvem o uso de compostos antioxidantes que inibem a ação da enzima polifenoloxidase (PPO) (OLIVEIRA, 2008; MELO FILHO et al. (2011).

A utilização de revestimentos comestíveis elaborados a partir de compostos naturais, também constitui em uma importante forma de prolongar a vida de prateleira dos produtos, especialmente de frutas e hortaliças. Esses filmes comestíveis é uma tecnologia desenvolvida recentemente, podendo ser a base de amido, celulose ou colágeno. Dentre estes o mais empregado na elaboração dos revestimentos é amido natural (milho, mandioca), em decorrência da sua maior disponibilidade, custo acessível e ser comestível (SILVEIRA et al., 2015).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito de agentes redutores sobre o escurecimento enzimático da banana (*Musa sapientum*) minimamente processada.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar o processamento mínimo de bananas utilizando tratamentos com ácido cítrico 1%; fécula de mandioca a 3% + ácido cítrico 1% e, fécula de mandioca a 3%;
- Acompanhar a vida de prateleira através das análises físico-químicas (determinação do escurecimento por registro fotográfico, acidez titulável, pH, sólidos solúveis, e microbiológicas (bactérias aeróbias mesófilas, bactérias psicotrópicas, coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Salmonella spp*) para acompanhamento da estabilidade do produto;
- Determinação qualitativa e quantitativa da presença de enzima polifenoloxidase (PPO) para acompanhamento de eficiência dos tratamentos aplicados.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Banana

A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo produzida na maioria dos países tropicais, dentre eles o Brasil, aonde possui grande importância econômica, além de muito apreciada pelo sabor, facilidade de consumo, baixo custo, também é fonte de energia, vitaminas e minerais. No Brasil, a fruta é cultivada praticamente em todos os estados, sendo a segunda fruta mais consumida no País, em sua maior parte *in natura* (CEAGESP, 2010; MATTOS et al., 2010).

Tecnologicamente, o principal problema no processamento da banana está relacionado com o rápido escurecimento do produto. O baixo teor de acidez da banana pode exigir o emprego de agentes acidulantes no processamento. A diminuição do pH para 4,2 permite que o tratamento térmico para conservação seja feito em temperaturas mais brandas, preservando as propriedades sensoriais dos produtos (FOLEGATTI; MATSUURA, 2004).

No campo da tecnologia de alimentos, diversos métodos tem sido utilizados para o prolongamento da vida útil das frutas e verduras, destacando-se métodos como a desidratação, tratamentos térmicos, tratamentos químicos, melhoramento genético e conservação por irradiação. Tais métodos, além de aumentar a vida de prateleira, podem inibir a ação de duas enzimas que são responsáveis pela degradação oxidativa dos compostos fenólicos, sendo elas a polifenoloxidase (PPO) e a peroxidase (POD), responsáveis pela produção de polímeros de cor marrom, chamadas de melaninas (TOMÁS; ESPIN, 2001).

Apenas um fruto de banana pode suprir cerca de 25% da ingestão diária recomendada de ácido ascórbico, além de fornecer quantidades significativas de vitaminas A e B, potássio e outros minerais, como o sódio. A banana verde apresenta alto teor de amido correspondendo de 55 a 93% do teor de sólidos totais (RAMOS; LEONEL; LEONEL, 2010). Na banana madura, o amido é convertido em açúcares, em sua maioria glucose, frutose e sacarose, dos quais 99,5% são fisiologicamente disponíveis (FASOLIN et al., 2007). A Tabela 1 apresenta a composição nutricional de algumas bananas existentes no Brasil.

Tabela 1. Composição centesimal de parte comestível de algumas cultivares de banana existentes no Brasil.

Cultivar	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)	Fibra alimentar (%)	Cinzas (%)
Ouro	68,2	1,5	0,2	29,3	2,0	0,8
Nanica	73,8	1,4	0,1	23,8	1,9	0,8
Maça	75,2	1,8	0,1	22,3	2,6	0,6
Prata	71,9	1,3	0,1	26,0	2,0	0,8

Fonte: NEPA, 2011.

Durante o processo de amadurecimento a banana passa por diversas mudanças e dependendo da finalidade de uso da fruta há interesse no grau de amadurecimento para permitir o seu processamento adequado. As bananas estão descritas de acordo com seu estágio de maturação expressas por Aurore et al. (2009) na Figura 1:

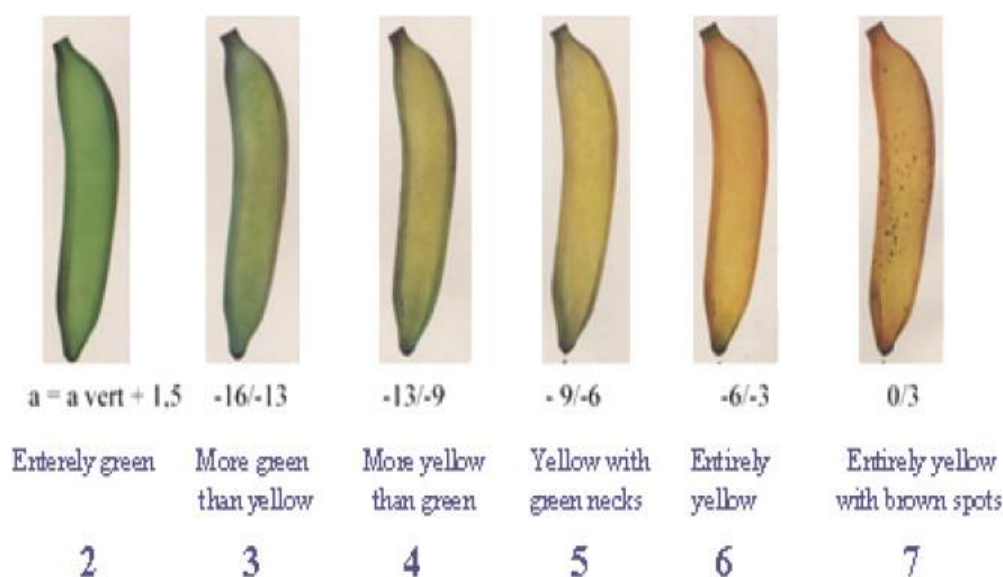


Figura 1. Estágio de maturação das bananas. Fonte: Aurore et al. (2009).

As cascas de banana apresentam maiores teores de umidade, lipídios e minerais que a parte comestível (STORCK et al., 2013), além de serem ricas em fibras (GONDIM et al., 2005). Emaga et al. (2008) constataram que as pectinas encontradas na casca são adequadas para a formação de géis, podendo ser utilizadas na elaboração de geleias e enriquecimento de

produtos alimentícios, o que também é interessante do ponto de vista ambiental, pois diminui a quantidade de resíduo das cascas.

3.2. Escurecimento Enzimático

O processo de escurecimento enzimático consiste na formação de pigmentos por enzimas, pode ocorrer nos alimentos, como frutas e vegetais, que passam por ruptura da célula, modificando sua consistência. Esse mecanismo se dá em alimentos constituídos por compostos fenólicos com presença de oxigênio e pela participação da enzima polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD), gerando polímeros de coloração característica acastanhada e reduzindo os compostos antioxidantes do alimento (NESPOLO, 2015).

Segundo Silva, Rosa e Boas (2009) tem-se utilizado procedimentos tecnológicos como o processamento mínimo desses vegetais para atender aos consumidores, os transformando em produtos práticos, seguros e que atendem a qualidade sensorial.

De acordo com Melo (2007) os compostos fenólicos desses alimentos estão separados da enzima e, devido a isso, ao sofrer danos como cortes, retirada do caroço ou da casca, essas enzimas entram em contato com os substratos e reações de escurecimento são iniciadas. Os fatores que podem influenciar na atividade enzimática são: temperatura, pois temperaturas muito elevadas podem desestruturar a enzima, desnaturando-a; e pH, onde cada enzima tem sua faixa de pH ótimo para atuação, ou seja, são sensíveis a variações de pH. Em base desses conhecimentos, indústrias de alimentos ou fornecedores desses alimentos utilizaram esses métodos que influenciam na atividade da enzima para inativar ou inibir a ação da mesma, podendo ser através de procedimentos físicos ou químicos, redução do pH, abaixo do pH ótimo, ou faixa de pH ótimo para sua atuação, adição de substâncias redutoras que inibam a ação da enzima.

O uso de inibidores de escurecimento enzimático em alimentos é restrito pela toxicidade que podem causar dependendo da concentração empregada, e também pelo potencial efeito negativo na textura, aroma, gosto e custos (MARSHAL; KIM; WEI, 2000). Alguns compostos antioxidantes naturais, como os ácidos cítrico e ascórbico, têm a capacidade

de reduzir as quinonas formadas pela ação das oxidases, impedindo, dessa forma, a formação dos produtos escurecidos, além de agirem como inibidores das enzimas oxidativas, através do abaixamento do pH (FONTES et al., 2009). Já o cloreto de cálcio tem sido aplicado efetivamente na prevenção do amaciamento de frutas minimamente processadas (VILAS BOAS; KADER, 2001), embora possa contribuir, em conjunto com agentes antioxidantes, para a prevenção do escurecimento.

3.3. Minimamente Processados

De acordo com a *International Fresh-Cut Produce Association* (IFPA), produtos minimamente processados são frutas ou hortaliças modificadas fisicamente, mas que mantém o seu estado fresco. Portanto, o produto minimamente processado é qualquer fruta ou hortaliça, ou combinação destas que tenha sido fisiologicamente alterado, mas permanece no estado fresco (EMBRAPA, 2011).

Os alimentos minimamente processados também são conhecidos como, *fresh-cuts*, parcialmente processados, pré-processados e pré-preparados. São produtos de maior valor agregado quando comparado a frutas e hortaliças adquiridas *in natura*, pois visam facilitar a vida dos consumidores, são convenientes e apresentam vantagens, como o aproveitamento máximo do conteúdo do produto, praticidade, segurança e uma alimentação saudável para os consumidores (SATO; MARTINS; BUENO, 2007).

Porém, há uma grande preocupação com relação ao processamento do alimento minimamente processado, pois este é submetido a alterações fisiológicas, promovendo a descompartmentalização celular possibilitando o contato de enzimas e substratos, que dão origem as modificações bioquímicas, como o escurecimento, formação de odores desagradáveis e perda da textura original. Além disso, o descascamento e corte de frutas ou vegetais favorecem a colonização dos tecidos por microrganismos deteriorantes e patogênicos (ROMANICHEN et al., 2010).

Os alimentos *in natura* ou minimamente processados são geralmente perecíveis e para torná-los mais apetitosos, digeríveis e saborosos, são

desenvolvidas diversas técnicas de processamento industrial (MONTEIRO et al., 2011).

As frutas e legumes requerem um manuseio correto em relação a sua preparação e seu armazenamento, a fim de tirar o máximo de proveito de seus nutrientes, quando esses produtos são minimamente processados, eles são submetidos a operações unitárias que incluem as etapas de seleção, limpeza, lavagem, descascamento, corte ou retalhamento, higienização e embalagem (RAMOS et al., 2013).

De acordo com Sirollet al. (2015) essas etapas requerem o máximo de cuidado por causa da falta de processamento para inibir os agentes microbianos, sendo então necessário o uso de matérias-primas de alta qualidade e o controle da temperatura durante a fabricação, distribuição e venda para a manutenção da qualidade microbiológica.

3.4. Coberturas Comestíveis

A denominação de revestimentos comestíveis engloba dois tipos: o filme e o revestimento e/ou cobertura. Há uma diferença entre ambas na aplicação/formação, onde o filme é elaborado à parte e posterior aplicado no alimento, já na cobertura a aplicação se dá diretamente no alimento, sendo o filme formado após enxugamento, formando uma fina camada, ambos funcionam como uma barreira a agentes externos (VILLADIEGO et al., 2005). As coberturas comestíveis detêm bastante atenção por parte dos pesquisadores nos últimos anos, pelas suas principais propriedades: a melhoria da aparência ficando mais brilhosa, as propriedades mecânicas, de barreira, e estrutural (ALVES et al., 2011). Estes devem possuir certas particularidades como adesão a superfície do alimento, ser invisível, e não interferir no sabor e odor do alimento aplicado (ASSIS et al., 2008).

A procura por produtos biodegradáveis bem como de alimentos minimamente processados impulsiona pesquisas no ramo dos revestimentos comestíveis, surgindo ocasiões favoráveis de desenvolvimento e ampliação do mercado de embalagens que acatem as demandas impostas pelo consumidor. Estudos estão sendo realizados na aplicação de filmes e/ou revestimentos, seja em frutas minimamente processadas ou não, como: maçãs (ASSIS; ALVES, 2002), batata (SOARES et al., 2006), revestimento

ativo de amido em pera (BOTREL et al., 2010), mamões minimamente processados (TRIGO et al., 2012), e em goiabas (BALDEZ, 2016).

O amido vem sendo estudado em âmbito nacional e internacional na formação de filmes e revestimentos comestíveis biodegradáveis, por ser um produto de baixo custo, farto e por seus atributos que possibilitam a formação de filmes, sendo as pesquisas conduzidas na aplicação em frutas e hortaliças minimamente processadas, a principal dificuldade da utilização do mesmo em maior escala é quanto à baixa estabilidade contra ambientes com umidade relativa elevada (MALI et al., 2010). A tecnologia do revestimento elaborado a partir do amido se fundamenta no desenvolvimento de um termoplástico biodegradável, possuindo características desejáveis que possibilitam a utilização nas embalagens de alimentos (SILVA et al., 2015).

O amido encontrado na mandioca apresenta características desejáveis para ser utilizado como revestimento, por ser comestível, de baixo custo e fácil manipulação (LIMA, 2010). Dessa forma, é também considerada a matéria prima mais adequada para produção de biofilme, pois torna as hortaliças e frutos mais atrativos para comercialização (LUVIELMO; LAMAS, 2012).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Matéria prima

Foram utilizadas bananas do cultivar “Prata”, coletadas em supermercados locais da região de Belém-PA onde foram transportadas e analisadas no Laboratório de Alimentos da Universidade do Estado do Pará – UEPA, Campus V - CCNT. Foram adquiridas de acordo com os requisitos do controle de qualidade bem como em relação ao seu estágio de maturação grau 5 e 6, dentro de uma escala descrita por Aurore et al. (2009).

4.2. Processamento mínimo e tratamentos químicos

As bananas foram lavadas em água corrente para a retirada das impurezas visíveis, e imersas em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado, na concentração de 200 mg/L de cloro ativo, durante 15 min.

Após a sanitização, os frutos foram descascados e cortados em rodela com espessuras de aproximadamente 3 cm. As rodela foram imersas por 3 minutos nas soluções dos seguintes tratamentos: Controle: água destilada (TC); solução de fécula de mandioca 3 % (TF), solução fécula de mandioca 3% + ácido cítrico a 1% (TF+A) e, solução ácido cítrico a 1% (TA), sendo em proporção de matéria-prima e solução de 2:1 (vegetal: solução).

A película foi preparada a partir da suspensão da fécula comercial em água, para obtenção da solução a 3%, suspende-se 30 g de fécula em 1 litro de água, sendo aquecido até a temperatura de 70°C e resfriada a temperatura ambiente para a imersão do fruto (OLIVEIRA, 1996).

Posteriormente, as bananas foram colocadas em escorredores para retirada do excesso de líquido, sendo o tempo de permanência definido em 5 minutos pelos testes preliminares. Em seguida, as rodela foram acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas em refrigerador doméstico a 5 ± 1 °C. As concentrações estudadas das soluções foram baseadas em estudos científicos (FAGUNDES; AYUB, 2005; LUPETTI et al., 2005) e testes preliminares.

4.3. Avaliação da vida de prateleira de bananas minimamente processadas

Foi avaliada através das análises de cor por registro fotográfico, análises microbiológicas e físico-químicas no período de tempo periódico e determinado através de testes preliminares, com duas repetições.

No primeiro teste preliminar foram delimitadas a quantidade em g de banana para cada mL de solução, o tempo de imersão, tempo para escorrer, temperatura de armazenamento, tipo de embalagem.

Já no segundo, foi elaborada com todas as correções do primeiro teste preliminar, dentro de todas as condições higiênico-sanitárias. As análises foram realizadas durante 4 dias, sendo as amostras analisadas no tempo 0, 2 e 4 dias.

4.4. Análises

4.4.1. Registro Fotográfico

Os registros foram realizados após o processamento mínimo dos tratamentos no tempo 0, e nos dias 2 e 4 após o armazenamento refrigerado.

4.4.2. Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram determinadas em duplicatas obtendo-se a identificação de coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Salmonella* spp, bactérias aeróbias mesófilas e bactérias psicrótróficas de acordo com a metodologia de Silva et al. (2005).

4.4.3. Análises Físico-químicas

As bananas foram caracterizadas em triplicata, nas análises de acidez titulável, expressos em ácido málico, potencial hidrogeniônico (pH) e sólidos solúveis (°Brix) de acordo com a técnica preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.4.4. Análise Enzimática

Foi realizada seguindo a metodologia de Fatibello-Filho (2002). Foram pesadas 50 g de banana minimamente processada e homogeneizados em

um liquidificador com 100 mL de solução tampão (fosfato 0,1 Mol/L (pH 7,0)). A solução foi filtrada em quatro camadas de gazes e centrifugado (5.000 r.p.m.) durante 15 min. Em seguida, os sobrenadantes de cada tratamento foram armazenados em refrigerador a 4°C e, posteriormente usados como fonte da enzima polifenoloxidase.

Para determinação quantitativa, a atividade da enzima polifenoloxidase foi determinada pela medida de absorbância de 420 nm no espectrofotômetro durante 5 min após a reação entre 0,1 mL da solução sobrenadante enzimática a 50%, diluída com solução tampão fosfato 0,1 M, e 2,9 mL da solução de catecol 0,05 mol L⁻¹ em tampão fosfato (pH 7,0). O tubo branco foi preparado com a mistura de 2,9 mL de catecol 0,05 Mol/L em solução tampão fosfato 0,1 M e 0,1 mL de tampão fosfato 0,1 Mol/L (pH 7,0). Uma unidade de atividade foi definida como o aumento de 0,001 de absorbância por minuto por mL, seguindo a metodologia de Paz (2010).

A determinação qualitativa foi determinada seguindo o método descrito por Freitas (2008), com modificações. Foram colocados em tubos de ensaio 0,1 ml de sobrenadante, de cada tratamento, diluído a 50%, e 2,9 mL de solução de catecol 0,05 M. Os tubos foram levados ao banho-maria a 30° C por 30 minutos, onde observou-se a mudança de coloração.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Registro Fotográfico

Os registros fotográficos foram realizados afim de analisar visualmente qual tratamento melhor conservou a aparência da banana minimamente processada, como mostra a Figura 2, em relação a modificação da cor de cada tratamento e seus respectivos tempos de armazenamento.

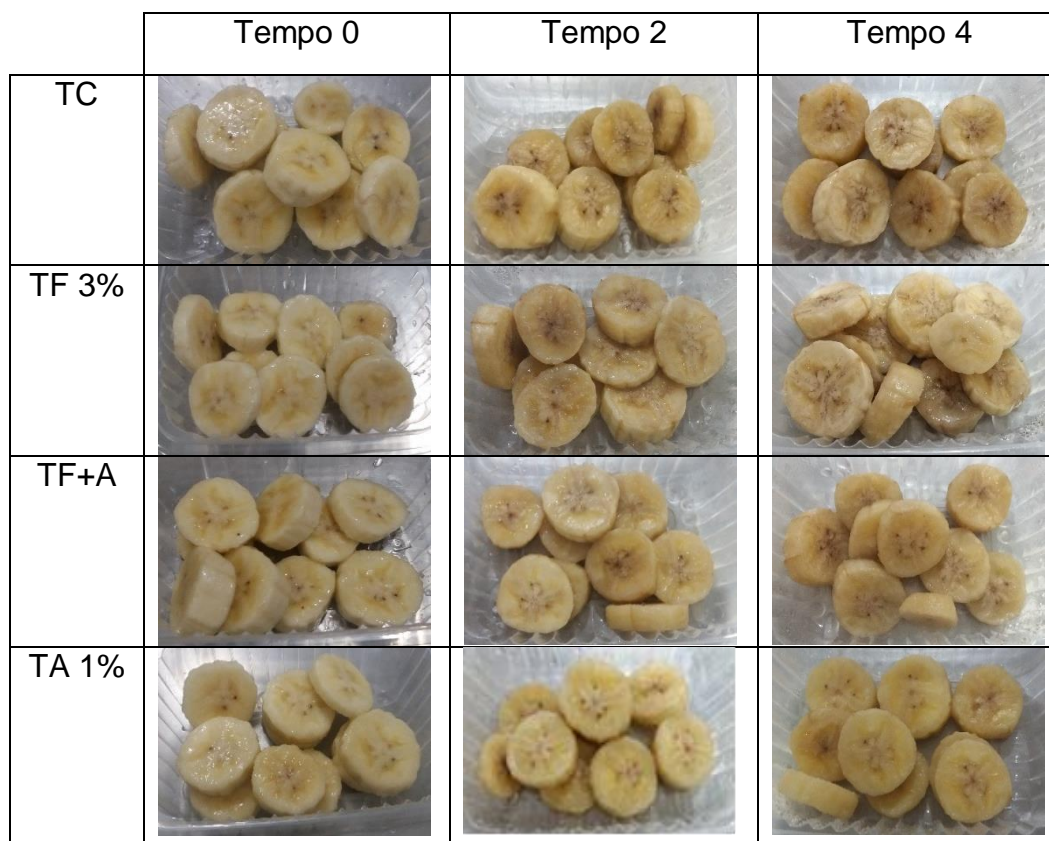


Figura 2. Acompanhamento de cor dos tratamentos durante os tempos de armazenamento.

Na Figura 2 são expostas as imagens das fatias de bananas minimamente processadas submetidas aos diferentes tratamentos, e registradas do dia 0 ao dia 4 de armazenamento. Nota-se que as bananas do tratamento controle (TC) foram as que tiveram o escurecimento enzimático mais intenso ao longo do período de armazenamento. O tratamento com fécula a 3% (TF) também não conseguiu evitar o escurecimento ao longo dos 4 dias de armazenamento apresentando grandes modificações de coloração. Já os tratamentos contendo fécula a 3%

+ ácido cítrico 1% (TF + A) e tratamento com ácido cítrico 1% (TA), foram os mais eficazes em prevenir o escurecimento enzimático, conservando as características visuais das bananas minimamente processadas durante os 4 dias de armazenamento.

5.2 Análises Microbiológicas

Os resultados obtidos das análises microbiológicas nos tempos T0, T2 e T4 foram comparados com padrões microbiológicos previstos pela legislação brasileira RDC nº. 12 de 02 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001) vigente para frutas. A resolução determina um valor máximo de 5×10^2 NMP para coliformes a 45°C/g e ausência de *Salmonella* em 25g da amostra.

Os padrões microbiológicos citados foram utilizados para verificar a presença ou ausência de microrganismos indicadores como parâmetro para avaliação das condições higiênico-sanitárias as quais as bananas minimamente processadas foram submetidas, os resultados encontram-se expostos na Tabela 2 e 3.

Tabela 2. Resultados das análises de coliformes totais, termotolerantes e *Salmonella* spp nas amostras de banana minimamente processada submetidas a diferentes tratamentos.

Tempo (dias)	Tratamentos	Coliformes Totais (NMP**/g)	Coliformes Termotolerantes (NMP/g)	<i>Salmonella</i> spp*
T0	TC	23	9,2	Aus*
	TF	3,6	3,6	Aus
	TF+A	3,6	3,6	Aus
	TA	9,3	9,3	Aus
T2	TC	9,2	3,6	Aus
	TF	<3	<3	Aus
	TF+A	3,6	3,6	Aus
	TA	7,4	3,6	Aus
T4	TC	9,2	3,6	Aus
	TF	<3	<3	Aus
	TF+A	3,6	3,6	Aus
	TA	7,4	3,6	Aus

*Ausência de *Salmonella* spp em 25g da amostra; **NMP/g: Número mais provável por grama.

***UFC/g: Unidade formadoras de colônias por grama.

Os resultados obtidos para as contagens de coliformes totais foram de no máximo de 23 NMP/g para o tratamento controle (TC) no tempo 0, ainda que a legislação vigente não exija um padrão microbiológico para os coliformes totais, verificou-se que no decorrer da vida de prateleira, os Coliformes Totais e Termotolerantes se mantiveram com baixa variação dos valores e entre os tratamentos, com exceção do tratamento controle (TC) e com ácido cítrico 1% (TA) no T0 em relação ao T2 e T4, onde houve uma diminuição dos valores no tratamento controle (23 NMP para 9,2 NMP) e tratamento com ácido (9,3 NMP para 7,2 NMP) justificado por possível perda de viabilidade do tempo T0 em relação aos tempos T2 e T4.

Segundo Reis et. al (2004) ao avaliar a qualidade e vida de prateleira de banana prata minimamente processada obtiveram resultados de coliformes totais e termotolerantes inferiores a 0,3 NMP/g e sem crescimento expressivo de microrganismos durante o período de armazenamento, sugerindo que os tratamentos químicos utilizados atuaram de forma a assegurar a qualidade microbiológica do produto.

Os presentes resultados, apesar de apresentarem a presença de coliformes totais e termotolerantes, o número encontrado é inferior ao limite tolerável (500 coliformes termotolerantes), exigido por Brasil (2001). Ainda de acordo com a mesma legislação, para a análise de Salmonella, em todos os tratamentos analisados houve ausência em 25g de amostra.

Os resultados das análises de contagem de microrganismos aeróbios mesófilos nos tratamentos apresentaram crescimento de microrganismos mesófilos, todos os tratamentos apresentaram baixa formação de colônia, apresentando valores menor que 100 UFC/g, com exceção do tratamento controle (TC), tratado apenas com água, que apresentou valores maiores que 100 UFC/g. Os resultados obtidos para contagem de bactérias aeróbias mesófilas e bactérias psicotróficas estão expressos na Tabela 3:

Tabela 3. Resultados das análises de bactérias aeróbias mesófilas e psicotróficas nas amostras de bananas minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos.

Tempo (dias)	Tratamentos	Bactérias Mesófilas (UFC*/g)	Psicotróficas (UFC*/g)
T0	TC	>100	< 10 ⁻³
	TF	30	< 10 ⁻³
	TF+A	12	< 10 ⁻³
	TA	13	< 10 ⁻³
T2	TC	>100	< 10 ⁻³
	TF	26	< 10 ⁻³
	TF+A	8	< 10 ⁻³
	TA	13	< 10 ⁻³
T4	TC	>100	< 10 ⁻³
	TF	23	< 10 ⁻³
	TF+A	8	< 10 ⁻³
	TA	13	< 10 ⁻³

*UFC/g: Unidade formadora de colônia por grama.

Brasil (2001) não determina valores específicos para contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas, tornando os resultados incertos quanto aos níveis consideráveis ou não de contaminação. Entretanto, Brasil (2002) preconiza que alimentos com contagens microbianas de ordem 10⁵ - 10⁶ UFC/g sejam considerados impróprios para o consumo devido a perda do valor nutricional, alterações sensoriais, riscos de deterioração e/ou presença de patógenos.

Para os resultados de bactérias psicotróficas não houve formação de colônias nos tratamentos durante o armazenamento. Embora não existam na legislação brasileira padrões para bactérias psicotróficas, tem sido preconizado que alimentos possuindo contagens microbianas acima de 10⁵ e 10⁶ UFC podem ser impróprios para o consumo humano (VITTI et al., 2004).

O risco de contaminação por psicotróficos está associado à presença de microrganismos como *L. monocytogenes*. Ressalta-se que muitos microrganismos deterioradores são psicotróficos, capazes de sobreviver em baixas temperaturas e a presença desse grupo pode contribuir para redução da vida de prateleira de minimamente processados e indicar que as

operações de limpeza e sanitização empregadas durante o processamento não foram eficientes (BRUNO, 2005).

Os resultados obtidos demonstram que todos os tratamentos analisados no presente trabalho estão de comum acordo com a legislação vigente.

5.3 Análises Físico-Químicas

5.3.1. Acidez Total

Analisando a Tabela 4 nota-se que o tempo de prateleira (dias) foi determinante para que ocorressem mudanças nos valores da acidez total das bananas minimamente processadas, onde no tempo 0 diferiu estatisticamente dos outros tempos ao nível de 5% de significância.

Em relação a interação entre os agentes redutores pode-se perceber que os tratamentos Fécula 3% + Ácido Cítrico 1% (TF+A) e Ácido Cítrico 1% (TA) difeririam significativamente a 5%.

Tabela 4. Valores médios de acidez titulável de banana prata minimamente processada submetida a diferentes tratamentos.

Tempo (dias)	TC	TF	TF+A	TA
0	0,80 ^{Aa*} ± 0,05	0,88 ^{Aa} ± 0,05	1,06 ^{Ab} ± 0,05	1,44 ^{Ac} ± 0,1
2	0,66 ^{Ba} ± 0,1	0,75 ^{Ba} ± 0,05	0,97 ^{Bb} ± 0,17	1,11 ^{Bc} ± 0,15
4	0,64 ^{Ba} ± 0,05	0,66 ^{Ba} ± 0,17	0,92 ^{Bb} ± 0	1,06 ^{Bc} ± 0,05

*Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na coluna e de diferentes letras minúsculas na linha, diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Adiante podemos concluir que no decorrer dos dias analisados as bananas minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos químicos sofreram um declínio em sua acidez titulável onde pode ser observado na Figura 3. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) durante a maturação, ocorre um decréscimo acentuado no teor de ácidos orgânicos na maioria dos frutos, uma vez que estão sendo largamente utilizados como substratos no processo respiratório. No entanto, a concentração não declina em todos os frutos durante a maturação, como na banana, na qual há um aumento significativo na concentração de ácido málico.

O ácido cítrico é um acidulante versátil e muito utilizado pelas indústrias de alimentos, cujas principais características são a alta solubilidade, segurança de manipulação, inocuidade do ponto de vista de saúde, baixa corrosividade das instalações industriais e a ação sequestrante de íons metálicos, que previne reações de oxidação de cor e aromas (BERBARI et al., 2003).

Na legislação brasileira, não existem limites quanto à concentração do ácido cítrico, sendo este parâmetro definido através de avaliações sensorial, química e física. Rocculi et al. (2007) afirmam que este agente acidulante é o mais utilizado pela indústria alimentícia, por ter um efeito inibitório duplo sobre a tirosinase, pela redução do pH e pela quelação do cobre com a enzima. Segundo Moda et al. (2005), o ácido cítrico bloqueia a atividade da enzima tirosinase sem alterar os parâmetros sensoriais do produto.

Reis et al. (2004) ao estudarem a qualidade e vida de prateleira de banana prata minimamente processada, no qual foi observado em seus experimentos que a acidez titulável foi influenciado pelo período de armazenamento, apresentando uma redução nas seis primeiras horas, sugerindo um estresse imediato após o processamento, com a utilização dos ácidos como substrato para obtenção de energia.

Em outros trabalhos como por exemplo de Rossignoli (1983), o teor de ácidos em bananas pode variar de 0,17 a 0,67% e o pH de 4,2 a 4,8. No entanto, estas faixas podem mudar de acordo com a variedade, o estágio de maturação e as condições de cultivo das bananas. No trabalho de Pimentel et al. (2010) onde obtiveram para bananas verdes da variedade Prata Anã acidez titulável de 0,18% e para os frutos maduros acidez de 0,69%.

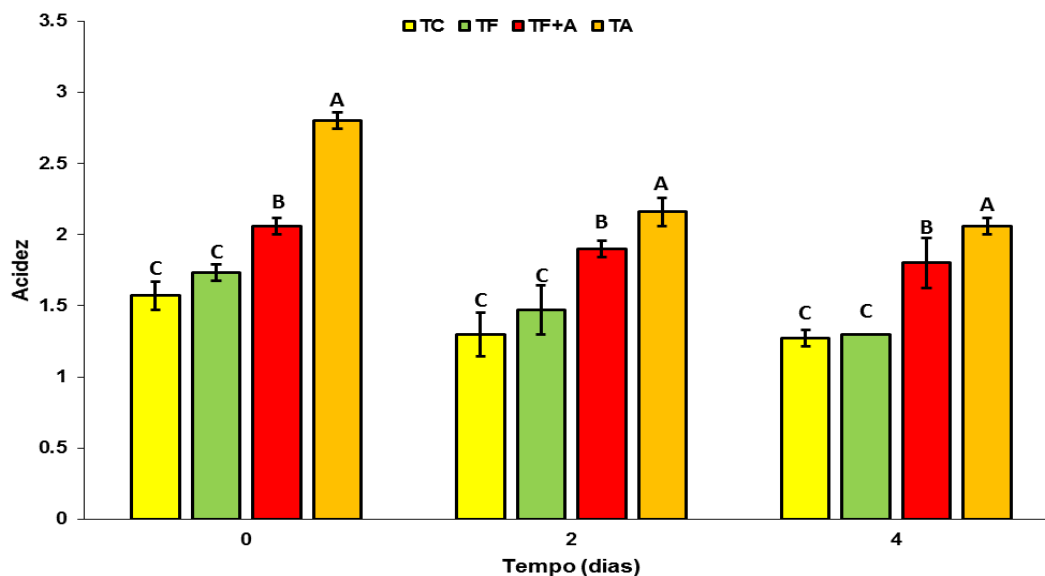


Figura 3. Valores médios de acidez titulável de banana prata minimamente processada submetida a diferentes tratamentos. Letras maiúsculas diferentes acima das barras indicam diferença estatisticamente significativa a 5% entre os tratamentos.

5.3.2. Potencial Hidrogeniônico (pH)

A redução do teor de acidez da banana prata minimamente processada ao longo do período de armazenamento refletiu continuamente nos valores de pH. Pode-se perceber na Tabela 5 que os valores de pH aumentaram discretamente ao longo do armazenamento da fruta, nos diferentes tratamentos, o que se correlaciona com a diminuição da acidez titulável. Complementarmente, o tempo se mostrou influenciável apenas no dia 0 onde diferiu significativamente dos demais dias analisados.

Tabela 5. Valores médios do pH de banana prata minimamente processada submetida a diferentes tratamentos.

Tempo (dias)	TC	TF	TF+A	TA
0	4,93 ^{Aa*} ± 0,03	4,92 ^{Aa} ± 0,04	4,88 ^{Aa} ± 0,02	4,73 ^{Aa} ± 0,02
2	5,33 ^{Ba} ± 0,23	5,34 ^{Ba} ± 0,15	5,19 ^{Ba} ± 0,10	5,06 ^{Ba} ± 0,07
4	5,3 ^{Bab} ± 0,10	5,53 ^{Ba} ± 0,19	5,37 ^{Bab} ± 0,20	5,17 ^{Bb} ± 0,14

*Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na coluna e de diferentes letras minúsculas na linha, diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Usando o tratamento controle (TC) como comparativo pode-se notar (Figura 4) que não houve diferença ($p>0,05$) entre os outros três tratamentos (TF, TF+A, TA), no entanto houve diferença entre o tratamento com fécula 3% (TF) e o tratamento com ácido cítrico 1% (TA), significando, portanto, que estes obtiveram melhor influência sobre o fator pH ao longo do tempo de armazenamento, exposto na figura 4.

Silva et al. (2015) reportaram em seus estudos sobre a conservação pós-colheita de banana 'maçã' com revestimento comestível a base de fécula de mandioca que os valores de pH são inversamente proporcionais a acidez em bananas, havendo diminuição do pH em decorrência do aumento da acidez a qual é provocada durante o amadurecimento e degradação da parede celular. Na presente pesquisa os valores de pH podem ter apresentado variação devido ao grau de maturação das bananas, ou seja, o fruto em si pode ter diferentes pontos de variação de pH devido a fatores como processo respiratório.

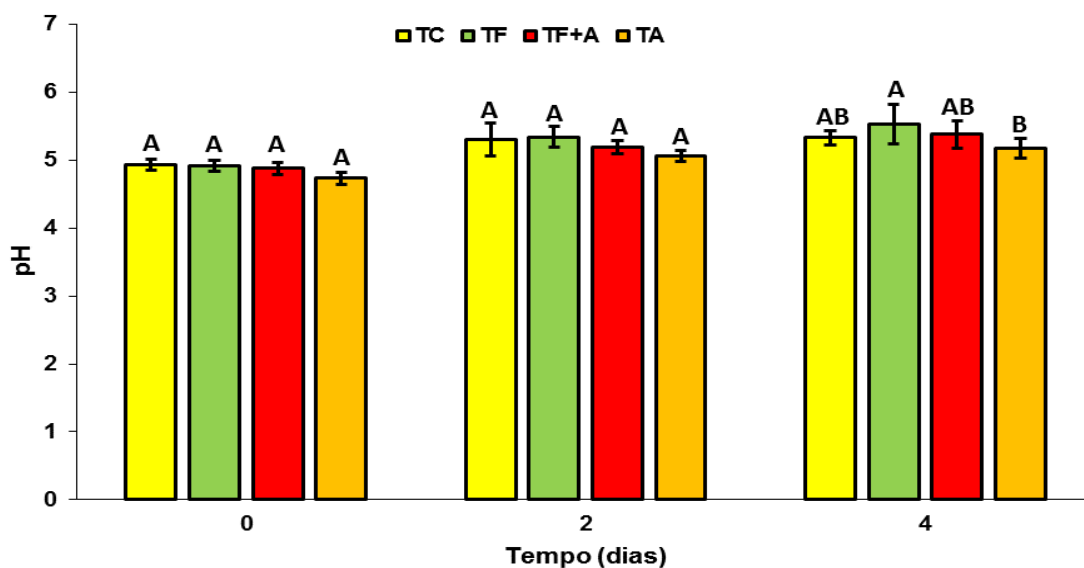


Figura 4. Valores médios de pH de banana prata minimamente processada submetida a diferentes tratamentos. Letras maiúsculas diferentes acima das barras indicam diferença estatisticamente significativa a 5% entre os tratamentos.

5.3.3. Sólidos Solúveis (°Brix)

De acordo com Vilas Boas et al. (2004), os sólidos solúveis são usados como indicadores de maturidade e também determinam a qualidade da fruta, exercendo importante papel no sabor. Na Tabela 6, pode-se observar que o teor de sólidos solúveis apresentou acréscimo para todos os tratamentos, à medida que o estágio de maturação avançou onde diferiu significativamente o tratamento com fécula 3% (TF) no dia 0 e nos demais não diferiu, seguido do tratamento com ácido cítrico 1% que diferiu significativamente em todos os dias analisados. De acordo com Bleinroth (1995), o valor máximo de sólidos solúveis alcançado para as diversas cultivares de bananeira foi de 27 °Brix, podendo diminuir quando a fruta se encontra madura estando, portanto, em concordância com o presente estudo.

Tabela 6. Valores médios de sólidos solúveis de banana prata minimamente processada submetida a diferentes tratamentos.

Tempo (dias)	TC	TF	TF+A	TA
0	18,3 ^{Aa} ± 0,57	16 ^{Ab} ± 0,00	15,66 ^{Ab} ± 0,57	18,6 ^{Aa} ± 0,57
2	19 ^{Aa} ± 0,00	17,16 ^{Bb} ± 0,28	16,66 ^{Bb} ± 0,57	18,6 ^{Aa} ± 0,57
4	19 ^{Aa} ± 0,00	17,16 ^{Bb} ± 0,28	18 ^{Cb} ± 0,00	19,3 ^{Aa} ± 0,57

*Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na coluna e de diferentes letras minúsculas na linha, diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Observou-se também que, para os dias 0, 2 e 4, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre o tratamento controle (TC) e tratamento com ácido cítrico 1% (TA), porém ambas diferiram significativamente do tratamento com fécula 3% (TF) e o tratamento fécula 3% + ácido ascórbico 1% (TF+A). Jesus et al. (2004), estudando diferentes genótipos de bananeira, observaram teores de sólidos solúveis variando de 19,8 a 27,4 °Brix no fruto maduro, valores concordantes com o presente trabalho.

O teor de sólidos solúveis indica a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos na polpa dos frutos. Corresponde a todas as substâncias que se encontram dissolvidas na água, tendo como principais constituintes os açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O valor do Brix em graus é a correspondência entre o índice de refração e a porcentagem (% m/m) de sacarose em soluções aquosas a 20 °C (MACHADO, 2009).

Conforme Guedes (2007), a variação dos sólidos solúveis durante o amadurecimento e armazenamento é composta em grande parte por açúcares que compõem o sabor dos frutos, em equilíbrio com os ácidos orgânicos. Ao ocorrer a perda de massa há favorecimento no teor de sólidos solúveis, em decorrência da concentração dos teores de açúcares no interior dos tecidos.

Vários fatores estão relacionados com o teor de sólidos solúveis, dentre eles, estágio de maturação, condições climáticas nas quais o fruto foi produzido, condições de amadurecimento artificial e armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Na Figura 5 a seguir, pode-se perceber com mais precisão os resultados encontrados.

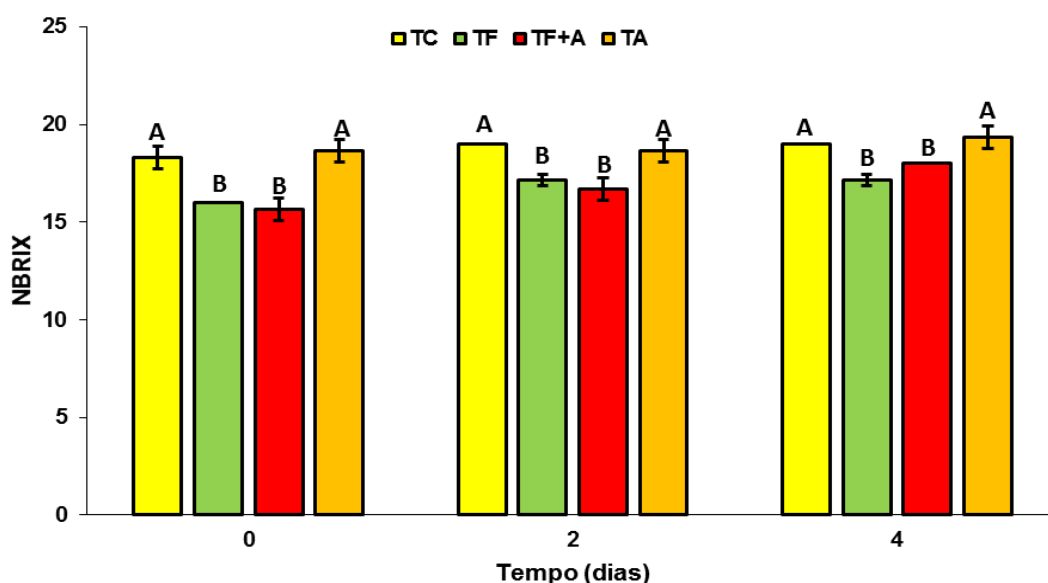


Figura 5. Valores médios de sólidos solúveis totais de banana prata minimamente processada submetida a diferentes tratamentos. Letras maiúsculas diferentes acima das barras indicam diferença estatisticamente significativa a 5% entre os tratamentos.

5.4. Análise Enzimática

5.4.1. Determinação da atividade de polifenoloxidase (PPO)

A inibição da enzima polifenoloxidase (PPO) pode ser realizada por agentes quelantes como cianeto, monóxido de carbono, tropolona, 2-mercaptobenzotiazol, azida, ácido cítrico e ácido etileno diamino tetra cético (EDTA) (SANTOS, 2009).

O teste qualitativo foi realizado por finalidade de observar a presença da enzima PPO, obtendo as colorações alaranjadas na Figura 6.

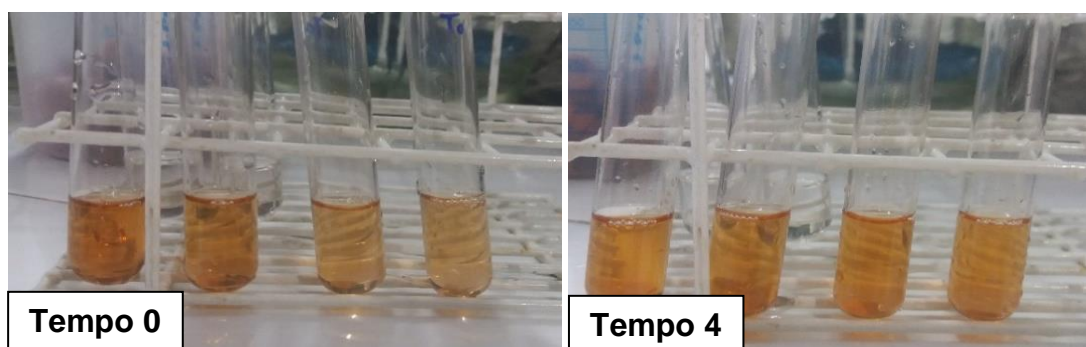


Figura 6. Teste qualitativo para determinação da atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO). As mudanças de coloração alaranjada indicam os dias analisados (T0 e T4). (Tubos da esquerda para a direita seguindo a ordem de tratamentos TC, TF, TF+A e TA.)

Observando-se as colorações, nos tratamentos TF+A e TA as colorações diminuíram, em comparação com os tratamentos TC e TF, no T0 de armazenamento, entretanto, no tempo de armazenamento T4, todos os tratamentos intensificaram-se as colorações, devido ao maior tempo de armazenamento e possíveis formações de mais unidades de enzimas PPO.

Segundo Bueno e Pereira (2015) uma unidade de atividade (unidade mL⁻¹) é definida como a quantidade de enzima capaz de produzir um aumento de 0,001 unidades de absorvância por minuto nas condições descritas. A atividade da polifenoloxidase solúvel presente na banana prata, foi determinada em espectrofotômetro a uma leitura de absorvância de 420 nm pela reação de 5 minutos, onde obteve-se os seguintes resultados expostos na Tabela 7.

Tabela 7. Análise quantitativa da atividade enzimática da enzima PPO para os tratamentos em banana minimamente processadas.

Tempo (dias)	Tratamentos	Atividade da PPO (U/mL.min)*
T0	TC	238
	TF	163
	TF+A	111
	TA	135
T4	TC	695
	TF	125
	TF+A	136
	TA	165

*U/mL.min: Unidade de enzima por mL por minuto.

Foi determinado e quantificado unidades da atividade da enzima PPO presente no primeiro e último tempo de armazenamento (T0 e T4), o tratamento controle demonstrou-se com maiores unidades de atividade enzimática (238 U/mL), por não possuir nenhum tratamento com agentes inibidores, apresentando um aumento de unidades de enzimas (695 U/mL) no último tempo.

Os demais tratamentos apresentaram unidades de enzimas baixas no primeiro e último tempo, dentre eles o tratamento mais eficaz apresentando menor número de unidades de atividade enzimática, foi o tratamento TF+A, fécula 3% + ácido cítrico 1%, com (111 U/mL), por possuir o uso combinado de agente redutor e película, método de controle contra o escurecimento causado pela PPO.

Melo e Vilas Boas (2006), ao determinarem as atividades da enzima polifenoloxidase (PPO) em banana maçã minimamente processada observou o aumento na atividade da PPO durante o armazenamento das rodela tratadas com ácido ascórbico (AA) + cloreto de cálcio (CC) + cloridrato de L-cisteína (Cis) e, a redução naquelas tratadas com EDTA. O autor não obteve diferença significativa na atividade da PPO em função do tratamento químico no primeiro dia de armazenamento, obtendo valores de 150 U/mL.min⁻¹ em todos os tratamentos. No segundo dia, observou que os tratamentos diferiram entre si, obtendo valores entre (250 U/mL.min e 100 U/mL.min) as rodela tratadas com EDTA apresentaram atividade da PPO menor a das rodela tratadas com AA 1%+CC 1%+Cis 0,5% e AA 1%+CC

1%+Cis 1%. E entre o terceiro e quinto dia as rodelaas tratadas com EDTA permaneceram apresentando uma atividade da PPO inferior à das rodelaas submetidas aos demais tratamentos, mantendo valores baixos próximos a 100 U/mL.min.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que todos os tratamentos diminuíram o escurecimento enzimático, dentre os quatro tratamentos analisados destacou-se o tratamento com fécula 3% + ácido cítrico 1% (TF+A) seguido do tratamento com ácido cítrico 1% (TA) sendo os métodos mais eficazes para prevenir o escurecimento enzimático em bananas minimamente processadas, sendo assim, o ácido cítrico pode se tornar um importante aliado na conservação da fruta minimamente processadas aumentando sua vida de prateleira, sendo um tratamento químico viável para retardar o escurecimento enzimático no decorrer dos dias de armazenamento, preservando as características visuais, físico-químicas e microbiológicas aceitáveis, sendo, portanto, uma alternativa viável para elaboração de subprodutos da banana prata (*Musa spp*) no mercado.

7.REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução – RDC n.12, de janeiro de 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/1201>Acesso em: 23set. 2019.

ALVES, A. I; SARAIVA, S. H; LUCIA, S. M. D; TEIXEIRA, J. Q; JUNQUEIRA, M. Qualidade De Morangos Envolvidos Com Revestimento Comestível Antimicrobiano À Base De Diferentes Fontes De Amido. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 1519–1526, 2011.

ASSIS, O. B. G.; ALVES, H. C. Metodologia Mínima para a Produção de Filmes Comestíveis de Quitosana e Avaliação Preliminar de seu Uso como Revestimento Protetor em Maças Cortadas. **EMBRAPA**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Comunicado técnico 49, ISSN 1517-478, São Carlos, SP. Novembro, 2002.

ASSIS, O. B. G. de.; FORATO, L. A.; BRITTO, D. de. **Revestimentos comestíveis protetores em frutos minimamente processados**. Higiene Alimentar, v. 22 – nº160, p. 99-106. 2008.

AUORE, G.; PARFAIT, B.; FAHRASMANE, L. Bananas, raw materials for making processed food products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 20, n. 2, p. 78–91, 2009.

BALDEZ, R. A. **Revestimentos de amido, nanofibras de celulose e metabissulfito de sódio em goiabas (psidiumguajava l.) Minimamente processadas**. 2016. Dissertação (Engenharia de Biomateriais, área de concentração em Produtos e Nanoprodutos Alimentícios) - Universidade Federal de Lavras, Lavras –MG. 2016.

BERBARI, S. A. G.; SILVEIRA, N. F. A.; OLIVEIRA, L. A. T. Avaliação do comportamento de pasta de alho durante o armazenamento (*Alliumsativum* L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 23, n. 3, Set/Dez, 2003.

BLEINROTH, E. G. Matéria-prima. In: ITAL. **Banana**. Campinas, 1993. 302 p.

BLEINROTH, E. W. Matéria-prima. In: MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; MARTIN, Z. J. de.; MORETTI, V. A. **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2. ed. Campinas: **Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 1995. p.133-196.

BOTREL, D. A.; SOARES, N. de F. F.; CAMILLOTO, G. P.; FERNANDES, R. V. de B. Revestimento ativo de amido na conservação pós-colheita de pera Williams minimamente processada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.8, p.1814-1820, ago., 2010.

BRASIL, Resolução nº 12 de 02/01/2001 / **ANVISA** - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (D.O.U. 10/01/2001)

BRUNO, M L. et al. **Avaliação microbiológica de hortaliças e frutas minimamente processadas comercializadas em fortaleza (CE)**. B. CEPPA, Curitiba, v. 23, n. 1, jan./jun. 2005.

BUENO, N. G.; PEREIRA, A. V. Determinação espectrofotométrica de metildopa em ensaio de dissolução de comprimidos utilizando extrato de rabanete como fonte de peroxidase. **Quim. Nova**, Vol. 38, No. 8, 1107-1111, 2015

CASTRO JÚNIOR, M.A.; ARENILLO, S.A. Acceptability of Musa Balbisiana (saba banana) puree in twotreatments in making ice cream. **Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research**, v.4, n.4, p.29-33, 2016.

CEAGESP. **Ficha da banana**. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/hortiescolha/anexos/>. Acesso em: 20 jan. 2019.

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

COSTA, A. **Determinação da atividade enzimática e antioxidante de variedades comerciais de *Ananascomosus* e avaliação do efeito de tratamento térmico e do uso de aditivos químicos**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2011.

EMAGA, T. H. et al. Characterisation of pectin sextracted from banana peels (Musa AAA) under diferente condition susingan experimental design. **FoodChemistry**, v. 108, p. 463-471, 2008.

EMBRAPA AGROINDUSTRIA. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagens** – Rio de Janeiro: **Embrapa Agroindústria de Alimentos**, 2011.

FAGUNDES, A. F.; AYUB. R. **A Caracterizacao fisico-quimica de caquis cv. Fuyu submetidos a aplicacao de agentes inibidores de escurecimento e armazenados a 0°C**. Acta Scientiarum: Agronomy, Maringa, v. 27, n. 3, p. 403-408, july/sept. 2005.

FASOLIN, L. H. ; ALMEIDA, G. C. ; CASTANHO, P. S. ; OLIVEIRA, E. R. N. **Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial**. Ciência e Tecnologia de Alimentos (Impresso), v. 27, p. 524-529, 2007.

FATIBELLO, F. O.; Vieira, I. C. **Uso analítico de tecidos e de extratos brutos vegetais como fonte enzimática**; *Quim. Nova* 2002, 25, 455.

FRANCISCO, Maria Sueli et al. Efeito das condições de manejo nas características sensoriais de banana (Musa spp.) cv. Pacovan. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.36, n. 2, p. 313-317, jun. 2014.

FREITAS, A, et al. Atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das cultivares benitaka e rubi e em seus

sucos e geleias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 28, 2008, pp. 172-177.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. **Processamento**. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. O cultivo da bananeira. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2004.

FONTES, L.C.B.; SIVI, T.C.; RAMOS, K.K. e QUEIROZ, F.P.C. **Efeitos de antioxidantes na prevenção do escurecimento enzimático de batata-doce (Ipomoea Batatas) e inhame (Dioscorea SSP)**. Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng., v. 15, n. 3, p.167-174, 2009.

GONDIM, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GUEDES, Pedro de Almeida. **Utilização de biofilme de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de manga cv. Rosa**. 69 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB. Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, 2007.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. **Produção brasileira de frutas 2007**. Disponível em: www.ibraf.org.br. Acesso em: 20 jan. 2019.

IFPA. **International fresh-cut produce association**, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008.

JESUS, S. C.; FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. **Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira**. *Bragantia*, Campinas, v.63, n.3, p.315-323, 2004.

LIMA, O.L.B. **Conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com uso de revestimento naturais**. 53f. 2010. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) – Programa de pós-graduação em Agronomia da Universidade do Acre.

LIMA, A.S., RAMOS, A.L.D., MARCELLINI, P.S., BATISTA R.A., FARAONI, A.S. Adição de agentes anti escurecimento, antimicrobiano e utilização de diferentes filmes plásticos, em mamão minimamente processado. **Rev. Brasil. Fruticult.**, v.27, n.1, p. 149-152, 2005.

LUVIELMO, M.M.; LAMAS, S.V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, Pelotas, v.8, n.1, p. 8-15, 2012.

MACHADO, A. V. **Estudo da secagem do pedúnculo do caju em sistemas convencional e solar; modelagem e simulação do processo**. 2009. 143 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil, 2009.

MARSHALL, M. R.; KIM, J.; WEI, C. **Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods**. Washington: FAO, 2000. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/ags/agsi/enzymefinal/enzymatic%20browning.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2019.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 137-156, jan./mar. 2010.

MATTOS, L. A.; SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; AMORIM, T. B. **Caracterização físico-química de cultivares de bananeira** - 2010. Disponível em: https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/publicacoes/jornada/resumos/Resumo_LorenaAM_Sebastiao. Acesso em 20 jan. 2019.

MELO FILHO, A.B., VASCONCELOS, M.A.S. **Química de Alimentos**. Recife: UFRPE, 2011.

MELO, A. A. M; VILAS BOAS, E. V. B. Inibição do escurecimento enzimático de banana maçã minimamente processada. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26(1): 110-115, jan.-mar. 2006.

MELO, A.A.M., VILAS-BOAS, E.V.B. Redução do amaciamento de banana maçã minimamente processada pelo uso de tratamentos químicos. **Rev. Ciênc. Agrotec.**, v.31, n.3, p.821-828, 2007.

MELO, M. A. **Aplicação de métodos de inativação e inibição enzimática em frutas e hortaliça**. 2015. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/120232309>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

MELO, A. A. M; VILAS BOAS, E. V. B; JUSTO, C. F. Uso de aditivos químicos para conservação pós-colheita de banana 'maçã' minimamente processada. **Ciência. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 228-236, 2009.

MODA, E. M.; SPOTO, M. H. F.; HORII, J.; ZOCCHI, S. S. Uso de peróxido de hidrogênio e ácido cítrico na conservação de cogumelos Pleurotussajorcaju 'in natura'. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 25, n. 2, p. 291-296, Abr/Jun, 2005.

MONTEIRO, C.A. et al. A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 11, p. 2039-2049, 2010.

MORITZ, S., Veckenstedt, R., Randjbar, S., Hottenrott, B., Woodward, T., Eckstaedt, F. Lincoln, T. (2009). Tomada de decisão sob incerteza e indução de humor: Mais evidências para aceitação liberal na esquizofrenia. **Psychological Medicine**, 39 (11), 1821-1829.

NEPA, Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. NEPA – UNICAMP. 4. ed. rev. e ampl. -- Campinas: NEPA- UNICAMP, 161p, 2011.

NESPOLO, C. R. et al. **Práticas em tecnologia de alimentos**. Artmed Editora, 2015.

OLIVEIRA, T. M., SOARES, N. F. F., PAULA, C. D., VIANA, G. A. Uso da embalagem ativa na inibição do escurecimento enzimático de maçãs. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.1, p.117-128, 2008.

PAZ, Janai Cristiane Santos Nascimento. **Caracterização bioquímica da polifenoloxidase e da peroxidase de ameixa Rubimel, polpa de cacau e estudo do efeito de agentes anti-escurecimento**. Campinas, SP, 2010.

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

RAMOS B.; MILLER F. A.; BRANDÃO T. R. S.; TEIXEIRA P.; SILVA C. L. M. Fresh fruit and vegetables - An overview on applied methodologies to improve its quality and safety. Elsevier, **Innovative Food Science and Emerging Technologie**, Porto, Portugal, v. 20, p. 1-15, 2013.

RAMOS, Dayana Portes; LEONEL, Magali; LEONEL, Sarita. **Amido resistente em farinhas de banana verde**. Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 20, n. 3, p. 479-484, 2010.

REIS, C. M. F; BOAS, E. V. B; BOARI, C. A; PICCOLI, R. Qualidade e vida de prateleira de banana 'prata' minimamente processada Quality and shelf life of fresh-cut banana 'Prata'. **Ciência e agrotecnologia**, 28(3), 696-702.2004.

ROCCULI, P.; GALINO, F. G.; MENDOZA, F.; WADSÖ, L.; ROMANI, S.; DALLAROSA, M. SJÖHOLM, I. Effect soft he application of anti-browning substances on the metabolic activity and sugar composition of fresh-cut potatoes. **Postvarvest Biology and Technology**, v. 43, n. 1, p. 151-157. Janeiro, 2007.

RODGERS, S. Minimally Processed Functional Foods: technological and operational pathways. **J. Food Science**.v.81, n. 10, p. 2309-2319, 2016.

RODRIGUES, F. B. et al. Biosci. J. **Análise microbiológica de banana "prata anã" produzida no norte de minas gerais**. Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 826-832, July/Aug. 2013.

ROMANICHEN, C.; ZIROLDO, D. F.; SANTOS, R. A. M.; SOUZA, L. B. G. **Avaliação Higiénico Sanitária de Alimentos Minimamente Processados**. Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, Maringá - PR, 2010.

ROSSIGNOLI, P. A. **Atmosfera modificada por filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras para conservação de bananas 'Prata' em condições ambiente.** 1983. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG, Brasil, 1983.

SANTOS, I. R. C. **Escurecimento enzimático em frutos: polifenoloxidase de atemóia (Annonacherimola Mill. X Annonasquamosa L.).** – Araraquara, 2009.

SATO G. S.; MARTINS V. A.; BUENO C. R. F. Análise Exploratória do Perfil do Consumidor de produtos minimamente processados na cidade de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo - SP, v. 37, n. 6, 2007.

SILVA, A. M; AMBRÓSIO, M; NASCIMENTO, D. S; ALBUQUERQUE, A. N; KRAUSE, W. Conservação pós-colheita de banana 'maça' com revestimento comestível a base de fécula de mandioca. **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer - v.2, n.03; p. 23-34, 2015.

SILVA, E.O., PINTO, P.M., JACOMINO, A.P., SILVA, L.T. **Processamento Mínimo de Produtos Hortifrutícolas.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. Disponível em: <www.cnpat.embrapa.br/cnpat/down/index.php?pub/Doc139.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2019.

SILVA, C. E. da.; SANTOS, A. M. S.; MAIA, G. A. de O.; SILVA, T. K. dos S.; SOUSA, M. de. **Avaliação da vida de prateleira de goiabas minimamente processadas e armazenadas em diferentes embalagens à temperatura de refrigeração.** In: II Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER-PDVAgro. 2017.

SILVA, S. de O. e; PIRES, E.T.; PESTANA, R.K.N.; ALVES, J. da S.; SILVEIRA, D. de C. Avaliação de clones de banana Cavendish. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.832-837, 2008.

SILVEIRA, P. T. S; SILVA, N. M. C; REIS, M. F. T; LADIM, L. B; AQUINO, A. **QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MAXIXE (Cucumisanguria L.) REVESTIDO COM AMIDO DE MILHO ADICIONADO DO EXTRATO DE PRÓPOLIS.** **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 9, n. 2, p. 1888–1899, 2015.

SIROLI, L.; PATRIGNANI, F.; SERRAZANETTI, D.; GARDINI, F.; LANCIOTTI, R. Fresh fruits and vegetables - An overview on applied methodologies to improve its quality and safety. Elsevier. **Trends in Food Science & Technology**, Cesena, Italy, v. 46, p. 302-310, 2015.

SOARES, N. de F. F.; PIRES, A. C. dos S.; ENDO, E.; VILELA, M. A. P.; SILVA, A. F. da.; FONTES, E. A. F.; MELO, N. R. de. Desenvolvimento e

avaliação de filme ativo na conservação de batata minimamente processada. **Ceres**, 53(307): 387-393,2006.

SOUSA, J.P., AZERÊDO, G.A., TORRES, R.A., VASCONCELOS, M.A.S., CONCEIÇÃO, M.L., SOUZA, E.L. Synergies of carvacrol and 1,8-cineole to inhibit bacteria associated with minimally processed vegetables. **Int. J. Food Microbiol.** v.154, p.145–151, 2012.

STORCKL, C. R. et al. Leaves, stalk, peltandseeds of vegetables: nutritional composition, utilization and sensory analysis in food preparations. **Ciência Rural**, v. 43, n. 3, p. 537-543, 2013.

TOMÁS B; F.A, ESPIN, J.C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. **J SciFoodandAgric.** 81 (9): 853- 876, 2001.

TRIGO, J. M.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F.; SARMENTO, S. B. S. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. **Braz. J. FoodTechnol**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 125-133, jan./mar. 2012.

VIEIRA, I. C.; FATIBELLO-FILHO, O.; GRANATO, A. C. and LUPETTI, K. O.. **Titulação amperométrica de compostos fenólicos usando polifenol oxidase de vegetal como titulante.** *Eclet. Quím.* [online]. 2004, vol.29, n.2, pp.7-14.

VILAS BOAS, E. V. B; KADER, A. A. **Effect of 1-MCP on fresh-cut fruits.** **Perishables Handling Quarterly**, Davis, n. 108, p. 25, November, 2007.

VILAS BOAS, B. M.; NUNES, E. E.; FIORINI, F. V. A.; LIMA, L. C. de O.; VILAS BOAS, E. V. de B.; COELHO, A. H. R. Avaliação da qualidade de mangas 'Tommy Atkins' minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.540-543, 2004.

VILLADIEGO, A. M. D.; SOARES, N. de F. F.; ANDRADE, N. J. de.; PUSCHMANN, R. MINIM, V. P. R.; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, vol. 52, núm. 300, Universidade Federal de Viçosa Viçosa, Brasil. 2005.

VITTI, M. C. D. et al. **Aspectos fisiológicos e microbiológicos de beterrabas minimamente processadas.** *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.39, n.10, p.1027-1032, out. 2004.



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Curso de Tecnologia de Alimentos
Travessa Enéas Pinheiro, 2626 – Marco
66095-490. Belém – PA
www.uepa.br