

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CÂMPUS MEDIANEIRA

CURSO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

NATHIELE PRISCILA SCHARDOSIN

**UTILIZAÇÃO DE ÁCIDO CINÂMICO NA CONSERVAÇÃO DE ABACAXI
MINIMAMENTE PROCESSADO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2015

NATHIELE PRISCILA SCHARDOSIN

**UTILIZAÇÃO DE ÁCIDO CINÂMICO NA CONSERVAÇÃO DE ABACAXI
MINIMAMENTE PROCESSADO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em alimentos.

Orientadora: Profa Dra Gláucia Cristina Moreira

MEDIANEIRA
2015



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Diretoria de Graduação e Educação Profissional

Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em
Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

Utilização de ácido cinâmico na conservação de abacaxi minimamente processado

Por

Nathiele Priscila Schardosin

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 19 h 30 min do dia 25 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Medianeira. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Aos meus amados pais **João Luiz Schardosin** e **Teresinha Aparecida Uisenheimer Schardosin**, por todo apoio e incentivo em todos os anos de minha vida.

Agradecimentos

A Deus pela vida e pelas conquistas.

Aos meus pais por todo apoio, incentivo, educação junto com meu irmão e irmãs, pelo amor, e por estarem sempre ao meu lado.

Agradeço, com muito carinho, a minha orientadora, Professora Dra. Gláucia Cristina Moreira, pelo acolhimento, pelos ensinamentos, pela paciência e pelo incentivo.

Ao meu namorado, por todo incentivo e paciência nas horas mais desesperadoras, e por me passar a calma necessária.

A toda minha família que sempre esteve me apoiando e incentivando.

Aos membros da banca examinadora.

A todos que, com boas intenções, colaboraram para a realização e finalização do presente trabalho.

SCHARDOSIN, N.P. **Utilização de ácido cinâmico na conservação de abacaxi minimamente processado.** Projeto de Pesquisa (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Orientadora: Prof^a. Dra. Glaucia Cristina Moreira

RESUMO

O processamento mínimo consiste em submeter vegetais a uma ou mais alterações físicas como lavagem, descascamento, fatiamento e corte, e em alguns casos a tratamentos químicos, tornando-os prontos para o consumo ou preparo. Após serem processados, os produtos devem apresentar atributos de qualidade, mantendo o máximo de suas características e qualidade. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do ácido cinâmico nas características físico-químicas e microbiológicas de abacaxi minimamente processado. Após o processamento mínimo, os frutos foram imersos nos seguintes tratamentos: água (controle) e nas doses de 50, 100, 150 e 200 mg·L⁻¹ de ácido cinâmico. Ao final foram acondicionados em embalagens de poliestireno expandido cobertas com filme de polietileno e armazenados a 5°C por um período de 10 dias. As análises microbiológicas de contagem total de mesófilos, psicotróficos, bolores e leveduras e coliformes totais foram realizadas aos 0, 3, 6 e 10 dias de armazenamento e as análises físico químicas de perda de massa fresca, pH, teor de sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável foram realizadas aos 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias de armazenamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A aplicação das doses de ácido cinâmico mostraram efeito positivo na manutenção da qualidade e na diminuição da contaminação microbiana dos abacaxis minimamente processados, sendo as doses 50, 150 e 200 mg·L⁻¹ de ácido cinâmico as mais adequadas para este experimento.

Palavras-chave: *Ananas comosus* L. Merrill; antimicrobiano natural; frutas minimamente processadas; vida de prateleira.

ABSTRACT

The fresh cut vegetables consists in submit vegetables to one or more physical modifications as washing, peeling, slicing and cutting, and sometimes to chemical treatments, making them appropriate to immediate consumption or preparing. After being processed, products must have quality attributes, keeping most of their characteristics and quality. The aim of this research was to evaluate the influence of cinnamic acid on the physicochemical and microbiological characteristics of fresh cut pineapple. After processing, fruits were immersed in the following treatments: water (control) and at doses of 50, 100, 150 and 200 mg·L⁻¹ of cinnamic acid. After that the samples were placed in polystyrene extended trays involved by polyethylene film and stored at 5 °C during 10 days. Microbiological analyses of mesophiles, psychrophiles, yeasts and total coliforms were performed at days 0, 3, 6 and 10 of storage and physical chemical analyses of loss of fresh mass, pH, soluble solids content (°Brix) and titratable acidity were performed on days 0, 2, 4, 6, 8 e 10 of storage. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared using Tukey test at 5 % of probability. The cinnamic acid doses applied had positive effect on the maintaining quality and on decreasing microbiological contamination of fresh cut pineapples, being the doses of 50, 150 and 200 mg·L⁻¹ of cinnamic acid the most appropriated for the purposes of these experiments.

Key words: *Ananas comosus* L. Merrill; natural antimicrobials; fresh cut vegetables; shelf-life.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais áreas produtoras de abacaxi.....	17
Tabela 2 - Diluições utilizadas para cada análise a cada dia.....	27
Tabela 3 - Perda de massa fresca (%) em abacaxis <i>Smooth Cayenne</i> minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.....	29
Tabela 4 - pH em abacaxis <i>Smooth Cayenne</i> minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.....	31
Tabela 5 - pH em abacaxis <i>Smooth Cayenne</i> minimamente processados, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias em função dos tratamentos com ácido cinâmico.....	32
Tabela 6 - Sólidos solúveis (°Brix) em abacaxis <i>Smooth Cayenne</i> minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.....	33
Tabela 7 - Sólidos solúveis (°Brix) em abacaxis <i>Smooth Cayenne</i> minimamente processados, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias em função dos tratamentos com ácido cinâmico.....	34
Tabela 8 - Acidez titulável (g ác. Cítrico·100 ml ⁻¹ polpa) em abacaxis <i>Smooth Cayenne</i> minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.....	35
Tabela 9 - Acidez titulável (g ác. Cítrico·100 ml ⁻¹ polpa) em abacaxis <i>Smooth Cayenne</i> minimamente processados, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias em função dos tratamentos com ácido cinâmico.....	36
Tabela 10 - Contagem total de bactérias mesófilas (log UFC·g ⁻¹) obtida em abacaxis <i>Smooth Cayenne</i> minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.....	37
Tabela 11 - Contagem total de bactérias psicotróficas (log UFC·g ⁻¹) em abacaxis <i>Smooth Cayenne</i> minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.....	38
Tabela 12 - Determinação de coliformes totais (log UFC·g ⁻¹) em abacaxis <i>Smooth Cayenne</i> minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.....	39
Tabela 13 - Contagem de bolores e leveduras (log UFC·g ⁻¹) em abacaxis <i>Smooth Cayenne</i> minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Molécula de Ácido Cinâmico.....	21
Figura 2 - Abacaxis descascados e picados.....	23
Figura 3 - Abacaxis minimamente processados e tratados com ácido cinâmico acondicionados em embalagem de poliestireno expandido.....	24
Figura 4 - Abacaxis minimamente processados e armazenados sob refrigeração...25	
Figura 5 - Abacaxis minimamente processados e tratados com diferentes concentrações de ácido cinâmico após 10 dias de armazenamento.....	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA	14
3. OBJETIVOS	15
3.1 OBJETIVO GERAL.....	15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4.1 Importância Econômica	16
4.2 ABACAXI.....	16
4.2.1 Produção	17
4.2.2 Características Físico-Químicas E Nutricionais.....	17
4.3 PROCESSAMENTO MÍNIMO	18
4.4 ANTIMICROBIANOS NATURAIS.....	19
4.4.1 Ácido Cinâmico.....	20
4.5 REFRIGERAÇÃO	21
5. MATERIAIS E MÉTODOS	23
5.1 MATERIAIS	23
5.2 MÉTODOS	23
5.2.1 Perda De Massa Fresca.....	25
5.2.2 pH.....	26
5.2.3 Sólidos Solúveis	26
5.2.4 Acidez Titulável	26
5.2.5 Contagem De Bactérias Mesófilas E Psicotróficas.....	27
5.2.6 Contagem De Bolores E Leveduras	27
5.2.7 Determinação De Coliformes Totais.....	27
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6.1 PERDA DE MASSA FRESCA	29
6.2 POTENCIAL HIDROGÊNICO (pH).....	30
6.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX)	32
6.4 ACIDEZ TITULÁVEL	34
6.5 CONTAGEM DE BACTÉRIAS MESÓFILAS E PSICOTRÓFICAS.....	36
6.6 DETERMINAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS	38
6.7 CONTAGEM DE BOLORES E LEVEDURAS	39

7.CONCLUSÕES	41
8.REFERÊNCIAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

O conceito de “produto minimamente processado” é usado para definir frutas e hortaliças frescas, comercializadas limpas e pré-preparadas. Um alimento fresco, cujos tecidos das células são vivos, é definido como minimamente processado, já que essas características determinam o frescor dos alimentos (BASTOS, 2006).

O maior mercado para os minimamente processados é para hortaliças, porém há uma crescente demanda por frutas, principalmente por mercados institucionais e por consumidores individuais, devido a mudanças no estilo de vida e as novas tendências associadas à saúde (BASTOS, 2006).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2012), o Brasil é um grande produtor mundial de frutas tropicais e, devido à diversidade de solo e clima, é possível a produção de frutas de clima temperado e subtropical, produtos com potencial para o mercado externo. Destaca-se na produção mundial de frutas, junto com alguns outros países como Índia, China, Tailândia, México, Indonésia, entre outros.

O *Ananas comosus* L. Merrill, mais conhecido como abacaxi, é uma fruta de regiões tropicais e subtropicais. É uma fruta consumida em todo o mundo, tanto em sua forma natural quanto na forma industrializada. Devido à suas excelentes características qualitativas, esse fruto é importante socioeconomicamente. (ANTONIALI; SANCHES, 2008)

Ainda de acordo com a FAO (2012), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de abacaxi, que é uma das frutas favoritas da população brasileira. A grande procura por esse fruto e seus produtos derivados ocorre principalmente pelo elevado valor nutricional: sua polpa é energética e contém boas quantidades de vitaminas A, B1, C, além de fibras, cálcio, ferro e magnésio.

Frutas e hortaliças minimamente processadas são, em essência, vegetais que passaram por alterações físicas, isto é, foram descascados, picados, torneados e ralados, dentre outros processos, mas mantidos no estado fresco e metabolicamente ativos (MORETTI, 2007).

Quando cortadas, as frutas sofrem alterações fisiológicas provocadas por danos mecânicos, que aumentam sua perecibilidade, reduzindo assim, sua vida útil.

Assim, a fruta minimamente processada precisa de procedimentos corretos de manuseio durante seu preparo e seu beneficiamento (BASTOS, 2006)

A necessidade de novos tratamentos que promovam um aumento da vida útil e que garanta as características microbiológicas e físico-químicas deste produto faz com que ocorram estudos sobre o assunto. Uma alternativa para isso é a utilização de antimicrobianos naturais, que reduzem significativamente a população microbiana do produto, tornando-o seguro para o consumo e com suas qualidades garantidas.

Partindo dessa problemática, e tendo conhecimento da grande procura pelo fruto devido às suas qualidades nutricionais, teve-se por objetivo nesse trabalho a elaboração do fruto minimamente processado, submetido ao tratamento em diferentes concentrações de ácido cinâmico, com o intuito de aumentar sua vida útil mantendo as características, tanto físico-químicas quanto nutricionais.

2. JUSTIFICATIVA

Tendo em vista as condições necessárias para manter a qualidade do abacaxi minimamente processado, e sua grande importância, tanto econômica quanto nutricional, e também a ascensão do uso de antimicrobianos naturais em frutos, realizou-se o presente trabalho com o propósito de estender a garantia da qualidade desse produto, possibilitando sua venda minimamente processado para maiores distâncias do local de produção, agregando valor ao produto e garantindo a segurança alimentar ao consumidor.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência do ácido cinâmico como antimicrobiano natural em abacaxi minimamente processado, com o intuito de garantir sua segurança alimentar e aumentar sua durabilidade.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Observar a influência e o desempenho de 4 diferentes concentrações de ácido cinâmico na conservação dos frutos de abacaxi minimamente processado, submetidos ao armazenamento refrigerado a 5° C durante 10 dias.

Avaliar o abacaxi minimamente processado submetido aos tratamentos a partir de análises físico-químicas (perda de massa fresca, pH, teor de sólidos solúveis e acidez titulável) e microbiológicas (contagem total de bactérias mesófilas e psicotróficas, determinação de coliformes totais e contagem de bolores e leveduras).

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O Brasil encontra-se na terceira posição no ranking mundial na produção de frutas, superando uma produção de 41 milhões de toneladas, perdendo apenas para China e Índia, tendo presença sólida em pelo menos uma dezena de frutas no mercado internacional (SANTOS et al., 2013).

Segundo dados obtidos pelo IBRAF (Instituto Brasileiro de Frutas) no ano de 2013, cerca de 710 mil toneladas de frutas foram exportadas pelo Brasil, superando os números do ano anterior.

A participação do Brasil no mercado externo de abacaxi é pequena, apesar de ser um fruto típico das regiões tropicais e subtropicais, e de o país sustentar a segunda maior produção mundial. No entanto, para se ter competitividade no mercado externo, é necessária a oferta de frutos de excelente qualidade (ANTONIALI; SANCHES, 2008).

4.2 ABACAXI

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) pertence à família Bromeliaceae. É um fruto muito difundido no mundo, devido ao sabor e aroma agradáveis. No Brasil há várias cultivares de abacaxi: 'Smooth Cayenne', 'Pérola', 'Imperial', 'Jupi', e 'Gold'. Algumas características são comuns a todas as cultivares, no entanto, elas podem variar na forma, cor e resistência ou não, a doenças. A cultivar 'Pérola' é a mais apreciada no Brasil para o consumo 'in natura' (BENZING et al., 2000).

Fachinello, Nachtigal e Kersten (1996) descrevem o abacaxi como um fruto não climatérico, que passa por uma diminuição crescente na sua taxa de respiração durante o crescimento na planta e após a colheita sofre, então, poucas mudanças metabólicas, devido à sua baixa reserva de amido, visto que o mesmo se acumula nas folhas e caule. Isso significa que o abacaxi amadurece de modo pleno apenas quando está na planta, e, portanto, somente deve ser colhido quando o processo de maturação já foi iniciado, normalmente após iniciar o amarelamento da casca.

O abacaxizeiro constitui uma das fruteiras tropicais mais cultivadas no país e também uma das culturas mais exigentes. O processo de florescimento é

desuniforme, comprometendo a regularidade da produção e podendo resultar em frutos não enquadrados no padrão comercial (VAILLANT et al., 2001).

A época de produção do abacaxi pode ocasionar alterações na composição química do mesmo. De modo geral, a produção é maior em períodos de calor e originam-se frutos com maior teor de açúcares e menor acidez (FRANCO, 1989).

O abacaxi destaca-se pelo valor energético, devido a sua alta composição de açúcares, e valor nutritivo pela presença de sais minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio, cobre e iodo) e de vitaminas C, A, B1, B2 e Niacina (THÉ, 2007).

4.2.1 PRODUÇÃO

O cultivo do abacaxi desempenha um importante papel social, devido a grande quantidade de empregos que gera no campo. Algumas etapas do ciclo produtivo não permitem a mecanização tendo, assim, que absorver grande contingente de mão-de-obra rural (EMBRAPA, 2014).

Os últimos dados oficiais para a produção nacional foram divulgados pelo Censo Agropecuário realizado pelo IBGE no ano de 2012, onde o Brasil teve uma produção total de 1.650.936 toneladas de abacaxi, distribuídos em uma área de 60.363 hectares.

Tabela 1- Principais áreas produtoras de abacaxi.

Estado	Produção (mil frutos)	Área Cultivada (ha)
Sudeste	523.455	28.548
Centro Oeste	154.524	5.834
Sul	5.232	551

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário 2013.

4.2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E NUTRICIONAIS

O abacaxi é considerado uma excelente fonte de vitamina C, além de conter quantidades significativas de fibras, carboidratos, cálcio, fósforo, magnésio e potássio. Tem um grande rendimento de polpa e possui diversas aplicações com grande variedade de produtos processados (CARVALHO; LIMA, 2002).

A qualidade reúne seus atributos sensoriais, o valor nutritivo e a segurança alimentar que ele oferece. A qualidade interna dos frutos e suas características são conferidas por um conjunto de constituintes físicos e químicos da polpa, responsáveis pelo sabor e aroma característicos e que são importantes para sua aceitação final. Sabe-se que condições climáticas, estágios de maturação, diferenças varietais, nutrição mineral das plantas, entre outros fatores, exercem influência acentuada na composição química do abacaxi (ANTONIALI; SANCHES, 2008).

Este fruto tropical tem alta concentração da enzima bromelina, antioxidantes e vitamina C, que desempenham papel importante no nosso organismo. A bromelina auxilia no processo de digestão e o grande suprimento de vitamina C, um antioxidante conhecido, protege o corpo contra os danos dos radicais livres e estimula o sistema imunológico (MEDINA et al., 1987).

4.3 PROCESSAMENTO MÍNIMO

O processamento mínimo consiste em submeter frutos e hortaliças a tratamentos que visam tornar os mesmos prontos para consumo. Podem passar por alterações físicas como lavagem, descascamento, fatiamento, corte com retirada de sementes e caroços, ou ainda, tratamentos químicos. Após esse processamento, os produtos devem manter ao máximo suas características nutritivas e sensoriais, e seus atributos de qualidade, como aroma, cor, sabor e frescor (IFPA, 2005)

Segundo Oliveira et al. (2000), esta técnica visa basicamente estender a vida útil dos alimentos, o que depende de uma série de fatores, como escolha da matéria-prima, cuidados de higiene e preparo final. Mas, ao contrário da maioria das técnicas de processamento de alimentos, que estabilizam a vida de prateleira dos produtos, o processamento mínimo pode aumentar sua perecibilidade. Em condições de temperatura ambiente, os produtos minimamente processados deterioram-se mais rapidamente, tendo em vista que os processos metabólicos e danos microbiológicos são mais acelerados.

Nos últimos anos, tem-se enfatizado a necessidade do consumo de frutas e hortaliças frescas, buscando-se uma dieta saudável ao mesmo tempo em que há uma demanda crescente de alimentos mais convenientes, frescos, que sejam menos

processados e prontos para o consumo. A indústria de alimentos tem respondido a essa demanda, com o desenvolvimento de técnicas de conservação caracterizadas por um processamento mínimo do produto. Essa tecnologia emergente objetiva satisfazer a necessidade do consumidor de frutas e hortaliças frescas, adaptando-se à tendência contemporânea, em que o tempo disponível para o preparo das refeições é limitado (VANETTI, 2000).

A utilização de produtos minimamente processados é recente no Brasil, tendo a sua produção sido iniciada na década de 90 por algumas empresas, atraídas pela nova tendência de mercado. O valor agregado ao produto pelo processamento mínimo aumenta a competitividade do setor produtivo e propicia meios alternativos para a comercialização. O sucesso desse empreendimento depende, no entanto, do uso de matérias-primas de alta qualidade, manuseadas e processadas com elevada condição de higiene, para manutenção da qualidade e prolongamento da vida de prateleira (CHITARRA, 2000).

A mudança nos padrões de consumo de alimentos tem levado ao maior consumo de frutas e hortaliças em troca dos produtos industrializados. Ao mesmo tempo, os consumidores desejam produtos com qualidade e praticidade. Nesse sentido, a demanda por frutas e hortaliças minimamente processadas tem evoluído rapidamente (SANTOS, 2003).

O processamento mínimo tem como objetivo principal fornecer ao consumidor produtos frescos e prontos para o consumo, sem casca ou sementes e em porções individuais (ARRUDA, 2002).

No entanto, o fator limitante no aumento de seu consumo é o preço, que em média, é cerca de 180 % superior ao das mesmas frutas e hortaliças vendidas a granel (DURIGAN, 2000).

4.4 ANTIMICROBIANOS NATURAIS

A sanificação dos produtos minimamente processados tem importante papel para diminuir a deterioração, manter a qualidade e prolongar a vida útil. É importante escolher e aplicar de maneira adequada o sanificante químico em vegetais minimamente processados dentro da indústria de alimentos (SANTOS, 2003).

No processamento mínimo, os microrganismos presentes são oriundos de práticas inadequadas no processamento ou relacionados a enfermidades dos manipuladores e do aumento dos danos aos tecidos, levando à perda de suas qualidades sensoriais e nutricionais, ocasionando sua degradação (RODRIGUES et al., 2005).

Em razão dos sistemas de lavagem com cloro resultar na produção de subprodutos nocivos, como cloraminas e trihalometanos, sanificantes alternativos têm sido avaliados (WILEY, 1994).

Segundo Machado, Borges e Bruno (2011), nas últimas décadas, diversos conservantes naturais vêm sendo estudados para serem aplicados nos alimentos, estes são utilizados na inativação de enzimas e micro-organismos, sem ocasionar efeitos adversos significativos na qualidade nutricional e sensorial dos alimentos. Apesar dos avanços nas tecnologias de controle de patógenos, os consumidores têm procurado, cada vez mais, alimentos naturais ou minimamente processados e isentos de conservantes químicos. Nesse cenário, o uso de antimicrobianos naturais é uma opção muito atraente.

Diversos estudos sobre a ação antimicrobiana de condimentos, especiarias e óleos essenciais têm sido realizados. Os óleos essenciais apresentam atividade antimicrobiana para uma grande variedade de micro-organismos, dentre eles vírus, fungos, protozoários e bactérias. Os principais compostos isolados dos óleos essenciais são terpenos e seus derivados oxigenados, terpenoides, incluindo os compostos fenólicos (SOLÓRZANO-SANTOS et al., 2011).

Dentre os antimicrobianos naturais, o ácido cinâmico vem sendo estudado nos últimos anos para a conservação de frutas e hortaliças.

4.4.1 ÁCIDO CINÂMICO

A canela (*Cinnamomum zeylanicum*) tem sido utilizada ao longo da História no tratamento de diversos problemas, dentre eles: diabetes, inflamações, úlceras estomacais, tosse, resfriados, distúrbios gastrointestinais, apresentando também atividade antifúngica, antiparasitária, larvicida e antibacteriana. De acordo com as partes utilizadas na extração de óleo essencial, os compostos majoritários se alteram (cânfora da casca de raízes, eugenol das folhas, e cinamaldeído ou ácido

cinâmico da casca). A atividade antimicrobiana do óleo essencial obtido das cascas tem sido relatada contra bactérias, fungos e bolores, com especial interesse na atividade contra patógenos deteriorantes de alimentos (GRUENWALD *et al.*, 2010; NANASOMBAT *et al.*, 2011)

O cinamaldeído é um líquido amarelo oleoso naturalmente encontrado no óleo essencial da casca da caneleira (*Cinnamomum zeylanicum*) e de outras árvores/arbustos do gênero *Cinnamomum* (AZAMBUJA, 2011)

É um ácido graxo α,β -insaturado aromático (Figura 1) encontrado de forma natural em várias plantas, como canela, cravo, pimenta preta, cilantro, ameixas secas entre outras. Tem uma baixa toxicidade com uma ingestão máxima diária recomendada de $1,25 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ e está aprovado para uso alimentício pela Food and Drug Administration (FDA) (KOUASSI; SHELEF, 1998).

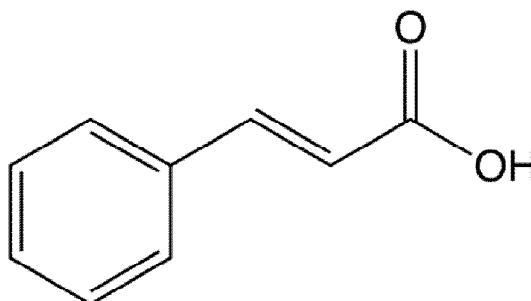


Figura 1 - Molécula de Ácido Cinâmico.

4.5 REFRIGERAÇÃO

A conservação de frutas e hortaliças minimamente processadas e refrigeradas é um processo muito complexo, pois participam as células vegetais danificadas, como também as células intactas. Sendo assim, algumas células respiram normalmente, enquanto as células danificadas respiram a uma velocidade maior, e ainda outras células apresentam-se mortas ou inativas (ROLLE; CHISM, 1987).

A refrigeração apresenta-se como um método eficaz para reduzir o metabolismo de frutas e hortaliças, diminuindo a respiração e a biossíntese de

etileno, além de reduzir a taxa de crescimento dos micro-organismos (REYES; PAULL, 1995).

As condições ideais de armazenamento variam conforme o vegetal e correspondem às condições nas quais estes podem ser armazenados pelo maior espaço de tempo, sem perda de qualidade (MOSCA et al., 1999).

O armazenamento em baixas temperaturas é um fator importante na conservação de frutas e hortaliças minimamente processadas, visto que regula a velocidade das reações bioquímicas e fisiológicas, bem como controla o desenvolvimento microbiano (SILVA et al., 2005).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 MATERIAIS

Foram utilizados frutos de abacaxiz cv. Smooth Cayenne *in natura*, adquiridos em comércio local (Medianeira-PR). O ácido cinâmico (Acido trans – Cinâmico, padrão alimentar, pureza $\geq 99\%$ Sigma – Aldrich) foi adquirido da empresa Induslab.

5.2 MÉTODOS

Os frutos foram adquiridos e transportados até o Laboratório de Vegetais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (câmpus Medianeira).

Em seguida os frutos foram selecionados e lavados com água e detergente neutro, imersos durante 1 minuto em água a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ com $200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de hipoclorito de sódio (pH 6,5), com o intuito de remover micro-organismos e resíduos que possivelmente estivessem aderidos à superfície. Os frutos foram, então, descascados, com a retirada do cilindro central e picados manualmente, em seções trapezoidais de $3,0 \times 2,6\text{ cm}$ (Figura 2).



Figura 2 - Abacaxis descascados e picados.

Após o corte, os frutos minimamente processados foram imersos em soluções com diferentes concentrações de ácido cinâmico durante 1 minuto a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$: controle (água); ácido cinâmico ($50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$); ácido cinâmico ($100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$); ácido cinâmico ($150\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$); ácido cinâmico ($200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$).

Os frutos foram acondicionados em embalagens de poliestireno expandido com dimensões de 3 cm de altura x 10 cm de comprimento x 10 cm de largura e

recobertas com filme de polietileno de 15 mm de espessura, com aproximadamente 80 g cada (Figura 3).



Figura 3 - Abacaxis minimamente processados e tratados com ácido cinâmico acondicionados em embalagem de poliestireno expandido.

Em seguida, foram armazenados sob refrigeração (Figura 4) a 5 ± 1 °C por um período de 10 dias, sendo as análises físico-químicas realizadas a cada dois dias, e as microbiológicas realizadas aos 0, 3, 6 e 10 dias de armazenamento, para acompanhar o desempenho do ácido cinâmico na segurança microbiológica dos frutos.



Figura 4 - Abacaxis minimamente processados e armazenados sob refrigeração.

As análises físico-químicas e microbiológicas realizadas neste experimento foram: perda de massa fresca, pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, contagem total de bactérias mesófilas e psicotróficas, determinação de coliformes totais e contagem de bolores e leveduras.

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata e as microbiológicas em duplicata.

Os dados obtidos nas análises físico químicas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade por meio do programa Infostat.

5.2.1 PERDA DE MASSA FRESCA

A perda de massa fresca foi determinada pesando-se as bandejas contendo as frutas picadas em balança semi-analítica. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre a massa inicial e aquela obtida a cada intervalo de tempo de amostragem (Equação 1).

Equação 1 – Equação utilizada para cálculo de perda de massa fresca

$$MM = \frac{MMM - (MMM - MFI) M100}{MFI}$$

onde MR= Massa remanescente (%),

MRI= Massa remanescente inicial (%),

MFI= Massa fresca inicial (g) e

MFF= Massa fresca final (g).

5.2.2 pH

O pH foi mensurado na polpa triturada dos frutos utilizando-se pH-metro (BRASIL, 2005).

5.2.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS

O teor de sólidos solúveis foi determinado na polpa por refratometria em refratômetro com medições de 0-32 °Brix a 25 °C, de acordo com os procedimentos descritos por Tressler e Joslyn (1961). Os resultados foram expressos em graus Brix.

5.2.4 ACIDEZ TITULÁVEL

A acidez titulável das amostras foi determinada por titulação conforme metodologia proposta pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). Cinco gramas da amostra foram homogeneizadas em 100 mL de água, transferidos para um frasco erlenmeyer de 125 mL, foram adicionadas de 2 a 4 gotas da solução fenolftaleína e a solução foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,01 M. Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100 ml de polpa (Equação 2).

Equação 2 - Fórmula para cálculo da acidez titulável total.

$$MMM = \frac{n \times N \times Eq}{10 \times V}$$

Onde:

N = normalidade da solução de hidróxido de sódio.

n = volume da solução de hidróxido de sódio gastos na titulação em mL.

V = volume da amostra em mL.

Eq = equivalente-grama do ácido.

5.2.5 CONTAGEM DE BACTÉRIAS MESÓFILAS E PSICOTRÓFICAS

Foram retiradas 2 repetições para cada tratamento por dia de análise, sendo que 25 g de amostra foram colocadas em bolsas para stomacher esterelizadas, sendo em seguida adicionados 225 mL de solução salina peptonada 0,1 % estéril e homogeneizadas durante 1 minuto em homogeneizador de amostra Stomacher elétrico. Foram preparadas diluições (Tabela 2) em série com solução salina peptonada 0,1 % conforme o crescimento da população microbiana (este procedimento foi utilizado também para a contagem de bolores, leveduras e coliformes totais). Para a contagem dos micro-organismos mesófilos e psicotróficos foi utilizado o meio PCA (Scharlau). As condições de incubação foram: 30 ± 1 °C por 72 horas (mesófilos) e 2 à 8 °C por 7 dias (psicotróficos) (ISO, 2013; APHA, 2001).

As contagens das bactérias mesófilas e psicotróficas foram expressas em log UFC·g⁻¹.

Tabela 2 - Diluições utilizadas para cada análise a cada dia

	Dia 0	Dia 03	Dia 06	Dia 10
Mesófilos	10 ¹ e 10 ²	10 ¹ e 10 ²	10 ² e 10 ³	10 ⁵ e 10 ⁶
Psicotróficos	10 ¹ e 10 ²	10 ¹ e 10 ²	10 ¹ e 10 ²	10 ³ e 10 ⁴
Bolores e Lev.	10 ¹ e 10 ²	10 ¹ e 10 ²	10 ² e 10 ³	10 ⁵ e 10 ⁶
Coliformes tot.	10 ¹	10 ¹	10 ¹	10 ¹

5.2.6 CONTAGEM DE BOLORES E LEVEDURAS

Para esta análise foi utilizado o meio Agar DRBC (Rosa Bengala Cloranfenicol Base) 0,1 g·L⁻¹, sendo a incubação realizada a 25 ± 1 °C por 5 dias em conformidade com a ISO (2008).

O resultado da contagem de bolores e leveduras foi expresso em log UFC·g⁻¹.

5.2.7 DETERMINAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS

Para a determinação de coliformes totais, foram utilizadas placas de Petrifilm™3M™. Para a quantificação de coliformes totais, as placas foram

incubadas a 37 °C por 24 horas (AOAC, 2012), sendo a enumeração expressa em $\log \text{UFC}\cdot\text{g}^{-1}$.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 PERDA DE MASSA FRESCA

A perda de massa fresca dos frutos é ocasionada pela transpiração e respiração que ocorre durante o metabolismo dos mesmos (CARVALHO, 2000). O maior componente dos frutos é a água, correspondendo a 90 % do mesmo, geralmente esta encontra-se livre, e somente uma pequena parte é encontrada quimicamente ligada, sendo a água ligada, dificilmente perdida (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A tabela 3 apresenta os resultados para a perda de massa fresca obtidos durante os dez dias de armazenamento do abacaxi minimamente processado. Verificou-se que de maneira geral, os abacaxis minimamente processados do controle apresentaram maior perda de massa fresca em relação aos frutos minimamente processados dos demais tratamentos.

Tabela 3 - Perda de massa fresca (%) em abacaxis *Smooth Cayenne* minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.

Tratamentos	Perda de massa fresca (%)				
	Dia 02	Dia 04	Dia 06	Dia 08	Dia 10
Controle	0,77 a	1,51 a	2,71 a	3,71 a	4,98 a
50 mg·L ⁻¹	0,75 a	1,30 ab	2,30 bc	3,10 a	3,97 a
100 mg·L ⁻¹	0,62 ab	1,22 b	2,38 b	3,35 a	4,37 a
150 mg·L ⁻¹	0,65 ab	1,10 bc	1,72 c	2,32 b	2,99 a
200 mg·L ⁻¹	0,53 b	0,91 c	1,55 c	2,15 b	2,79 a
CV(%)	19,89	17,34	14,16	17,74	18,86

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

De forma geral, houve um aumento gradativo dos valores com o decorrer do tempo e a perda máxima foi atingida no décimo dia. Oliveira Júnior et al. (2007) trabalhando com abacaxi 'Pérola' minimamente processado e armazenado durante 6 dias sob refrigeração, observaram o índice mais alto de perda de massa fresca no dia 4.

Neste experimento, no dia 02, os frutos minimamente processados dos tratamentos controle e 50 mg·L⁻¹ apresentaram perda de massa estatisticamente

maior que os frutos minimamente processados tratados com $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de ácido cinâmico. Enquanto que para o dia 04, os abacaxis minimamente processados do tratamento com $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ apresentaram perda de massa estatisticamente superior aos frutos minimamente processados dos tratamentos $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $150 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Já para o 6º dia, observou-se diferença estatística para os frutos minimamente processados do controle, em relação aos demais tratamentos. Para o dia 08, os abacaxis minimamente processados do controle, $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de ácido cinâmico diferiram estatisticamente dos frutos minimamente processados dos tratamentos $150 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Apresentando maior perda de massa no décimo dia, não houve diferença significativa entre as amostras, ao nível de 5 % de probabilidade.

Figura 5 - Abacaxis minimamente processados e tratados com ácido cinâmico após 10 dias de armazenamento.



a . Amostra controle; b. Amostra tratada com $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de ácido cinâmico; c. Amostra tratada com $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de ácido cinâmico; d. Amostra tratada com $150 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de ácido cinâmico; e. Amostra tratada com $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de ácido cinâmico.

6.2 POTENCIAL HIDROGÊNICO (pH)

Os resultados referentes ao pH dos abacaxis minimamente processados em função dos dias, encontram-se na tabela 4. Verificou-se que durante os dias de análise houve diminuição nos valores do pH dos frutos minimamente processados, sendo que o dia 0 apresentou valor de pH superior estatisticamente aos demais dias.

Tabela 4 - Valores médios de pH em abacaxis *Smooth Cayenne* minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.

Dias de armazenamento	pH
0	3,8 a
2	3,73 b
4	3,73 b
6	3,70 b
8	3,71 b
10	3,60 c
CV(%)	1,49

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Neste trabalho, os valores de pH dos abacaxis minimamente processados variaram de 3,60 a 3,80, valores semelhantes aos encontrados por Sarzi, Durigan e Possi Junior (2002), que trabalhando com abacaxi 'Pérola' minimamente processado armazenado durante 12 dias, encontraram valores de pH entre 3,70 a 3,90.

A queda nos valores do pH, sugere um avanço no amadurecimento dos frutos, já que os ácidos orgânicos estão sendo produzidos. Isto ocorre devido às reações de degradação. Segundo Silva et al. (2005) ao trabalharem com abacaxi 'Pérola' minimamente processado, essa tendência poderia também ser influenciada pelo grau de maturação do fruto e por ataque microbiológico.

A tabela 5 apresenta os resultados referentes ao pH dos frutos minimamente processados em função das diferentes concentrações de ácido cinâmico utilizadas.

Tabela 5 - Valores médios de pH em abacaxis *Smooth Cayenne* minimamente processados, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias em função dos tratamentos com ácido cinâmico.

Tratamentos	pH
Controle	3,73 a
50mg·L ⁻¹	3,75 a
100mg·L ⁻¹	3,72 ab
150mg·L ⁻¹	3,68 b
200mg·L ⁻¹	3,70 ab
CV(%)	1,49

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Pelos resultados obtidos verificaram-se diferenças estatísticas entre os tratamentos, sendo que os frutos minimamente processados do controle e os tratados com 50 mg·L⁻¹ apresentaram pH superiores estatisticamente aos frutos minimamente processados do tratamento 150 mg·L⁻¹. Moreira (2009) trabalhando com melão minimamente processado, observou que os frutos do tratamento com ácido cinâmico a 148,16 mg·L⁻¹, apresentaram maiores valores de pH com relação aos frutos dos demais tratamentos durante os dez dias de armazenamento.

O pH é um dos fatores de fundamental importância na limitação dos tipos de microrganismos que podem desenvolver-se nos alimentos. De acordo com Franco e Landgraf (2005), os micro-organismos têm valores mínimos, ótimos e máximos de pH para sua multiplicação. O pH mais favorável para o desenvolvimento de grande parte dos microrganismos é perto da neutralidade, ou seja, entre 6,5 e 7,5. Alguns microrganismos, como as bactérias lácticas, têm seu crescimento favorecido em meio ácido. As bactérias mais exigentes em relação ao pH, são as patógenas, enquanto que os fungos e as leveduras apresentam maior tolerância ao pH. Os fungos são mais tolerantes que as bactérias a valores baixos de pH.

6.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX)

Os teores de sólidos solúveis obtidos nos frutos minimamente processados e armazenados durante 10 dias estão apresentados na tabela 6. Verificou-se que os

abacaxis minimamente processados armazenados no dia 8 apresentaram teores de sólidos solúveis estatisticamente maior que aos armazenados nos dias 0 e 2. Com o decorrer dos dias de armazenamento houve aumento no teor de sólidos solúveis até o 8º dia, ocorrendo em seguida decréscimo.

Tabela 6 – Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) em abacaxis *Smooth Cayenne* minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.

Dias de armazenamento	Sólidos Solúveis (°Brix)
0	14,20 c
2	14,47 bc
4	14,85 ab
6	14,81 ab
8	15,20 a
10	14,61 abc
CV(%)	3,87

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os teores de sólidos solúveis apresentam tendência de aumento com o amadurecimento devido ao aumento do teor de açúcares simples. Os sólidos solúveis geralmente aumentam com o processo de amadurecimento dos frutos, devido a biossíntese, pela degradação de polissacarídeos ou pela perda de água dos frutos.

A composição química do abacaxi varia de acordo com a época em que o mesmo é produzido, podendo gerar frutos com maiores teores de açúcares e menores teores de acidez durante o verão (FRANCO, 1989).

Neste experimento, os valores de sólidos solúveis variaram de 14,20 a 15,20 °Brix, resultados superiores aos encontrados por Silva et al. (2003) ao trabalharem com abacaxi 'Pérola' minimamente processado (13,5 °Brix) e por Chitarra et al. (2003) ao trabalharem com abacaxi '*Smooth Cayenne*' minimamente processado (9,15 °Brix). Os valores elevados apresentados nas tabelas podem ser explicados pelo elevado grau de maturação dos abacaxis utilizados.

A tabela 7 apresenta os valores de sólidos solúveis obtidos nos frutos minimamente processados com relação aos tratamentos com ácido cinâmico. Observou-se que os frutos minimamente processados e tratados com 50 mg·L⁻¹ de ácido cinâmico apresentaram teor de sólidos solúveis superior aos abacaxis minimamente processados dos demais tratamentos. Moreira (2009) trabalhando com melões minimamente processados tratados com ácido cinâmico, não observou diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 7 - Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) em abacaxis *Smooth Cayenne* minimamente processados, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias em função dos tratamentos com ácido cinâmico.

Tratamentos	Sólidos Solúveis (°Brix)
Controle	14,62 bc
50 mg·L ⁻¹	15,24 a
100 mg·L ⁻¹	13,53 c
150 mg·L ⁻¹	15,10 b
200 mg·L ⁻¹	14,96 b
CV(%)	3,87

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

6.4 ACIDEZ TITULÁVEL

A acidez nas frutas e hortaliças está relacionada a presença de ácidos orgânicos, sendo que estes contribuem para a acidez e o aroma de cada vegetal. No abacaxi, os principais ácidos encontrados são o cítrico (80%) e o málico (20%) (CHITARRA; CHITARRA, 2006; GONÇALVES; CARVALHO, 2000).

A tabela 8 apresenta os valores de acidez titulável obtidos em abacaxis minimamente processados em relação aos dias de armazenamento. Observou-se que com os dias de armazenamento houve acréscimo nos valores, sendo que o décimo dia apresentou acidez titulável superior estatisticamente aos demais dias. Torres et al. (2002) observaram o mesmo comportamento de aumento de acidez ao armazenar abacaxis minimamente processados em atmosfera modificada sob refrigeração a 5 °C durante oito dias.

Tabela 8 - Valores de acidez titulável (g ác. cítrico·100 mL⁻¹ polpa) em abacaxis *Smooth Cayenne* minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.

Dias de armazenamento	Acidez titulável (g ác. cítrico·100 mL ⁻¹ polpa)
0	0,47 d
2	0,55 cd
4	0,55 cd
6	0,60 c
8	0,64 b
10	0,66 a
CV(%)	6,45

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Neste trabalho foram observados valores de acidez titulável variando de 0,47 a 0,66 g ác. cítrico·100 mL⁻¹ polpa. Trabalhando com abacaxis minimamente processados, Figueirêdo et al. (2003) encontraram variação de 0,44 à 0,39 g ác. cítrico·100 mL⁻¹ polpa.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as frutas perdem rapidamente a acidez com o decorrer do amadurecimento, porém, em alguns casos, ocorre pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação.

A tabela 9 apresenta os valores de acidez titulável obtidos considerando as diferentes concentrações de ácido cinâmico utilizadas. Os frutos minimamente processados tratados com 200 mg·L⁻¹ de ácido cinâmico apresentaram acidez titulável superior estatisticamente aos tratados com as demais doses.

Tabela 9 - Valores de acidez titulável (g ác. cítrico·100 mL⁻¹ polpa) em abacaxis *Smooth Cayenne* minimamente processados, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias em função dos tratamentos com ácido cinâmico.

Tratamentos	Acidez titulável (g ác. cítrico·100 mL⁻¹ polpa)
Controle	0,52 c
50 mg·L ⁻¹	0,57 b
100 mg·L ⁻¹	0,59 b
150 mg·L ⁻¹	0,58 b
200 mg·L ⁻¹	0,66 a
CV(%)	6,45

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

6.5 CONTAGEM DE BACTÉRIAS MESÓFILAS E PSICOTRÓFICAS

Um fator essencial na avaliação da qualidade de alimentos minimamente processados é a microbiologia. Todas as práticas envolvidas na produção, processamento, armazenamento e distribuição desses produtos podem ocasionar riscos de contaminação por patógenos, que podem causar danos á saúde do consumidor (OLIVEIRA et al. 2006).

A Tabela 10 apresenta a contagem de bactérias mesófilas encontradas nos abacaxis minimamente processados e tratados com concentrações de ácido cinâmico. Com o tempo de armazenamento verificou-se aumento gradativo da contagem de bactérias mesófilas. O mesmo foi observado por Moreira (2009) trabalhando com aplicação de ácido cinâmico em melão “Pele de sapo” minimamente processado.

Verificou-se que ao final dos dez dias de armazenamento, o tratamento mais eficiente para o controle do desenvolvimento de bactérias mesófilas nos frutos minimamente processados foi a aplicação da concentração de 50 mg·L⁻¹, apresentando uma população de 7,97 log UFC·g⁻¹. Os frutos minimamente processados do controle foram os que apresentaram maior desenvolvimento de microrganismos mesófilos (8,52 log UFC·g⁻¹) ao final do período de armazenamento.

O aumento gradativo apresentado na contagem de bactérias mesófilas foi observado também por Moreira (2009) ao trabalhar com melões minimamente

processados e tratados com ácido cinâmico. Entretanto, os melões tratados apenas com ácido cinâmico, em duas diferentes concentrações, apresentaram menor contagem de microrganismos mesófilos do que verificado no presente trabalho.

Tabela 10 - Contagem total de bactérias mesófilas ($\log \text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$) obtida em abacaxis *Smooth Cayenne* minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a $5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 10 dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Dia 0	Dia 03	Dia 06	Dia 10
Controle	4,99	5,17	5,86	8,52
50 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$		5,15	5,76	7,97
100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$		5,89	5,13	8,45
150 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$		4,89	6,01	8,35
200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$		5,86	6,12	8,47

Antoniolli et al. (2004) ao trabalharem com processamento mínimo de abacaxi 'Pérola', utilizando a vanilina como agente antimicrobiano verificaram que este agente não foi eficaz no controle da população de micro-organismos aeróbios mesófilos.

Para os microrganismos psicotróficos (Tabela 11), observou-se aumento gradativo da contagem com o decorrer dos dias de armazenamento. Os frutos minimamente processados e tratados com $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, apresentaram a menor população ($4,17 \log \text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$) ao final do período de armazenamento. De acordo com Moreira (2009) ao trabalhar com melões minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, a contagem de psicotróficos foi de $3,04 \pm 0,13 \log \text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$, a $3,28 \pm 0,1 \log \text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$.

Segundo Wiley (1997), as bactérias psicotróficas são de especial importância para os alimentos minimamente processados, já que as mesmas podem crescer em temperaturas entre $0 \text{ }^\circ\text{C}$ e $7 \text{ }^\circ\text{C}$. Altas populações de bactérias psicotróficas reduzem a vida útil de vegetais minimamente processados, podendo ocorrer o seu desenvolvimento devido à matéria-prima com alta contaminação, falta de limpeza e desinfecção de superfícies, falta de higiene durante o processamento e condições inadequadas de armazenamento (BRUNO et al., 2005).

Tabela 11 - Contagem total de bactérias psicotróficas ($\log \text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$) em abacaxis *Smooth Cayenne* minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Dia 0	Dia 03	Dia 06	Dia 10
Controle	<1	3,84	4,30	4,50
50 mg· L ⁻¹		4,20	4,58	5,03
100 mg· L ⁻¹		4,05	4,52	4,82
150 mg· L ⁻¹		3,91	4,06	4,17
200 mg· L ⁻¹		3,93	4,26	4,36

6.6 DETERMINAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS

O grupo dos coliformes totais inclui bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, com forma de bastonetes Gram-negativos, não esporogênicos, capazes de fermentar a lactose e produzir gás, em 24 a 48 horas a 37 °C (SILVA et al., 1997).

Esse micro-organismo é um indicador higiênico-sanitário, sua presença indica provável contaminação pós-processamento, deficiência na limpeza, sanificação e, a multiplicação durante o processo ou armazenamento (SILVA et al., 2000). Apesar disso, a presença de coliformes totais não é indicadora de contaminação fecal, ou ocorrência de enteropatógenos (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

A tabela 12 apresenta os valores obtidos na determinação de coliformes totais. Verificou-se que no décimo dia de armazenamento, os abacaxis minimamente processados do grupo controle apresentaram $1 \log \text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ e os tratados com 50 mg· L⁻¹ apresentaram $2,44 \log \text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$.

Embora não existam na legislação padrões para coliformes totais, de forma geral, é preconizado que alimentos contendo contagens microbianas da ordem de 5 a 6 $\log \text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ são impróprios para o consumo humano (ANVISA, 2002). Dessa forma o abacaxi minimamente processado encontra-se dentro dos limites permitidos para o consumo.

Tabela 12 - Determinação de coliformes totais ($\log \text{UFC}\cdot\text{g}^{-1}$) em abacaxis *Smooth Cayenne* minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Dia 0	Dia 03	Dia 06	Dia 10
Controle	<1	<1	<1	1
50 mg· L ⁻¹		<1	<1	2,44
100 mg· L ⁻¹		<1	<1	<1
150 mg· L ⁻¹		<1	<1	<1
200 mg· L ⁻¹		<1	<1	<1

6.7 CONTAGEM DE BOLORES E LEVEDURAS

De acordo com Gava e Silva (2008), o abacaxi é um fruto muito ácido e, por isso, há grande restrição ao crescimento de micro-organismos, sendo mais comum a presença de bactérias acéticas são aeróbias, mesófilas, fungos filamentosos e leveduras.

Segundo Benato (1999), na pós-colheita as doenças que se desenvolvem nos vegetais, geralmente originam podridão nos frutos, causada por fungos.

De acordo com a tabela 13, os fungos apresentaram proliferação constante nos frutos minimamente processados de todos os tratamentos, sendo observado no último dia de experimento, maior contagem nos frutos minimamente processados tratados com 50 mg·L⁻¹ de ácido cinâmico. Moreira (2009), trabalhando com melão minimamente processado e tratado com duas diferentes formulações de ácido cinâmico, após 10 dias de armazenamento, observou contagem de $2,1 \pm 0,1 \log \text{UFC}\cdot\text{g}^{-1}$ a $2,5 \pm 0,2 \log \text{UFC}\cdot\text{g}^{-1}$.

Tabela 13 - Contagem de bolores e leveduras (log UFC·g⁻¹) em abacaxis *Smooth Cayenne* minimamente processados e tratados com ácido cinâmico, armazenados a 5 ± 1 °C durante 10 dias.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Dia 0	Dia 03	Dia 06	Dia 10
Controle	4,25	5,22	5,11	8,60
50 mg· L ⁻¹		5,23	5,61	8,73
100 mg· L ⁻¹		5,33	5,65	8,53
150 mg· L ⁻¹		5,06	5,66	8,42
200 mg· L ⁻¹		5,26	5,34	8,40

Pinheiro et al. (2005) avaliando microbiologicamente frutos de goiaba vermelha, manga, melão japonês, mamão 'Formosa' e abacaxi minimamente processados e comercializados em supermercados de Fortaleza, verificaram a presença de bolores e leveduras em todos os produtos.

7. CONCLUSÕES

A aplicação das concentrações de ácido cinâmico mostraram efeito positivo na manutenção da qualidade e na diminuição da contaminação microbiana dos abacaxis minimamente processados, sendo a concentração de $150 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de ácido cinâmico a mais adequada para este experimento.

8. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA) **Resolução – RDC nº 12 de janeiro de 2002**. Disponível em: www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01_rde.htm acesso em: 15/10/2015.

ANTONIALI, S.; SANCHES, J. **Abacaxi: importância econômica e nutricional**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/abacaxi/index.htm.

ANTONIOLLI, L. R.; BENEDETTI, B. C.; SOUZA FILHO, M. de S. M. de; BORGES, M. de F. Avaliação da Vanilina Como Agente Antimicrobiano em Abacaxi ‘Pérola’ Minimamente Processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 24, n. 3 p.473-477. 2004.

APHA. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4ª Edição – American Public Health Association , 2001.

AOAC. Official Method 991.14 Coliform and Escherichia coli Counts in Foods, 2012.

ARRUDA, M. C. **Processamento mínimo de melão rendilhado**: tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. 2002. 71f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2002.

ASPECTOS GERAIS DO ABACAXI: disponível em: www.portaldoagronegocio.com.br acesso em: 13/02/2015.

AZAMBUJA, W. Óleos Essenciais, disponível em: http://www.oleosessenciais.org/category/isolados-naturais/a_d_isolados/cinamaldeido/, acesso em 20/02/2015.

BASTOS, M. do S. R. **Processamento Mínimo de frutas**. EMBRAPA. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 38p.

BENATO, E. A. Controle de doenças pós-colheita em frutos tropicais. **SummaPhytopathologica**, Botucatu, v. 15, n. 1, p.90-93, fev./mar, 1999.

BENZING, D.H. et al. **Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation**. New York: Cambridge University, 2000. 690p.

BRASIL.Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018p.

BRUNO, L. M. et al. Avaliação microbiológica de hortaliças e frutas minimamente processadas comercializadas em Fortaleza, CE. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.23, n.1, p.75-84, 2005.

CARVALHO, A. V. **Avaliação da qualidade de kiwis cv 'Hayward' minimamente processados**. 2000. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

CARVALHO, A.V.; LIMA, L.C.O. Qualidade de kiwis minimamente processados e submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.679-685, 2002.

CHITARRA, M.I.F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113 p.

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

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário**. Lavras: UFLA, 2006. 256 p.

CHITARRA, A. B. et al. Qualidade do Abacaxi cv *SmoothCayenne* minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v.25, n.2, p. 206-209. 2003.

DURIGAN, J. F. O. Processamento mínimo de frutas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Palestras...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000, p. 12.

EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária** – Mandioca e Fruticultura. 2014. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxi> Acesso em : 07/01/2015.

FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: Editora UFPEL, 1996.311p.

FAO. **FoodAgricultureOrnanization**. 2012. Disponível em <https://www.fao.org.br/>, acesso em 15/02/2015.

FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M.; NORONHA, M. A. S. de. Armazenamento de Abacaxi Minimamente Processado. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, n.1, p.95-103, 2003.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**.8.ed. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu, 1989. 230 p.

FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAFF, M. **Microbiologia dos alimentos**.São Paulo: Atheneu, 2005. 180 p.

FRUTICULTURA disponível em: <http://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/15-39-51-apostilafruticultura.pdf>Acesso em: 20/02/2015.

GAVA, A. F.; SILVA, C. A. B. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. 93 p.

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. Características da fruta. In: GONÇALVES, N. B. (Org). **Abacaxi: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA. Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 13-27. (Frutas do Brasil, 5).

GRUENWALD J., FREDER J., ARMBRUESTER N., Cinnamon and Health. **Critical Reviews in Food Science Nutrition**.v.50, p. 822-834, 2010.

IBRAF. **Instituto Brasileiro de Frutas**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/Acesso> em 20/02/2015.

INSTITUTO AGRONÔMICO: Centro de frutas disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/frutas/frutiferas_cont.php?nome=Abacaxi Acesso em: 07/01/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201301.pdf Acesso em: 19/02/2015.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION – IFPA. 2005. Disponível em: <http://www.fresh-cuts.org>. Acesso em: 19/02/2015.

ISO. **International Organization for Standardization 21527.1**. 2008

ISO. **International Organization for Standardization 4833.1**. 2013

KOUASSI, Y., SHELEF, L.A. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by cinnamic acid: possible interaction of the acid with cystenyl residues. **Journal Food Safety**, v.18, p. 231-242, 1998.

MACHADO, T. F.; BORGES, M.F.; BRUNO, L.M. **Aplicação de antimicrobianos naturais na conservação de alimentos.** Fortaleza: Embrapa AgroindústriaTropical,32 p. 2011.

MEDINA, J. C.et al. **Abacaxi: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos.** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1987. 285 p

MOREIRA, G. C. **Radiação gama ou antimicrobianos naturais na conservação de melão minimamente processado.** Botucatu. Tese de Doutorado (Horticultura), apresentada a Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade de São Paulo, Campus Botucatu. 2009. 204p.

MORETTI; C.L., **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças.**Brasília:Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007. 531p.

MOSCA, J.L., MUGNOL, M.M., VIEITES, R.L. **Atmosfera modificada na pós-colheita de frutas e hortaliças.** Botucatu: FEPAF (Fundação de estudos e pesquisas agrícolas e florestais), p. 1-13, 1999.

NANASOMBAT S., WIMMUTIGOSOL P.; Antimicrobial and antioxidant activity of spice essential oils.**Food Science anBiotechnology.** v.20, n.1, p.45-53, 2011.

ÓLEOS ESSENCIAIS, disponível em: <http://www.oleosessenciais.org/tag/oleo-essencial-de-canela/>Acesso em: 20/02/15.

OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G.; CORDEIRO, C. A. M.; CARLOS, L. A.; COELHO, E. M.; ARAÚJO, T. M. R. Avaliação da qualidade de mamão (*Caricapapaya*) minimamente processado armazenado em diferentes temperaturas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2000. p.16.

OLIVEIRA, A. M. C. de; COSTA, J. M. C. da; MAIA, G. A. Qualidade higiênico-sanitária de abacaxi 'Pérola' minimamente processado. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, n. 19, v. 1, p. 19-24, 2006.

OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G. de; XAVIER, V. L. S. M; BERGER, R. M; BISPO, W. M. da S; STEIN, E. M. **Avaliação do potencial de diferentes agentes sanitizantes para o processamento mínimo para abacaxi 'Pérola'**. Pós-Graduação em Biologia Vegetal. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2007

PINHEIRO, N. M. de S.et al. Avaliação da qualidade microbiológica de frutos minimamente processados comercializados em supermercados de Fortaleza. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 27, n. 1, p. 153-156, 2005.

PROBST, I.da S. **Atividade antibacteriana de óleos essenciais e avaliação de potencial sinérgico**.2012, 102p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.

REYES, M.U.; PAULL, R.E.
Effectofstoragetemperatureandethylenetreatmentonguava (*Psidiumguajava* L.) fruitripening.**PostHarvestBiologyand Technology**, v.6, n.3/4, p.357- 365, 1995.

RODRIGUES, L. J et al. Qualidade microbiológica e química de polpas de frutas comercializadas na cidade de Lavras-MG. I Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita de Frutos Tropicais (SBPCFT) **Anais...** João Pessoa-PB, 2005.

ROLLE, R.; CHISM, G.W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables.**Journal of Food Quality**, v.10, p. 157-165, 1987.

SANTOS, C. E. et al., **Anuário Brasileiro de Frutas**. Editora Gazeta – Santa Cruz do Sul. 136 p. ISSN1808-4931, 2013.

SANTOS, H.P. dos. **Influência da sanificação sobre a qualidade de melão amarelo (*Cucumis melo* L.) minimamente processado**. 2003, 80p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SARZI, B. **Conservação de abacaxi e mamão minimamente processados:associação entre preparo, a embalagem e a temperatura de**

armazenamento. 2002. 100f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

SARZI, Bianca; DURIGAN, José Fernando; POSSI JUNIOR, Oswaldo Durival. Temperatura e tipo de preparo na conservação de produto minimamente processado de Abacaxi 'Pérola'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p. 376-380. 2002.

SILVA, G. C. et al. Efeito de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na qualidade do abacaxi 'Pérola' minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 25 (2), p. 216-219, 2005.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Varela. 1997. 295 p.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análises microbiológica da água**. Campinas: ITAL, 2000. 99 p.

SILVA, G. C. et al. Efeito de diferentes concentrações de cloreto de calico na qualidade do abacaxi 'Pérola' minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p. 216-219, ago. 2003.

SISTEMA FAMASUL: SENAR, FUNAR, APROSOJA, SINDICATOS RURAIS. Disponível em: http://famasul.com.br/assessoria_interna/alta-produtividade-do-abacaxi-gera-renda-ao-produtor-rural/25244/ Acesso em: 05/01/2015.

SOLÓRZANO-SANTOS, F. et al., Essential oils from aromatic herbs as antimicrobial agents. **Current Opinion in Biotechnology**, v.23, p.1-6, 2011.

THÉ, P. M. P. Quais as propriedades medicinais do abacaxi? **Revista Ciência Hoje**, Fortaleza, v. 39, n. 4, p. 200-229, 2007.

TORRES, M.E.;PINHEIRO, A.C.M.; CHITARRA, A.B.; BONNAS, D.S. Abacaxi minimamente processado armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. In:

Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 18., 2002, Porto Alegre.
Anais... Porto Alegre: SBCTA, 2002. CD Rom

VAILLANT, F.; MILLAN, A.; DORNIER, M.; DECLoux, M.; REYNES, M. Strategy for economical optimization of the clarification of pulpy fruit juices using crossflowmicrofiltration. **Journal of Food Engineering**, v.48, p.83-90, 2001.

VANETTI, M.C.D. Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS,2, 183p. **Anais...**Viçosa: UFV, 2000. p.44-52.

WILEY, R. C. **Introduction to minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. In: WILEY, R. C. Minimally processed refrigerated fruits & vegetables, New York: Chapman & Hall, 1994. p. 1-14.

WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**, Zaragoza, Acribia, 1997. 362p.