



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS



**ESTUDO DE VIDA ÚTIL DE ABACAXIS (*ANANAS COMOSUS*
L. MERRIL CV 'PÉROLA') MINIMAMENTE PROCESSADOS EM
RODELAS COM COBERTURAS COMESTÍVEIS**

Vânia da Silva Bierhals

Engenheira de Alimentos

Prof^a. Dr^a. Miriam Dupas Hubinger

Orientadora

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos.

Campinas, maio de 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

B477e Bierhals, Vânia Silva
Estudo de vida útil de abacaxis (*Ananas comosus* L. Merrill cv 'Pérola') minimamente processados em rodela com coberturas comestíveis / Vânia da Silva Bierhals. -- Campinas, SP: [s.n], 2010.

Orientador: Miriam Dupas Hubinger
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Abacaxi. 2. Processamento mínimo. 3. Inibidores de escurecimento. 4. Coberturas comestíveis. 5. Lactato de cálcio. I. Hubinger, Miriam Dupas. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

cars/bibfea

Título em inglês: Study of shelf life of minimally processed pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill cv 'Pérola') in slices with edible coatings

Palavras-chave em inglês (Keywords): Pineapple, Minimal processing, Anti-browning Agents, Edible coatings, Calcium lactate.

Titulação: Mestre em Engenharia de Alimentos

Banca examinadora: Miriam Dupas Hubinger

Celso Costa Lopes

Leila Mendes Pereira Rodrigues

Programa de Pós Graduação: Programa de Engenharia de Alimentos

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação defendida por Vânia da Silva Bierhals para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS, aprovado pela Comissão Julgadora em ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Miriam Dupas Hubinger

Faculdade de Engenharia de Alimentos – FEA/UNICAMP
(Orientadora)

Prof. Dr. Celso Costa Lopes

Faculdade de Engenharia de Alimentos – FEA/UNICAMP
(Membro Titular)

Prof^a. Dr^a. Leila Mendes Pereira Rodrigues

Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo – FEAU/UNIMEP
(Membro Titular)

Prof. Dr. Benedito Carlos Benedetti

Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI/UNICAMP
(Membro Suplente)

Prof^a. Dr^a. Cristhiane Caroline Ferrari

Instituto de Tecnologia de Alimentos – FRUTHOTEC/ITAL
(Membro Suplente)

"A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido.

Não na vitória propriamente dita."

(Mahatma Gandhi)

*"O que se tem, pode-se perder; normalmente passa de mão,
preocupa e desaparece. Todavia, o que se é, quanto às
conquistas morais e aos títulos espirituais,
tem sabor de eternidade".*

(Joanna de Angelis – Divaldo Pereira Franco)

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Ivo e Inês,
que plantaram a primeira semente no meu coração
e me ensinaram a valorizar os estudos e o conhecimento,
dedico.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela valiosa oportunidade de vida, pela presença constante e por todas as conquistas.

À minha mãe, Inês, por toda confiança, orgulho e principalmente por todo amor que recebi durante todos os minutos da minha vida. Muito obrigada pelas orações e conselhos dados por telefone nos momentos difíceis que passamos separadas.

Ao meu pai, Ivo, meu referencial de força, fé, coragem e determinação. Meu êxito é fruto do seu esforço, obrigada por sempre me apoiar e incentivar em todas as minhas decisões.

Aos meus irmãos, Tânia e Fabiano, por sempre abrir meus caminhos e pelos momentos felizes da infância. Ao meu cunhado Marlon 'mestre' e a minha afilhada Laura, de apenas 2 meses, que chegou trazendo muita alegria para minha vida.

À Prof^a. Dr^a. Miriam Dupas Hubinger pela amizade, orientação, paciência e oportunidade de aprendizado durante a realização deste trabalho.

À banca examinadora, composta pelos professores Dr. Benedito Benedetti, Dr. Celso Lopes, Dr^a. Cristhiane Ferrari e Dr^a. Leila Pereira, por enriquecer este trabalho com suas valiosas críticas e sugestões.

À CAPES pela concessão de minha bolsa de mestrado, ao PROEX pelo apoio financeiro e à FEA/UNICAMP pelo apoio institucional. À empresa Cargill pela doação do alginato de sódio.

À todos os colegas e funcionários do LEP: Gláucia Vieira, Lorena, Ju (Muzambinho), Vanessinha, Titi, Júlio César, Elen pela amizade, pela ajuda na parte prática e também por tornar o ambiente de trabalho um lugar bem agradável.

À todos os amigos e funcionários do DEA/FEA que me ajudaram participando da 'dieta do abacaxi' durante a semana do processamento e ainda assim compareceram na análise sensorial, em especial ao Marquinhos, que ficou com afta por aceitar levar para sua casa um saco de abacaxi.

À república dos gaúchos: Vanessa, Vitor e Andréia, pela agradável convivência, pela amizade, boas risadas e por terem sido minha segunda família aqui em Campinas.

Aos novos amigos que fiz em Campinas: Dudu Nobre (Daniel), Gláucia Hirata, Renata, Titi pela grande amizade, companheirismo e preciosos momentos de descontração.

À Vanessa, pela longa amizade desde a graduação na FURG, por me ajudar nas longas noites de processamento, por ser uma ótima aplicadora de cobertura comestível, por ser minha companheira 'sem fim' e por dividir seus conhecimentos sem pedir nada em troca. Que nossa amizade continue grandiosa e tão valiosa quanto o passar dos anos de um belo vinho...

À Marcela, por ser praticamente minha co-orientadora e por me ajudar na realização dos experimentos.

À Dr^a. Leila Pereira, pela orientação em vários momentos de dificuldades.

E a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma na realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!!!!

Sumário

<i>Índice de Figuras</i>	<i>xvii</i>
<i>Índice de Tabelas</i>	<i>xix</i>
<i>Resumo</i>	<i>xxi</i>
<i>Abstract</i>	<i>xxiii</i>
1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1. Abacaxi	3
2.2. Processamento Mínimo	5
2.3. Atributos de qualidade dos frutos	10
2.4. Coberturas Comestíveis	13
2.4.1. Fécula de mandioca como cobertura comestível	16
2.4.2. Alginato de Sódio como cobertura comestível	18
3. Material e Métodos	23
3.1. Material	23
3.1.1 Matéria-Prima	23
3.1.2 Agente Sanitizante	24
3.1.3 Conservante – Ácido Ascórbico e Cítrico	24
3.1.4 Lactato de cálcio	24
3.1.5 Cobertura Comestível	25
3.1.6 Embalagem	25
3.2. Métodos	26
3.2.1. Etapa 1 - Ensaio Preliminares	27
3.2.1.1. Processamento Mínimo	28
3.2.1.2. Preparo e Aplicação das Coberturas	31
3.2.1.3. Perda de Peso	32
3.2.1.4. Suco Drenado na Embalagem	32
3.2.1.5. Determinação da Cor	33
3.2.1.6. Determinação das Propriedades Mecânicas	33

3.2.1.7. Determinação da Taxa Respiratória _____	35
3.2.1.8. Determinação da Resistência ao Vapor de Água _____	37
3.2.1.9. Análise Sensorial _____	39
3.2.1.10. Análise Estatística _____	39
3.2.2. Etapa 2 e 3 – Estudo da Vida Útil _____	39
3.2.2.1. Caracterização físico-química da Matéria-Prima _____	40
3.2.2.2. Processamento Mínimo _____	40
3.2.2.3. Aplicação das Coberturas _____	40
3.2.2.4. Vida Útil 1 _____	41
3.2.2.5. Vida Útil 2 _____	41
3.2.2.6. Métodos Analíticos _____	41
3.2.2.7. Análise Sensorial _____	46
3.2.2.8. Análise Estatística _____	46
4. Resultados e Discussão _____	47
4.1. Etapa 1 - Ensaios Preliminares _____	47
4.1.1. Perda de peso _____	47
4.1.2. Suco drenado _____	48
4.1.3. Determinação de Cor _____	50
4.1.4. Propriedades Mecânicas _____	53
4.1.5. Determinação da Taxa de Respiração _____	57
4.1.6. Resistência ao Vapor de Água _____	60
4.1.7. Análise Sensorial _____	62
4.1.8. Escolha das concentrações de Cobertura _____	65
4.2. Estudo da Vida Útil _____	67
4.2.1. Caracterização da Matéria-Prima _____	67
4.2.2. Etapa 2 - Estudo da Vida Útil 1 _____	70
4.2.2.1. Perda de Peso _____	70
4.2.2.2. Suco drenado _____	72
4.2.2.3. pH e Acidez Titulável _____	73
4.2.2.4. Sólidos Solúveis Totais _____	76
4.2.2.5. Vitamina C _____	78
4.2.2.6. Umidade e Atividade de Água (aw) _____	79
4.2.2.7. Determinação de Cor _____	82
4.2.2.8. Propriedades Mecânicas _____	86

4.2.2.9. Composição Gasosa _____	90
4.2.2.10. Análise Sensorial _____	92
4.2.2.11. Análise Microbiológica _____	99
4.2.3. Etapa 3 - Estudo da Vida Útil 2 _____	105
4.2.3.1. Perda de Peso _____	105
4.2.3.2. Suco drenado _____	107
4.2.3.3. pH e Acidez Titulável _____	108
4.2.3.4. Sólidos Solúveis Totais _____	110
4.2.3.5. Vitamina C _____	112
4.2.3.6. Umidade e Atividade de Água (aw) _____	114
4.2.3.7. Determinação de Cor _____	116
4.2.3.8. Propriedades Mecânicas _____	120
4.2.3.9. Composição Gasosa _____	123
4.2.3.10. Análise Sensorial _____	125
4.2.3.11. Análise Microbiológica _____	133
5. Conclusões _____	139
6. Referências Bibliográficas _____	143
Anexo A _____	153
Anexo B _____	157
Anexo C _____	159
Anexo D – Ficha de Análise Sensorial _____	161

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Abacaxi minimamente processado (Fonte: VIEITES, 2007).	8
Figura 2.2. Unidade estrutural do alginato, onde as moléculas de ácido α -L-gulurônico são representadas pelas letra G e as de ácido β -D-manurônico, pela letra M.	18
Figura 2.3. Esquema da ligação de resíduo de ácido poligulurônico com o íon cálcio, em moléculas adjacentes de alginato (Fonte: ONSOYEN, 1997).	20
Figura 3.1. Abacaxi da variedade ‘Pérola’ utilizado nos experimentos deste trabalho.	23
Figura 3.2. Embalagem ilustrativa de abacaxi minimamente processado.	25
Figura 3.3. (A) Descascamento do abacaxi; (B) Rodelas de abacaxi com 15 mm de espessura.	29
Figura 3.4. Diagrama de fluxo do processamento mínimo do abacaxi.	30
Figura 3.5. Processo de aplicação das coberturas.	32
Figura 3.6. Leitura da produção de CO ₂ e o consumo de O ₂ para determinação da taxa de respiração.	36
Figura 3.7. Etapas da análise de resistência ao vapor de água: (A) amostras em dessecador mantido a UR 98,5%, (B) amostras sobre suporte em dessecador mantido a UR 32,7%.	38
Figura 4.1. Perda de Peso durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível.	48
Figura 4.2. Valores médios da Luminosidade L* durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível.	51
Figura 4.3. Valores médios do Cromo C* durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível.	52
Figura 4.4. Valores médios do Tom H* durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível.	53
Figura 4.5. Tensão na Ruptura durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível.	56
Figura 4.6. Deformação na Ruptura durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível.	57
Figura 4.7. Taxa de respiração de abacaxis minimamente processados (mg CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹) tratados com diferentes concentrações de cobertura comestível.	59
Figura 4.8. Resistência ao vapor de água de abacaxis minimamente processados tratados com diferentes concentrações de cobertura comestível.	62
Figura 4.9. Perda de peso, ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.	71
Figura 4.10. Valores médios da Luminosidade L* do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1.	83

Figura 4.11. Valores médios do Cromo C* do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1.	84
Figura 4.12. Valores médios do Tom H* do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1.	86
Figura 4.13. Tensão na ruptura do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1.	89
Figura 4.14. Deformação na ruptura do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1.	90
Figura 4.15. Composição gasosa no interior das embalagens contendo rodela de abacaxi submetidas aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1.	92
Figura 4.16. Rodela de abacaxi submetidas aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1.	103
Figura 4.17. Perda de peso, ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.	106
Figura 4.18. Valores médios da Luminosidade L* do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2.	117
Figura 4.19. Valores médios do Cromo C* do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2.	119
Figura 4.20. Valores médios do Tom H* do abacaxi minimamente processado submetidos aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2.	120
Figura 4.21. Tensão na ruptura do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2.	121
Figura 4.22. Deformação na ruptura do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2.	123
Figura 4.23. Composição gasosa no interior das embalagens contendo rodela de abacaxi submetidas aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2.	124
Figura 4.24. Rodela de abacaxi submetidas aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2.	137

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1. Valores médios de Suco drenado (ml 100g ⁻¹) durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível. _____	49
Tabela 4.2. Força máxima de penetração (N) durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível. _____	54
Tabela 4.3. Valores médios de Fluxo de vapor de água (FVA) de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível. _____	60
Tabela 4.4. Avaliação sensorial de abacaxis minimamente processados tratados com diferentes coberturas comestíveis. _____	64
Tabela 4.5. Composição química centesimal do abacaxi 'in natura'. Valores médios e seus respectivos desvios padrão. _____	67
Tabela 4.6. Caracterização física do abacaxi 'in natura'. Valores médios e seus respectivos desvios padrão. 69	
Tabela 4.7. Valores médios de suco drenado (ml 100g ⁻¹), ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	73
Tabela 4.8. Valores médios de pH, ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	74
Tabela 4.9. Valores médios de acidez total titulável (g de ácido cítrico 100g ⁻¹ de produto), ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	75
Tabela 4.10. Valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix), ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	76
Tabela 4.11. Valores médios de vitamina C (mg Vitamina C 100g ⁻¹ polpa), ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	79
Tabela 4.12. Valores médios de umidade (%), ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	80
Tabela 4.13. Valores médios de atividade de água, ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	81
Tabela 4.14. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à aparência de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 1. _____	93
Tabela 4.15. Valores médios de aceitação dos provadores em relação a aroma de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 1. _____	94
Tabela 4.16. Valores médios de aceitação dos provadores em relação ao sabor de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 1. _____	95
Tabela 4.17. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à textura de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 1. _____	96

Tabela 4.18. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à impressão global de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 1. _____	97
Tabela 4.19. Intenção de compra (%) de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 1. _____	98
Tabela 4.20. Contagem de <i>Salmonella</i> , Coliformes Totais e <i>Escherichia Coli</i> de abacaxis minimamente processados para o tempo 1 dia, submetidos aos diferentes tratamentos. _____	99
Tabela 4.21. Contagem de bolores e leveduras (UFCg ⁻¹) de abacaxis minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1. _____	102
Tabela 4.22. Valores médios de suco drenado (ml 100g ⁻¹), ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	108
Tabela 4.23. Valores médios de pH, ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	109
Tabela 4.24. Valores médios de acidez total titulável (g de ácido cítrico 100g ⁻¹ de produto), ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	110
Tabela 4.25. Valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix), ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	111
Tabela 4.26. Valores médios de Vitamina C (mg Vitamina C 100g ⁻¹ polpa), ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	113
Tabela 4.27. Valores médios de umidade (%), ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	114
Tabela 4.28. Valores médios de atividade de água, ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. _____	115
Tabela 4.29. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à aparência de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 2. _____	126
Tabela 4.30. Valores médios de aceitação dos provadores em relação a aroma de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 2. _____	127
Tabela 4.31. Valores médios de aceitação dos provadores em relação ao sabor de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 2. _____	129
Tabela 4.32. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à textura de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 2. _____	130
Tabela 4.33. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à impressão global de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 2. _____	131
Tabela 4.34. Intenção de compra (%) de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 2. _____	132
Tabela 4.35. Contagem de <i>Salmonella</i> , Coliformes Totais e <i>Escherichia Coli</i> de abacaxis minimamente processados para o tempo 1 dia, submetidos aos diferentes tratamentos. _____	133
Tabela 4.36. Contagem de bolores e leveduras (UFCg ⁻¹) de abacaxis minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2. _____	136

RESUMO

A produção de frutas minimamente processadas representa uma alternativa para a redução das perdas pós-colheita e uma maneira de agregar valor ao produto, atendendo a atual demanda do mercado por alimentos prontos para o consumo com qualidade, frescor e conveniência. O abacaxi destaca-se, em função de sua excelente qualidade sensorial e de certa dificuldade para consumo imediato. Entretanto, sua vida útil é limitada pelas mudanças indesejáveis de cor, textura, sabor, aroma e crescimento microbiológico. Assim, o objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito da aplicação das coberturas comestíveis a base de fécula de mandioca ou alginato de sódio na vida útil de abacaxis minimamente processados em rodela, pré-tratadas com ácido ascórbico (1%) e cítrico (0,5%), adicionadas ou não de lactato de cálcio (2%), e armazenados a 5 °C. Amostras tratadas somente com os agentes inibidores de escurecimento foram usadas como controle. Concentrações de 1% a 3% de fécula de mandioca e 1% e 2% de alginato de sódio foram testadas previamente. A aplicação das coberturas não alterou significativamente as propriedades mecânicas (força máxima de penetração e tensão e deformação na ruptura) e a cor (L*, C* e H*) das rodela de abacaxi. Todos os tratamentos foram bem avaliados sensorialmente, apresentando notas acima de 6,5. Os tratamentos com 2% de fécula de mandioca e 2% de alginato de sódio reduziram significativamente a perda de peso e a taxa respiratória e aumentaram a resistência à difusão de água quando comparadas à amostra controle. Com base nestes resultados, foram selecionadas para o estudo da vida útil coberturas com 2% de fécula ou alginato, utilizando ou não lactato de cálcio. Neste estudo verificou-se que ao longo de 12 dias de armazenamento a 5° C, as coberturas foram eficientes em reduzir a perda de peso, o suco drenado na embalagem e mantiveram as propriedades mecânicas das frutas. Entretanto, as amostras apresentaram maior escurecimento da fruta e redução mais acentuada no teor de ácido ascórbico durante o estudo da vida útil. Todos os tratamentos foram bem avaliados sensorialmente, apresentando notas acima de 6, com exceção das amostras com cobertura de alginato e pré-tratadas com cálcio, que apresentaram notas próximas ao limite de aceitabilidade (4,5). O fator determinante da vida útil das rodela de abacaxi foi a contaminação fúngica em todos os tratamentos, sendo que ela foi maior nas amostras revestidas com as coberturas de fécula de mandioca ou alginato de sódio, que apresentaram vida útil de 7 e 8 dias, respectivamente. Já as rodela de abacaxi tratadas somente com agentes inibidores de escurecimento obtiveram, em média, vida útil de 10 dias, indicando que apenas o pré-tratamento com sanitizante e solução de ácido ascórbico e cítrico permitiu um prolongamento da vida útil de abacaxis minimamente processados.

Palavras-chave: abacaxi, processamento mínimo, inibidores de escurecimento, fécula de mandioca, alginato de sódio, lactato de cálcio.

ABSTRACT

Study of shelf life of minimally processed pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill cv 'Pérola') in slices with edible coatings

The production of minimally processed fruits represents an alternative to the reduction of postharvest losses and a way to add value to the product, considering the current market demand for ready-to-eat food with quality, freshness and convenience. The pineapple is appreciated due to its sensorial characteristics and some difficulty for immediate consumption. However, its shelf life is limited by changes in color, texture, taste, off-flavors and microbial growth. The aim of this work was to study the effect of application of edible coatings of cassava starch or sodium alginate in the shelf life of minimally processed pineapple in slices, pre-treated with ascorbic (1%) and citric acid (0.5%), with or without added calcium lactate (2%), and stored at 5 °C. The samples treated only with anti-browning agents were used as control. Coatings with cassava starch concentrations between 1% to 3% and sodium alginate from 1% and 2% were previously tested. The coating application did not affect mechanical properties (maximum mechanical penetration, stress and strain at failure) and color (L*, C* and H*) of pineapple slices and all treatments received good scores on the sensory analyses (all scores above 6.5). The treatments with 2% cassava starch and 2% sodium alginate significantly reduced the weight loss and respiration rate and increased water vapor resistance, when compared to control samples. Considering these results the conditions selected for shelf life studies were: coating concentrations with 2% of starch or alginate, using or not calcium lactate. Edible coatings were efficient in reducing weight loss, juice leakage and mechanical properties maintenance. However, the coated samples showed more browning and ascorbic acid content was reduced throughout the shelf life study. All treatments presented good sensory acceptance (scores above 6), except for alginate coating pre-treated with calcium, which presented scores close to the limit of acceptability (4.5). The determining factor of shelf life of pineapple slices was the microbial spoilage. The samples coated with cassava starch and sodium alginate coatings showed a reduced shelf life of 7 and 8 days, respectively and higher yeast and mould growth. A shelf life of 10 days was obtained for pineapple slices treated only with anti-browning agents, indicating that the treatment with sanitizing agent and ascorbic and citric acid solution was efficient in increasing the shelf life of minimally processed pineapple.

Keywords: pineapple, minimal processing, anti-browning agents, cassava starch, sodium alginate, calcium lactate.

1. INTRODUÇÃO

A demanda por frutas e hortaliças minimamente processadas vem aumentando continuamente devido às mudanças no estilo de vida e nos padrões de consumo dos alimentos. A inserção da mulher no mercado de trabalho, a redução do tamanho das famílias e o aumento do número de pessoas morando sozinhas, aliados à falta de tempo para o preparo das refeições em casa têm levado o consumidor a procurar produtos com maior qualidade, praticidade e conveniência. Por estes motivos, atualmente os produtos minimamente processados têm alcançado grande sucesso, apresentando-se como um nicho de mercado promissor para o setor varejista e para as empresas de serviços de alimentação. Apesar dessa nova tendência de mercado, o consumo de produtos minimamente processados é ainda pequeno, representando apenas 2,9% do volume total de frutas e hortaliças comercializadas no Brasil (MORETTI, 2007; SILVA, 2008).

A maior susceptibilidade à deterioração das frutas minimamente processadas ou prontas para o consumo é devido, principalmente, às injúrias provocadas nos tecidos vegetais durante as etapas de descascamento e corte. O estresse sofrido durante o processamento mínimo pode resultar na liberação de enzimas que aceleram a degradação do produto, ocorrendo também aumento da contaminação microbológica, devido à maior exposição da superfície do alimento ao oxigênio. Esses fatores geram respostas fisiológicas, como aumento da taxa respiratória e da produção de etileno, além de alterações nas características sensoriais e nutricionais do produto e redução da sua vida útil (RICO et al., 2007).

Para reduzir esses efeitos deletérios, muitas técnicas são empregadas, incluindo refrigeração associada ao uso de embalagens com atmosfera controlada ou modificada, aditivos e revestimentos comestíveis (MORETTI, 2007). O processamento mínimo exige o desenvolvimento de uma tecnologia adequada e o conhecimento das respostas fisiológicas do produto ao preparo e à conservação (SOUZA et al., 2005).

Dentre as frutas tropicais com grande potencial de comercialização na forma de minimamente processado, destaca-se o abacaxi, em função de sua excelente qualidade sensorial e de certa dificuldade para consumo imediato, decorrente de sua própria estrutura morfológica (ANTONIOLLI, 2004). Segundo Montero-Calderón, Rojas-Graü e Martín-Belloso (2008), existem poucos estudos referentes aos efeitos de revestimentos comestíveis sobre o abacaxi minimamente processado.

Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho foi desenvolver abacaxi minimamente processado utilizando, como métodos de preservação, pré-tratamento com solução de ácido ascórbico e cítrico, utilizando ou não lactato de cálcio, e coberturas comestíveis a base de fécula de mandioca ou alginato de sódio. A cobertura de alginato de sódio foi escolhida, pois está dentre as mais estudadas em trabalhos da literatura, e a cobertura de fécula de mandioca, pelo fato de ser uma matéria-prima típica do Brasil e por apresentar baixo custo de produção. Os objetivos específicos foram:

- Verificar o efeito das coberturas de fécula de mandioca nas concentrações de 1%, 2% e 3% e alginato de sódio nas concentrações de 1% e 2% nas características de qualidade dos abacaxis minimamente processados;

- Determinar a melhor concentração de cobertura de fécula de mandioca e alginato de sódio, visando uma maior vida útil e manutenção das características sensoriais do produto;

- Verificar a aceitação do produto final pelos consumidores;

- Avaliar o efeito das coberturas de alginato de sódio e fécula de mandioca nas concentrações ótimas na vida útil dos abacaxis minimamente processados, pré-tratados ou não com lactato de cálcio;

- Determinar a vida útil dos abacaxis minimamente processados revestidos com as coberturas de fécula de mandioca ou alginato de sódio e comparar os resultados obtidos em ambos os estudos de vida útil realizados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Abacaxi

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) é uma autêntica fruta das regiões tropicais e subtropicais, consumido em todo o mundo, tanto ao natural quanto na forma industrializada (BENGOZI et al., 2007; SOUZA; DURIGAN, 2007).

O abacaxi apresenta excelente qualidade sensorial, decorrente do sabor e aroma característicos que lhe são atribuídos por diversos constituintes químicos, ressaltando os açúcares e os ácidos responsáveis pelo sabor e os compostos voláteis associados ao aroma. Os carotenóides são responsáveis pela coloração amarela da polpa de algumas cultivares (ANTONIOLLI, 2004). Em relação às vitaminas e minerais, relacionados ao valor nutritivo, é rico em vitamina C, contém boas quantidades de sais minerais como cálcio, fósforo e ferro e vitamina A (VIEITES, 2007).

A produção mundial de abacaxi, em 2007, foi de aproximadamente 20,9 milhões de toneladas, plantadas em uma área de 850 mil hectares. Cerca de 60% dessa produção concentrou-se nos cinco principais países produtores, que são: Tailândia (15%), Brasil (14%), Indonésia (12%), Filipinas (11%) e Costa Rica (10%) (FAOSTAT, 2008).

A produção brasileira de abacaxi está distribuída principalmente nas regiões Nordeste (37,6%), Sudeste (35,9%) e Norte (21,5%). O estado de São Paulo aparece como o quarto maior produtor nacional, representando 7,8% da produção. O estado do Pará, com participação de 19,0% da produção nacional de abacaxi, destacou-se como o maior produtor brasileiro em 2006, seguido dos estados da Paraíba (18,8%) e Minas Gerais (18,4%) (AGRIANUAL, 2007).

No entanto, a participação do Brasil no mercado externo de abacaxi é pequena. Entre 2007 e o primeiro semestre de 2008, houve um decréscimo de 20% na exportação (IBRAF, 2008), o que leva a crer que a produção brasileira é quase que totalmente absorvida pelo mercado interno.

As principais cultivares brasileiras são a 'Smooth Cayenne' e a 'Pérola', ambas utilizadas para exportação, embora a preferência dos importadores seja pela 'Smooth Cayenne', em função de suas características externas, enquanto o mercado interno prefere a 'Pérola' (PINHEIRO; VILAS BOAS; LIMA, 2005). O abacaxi 'Pérola' apresenta polpa de coloração branco-pérola, muito suculenta e de sabor muito agradável, mais doce e menos ácida (ANTONIOLLI; BENEDETTI; SOUZA FILHO, 2003).

O abacaxi é classificado como fruto não climatérico, não apresentando, portanto, uma mudança súbita na demanda de energia, como ocorre nos frutos climatéricos, responsável pela ascensão na taxa respiratória. Após a colheita, estes frutos não melhoram suas qualidades sensoriais e nutricionais, embora ocorra pequena mudança na textura e perda da coloração verde (EDUARDO, 2004; SOUZA; DURIGAN, 2007).

Quando o fruto se destina à industrialização ou ao consumo imediato, deve ser colhido maduro, ou seja, quando atinge níveis ótimos de constituintes físico-químicos que conferem a qualidade ideal ao fruto. No caso do consumo 'in natura' em mercados distantes, deve-se fazer a colheita antes que os frutos atinjam a maturação completa no chamado estágio 'de vez' (início de amarelecimento da casca), para que cheguem ao consumidor em boas condições. Deve-se evitar a colheita de frutos verdes porque, em virtude de suas baixas reservas amiláceas, não amadurecem satisfatoriamente, comprometendo a qualidade e comercialização (EDUARDO, 2004).

No Brasil, mais de 90% do abacaxi produzido é consumido 'in natura', com perdas ao redor de 10% a 15% do produto colhido. Esta perda e a falta de incentivo para a sua produção podem ser parcialmente atribuídas à falta de conveniência da fruta, cujo descascamento é trabalhoso e com escorrimento de líquido e requer contenção em embalagem adequada (SOUZA; DURIGAN, 2007; VIANA et al., 2009).

Seu consumo poderia ser ampliado se seu grau de conveniência para os consumidores fosse aumentado, ou seja, se pudesse ser comercializado já descascado e/ou na forma de rodela e em embalagens que permitissem o consumo direto da fruta fresca (SOUZA; DURIGAN, 2007; VIANA et al., 2009).

2.2. Processamento Mínimo

O processamento mínimo de frutas e hortaliças envolve uma combinação de técnicas brandas de processamento, desenvolvidas em condições pré-estabelecidas de higiene e sanitização, com o intuito de se manter as características de fruta fresca. O processamento mínimo inclui operações de seleção, lavagem, sanitização, descascamento, corte, centrifugação, embalagem, armazenamento e comercialização, proporcionando um aumento do valor agregado do produto final (BASTOS, 2006).

Os alimentos minimamente processados visam proporcionar ao consumidor um produto conveniente, muito parecido com o fresco e que mantém sua qualidade nutritiva e sensorial, ao mesmo tempo em que tenha garantida sua segurança (SILVA; ISHIHARA; SANTOS, 2006).

Segundo Mello et al. (2003), a vida útil dos produtos minimamente processados varia de 4 a 10 dias, dependendo do produto que está sendo exposto e do controle higiênico-sanitário empregado durante todo o fluxo de produção para obtenção destes produtos. Antonioli (2004) afirma que a vida útil de abacaxi minimamente processado é bastante reduzida, cerca de 2 a 3 dias, resultante da perda de qualidade, decorrente principalmente do escurecimento da polpa e do acúmulo de líquido na embalagem. A autora usou solução de ácido ascórbico (1,0%) e ácido cítrico (0,5%) em abacaxi 'Pérola' minimamente processado acondicionado em embalagem PET sob temperatura de 4 ± 1 °C, aumentando a vida útil para 8 dias, constatando-se, após esse período, o desenvolvimento de aroma característico de abacaxi sobremaduro.

Sarzi, Durigan e Rossi Júnior (2002) observaram que rodela e metades de abacaxi 'Pérola' armazenadas em embalagens cobertas com filme PVC apresentaram vida de útil de 9 dias quando armazenadas à 3 e 6 °C e de 6 dias quando à 9 °C, evidenciando que o controle de temperatura é fundamental para a preservação da qualidade de minimamente processados.

Frutas e hortaliças minimamente processadas estão comercialmente disponíveis nos Estados Unidos desde a década de 70, sendo um segmento da indústria de alimentos bem desenvolvido e que gera muito lucro. No Brasil, o processamento mínimo somente foi introduzido na década de 90 e atualmente está em expansão (MORETTI, 2007). Segundo Durigan e Durigan (2007), o aumento no consumo de minimamente processados no Brasil é da ordem de 10-20% ao ano, o mesmo observado em países da Europa como Espanha e Portugal, sendo esse crescimento resultante do desejo das donas de casa de despender menos tempo no preparo das refeições, do aumento na quantidade de pessoas que moram sozinhas ou em famílias pequenas, e do envelhecimento da população. Outro fator que vem favorecendo é a melhoria das tecnologias empregadas na pós-colheita de produtos vegetais e na qualidade da matéria-prima (BLAKISTONE, 1998).

O consumo de produtos minimamente processados está localizado nos grandes centros urbanos, principalmente entre as classes sociais A e B (70% do consumo), dado seu elevado preço, que tem atingido até 242% do custo da matéria-prima, quando os consumidores pretendem pagar até 50% a mais (DURIGAN; DURIGAN, 2007; EDUARDO; BENEDETTI; FERRAZ, 2008). Entretanto, considerando a redução ou eliminação de perdas na mesa do consumidor, a compra da fruta minimamente processada pode ser vantajosa economicamente (VILAS BOAS, 2002).

Um aspecto que tem contribuído fortemente para o crescimento dos minimamente processados é a expansão de empresas como hotéis, restaurantes e serviços de companhias de aviação que requerem produtos pré-preparados, mas de qualidade uniforme para simplificar suas operações junto ao consumidor. O maior indicador para a projeção deste crescimento está no aumento da área disponível nos supermercados para saladas de frutas e hortaliças embaladas, que facilitam o consumo doméstico (PINTO, 2007).

No Brasil, a comercialização de hortaliças e frutas minimamente processadas está concentrada em grandes cidades. Segundo Jacomino et al. (2004), a maior participação no mercado é de hortaliças, como alface, rúcula, agrião, couve, cenoura, beterraba e abóbora. As frutas ainda são pouco encontradas, sendo que as mais comumente comercializadas são abacaxi, mamão, melão e melancia. Geralmente, este preparo é feito pelo próprio supermercado e constitui-se no aproveitamento de partes sadias de frutas que apresentam pequenos defeitos. De acordo com Montero-Calderón, Rojas-Graü e Martín-Belloso (2008), o abacaxi predomina entre produtos minimamente processados, apreciado pelo seu sabor, aroma e suculência.

O abacaxi minimamente processado (Figura 2.1), já pode ser encontrado em vários pontos de venda, nas diversas formas: descascado com coroa reduzida, descascado sem coroa e fatiado com ou sem cilindro central. Em lojas de conveniência dos grandes centros urbanos, pode-se ainda encontrar saladas de frutas comercializadas em pequenas porções (ANTONIOLLI, 2004).



Figura 2.1. Abacaxi minimamente processado (Fonte: VIEITES, 2007).

Os produtos submetidos ao processamento mínimo são hortaliças e frutas frescas, que são produtos perecíveis e possuem o metabolismo ainda ativo, ou seja, continuam respirando e transpirando após a colheita. Este processamento, embora mínimo frente a tratamentos como pasteurização, esterilização e congelamento, pode tornar as frutas e hortaliças mais perecíveis do que quando inteiras. Isto ocorre porque algumas etapas do processamento ocasionam danos mecânicos ao produto, provocando o rompimento dos tecidos e a mistura do conteúdo celular, acarretando inúmeras reações químicas, oxidativas ou não (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001).

As alterações mais comuns em minimamente processados são o aumento na taxa respiratória e na produção de etileno, o aumento na infecção de microrganismos, o escurecimento enzimático, a oxidação de lipídeos, o aumento na perda de água, a perda de vitaminas e, em alguns casos, a indução no processo de cicatrização de injúrias (produção de metabólitos secundários que podem afetar aroma e sabor). A intensidade de tais alterações varia de acordo com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação, o grau de injúria, a temperatura e a concentração de O₂ e CO₂ nas embalagens de acondicionamento (LUENGO; LUNA, 1997). Contudo, tais alterações podem ser controladas com adequados processos de sanitização, embalagem e estocagem (CHIMARELLI, 2008).

A segurança do uso de sanitizantes a base de hipoclorito está em questionamento e, por este motivo, estudos têm considerado a utilização de outros compostos, como por exemplo, o ácido peracético (NARCISO; PLOTTO, 2005; CHIUMARELLI, 2008; GARCIA, 2009).

A embalagem é também um fator importante na conservação de produtos minimamente processados. A utilização de atmosfera modificada no interior das embalagens visa reduzir a taxa de respiração do vegetal e, conseqüentemente, o metabolismo, pela redução do teor de O₂ e aumento no teor de CO₂ (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001).

Outro método de preservação empregado com o objetivo de aumentar a vida útil de produtos vegetais minimamente processados é a utilização de coberturas comestíveis, que consistem de uma fina camada de um material, aplicado ao vegetal, e que pode ser ingerido pelo consumidor (VARGAS et al., 2008).

O produto minimamente processado deve obedecer às legislações existentes para garantir sua qualidade, rastreabilidade e rotulagem, assim como obedecer às normas de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e Boas Práticas de Fabricação (BPF) dando origem a um alimento seguro para o consumidor (SILVA, 2008).

Segundo Eduardo, Benedetti e Ferraz (2008), o sucesso e a expansão das vendas desses produtos dependerão do contínuo 'marketing' sobre sua qualidade e de mais pesquisas científicas para o desenvolvimento dessa tecnologia. É extremamente importante que novos estudos sejam conduzidos, enfocando compostos de importância funcional, bem como alterações que ocorrem na fisiologia desses produtos (MORETTI, 2007).

2.3. Atributos de qualidade dos frutos

A qualidade não é um atributo bem definido e sim, um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto hortícola. Englobam propriedades sensoriais (aparência, textura, sabor, aroma), propriedades nutritivas (vitaminas, proteínas, carboidratos, etc) e aspectos de segurança do produto (condição microbiológica, conteúdo de componentes tóxicos) (SHEWFELT, 1999). Propriedades sensoriais atrativas, que são avaliados pelo consumidor, não garantem uma fruta com qualidade (VILAS BOAS, 2002).

Os atributos de qualidade de produtos frescos ou minimamente processados são dependentes da variedade da planta, estágio de maturação e condições de cultivo e podem mudar rapidamente ao longo do armazenamento pós-colheita (LIN; ZHAO, 2007).

A vida útil dos produtos minimamente processados corresponde ao tempo no qual há a manutenção da qualidade em níveis aceitáveis para o consumo. É extremamente variada, pois depende do produto (taxa de respiração e produção de etileno) e de muitos outros fatores ambientais, tais como temperatura, umidade relativa e concentração de gases (SILVA; ISHIHARA; SANTOS, 2006). Pode ser limitada pela perda de água, perda das propriedades mecânicas e da cor da superfície, escurecimento enzimático, perda de ácido ascórbico e carotenóides, alterações organolépticas, crescimento microbiológico e senescência (OLIVAS; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005).

Por este motivo, a escolha dos equipamentos e dos métodos para processamento mínimo é fundamental para a manutenção de suas características de qualidade (SOUZA; DURIGAN, 2007). Diversas técnicas vêm sendo estudadas para preservar a qualidade e aumentar a vida útil de frutas minimamente processadas. No entanto, pouco tem sido relatado em abacaxis minimamente processados, sendo embalagem com atmosfera modificada e refrigeração as técnicas mais utilizadas para controlar as alterações indesejáveis e aumentar a vida útil destas frutas (MONTERO-CALDERÓN; ROJAS-GRAÜ; MARTÍN-BELLOSO, 2008).

As propriedades de textura sofrem modificações consideráveis durante o amadurecimento e conservação das frutas, sendo o amaciamento ou amolecimento dos tecidos a alteração mais marcante. O amolecimento de uma fruta pode ser resultante de três processos: perda excessiva de água dos tecidos, com diminuição da pressão de turgor, o que ocorre em situações de armazenamento em baixa umidade relativa do ar; quebra do amido; ou modificações observadas na lamela média e parede celular, principalmente devido à atividade enzimática (KLUGE et al., 2002). A fragilidade das frutas e hortaliças favorece a ocorrência de mudanças estruturais durante o amadurecimento e processamento que são refletidas na firmeza dos alimentos (GARCIA, 2009).

Pouco se sabe sobre a estrutura do abacaxi e como ela se comporta durante o armazenamento na forma minimamente processada. Devido a não uniformidade da polpa, as medições de propriedades mecânicas tornam-se de difícil determinação (MONTERO-CALDERÓN; ROJAS-GRAÜ; MARTÍN-BELLOSO, 2008).

A cor é um importante atributo de qualidade, pois é considerada na decisão de ingerir um alimento. Esta propriedade não está relacionada com o valor nutricional ou com propriedades funcionais, mas tem importância tecnológica, uma vez que pode ser utilizada como índice de transformações naturais dos alimentos frescos (POMERANZ; MELOAN, 1994).

O escurecimento enzimático em produtos minimamente processados faz com que os mesmos se tornem menos atrativos ao consumidor. Vários estudos têm sido realizados para reduzir o escurecimento indesejável e a perda de qualidade, através da aplicação de antioxidantes ou agentes redutores em substituição aos sulfitos (ROCCULI; ROMANI; ROSA, 2004). O escurecimento enzimático ocorre quando os compostos fenólicos, naturalmente presentes nos tecidos vegetais, são expostos por danos mecânicos ao oxigênio, coenzimas (cobre) e a enzimas oxidativas (polifenoloxidase), levando à formação de compostos escuros (ROJAS-GRAÜ; SOLIVA-FORTUNY; MARTÍN-BELLOSO, 2008).

O uso de aditivos ou preservativos químicos em produtos minimamente processados ainda não está oficialmente regulamentado no Brasil, porém os compostos com uso permitido por lei em alimentos de origem vegetal têm sido testados nesses produtos. Alguns compostos naturais como os ácidos orgânicos (ascórbico e cítrico), têm apresentado efeito positivo na manutenção, na qualidade e no aumento da vida de útil. Há, no entanto, necessidade do estabelecimento das concentrações mais eficazes e dos efeitos adversos que esses aditivos podem apresentar, notadamente nas características do aroma, uma vez que os produtos minimamente processados devem ter características de produto fresco (FIGUEIREDO; QUEIROZ; NORONHA, 2005).

O ácido ascórbico é o principal antioxidante usado em frutos, para prevenir o escurecimento e outras reações oxidativas. Sua adição em conjunto com o ácido cítrico, também um agente quelante, é devido à sua ação sinérgica (CARVALHO; LIMA, 2002).

A qualidade microbiológica dos produtos minimamente processados também é de extrema importância, uma vez que há uma grande incidência de patógenos emergentes neste tipo de alimento. Novas técnicas de processamento e preservação têm criado rotas ecológicas alternativas para o crescimento microbiano. A incidência de patógenos entéricos, tais como a *Escherichia coli* O157:H7 e a *Salmonella*, em produtos vegetais prontos para o consumo tem aumentado nos últimos anos (MARTIN-BELLOSO, 2007; RAYBAUDI-MASSILIA; MOSQUEDA-MELGAR; MARTÍN-BELLOSO, 2008). Dentre os microrganismos encontrados em minimamente processados, podem ser destacados as leveduras, coliformes, coliformes fecais, bolores e mesófilos (FONTES; SARMENTO; SPOTO, 2007).

Segundo Chonhenchob, Chantarasomboon e Singh (2007), a presença de bolores e leveduras em abacaxis minimamente processados foi considerado fator limitante durante o armazenamento em recipientes plásticos após 6 e 13 dias a 10 °C.

2.4. Coberturas Comestíveis

O uso de filmes e coberturas comestíveis em produtos alimentícios é técnica recente. No entanto, a aplicação de ceras em frutas cítricas vem sendo utilizada desde os séculos XII e XIII na China, para retardar a desidratação e melhorar a aparência das mesmas (FAKHOURI et al., 2007).

Os biofilmes podem ser de dois tipos: coberturas, quando são aplicadas diretamente nas superfícies dos alimentos, ou filmes, que são películas finas formadas sobre um suporte e aplicadas posteriormente no produto. Ambos são definidos como uma fina camada contínua formada ou depositada no alimento que pode agir como barreira a elementos externos (umidade, óleos, gases), proporcionando proteção mecânica, e estendendo a vida útil do produto (KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997; FAKHOURI et al., 2007; ANDRADE et al., 2008).

As coberturas têm a função de restringir a perda de umidade para o ambiente, diminuir o consumo de oxigênio, retardar a taxa respiratória e a produção de etileno, agir como transportadores de aditivos, antioxidantes e agentes antimicrobianos e retardar o crescimento microbiológico. Seu emprego confere brilho à superfície da fruta, tornando-os mais atrativos e atraentes aos consumidores (FISK et al., 2007).

As propriedades mecânicas, sensoriais, funcionais e a permeabilidade do revestimento dependem do material utilizado (MENEGHEL; BENASSI; YAMASHITA, 2008). Nem todas as coberturas são adequadas para uma mesma fruta, sendo que, algumas coberturas comestíveis podem funcionar bem em uma determinada variedade e não em outra. Devido a este fato, pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de determinar quais componentes se adequam melhor para formulação de biofilmes comestíveis, para aplicação em produtos específicos (OLIVAS; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005). Porém, ainda existem poucos estudos referentes aos efeitos de coberturas comestíveis sobre o abacaxi minimamente processado (MONTERO-CALDERÓN; ROJAS-GRAÜ; MARTÍN-BELLOSO, 2008).

Formulações de coberturas devem ser líquidas e capazes de se espalhar uniformemente na superfície do produto. Além disso, depois de secas, elas devem possuir adesividade, coesividade e durabilidade apropriadas para desempenhar sua função (KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997). São geralmente produzidas utilizando materiais biológicos como proteínas, lipídeos e polissacarídeos. As coberturas elaboradas a partir de polissacarídeos ou proteínas possuem excelentes propriedades mecânicas, de barreira à gases, ópticas e sensoriais, porém são sensíveis à umidade e apresentam alto coeficiente de permeabilidade ao vapor de água. Ao contrário, as coberturas compostas de lipídeos apresentam boas propriedades de barreira ao vapor de água, mas são opacas e pouco flexíveis, além de apresentarem sabor residual, o que pode influenciar as características sensoriais do alimento. A combinação dos biopolímeros tem como vantagem agregar os pontos positivos de cada um dos constituintes utilizados (FAKHOURI et al., 2007).

A cobertura comestível ideal deve criar uma barreira para retardar a perda de voláteis desejáveis e vapor de água, enquanto restringe a troca de CO₂ e O₂, criando assim, uma atmosfera modificada. Com a diminuição da respiração, ocorrerá também uma queda na produção de etileno e inibição de sua ação. Esta atmosfera modificada formada, entretanto, não deve criar condições para o desenvolvimento da respiração anaeróbia, pois poderá causar sabores desagradáveis, alterar a textura dos produtos e favorecer o crescimento de microrganismos anaeróbios (KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997; OLIVAS; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005).

A aceitação de materiais para formarem coberturas comestíveis segue o mesmo procedimento que para os materiais destinados ao uso em formulações de alimentos. Para isto, o polímero comestível deverá ser geralmente reconhecido como seguro GRAS (generally recognized as safe), estar de acordo com as boas práticas de fabricação e dentro das exigências especificadas pelo FDA (Food and Drug Administration) (ROJAS-GRAÜ; SOLIVA-FORTUNY; MARTÍN-BELLOSO, 2008).

Segundo Vargas et al. (2008), as coberturas, além de conter substâncias seguras para serem ingeridas, devem ser produzidas a partir de materiais e tecnologia de baixo custo.

Uma pesquisa realizada por Sonti, Prinyawiwatkul e McWatters (2002) verificou que 76,5% dos consumidores comprariam frutas minimamente processadas revestidas com coberturas, se estas fossem aceitas pelo FDA (Food and Drug Administration) e não comprariam frutas revestidas com coberturas de origem animal, verificando também um aumento de 7% na intenção de compra depois de descrever aos consumidores as vantagens de coberturas comestíveis.

Por estarem em contato com os alimentos, é desejável que os revestimentos comestíveis apresentem propriedades sensoriais neutras, devem ser transparentes, inodoros e insípidos, de modo a não alterar a qualidade dos mesmos. A utilização de filmes e coberturas comestíveis está relacionada com sua capacidade de agir como um adjunto para promover maior qualidade, estendendo a vida útil e possibilitando a economia com materiais de embalagem final (FAKHOURI et al., 2007).

A aplicação de coberturas a base de polissacarídeos em minimamente processados tem sido amplamente estudada. Dentre os polissacarídeos mais estudados estão o alginato, a pectina, a carragena, a quitosana, o amido e derivados e a celulose e derivados (VARGAS et al., 2008).

Silva Sobrinho et al. (2007), estudaram abacaxi 'Pérola' minimamente processado coberto com revestimentos comestíveis a base de fécula de inhame e cera de carnaúba, ambos a 3% e armazenado a 3 °C. Foram observados que os tratamentos influenciaram significativamente na qualidade do abacaxi 'Pérola' minimamente processado, tendo este permanecido adequado para o consumo até o 6º dia de armazenamento.

Fontes (2005) avaliou o uso de coberturas comestíveis em maçãs Royal Gala minimamente processadas. As coberturas a base de dextrina de fécula de mandioca (5,5%), fécula de mandioca (3%) e alginato de sódio (2%) pré-tratado com cloreto de cálcio (0,6%) foram eficientes na desaceleração dos processos fisiológicos, sendo que esta última película conservou melhor as características físico-químicas das maçãs. Entretanto, não houve boa aceitação pelos consumidores, que classificaram o produto com alginato como artificial e com sabor de 'fruta passada'.

2.4.1. Fécula de mandioca como cobertura comestível

Filmes e coberturas de amido são utilizados em diversas aplicações da área alimentícia e farmacêutica. As coberturas a base de amido são isotrópicas, inodoras, insípidas, incolores, atóxicas, biodegradáveis, nutritivas, seguras e econômicas, apresentam baixa permeabilidade ao oxigênio e podem ser preparadas com amidos 'in natura' ou modificados. Estes revestimentos começaram a ser estudados de forma mais intensiva nos últimos anos, sendo a fécula de mandioca selecionada como matéria-prima mais adequada (PARETA; EDIRISINGHE, 2006).

A mandioca (*Manihot esculenta crantz*) é uma matéria-prima típica de nosso país e apresenta baixo custo para produção de amido. O amido ou fécula de mandioca é constituído, estruturalmente, por dois tipos de moléculas: a amilose, um polímero substancialmente linear com peso molecular na ordem de 10^5 e amilopectina, um polímero altamente ramificado e com alto peso molecular, na ordem de 10^7 . O conteúdo de amilose, aproximadamente 17%, é responsável pela característica de biofilme resistente (BANGYEKAN; AHT-ONG; SRIKULKIT, 2006).

A obtenção da cobertura de fécula de mandioca baseia-se no princípio da gelatinização da fécula, que ocorre à 70 °C com excesso de água. Este processo produz inchamento, rompimento dos grânulos da fécula e a liberação de compostos solúveis (amilose). É então formado um líquido viscoso constituído de uma fase contínua (basicamente amilose solubilizada) e uma fase descontínua (principalmente amilopectina). O resfriamento da solução resulta na formação de um gel viscoelástico, no caso a cobertura. A fécula de mandioca representa assim uma alternativa potencial à elaboração de coberturas a serem usadas na conservação de frutas, hortaliças e flores (FLORES et al., 2007).

De acordo com Bangyekan, Aht-ong e Srikulkit (2006), as especificações comuns para fécula de mandioca são as seguintes: 12,5-13,0% de umidade, 0,20% cinzas, 0,20% de polpa, pH entre 5,00-7,00.

Recentemente alguns estudos foram realizados com o objetivo de verificar o efeito de coberturas de fécula de mandioca e determinar a vida útil de frutas minimamente processadas. Chiumarelli (2008) e Garcia (2009) estudaram o efeito de cobertura de fécula de mandioca, nas concentrações de 1 a 3%, em mangas e morangos minimamente processados, respectivamente. Chiumarelli (2008) verificou que, na concentração de 1% de fécula de mandioca, as fatias de manga apresentaram boa aceitação sensorial e vida útil de 15 dias. Já Garcia (2009) verificou melhor efeito da cobertura na concentração de 3%, com uma vida útil de 12 dias para os morangos minimamente processados.

Em um estudo em abacaxi minimamente processado cobertos com fécula de mandioca a 1, 2 e 3%, foram observadas variações inexpressivas nos índices de sólidos solúveis, acidez, pH, perda de massa fresca e textura em relação ao tratamento sem cobertura ao longo de uma semana de armazenamento (VIEIRA; VIEITES; EVANGELISTA, 2000).

Viana et al. (2009) estudaram abacaxi minimamente processado em dois estádios de maturação, 'verde' e 'pintado', submetidos a três tratamentos: amostra padrão, amostra com ácido cítrico (0,5%) e amostra com cobertura de fécula de mandioca (3%) contendo gelatina (1,5%) e sorbitol (1,5%). Verificaram os melhores resultados para abacaxis no estágio de maturação 'verde', e os tratamentos com o agente antioxidante ou revestimento comestível não apresentaram diferença estatística para análises de textura, sólidos solúveis, acidez e pH, quando comparadas com a amostra padrão. A maioria das alterações observadas ao longo do período de armazenamento dos frutos pode ser atribuída às diferenças em suas fases de maturação e não para os tratamentos avaliados.

2.4.2. Alginato de Sódio como cobertura comestível

O alginato de sódio é um polissacarídeo linear obtido a partir de algas marrons (macrocytis, Fucus, Laminaria ascophilum) e é composto por resíduos dos ácidos β -D-manurônico e α -L-gulurônico na forma de sal de sódio, unidos por ligações glicosídicas (1 \rightarrow 4) e distribuídos em diferentes proporções ao longo da cadeia (LIMA; ANDREANI; SOLDI, 2007). A unidade estrutural do alginato é apresentada na Figura 2.2.

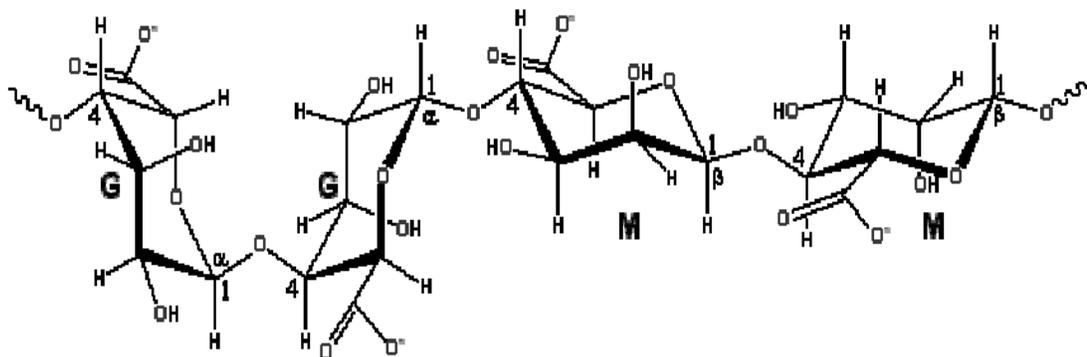


Figura 2.2. Unidade estrutural do alginato, onde as moléculas de ácido α -L-gulurônico são representadas pelas letra G e as de ácido β -D-manurônico, pela letra M.

Suas soluções apresentam alta viscosidade aparente, mesmo em baixas concentrações, devido ao seu alto peso molecular e rígida estrutura (ANDRADE et al., 2008). Características de ação gelificante e espessante, biodegradabilidade, biocompatibilidade e ausência de toxidez tornam o alginato de sódio um material interessante para inúmeras aplicações. No setor alimentício, o alginato é utilizado para aumentar a viscosidade dos sucos de frutas, sorvetes, recheios de tortas e coberturas de bolos, como espessante em pudins e como estabilizante de espuma em cervejas (LIMA; ANDREANI; SOLDI, 2007).

Segundo Chiumarelli (2008), fatias de manga pré-tratadas com ácido cítrico (0,5%) e recobertas com película a base de alginato de sódio (2%), não foram eficientes na manutenção dos parâmetros de qualidade, promovendo maior perda das propriedades mecânicas e escurecimento das amostras quando comparadas à amostra controle.

Filmes e coberturas de alginato de sódio são barreiras deficientes à umidade, devido ao seu caráter hidrofílico. Entretanto, a incorporação de cálcio reduz sua permeabilidade ao vapor de água, tornando os filmes de alginato insolúveis em água (LIMA; ANDREANI; SOLDI, 2007; OLIVAS; MATTINSON; BARBOSA-CÁNOVAS, 2007). Além disto, o cálcio melhora a textura, a coloração das frutas e hortaliças e induz a gelificação (BALDWIN; NISPEROS-CARRIEDO; BAKER, 1995). A formação dos géis de alginato é independente da temperatura, mas uma mudança na temperatura pode influenciar o processo de gelificação, favorecendo a transição solução-gel na presença de íons cálcio. A gelificação ocorre através da ligação iônica de íons cálcio com dois grupos carboxila presentes em resíduos adjacentes, onde o sódio do alginato é trocado com o cálcio presente no meio gelificante. Logo, o processo de gelificação é dependente da quantidade de cálcio presente ou adicionado ao alimento. A ligação química ocorre nos resíduos de ácido poligulurônico, que devem estar presentes em certa proporção e devem ocorrer em série (ONSOYEN, 1997).

A Figura 2.3 mostra a ligação de dois resíduos de ácido poligulurônico com o íon cálcio, cuja estrutura é denominada 'egg box'.

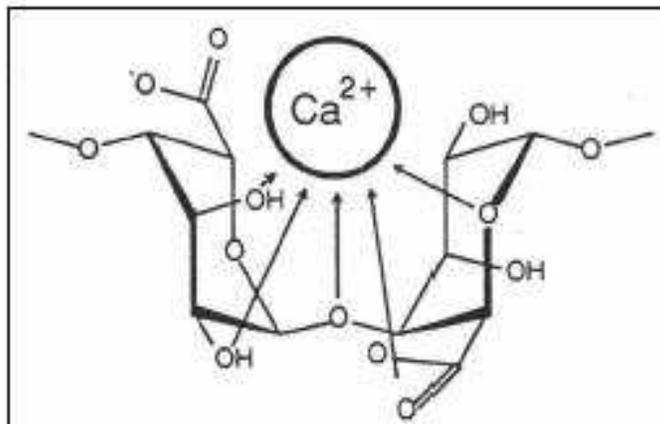


Figura 2.3. Esquema da ligação de resíduo de ácido poligulurônico com o íon cálcio, em moléculas adjacentes de alginato (Fonte: ONSOYEN, 1997).

Oms-Oliu, Soliva-Fortuny e Martín-Belloso (2008b) verificaram em melões minimamente processados, pré-tratados com cloreto de cálcio (2%), que as coberturas a base de alginato de sódio (2%), pectina (2%) e gelana (0,5%), atuaram como barreira ao vapor de água e a produção de etileno. Os autores recomendam a cobertura de alginato para uso comercial, devido a seu baixo custo quando comparada às outras coberturas.

De acordo com Olivas, Mattinson e Barbosa-Cánovas (2007), a utilização de cobertura de alginato de sódio (1%) contendo cloreto de cálcio (10%), preservaram a qualidade de fatias de maçãs, sem causar respiração anaeróbica e deram brilho e aparência de fresco ao produto. A cobertura atuou como barreira ao vapor de água, preservou a textura e reduziu o escurecimento enzimático das maçãs cortadas.

Montero-Calderón, Rojas-Graü e Martín-Belloso (2008) estudaram abacaxis (*Ananas comosus* L. Merrill cv 'Gold') minimamente processados revestidos com cobertura de alginato (1%) e cloreto de cálcio (2%) e verificaram redução significativa na perda de suco e preservação da textura. A vida útil do abacaxi foi limitada a 14 dias, devido ao crescimento de bactérias mesófilas. Segundo os autores, novos estudos são recomendados para avaliar o efeito de outros revestimentos comestíveis, grau de maturação dos frutos e aspectos sensoriais.

Groppo et al. (2009) verificaram que laranjas minimamente processadas em gomos, pré-tratadas com cloreto de cálcio (1%) e revestidas com cobertura de alginato de sódio (1%), apresentaram menor perda de peso e manutenção da qualidade sensorial. Porém, as amostras com revestimento tiveram sua qualidade prejudicada, com redução nos teores de ácido ascórbico, açúcares, teor de sólidos solúveis e propriedades de textura, ao longo de 12 dias de armazenamento.

A maioria dos trabalhos publicados utilizou cloreto de cálcio em frutas minimamente processadas. Contudo, foi relatado um amargor indesejável nas frutas tratadas com este sal (LUNA-GUZMÁN; BARRETT, 2000). Segundo Pereira et al. (2007), devido a essas alterações de sabor, o uso de lactato de cálcio tem se mostrado uma boa alternativa no processamento desses alimentos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1 Matéria-Prima

Foram utilizados abacaxis (*Ananas comosus* L. Merrill) cultivar 'Pérola' (Figura 3.1) adquiridos na CEASA Campinas - SP. Para os ensaios preliminares, foram utilizados abacaxis provenientes de Dois Irmãos - TO. Já para os dois estudos de vida útil, utilizaram-se abacaxis provenientes de Frutal - MG. Foi feita uma seleção e classificação quanto ao tamanho e coloração da casca, segundo norma do Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros da CEAGESP, resultando em frutos do Grupo de Polpa Branca ('Pérola'), Classe 5 (maior que 2,1 até 2,5 kg) e na Subclasse Cor da Casca Pintada (centro dos frutilhos amarelo). Os abacaxis foram armazenados sob temperatura de 12 °C em câmara refrigerada de temperatura controlada, BOD - Biological Oxygen Demand TE 391 (Tecnal Equipamentos Ltda., Piracicaba - SP) até o momento do processamento.



Figura 3.1. Abacaxi da variedade 'Pérola' utilizado nos experimentos deste trabalho.

3.1.2 Agente Sanitizante

A sanitização da matéria-prima foi realizada utilizando uma solução de ácido peracético Tsunami 100[®], fabricado pelo laboratório ECOLAB Química Ltda. (São Paulo - SP), devido às atuais restrições em relação ao uso do cloro. A concentração utilizada foi de 533 ppm do produto (mistura de ácido acético glacial com peróxido de hidrogênio), o que equivale a 80 ppm de ácido peracético, conforme indicado pelo fabricante e utilizado por Sasaki (2005), Chiumarelli (2008), Ferrari (2009) e Garcia (2009).

3.1.3 Conservante – Ácido Ascórbico e Cítrico

Foi utilizada solução de ácido ascórbico (1%) e ácido cítrico (0,5%) a fim de reduzir o escurecimento enzimático do abacaxi minimamente processado. As concentrações de ácido ascórbico e ácido cítrico foram escolhidas com base em trabalhos da literatura (ANTONIOLLI, 2004; MONTERO-CALDERÓN; ROJAS-GRAÜ; MARTÍN-BELLOSO, 2008).

3.1.4 Lactato de cálcio

Foi utilizada solução de lactato de cálcio (2%), com o intuito de preservar as propriedades mecânicas das frutas revestidas com cobertura e para a complexação dos íons Ca^{+2} com o alginato, facilitando a aderência da cobertura na superfície da amostra. A concentração de 2% de lactato de cálcio foi escolhida com base em trabalhos da literatura (RAYBAUDI-MASSILIA; MOSQUEDA-MELGAR; MARTÍN-BELLOSO, 2008; MONTERO-CALDERÓN; ROJAS-GRAÜ; MARTÍN-BELLOSO, 2008).

3.1.5 Cobertura Comestível

As coberturas comestíveis utilizadas no estudo foram elaboradas com fécula de mandioca (1, 2 e 3%) e alginato de sódio (1 e 2%). A fécula de mandioca utilizada foi fornecida pela empresa Pilão Amidos Ltda. (Guairá - PR) e o alginato de sódio (nome comercial Algogel 5540), pela empresa Cargill (São Paulo - SP). As especificações técnicas da fécula de mandioca e do alginato de sódio encontram-se nos Anexos A e B, respectivamente.

3.1.6 Embalagem

O abacaxi minimamente processado foi acondicionado em potes redondos sem tampas, de politereftalato de etileno (PET) não tóxico, nas dimensões de 123 mm de diâmetro x 44 mm de altura da marca Galvanotek (Carlos Barbosa - RS), conforme mostra a Figura 3.2. Foram recobertos com filme de policloreto de vinila esticável (PVC) de 20 μm da marca Tripack (Guarulhos - SP), com taxa de permeabilidade ao oxigênio de $8200 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (25 °C e 760 mmHg) e taxa de permeabilidade ao vapor de água de $262 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (38 °C e 90% UR). Para evitar que a composição gasosa interna da embalagem fosse modificada, o filme de PVC foi perfurado nas quatro extremidades e no centro, com uma agulha de 0,45 mm de diâmetro.



Figura 3.2. Embalagem ilustrativa de abacaxi minimamente processado.

3.2. Métodos

Os ensaios foram divididos em três etapas. Na primeira etapa foram realizados os ensaios preliminares e na segunda e terceira, os dois estudos da vida útil.

Os ensaios preliminares foram realizados com a finalidade de se escolher as concentrações ótimas de fécula de mandioca (FM) e alginato de sódio (AS), que foram posteriormente utilizadas no estudo da vida útil. Definida a concentração ótima de cada cobertura, os ensaios foram divididos em dois estudos de vida útil, devido ao grande número de tratamentos. Na primeira vida útil foram estudados os seguintes tratamentos: amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico (Controle), amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico e cobertura de fécula de mandioca (FM) e amostra tratada com solução de ácido ascórbico, cítrico e lactato de cálcio e cobertura de fécula de mandioca (FM + LC). Na segunda vida útil, foram estudados os seguintes tratamentos: amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico (Controle), amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico e cobertura de alginato de sódio (AS) e amostra tratada com solução de ácido ascórbico, cítrico e lactato de cálcio e cobertura de alginato de sódio (AS + LC).

Nos dois estudos, foi também avaliado o tratamento controle, pois a primeira vida útil foi realizada entre os meses de agosto e setembro de 2009 e a segunda, entre setembro e outubro de 2009, mudando o lote e assim modificando a composição físico-química do abacaxi.

3.2.1. Etapa 1 - Ensaio Preliminares

Nos ensaios preliminares, estudaram-se concentrações diferentes de coberturas de fécula de mandioca e de alginato de sódio com a finalidade de selecionar, para o estudo de vida útil, os tratamentos que proporcionaram melhor efeito das coberturas. As amostras foram avaliadas em relação à perda de peso, suco drenado na embalagem, cor (L^* , croma C^* e tom H^*), propriedades mecânicas (força máxima de penetração, tensão e deformação de ruptura), taxa respiratória, resistência ao vapor de água das coberturas e análise sensorial. As análises de perda de peso, suco drenado, cor e propriedades mecânicas foram realizadas em dois tempos distintos, em até 24 horas após o processamento mínimo e após 7 dias de armazenamento. Taxa respiratória, resistência ao vapor de água e análise sensorial 24 horas após o processamento. As amostras foram divididas em seis tratamentos distintos, como segue:

- Controle (amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico);
- FM 1% (amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico e cobertura de 1% de fécula de mandioca);
- FM 2% (amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico e cobertura de 2% de fécula de mandioca);
- FM 3% (amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico e cobertura de 3% de fécula de mandioca);
- AS 1% (amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico e cobertura de 1% de alginato de sódio);
- AS 2% (amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico e cobertura de 2% de alginato de sódio);

As diferentes concentrações de coberturas de fécula de mandioca e alginato de sódio foram escolhidas com base em trabalhos da literatura (CHIUMARELLI, 2008; MONTERO-CALDERÓN; ROJAS-GRAÜ; MARTÍN-BELLOSO, 2008; OMS-OLIU; SOLIVA-FORTUNY; MARTÍN BELLOSO, 2008a, b; GARCIA, 2009).

3.2.1.1. Processamento Mínimo

Um dia antes do processamento, os abacaxis cultivar 'Pérola' adquiridos no CEASA de Campinas - SP foram selecionados e levados para a FEA/UNICAMP.

Em seguida, as coroas foram cortadas, deixando-se um talo de aproximadamente 3 cm da região apical, para evitar a entrada de patógenos e minimizar o estresse (ANTONIOLLI, 2004).

Os frutos inteiros foram submetidos a uma pré-lavagem com água corrente e detergente neutro com auxílio de uma escova de nylon e, para uma lavagem mais criteriosa, foram sanitizados em solução de ácido peracético (80 ppm) durante três minutos, para reduzir a contaminação inicial do produto, pois a microflora presente na casca pode migrar para a polpa, acarretando em um crescimento rápido dos microrganismos.

Após a sanitização, os frutos foram armazenados a 12 °C em câmara refrigerada de temperatura controlada, BOD – Biological Oxygen Demand TE 391 (Tecnal Equipamentos Ltda., Piracicaba - SP) por aproximadamente 18 horas para diminuir a temperatura da polpa antes do processamento, e reduzir a atividade metabólica.

No dia do processamento, os frutos foram descascados e cortados manualmente na forma de rodela com espessuras de aproximadamente 15 mm, e tiveram seu cilindro central removido com um cilindro de inox, conforme mostra a Figura 3.3 (ANTONIOLLI; BENEDETTI; SOUZA, 2003).



Figura 3.3. (A) Descascamento do abacaxi; (B) Rodelas de abacaxi com 15 mm de espessura.

As rodelas de abacaxi foram imersas em solução de ácido peracético (80 ppm) durante três minutos e, em seguida, drenadas por dois minutos. Foram, então, imersas em solução de ácido ascórbico (1%) e cítrico (0,5%) por dois minutos e drenadas novamente por dois minutos.

As amostras controle, sem aplicação de cobertura, foram acondicionadas em embalagens redondas de PET e recobertas com filme de PVC e armazenadas a 5 °C em equipamento de refrigeração de temperatura controlada (BOD) até as análises. Todo o processamento foi conduzido em ambiente refrigerado, com temperaturas de 18 ± 1 °C. O diagrama de fluxo, contendo as etapas de processamento mínimo de abacaxi, explica sumariamente as etapas (Figura 3.4).

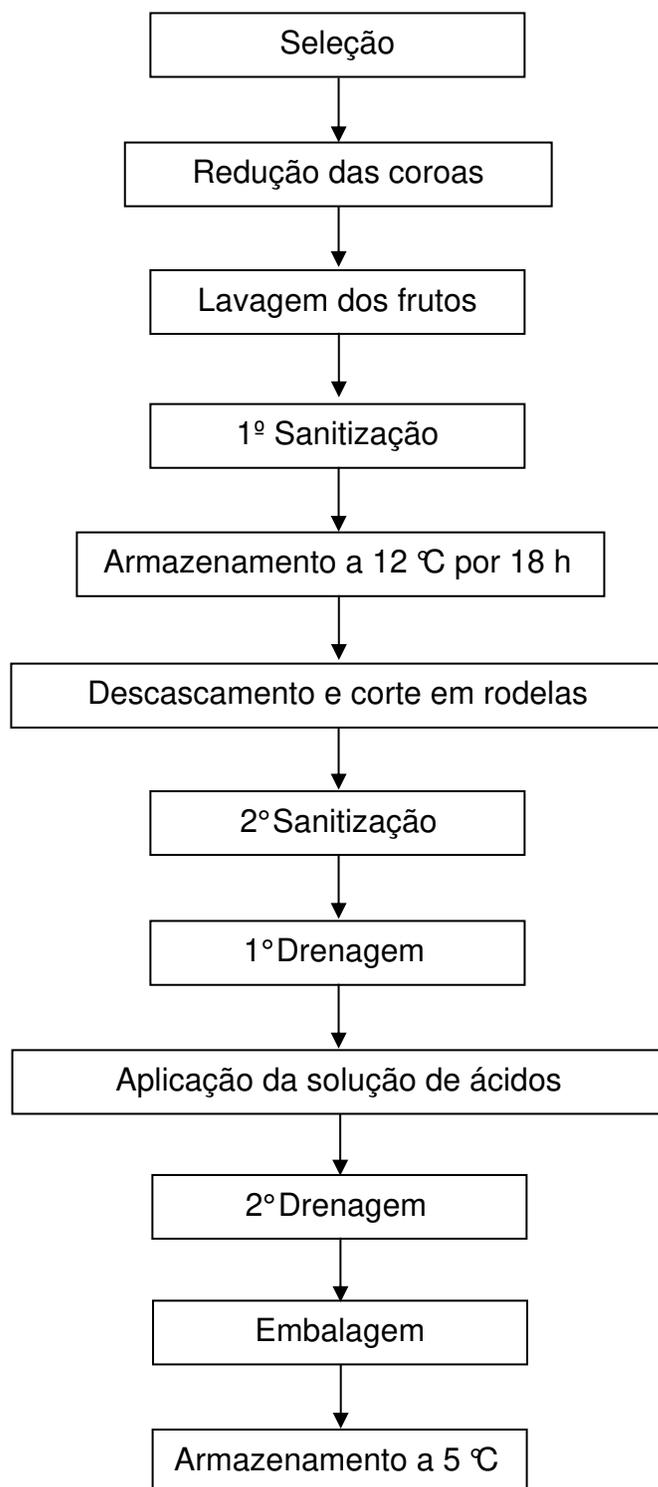


Figura 3.4. Diagrama de fluxo do processamento mínimo do abacaxi.

3.2.1.2. Preparo e Aplicação das Coberturas

Soluções aquosas contendo 1, 2 e 3% de fécula de mandioca foram preparadas a 70 °C e sob agitação constante, utilizando-se um agitador magnético com aquecimento (IKA, modelo RH B1, Staufen, Alemanha). Em seguida, as soluções foram resfriadas à temperatura ambiente (23 ± 1 °C) (FONTES, 2005; BANGYEKAN; AHT-ONG; SRIKULKIT, 2006; CHIUMARELLI, 2008; GARCIA, 2009).

Da mesma forma, as soluções contendo 1 e 2% de alginato de sódio foram preparadas a 80 °C e sob agitação constante até se tornarem âmbar translúcida, utilizando-se um agitador magnético com aquecimento (IKA, modelo RH B1, Staufen, Alemanha). Após ficaram em repouso por 24 horas à temperatura ambiente (23 ± 1 °C), para eliminar as bolhas de ar (MONTERO-CALDERÓN; ROJAS-GRAÜ; MARTÍN-BELLOSO, 2008; RAYBAUDI-MASSILIA; MOSQUEDA-MELGAR; MARTÍN-BELLOSO, 2008).

Para a aplicação das coberturas, as rodela de abacaxis foram dispostas, duas a duas, em bandejas teladas e imersas nas cinco distintas soluções de coberturas por três minutos e, em seguida drenadas para a secagem da película por 2 horas a 18 ± 1 °C (Figura 3.5 A e B, respectivamente). Após a drenagem, as amostras foram acondicionadas em embalagens redondas de PET e recobertas com filme de PVC e armazenados a 5 °C, em uma BOD, até a realização das análises.

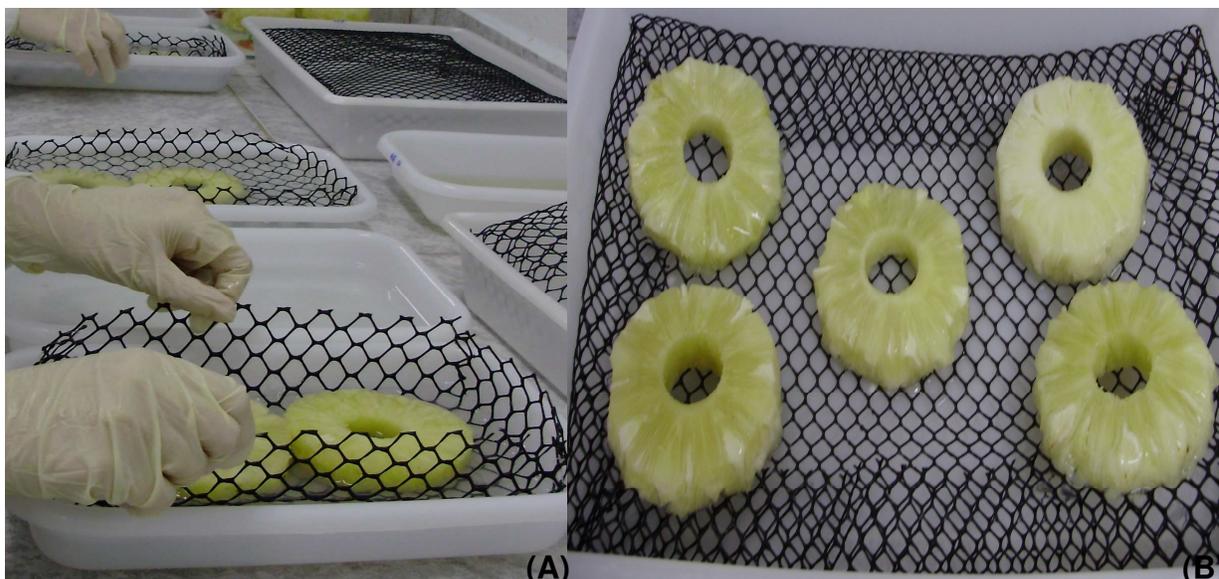


Figura 3.5. Processo de aplicação das coberturas.

3.2.1.3. Perda de Peso

A porcentagem de perda de peso (PP), decorrente da respiração e transpiração, foi calculada pela equação 3.1. As amostras foram pesadas em balança semi-analítica modelo AY220 (Shimadzu, Kyoto, Japão).

$$PP(\%) = 1 - \frac{\text{Massa Final}}{\text{Massa Inicial}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.1.4. Suco Drenado na Embalagem

O suco drenado na embalagem foi determinado conforme descrito por Montero-Calderón, Rojas-Graü e Martín-Belloso (2008), através da inclinação da embalagem num ângulo de 20° por 5 minutos e retirada do líquido acumulado com auxílio de uma seringa de 5 ml. Os resultados foram expressos através da relação entre o volume do líquido drenado e a massa inicial do produto. O volume do líquido drenado foi medido com uma proveta de 10 ml.

3.2.1.5. Determinação da Cor

A cor das amostras foi determinada em espectrofotômetro de bancada ScanVis, marca Hunter Lab (Riston, Virginia, EUA), com escala CIELab (L^* , a^* , b^*). As coordenadas da escala CIELab (L^* , a^* , b^*) foram medidas utilizando-se como sistema de referência o módulo de Reflectância Especular Excluída (RSEX), com o iluminante D65 e um ângulo de observação de 10° (McGUIRE, 1992). Medições de coloração foram expressas em termos da luminosidade L^* ($L^*=0$ preto e $L^*=100$ branco), e da cromaticidade definida por a ($+a^*$ =vermelho e $-a^*$ =verde) e b^* ($+b^*$ =amarelo e $-b^*$ =azul). Com esses parâmetros, foram avaliadas as coordenadas cilíndricas C^* e H^* , onde C^* define o croma e H^* o tom, a partir das equações 3.2 e 3.3 (HUNTERLAB, 1996).

$$C = \sqrt{(a^2 + b^2)} \quad (3.2)$$

$$H^* = \arctan(b^*/a^*) \quad (3.3)$$

Para o ensaio de cor foram usadas cinco rodela por tratamento, sendo que as rodela foram divididas em trapézios para facilitar a leitura das amostras. Foram utilizados dois trapézios ($\pm 28 \text{ cm}^2$) por rodela, com duas leituras em cada, totalizando vinte leituras.

3.2.1.6. Determinação das Propriedades Mecânicas

As propriedades mecânicas foram determinadas através de ensaios de punção (força máxima de penetração) e de compressão uniaxial a altas deformações (tensão e deformação na ruptura), com o auxílio do texturômetro Universal Testing Machine, modelo TA-TX Plus, marca Stable Micro Systems (Surrey, Inglaterra).

A força máxima de penetração (N) foi determinada por ensaios de punção, nos quais foi utilizado um probe cilíndrico de inox, com base plana de 6 mm de diâmetro e penetração na amostra de 6 mm de profundidade, a uma velocidade de 2 mm s^{-1} (ROJAS-GRAÜ et al., 2007). Os ensaios de punção foram realizados nas rodelas de abacaxi em quatro pontos distintos, distribuídos uniformemente. Foram cinco repetições por tratamento, sendo realizada primeiramente a média de cada rodela e o resultado final a média das cinco rodelas.

A tensão e a deformação na ruptura foram determinadas utilizando uma placa cilíndrica de acrílico lubrificada de 60 mm de diâmetro, a uma velocidade de compressão constante de 1 mm s^{-1} até atingir 80% de deformação da amostra, o que garante a ruptura da estrutura. Os valores de força e altura foram fornecidos pelo equipamento e convertidos em tensão (σ_H) e deformação (ϵ_H) de Hencky, considerando volume constante da amostra durante a compressão, conforme apresentado nas equações 3.4 a 3.6 (CHIUMARELLI, 2008; GARCIA, 2009; FERRARI, 2009).

A tensão e deformação na ruptura foram calculadas pelo valor máximo da curva tensão-deformação para as amostras. Os ensaios de compressão foram realizados em cubos de $20 \times 20 \text{ mm}$. Foram utilizadas cinco rodelas por tratamento e usados dois cubos por rodela, totalizando dez medidas. Os resultados de tensão na ruptura obtidos foram expressos em kPa.

$$\sigma_H = \frac{F(t)}{A(t)} \quad (3.4)$$

$$\epsilon_H = -\ln\left(\frac{H(t)}{H_0}\right) \quad (3.5)$$

onde:

σ_H = tensão de Hencky (Pa);

ε_H = deformação de Hencky (adimensional);

$F(t)$ = força (N) em função do tempo t (s).

$$A(t) = \frac{A_0 H_0(t)}{H(t)} \quad (3.6)$$

onde:

$A(t)$ = área (m^2) em função do tempo (s);

A_0 = área inicial da amostra (m^2);

H_0 = altura inicial da amostra (m);

$H(t)$ = altura da amostra (m) em função do tempo (s).

3.2.1.7. Determinação da Taxa Respiratória

Para determinação da taxa respiratória dos abacaxis minimamente processados (forma de trapézios), aproximadamente 50 g de amostra foram acondicionadas em recipientes herméticos de 180 ml, com septo de silicone na tampa, para retirada de alíquotas de gás do espaço livre do frasco com auxílio de uma agulha acoplada ao equipamento O_2/CO_2 Dual Space Analyser, modelo PAC CHECK 325 (Mocon, Minneapolis, EUA), como apresentado na Figura 3.6. A coleta foi realizada após os recipientes fechados permanecerem 1 hora a $5^\circ C$, sendo medidos a produção de CO_2 e o consumo de O_2 (CHIUMARELLI, 2008; GARCIA, 2009; FERRARI, 2009).



Figura 3.6. Leitura da produção de CO₂ e o consumo de O₂ para determinação da taxa de respiração.

A equação 3.7 apresenta o cálculo da taxa respiratória (TR) das frutas.

$$TR = \frac{[] CO_2 (v_1 - v_2)}{Mt} \quad (3.7)$$

onde:

TR= Taxa respiratória (mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹);

[] CO₂= concentração de CO₂;

v₁= volume do recipiente (ml);

v₂= volume da amostra (ml);

M= massa da amostra (kg);

t= tempo que a amostra permaneceu no recipiente hermético (h)

3.2.1.8. Determinação da Resistência ao Vapor de Água

A resistência ao vapor de água (RVA) da cobertura foi realizada conforme técnica descrita por Avena-Bustillos e Krochta (1993). Primeiramente as amostras de abacaxi (forma de trapézios) foram acondicionadas por 24 horas em dessecadores contendo solução 0,6 M NaCl e mantidas a uma umidade relativa de 98,5% à temperatura ambiente (21 °C) (Figura 3.7 A).

Após 24 horas, as amostras foram acondicionadas em suportes, pesadas e então transferidas para outro dessecador, contendo uma solução saturada de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ e umidade relativa de 32,7%, também na temperatura ambiente (20 ± 1°C) (Figura 3.7 B).

As amostras foram pesadas em intervalos regulares de tempo e a inclinação da curva de perda de água versus tempo em $g\ s^{-1}$ foi estimada pela análise da regressão linear. O fluxo de vapor de água foi calculado pela equação 3.8.

$$FV = \frac{dS / dt}{A} \quad (3.8)$$

Onde:

dS/dt = perda de água da fruta em função do tempo ($g\ s^{-1}$);

A= área da fruta na forma de trapézio (cm^2);

A resistência ao vapor de água (RVA) foi calculada através da equação 3.9, usando a primeira lei de Fick modificada, proposta por Ben-Yehoshua, Burg, Young (1985).

$$RVA = \frac{a_w - \frac{\%UR}{100}P}{R_c T} \frac{1}{FV} \quad (3.9)$$

Onde:

RVA= Resistência ao vapor de água ($s \text{ cm}^{-1}$);

a_w = atividade de água da fruta (0,973);

P= pressão de vapor de água a 21 °C (18, 22 mmHg);

R_c = constante universal dos gases ($3464629 \text{ mmHg cm}^3 \text{ K}^{-1} \text{ g}^{-1}$);

T= temperatura do ambiente em Kelvin (K).



Figura 3.7. Etapas da análise de resistência ao vapor de água: (A) amostras em dessecador mantido a UR 98,5%, (B) amostras sobre suporte em dessecador mantido a UR 32,7%.

Os ensaios foram realizados em quintuplicata. A atividade de água das amostras e das soluções de 0,6 M NaCl e de $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ saturado foram medidas em um equipamento Aqualab, modelo Series 3TE (Decagon Devices Inc, Pullman, WA).

3.2.1.9. Análise Sensorial

Os produtos obtidos dos distintos tratamentos foram submetidos à análise sensorial, utilizando-se escala hedônica não estruturada de 9 cm, ancorada nos limites pelos termos desgostei muitíssimo, à esquerda, e gostei muitíssimo, à direita (Apêndice A). A nota limite de aceitabilidade do produto foi fixada em 4,5. Os abacaxis foram avaliados em relação à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global por 50 provadores não treinados e consumidores da fruta (CHIUMARELLI, 2008; GARCIA, 2009; FERRARI, 2009).

As análises foram realizadas em cabines padronizadas e as amostras foram apresentadas em um delineamento de blocos completos casualizados de forma monádica seqüencial, sendo utilizados pratos brancos com códigos de três dígitos aleatórios. A intenção de compra do produto também foi avaliada.

A análise sensorial foi realizada dentro das normas estabelecidas pelo comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, conforme o parecer apresentado no Anexo C.

3.2.1.10. Análise Estatística

Os resultados obtidos durante os ensaios preliminares foram avaliados estatisticamente através da Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio do programa STATISTICA® 7.0.

3.2.2. Etapa 2 e 3 – Estudo da Vida Útil

Após a escolha da melhor concentração de cobertura de fécula de mandioca e de alginato de sódio, obtidas nos ensaios preliminares (item 3.2.1), as amostras foram pré-tratadas ou não com solução de lactato de cálcio, utilizando o tratamento controle para comparação, totalizando 5 tratamentos distintos. Devido ao grande número de análises realizadas na vida útil, foi necessário realizar os estudos em duas etapas, cada uma com três tratamentos distintos, sendo o tratamento controle realizado nos dois estudos de vida útil.

Foram avaliados periodicamente (dias 1, 5, 9 e 12 após o processamento) durante 12 dias atributos de qualidade, como perda de peso, suco drenado, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais (Brix), vitamina C, umidade, atividade de água, cor, propriedades mecânicas, composição gasosa e contagem microbiana. A análise sensorial foi realizada somente nos dias 1, 5 e 9, devido a alta contagem microbiológica observada no tempo 12 dias. A vida útil foi definida como o tempo máximo de armazenamento até a rejeição do produto sensorialmente (nota média para qualquer atributo inferior a 4,5) ou quando a contaminação microbiológica atingiu níveis impróprios para o consumo.

3.2.2.1. Caracterização físico-química da Matéria-Prima

A matéria-prima foi caracterizada quanto à composição química centesimal, através das determinações de teores de umidade, proteínas, lipídeos, carboidratos totais (por diferença), açúcares redutores e totais, cinzas, fibras e acidez total titulável. A caracterização física foi determinada pelas medidas de massa, comprimento, diâmetro, pH, sólidos solúveis totais e atividade de água.

3.2.2.2. Processamento Mínimo

As etapas do processamento mínimo foram realizadas nas mesmas condições descritas no Item 3.2.1.1.

3.2.2.3. Aplicação das Coberturas

Nesta etapa foi incorporado o lactato de cálcio (2%), adicionado juntamente com a solução de ácido ascórbico (1%) e cítrico (0,5%), para reduzir a excessiva manipulação das amostras. As coberturas foram aplicadas nas mesmas condições descritas no item 3.2.1.2, utilizando as melhores concentrações de fécula de mandioca e alginato de sódio obtidas nos ensaios preliminares.

3.2.2.4. Vida Útil 1

Na vida útil 1, as amostras foram submetidas a três tratamentos distintos, sendo eles:

- Controle (amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico);
- Amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico e cobertura de fécula de mandioca (melhor concentração);
- Amostra tratada com solução de ácido ascórbico, cítrico e lactato de cálcio e cobertura de fécula de mandioca (melhor concentração).

3.2.2.5. Vida Útil 2

Na vida útil 2, as amostras foram submetidas a três tratamentos distintos, sendo eles:

- Controle (amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico);
- Amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico e cobertura de alginato de sódio (melhor concentração);
- Amostra tratada com solução de ácido ascórbico, cítrico e lactato de cálcio e cobertura de alginato de sódio (melhor concentração).

3.2.2.6. Métodos Analíticos

As análises realizadas durante a caracterização físico-química da matéria-prima e nos dois estudos de vida útil foram feitas em, no mínimo, triplicata e o resultado final foi dado pela média das repetições e pelo desvio padrão. As análises de proteínas, lipídeos, açúcares redutores e totais, cinzas, fibras, medidas de massa, comprimento e diâmetro foram realizadas somente para caracterização da matéria-prima.

Para as análises da composição química centesimal, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais e vitamina C os frutos foram triturados em um multiprocessador doméstico e homogeneizados.

Determinação de massa, comprimento e diâmetro

Antes do processamento mínimo da fruta, foi realizada uma amostragem para as determinações de massa, comprimento e diâmetro dos abacaxis. A massa foi determinada com auxílio de uma balança semi-analítica modelo AY220 (Shimadzu, Kyoto, Japão). O comprimento (medida do eixo longitudinal) foi medido utilizando uma fita métrica e o diâmetro (medida do eixo transversal) um paquímetro comum da Stainless Hardened.

Perda de peso

A porcentagem de perda de peso foi realizada nas mesmas condições descritas no item 3.2.1.3.

Suco drenado na embalagem

O suco drenado na embalagem foi realizado nas mesmas condições descritas no item 3.2.1.4.

Determinação do potencial hidrogeniônico (pH)

O pH foi medido diretamente por potenciometria, utilizando-se o pHmetro Analiser modelo pH300 (Analyser Comércio e Indústria Ltda, São Paulo, Brasil) segundo método oficial da AOAC (2005).

Determinação da umidade

A umidade das amostras foi feita pelo método gravimétrico: Sólidos (Totais) em Frutas e Produtos de Frutas, segundo normas oficiais da AOAC (2005) nº 920.151, modificado. Foi utilizada uma estufa a vácuo modelo TE-395 (Tecnal, Piracicaba, São Paulo), na temperatura de 70 °C e pressão de -84,7 kPa para secagem de aproximadamente 5 gramas de amostra até peso constante. Os resultados foram expressos em % de umidade (base úmida).

Determinação da atividade de água

A atividade de água das amostras foi determinada por leitura direta à temperatura de 25 °C, pelo equipamento Aqualab, modelo Series 3TE (Decagon Devices Inc, Pullman, WA, EUA).

Determinação de sólidos solúveis

Foi realizada por medida direta em refratômetro abbe de bancada, modelo Q767B, marca Quimis (São Paulo, Brasil) conforme Método Refratométrico, segundo normas oficiais da AOAC (2005) nº 932.12. Os resultados foram expressos em °Brix.

Determinação da acidez total titulável

A acidez total titulável foi determinada pelo método da Acidez Titulável de Produtos de Frutas, segundo método oficial da AOAC (2005) nº 942.15B. Os resultados foram expressos em termos de g de ácido cítrico 100 g⁻¹ do produto.

Determinação de vitamina C

A vitamina C foi determinada pelo Método Titulométrico: 2,6-diclorofenolindofenol, segundo normas oficiais da AOAC (1984), modificado por Benassi e Antunes (1988). Os resultados foram expressos em mg Vitamina C 100g^{-1} de amostra.

Determinação de proteínas

Foi determinada pelo método de Kjeldahl, para Proteína em Produtos de Frutas, segundo normas oficiais da AOAC (2005) nº 920.152. Os resultados foram expressos em % de proteína.

Determinação de lipídeos

Foi determinado pelo método de Bligh & Dyer (extração a frio), segundo metodologia descrita em Cecchi (2003). Os resultados foram expressos em % de lipídeos.

Determinação de açúcares redutores e totais

Açúcares redutores e totais foram determinados conforme o Método Geral de Munson-Walker: Açúcares Invertidos em Açúcares e Xaropes, segundo método oficial da AOAC (2005) nº 906.03. Os resultados foram expressos em g de açúcar 100g^{-1} de amostra.

Determinação de cinzas

Foi determinada pelo Método de Cinzas de Frutas e Produtos de Frutas, segundo normas oficiais da AOAC (2005) nº 940.26. Os resultados foram expressos em % de cinzas.

Determinação de Fibras

Foi determinada pelo Método de Digestão: Fibra (Bruta) em plantas, segundo normas oficiais da AOAC (2005), nº 930.10, modificado. Os resultados foram expressos em % de cinzas.

Determinação da cor

A cor das amostras foi determinada nas mesmas condições apresentadas no item 3.2.1.5.

Para a determinação de cor foram utilizadas amostras diferentes para cada tempo de armazenamento, pois a utilização da mesma amostra poderia ocasionar contaminação da amostra, em função da sua manipulação.

Determinação das propriedades mecânicas

As propriedades mecânicas das amostras foram determinadas nas mesmas condições apresentadas no item 3.2.1.6.

Nos dois estudos de vida útil foram realizados somente os ensaios de compressão uniaxial (tensão e deformação na ruptura) a altas deformações da amostra.

Composição gasosa da embalagem

A determinação da composição de O₂ e CO₂ no interior das embalagens foi realizada com auxílio do aparelho O₂/CO₂ Dual Space Analyser, modelo PAC CHECK 325 (Mocon, Minneapolis, EUA). Utilizou-se uma agulha conectada ao aparelho para a retirada dos gases do interior das embalagens, através de um septo de silicone aderido à embalagem.

Determinação da microbiota

As amostras foram analisadas quanto à presença de bolores e leveduras, coliformes totais, *Escherichia coli* e *Salmonella sp.* As análises de coliformes totais, *Escherichia coli* e *Salmonella sp.* foram realizadas somente após o processamento e as análises de bolores e leveduras foram determinadas nos tempos 1, 5, 9 e 12 dias de armazenamento durante os dois estudos de vida útil. Todas as determinações microbiológicas seguiram metodologias de Downes e Ito (2001), ISO 6579 (2002) e AOAC (2005).

De acordo com a Resolução RCD nº 12, de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA), para frutas, produtos de frutas e similares (Grupo de Alimentos 1, Item b) é necessária a ausência de *Salmonella sp.* em 25 g e, no máximo, 5×10^2 UFC g⁻¹ de Coliformes a 45 °C. A ANVISA não determina padrões para este tipo de produto em relação a bolores e leveduras (BRASIL, 2010).

3.2.2.7. Análise Sensorial

Os dois estudos de vida útil foram avaliados sensorialmente conforme descrito no item 3.2.1.9.

3.2.2.8. Análise Estatística

Os resultados obtidos durante os dois estudos de vida útil foram avaliados estatisticamente através da Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio do programa STATISTICA® 7.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Etapa 1 - Ensaio Preliminares

4.1.1. Perda de peso

A perda de peso está relacionada à perda de água, causa principal da deterioração, resultando não somente em perdas quantitativas, mas também na aparência (murchamento e enrugamento), na alteração da textura (amaciamento, perda de frescor e suculência) e na qualidade nutricional (KADER, 2002).

Na Figura 4.1 estão apresentados os valores de perda de peso durante 7 dias de armazenamento de rodela de abacaxi tratadas com diferentes concentrações de cobertura comestível. As coberturas à base de alginato de sódio foram eficientes em reduzir significativamente a perda de peso de abacaxis minimamente processados, mostrando que a cobertura aplicada no fruto agiu como barreira à umidade, dificultando a migração da água para o ambiente. Entretanto, as amostras com cobertura de fécula de mandioca não diferiu estatisticamente da amostra controle.

Entre as diferentes concentrações de coberturas estudadas, foi observado que o tratamento contendo 3% de fécula de mandioca apresentou os maiores valores de perda de peso. Analogamente, Vieira, Vieites e Evangelista (2000) e Chiumarelli (2008), estudando o efeito de diferentes concentrações de película de fécula de mandioca (1, 2 e 3%), em abacaxis e mangas minimamente processados, respectivamente, verificaram que o tratamento com 3% de fécula apresentou maior perda de peso quando comparado com os demais tratamentos. Possivelmente, com aumento da concentração de fécula, ocorre maior migração de umidade do produto para a superfície, sendo mais facilmente perdida para o ambiente, dando ao produto um aspecto pegajoso.

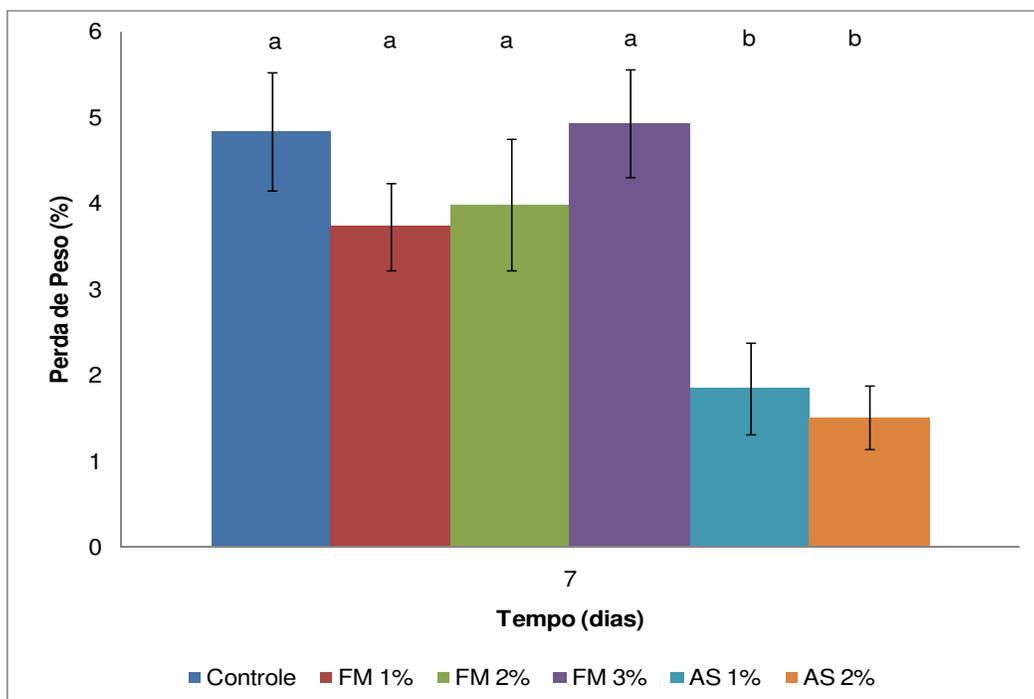


Figura 4.1. Perda de Peso durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; AS: Cobertura de Alginato de Sódio. Diferentes letras entre os tratamentos indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

4.1.2. Suco drenado

Os valores médios de suco drenado na embalagem durante o armazenamento de rodela de abacaxi se encontram na Tabela 4.1. Estes resultados apresentaram comportamento semelhante ao observado para a perda de peso (Figura 4.1).

As coberturas a base de alginato de sódio foram mais eficientes em reduzir, aproximadamente 20%, o volume de suco drenado na embalagem, quando comparados ao controle e às coberturas com fécula de mandioca.

Montero-Calderón, Rojas-Graü e Martín-Belloso (2008) também verificaram redução significativa no volume de suco drenado de rodela de abacaxis cobertos com 1% de alginato de sódio e 2% de cloreto de cálcio. Após 15 dias de armazenamento, o volume de líquido drenado na embalagem encontrado pelos autores para a amostra controle e com cobertura de alginato foi de 3,6 e 1,0 mL 100 g⁻¹, respectivamente.

De acordo com Lin e Zhao (2007), aplicar coberturas na superfície de frutas e hortaliças minimamente processadas com muito suco é considerado um desafio, pois estas coberturas podem ser dissolvidas e absorvidas pelo suco da fruta, em vez de secar e formar uma camada. Provavelmente ocorreu este fato com as coberturas a base de fécula de mandioca, por apresentarem menor aderência que as coberturas de alginato de sódio, o que facilita a difusão da água da fruta para a película.

Tabela 4.1. Valores médios de Suco drenado (ml 100g⁻¹) durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível.

Tratamentos	Tempo (dias)
	7
Controle	3,64±0,65 ^a
FM 1%	2,31±0,59 ^b
FM 2%	3,34±0,51 ^{ab}
FM 3%	3,64±0,41 ^a
AS 1%	0,73±0,20 ^c
AS 2%	0,59±0,18 ^c

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; AS: Cobertura de Alginato de Sódio. Diferentes letras entre os tratamentos indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

4.1.3. Determinação de Cor

A coloração das rodela de abacaxi submetidas a diferentes concentrações de fécula e alginato, durante 7 dias de armazenamento, foi avaliada através das variáveis luminosidade (parâmetro L^*), croma (C^*) e tom (H^*), conforme mostram as Figuras 4.2, 4.3 e 4.4, respectivamente.

A cor das amostras não foi afetada pela presença das películas de fécula de mandioca e alginato de sódio nas concentrações estudadas. Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para as variáveis luminosidade, croma e tom entre os tratamentos dentro de cada tempo. A pequena variação observada na cor pode ser atribuída à complexa anatomia do fruto e ao grau de amadurecimento da amostra (MONTRO-CALDRERÓN; ROJAS GRAÜ; MARTÍN BELLOSO, 2008). Resultados semelhantes foram obtidos por Garcia et al. (2010), que verificaram que não houve diferença significativa para os parâmetros luminosidade, croma e tom antes e depois da aplicação de coberturas a base de fécula de mandioca (1 a 3%) em morangos minimamente processados.

Raybaudi-Massilia, Mosqueda-Melgar e Martín-Belloso (2008) também não observaram diferenças significativas na cor de melões minimamente processados sem cobertura e os que receberam cobertura a base de alginato (2%).

Ao longo do armazenamento de 7 dias, foram observadas pequenas mudanças no parâmetro luminosidade, que resultou em uma leve redução do brilho da fruta (Figura 4.2).

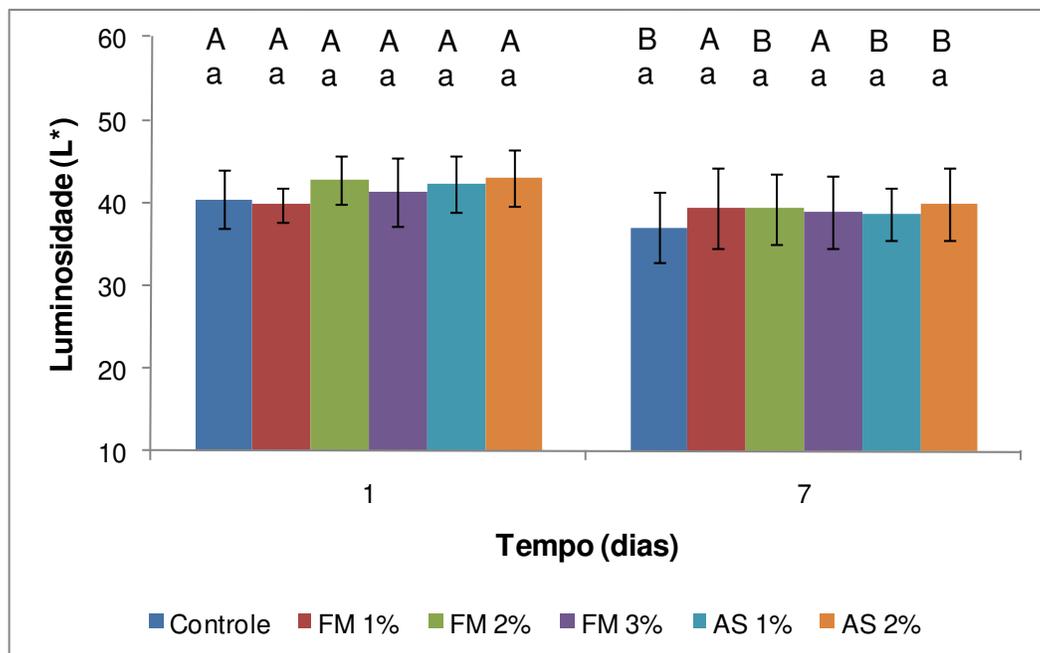


Figura 4.2. Valores médios da Luminosidade L^* durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; AS: Cobertura de Alginato de Sódio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

Para a variável cor, pode-se verificar uma redução significativa ao longo do armazenamento para todos os tratamentos estudados. Como a cor indica saturação ou intensidade da cor, observou-se que as amostras apresentavam uma coloração amarelo claro no 1º dia, que evoluiu para amarelo avermelhado ao final de 7 dias (Figura 4.3).

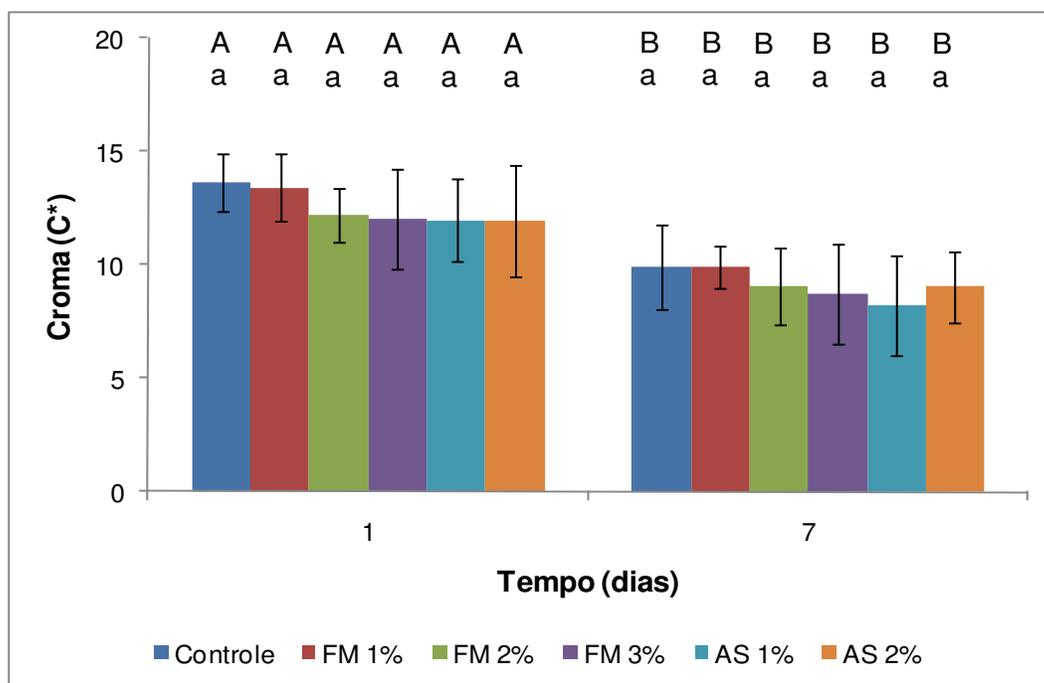


Figura 4.3. Valores médios do Cromo C* durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; AS: Cobertura de Alginato de Sódio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

O tom, que designa a cor propriamente dita da amostra, apresentou uma diminuição significativa ($p < 0,05$) entre os dois tempos de armazenamento e para todos os tratamentos, indicando o início do escurecimento do fruto (Figura 4.4).

Portanto, as coberturas comestíveis estudadas não foram capazes de evitar as alterações de cor dos abacaxis minimamente processados ao longo da estocagem.

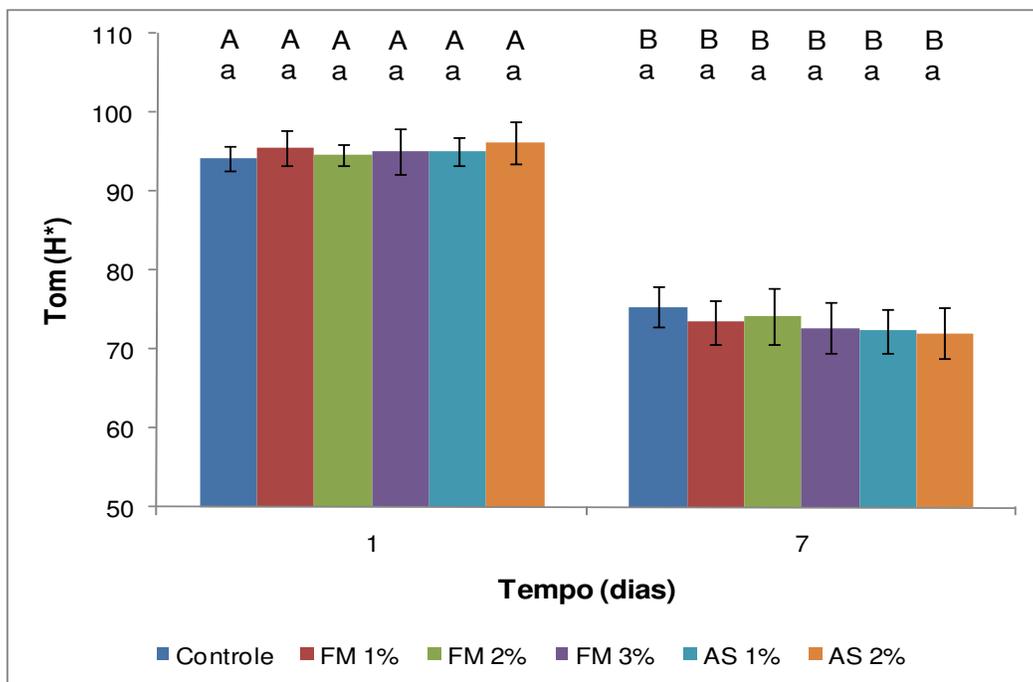


Figura 4.4. Valores médios do Tom H* durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; AS: Cobertura de Alginato de Sódio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

4.1.4. Propriedades Mecânicas

As propriedades mecânicas estão entre os fatores mais importantes utilizados na avaliação de qualidade de frutas. Estas propriedades são muito variáveis e são conferidas principalmente pela composição da parede celular, turgor e anatomia das células, pelo conteúdo de água, nível de maturação, variedade e, também condições de processo (CHIUMARELLI, 2008; GARCIA, 2009).

As propriedades mecânicas foram avaliadas pelos ensaios de punção (força máxima de penetração) e compressão (tensão e deformação na ruptura).

Punção

A Tabela 4.2 apresenta os dados de força máxima de penetração (N), parâmetro obtido pelo ensaio de punção, durante o armazenamento de 7 dias de rodela de abacaxi tratadas com diferentes concentrações de cobertura comestível.

Tabela 4.2. Força máxima de penetração (N) durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível.

Tratamentos	Tempo (dias)	
	1	7
Controle	4,57±0,75 ^{aA}	5,00±0,62 ^{aA}
FM 1%	5,21±0,86 ^{aA}	5,10±0,81 ^{aA}
FM 2%	4,55±0,51 ^{aA}	4,74±0,67 ^{aA}
FM 3%	4,75±0,73 ^{aA}	4,65±0,78 ^{aA}
AS 1%	4,78±0,79 ^{aA}	4,73±0,74 ^{aA}
AS 2%	4,80±0,79 ^{aA}	4,99±0,91 ^{aA}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; AS: Cobertura de Alginato de Sódio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

As forças máximas de penetração (N) da amostra controle e das frutas cobertas com fécula de mandioca e alginato de sódio não diferiram estatisticamente, ao nível de 5% de significância, ao longo dos 7 dias de armazenamento. Isto significa que as coberturas de fécula e alginato não alteraram a característica natural do produto.

Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Garcia et al. (2010), que não observaram diferenças significativas na força máxima de penetração de morangos cobertos com fécula de mandioca nas concentrações de 1, 2 e 3%.

Ao longo dos 7 dias de armazenamento, não se observou o amaciamento da polpa, encontrado para outras frutas e que tem sido atribuído à modificação nas estruturas e na composição da parede celular pela ação de enzimas. Sarzi e Durigan (2002) também não observaram alterações significativas na força máxima de penetração, ao longo de 12 dias de armazenamento, em abacaxi minimamente processado.

Compressão

Assim como no ensaio de punção, no ensaio de compressão uniaxial a altas deformações da amostra também não foram observadas diferenças significativas em relação à tensão e deformação na ruptura das frutas entre os tratamentos dentro de cada tempo (Figura 4.5 e 4.6).

Durante o armazenamento de 7 dias, pode-se verificar que houve decréscimo dos valores de tensão na ruptura e um aumento na deformação para todos os tratamentos, encontrando-se, portanto, um amolecimento das rodela de abacaxi. Chiumarelli (2008) também verificou uma diminuição na tensão de ruptura de fatias de manga cobertas com fécula de mandioca nas concentrações de 1, 2 e 3%, ao longo de 15 dias.

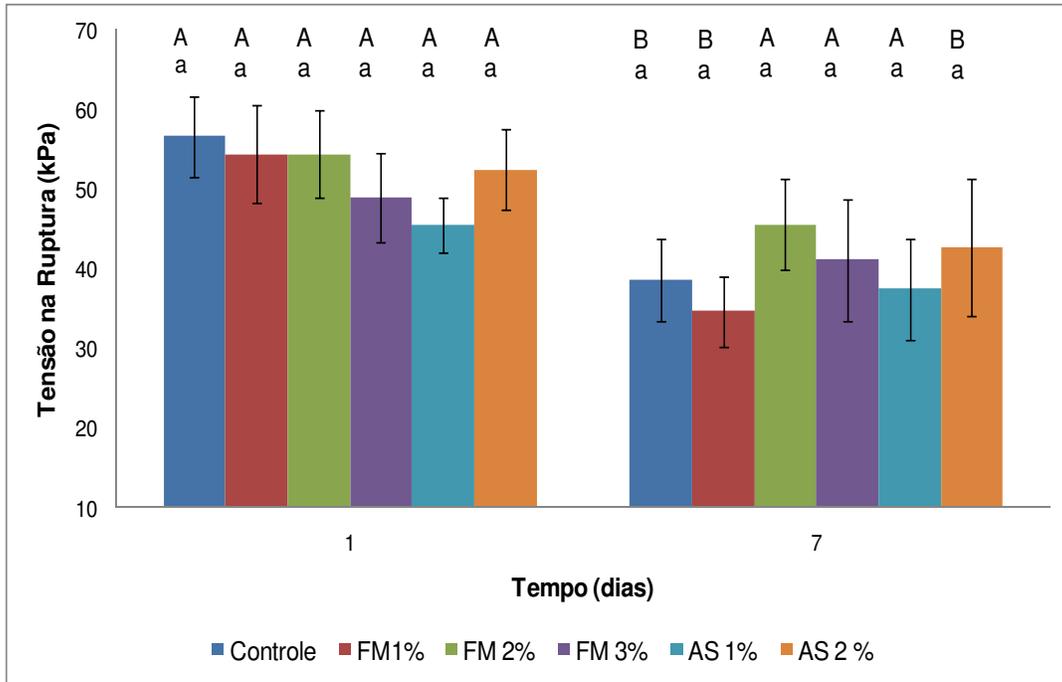


Figura 4.5. Tensão na Ruptura durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; AS: Cobertura de Alginato de Sódio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

Segundo Fontes (2005), com o avanço da maturação dos frutos durante o armazenamento e a chegada da senescência, espera-se um decréscimo nos valores das propriedades mecânicas. Durante a maturação ocorre a conversão da pectina insolúvel em pectina solúvel, resultando no amolecimento do tecido e diminuindo a resistência dos frutos. Em maçãs minimamente processadas, foi observado que coberturas a base de fécula e dextrina de mandioca e alginato de sódio proporcionaram propriedades mecânicas similares às do tratamento controle.

As coberturas comestíveis estudadas não foram capazes de evitar as alterações das propriedades de textura dos abacaxis minimamente processados durante 7 dias de armazenamento.

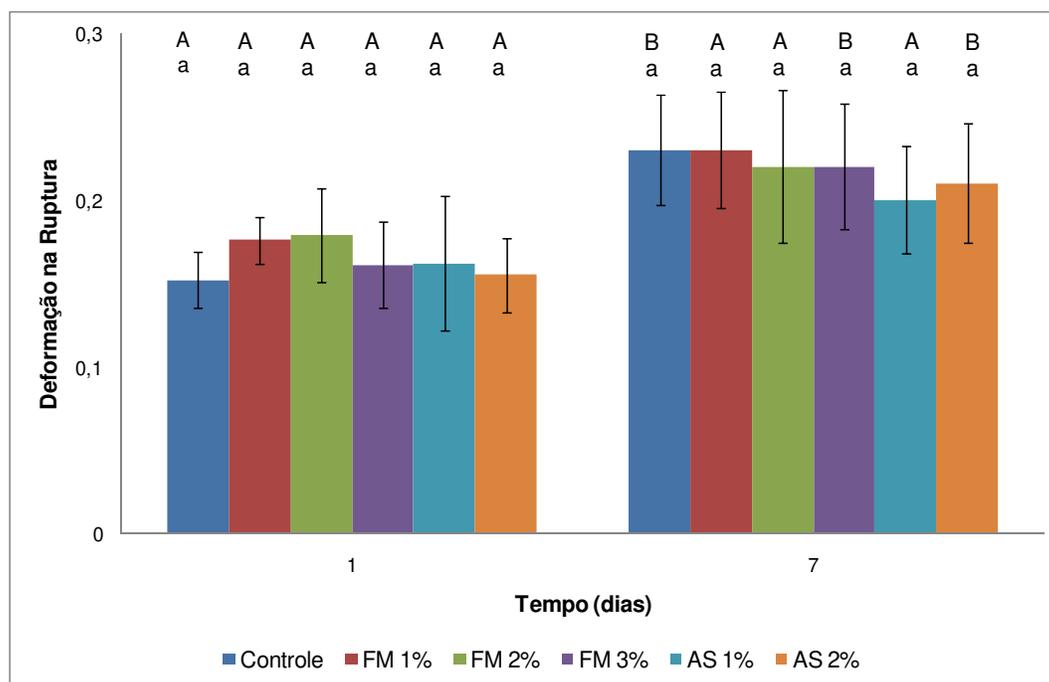


Figura 4.6. Deformação na Ruptura durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; AS: Cobertura de Alginato de Sódio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

4.1.5. Determinação da Taxa de Respiração

Segundo Chitarra (2000) a operação de corte causa perda da compartimentação celular e, com isto, os substratos do metabolismo respiratório entram em contato com os complexos enzimáticos, resultando em incremento da taxa respiratória.

As coberturas a base de polissacarídeos são eficientes em reduzir a taxa de respiração de tecidos vegetais, já que as mesmas possuem permeabilidade seletiva ao O₂ e ao CO₂, o que permite a formação de uma atmosfera modificada entre a cobertura e o fruto, resultando na redução na taxa de respiração do produto (VARGAS et al. 2008).

Na Figura 4.7 estão apresentadas as taxas respiratórias das diferentes concentrações de cobertura de fécula de mandioca e alginato de sódio. As coberturas estudadas afetaram significativamente a taxa respiratória dos abacaxis minimamente processados. A taxa de respiração diminuiu significativamente em função do aumento da concentração de fécula e alginato.

Os tratamentos contendo as maiores concentrações de cobertura de fécula de mandioca (2 e 3%) e alginato de sódio (2%) apresentaram valores de taxas respiratórias similares ($p < 0,05$). Nestas condições, foi possível observar que as amostras trocaram menos O₂ e CO₂ com o ambiente, provocando uma redução na taxa de respiração das frutas, devido à formação de uma camada superficial mais espessa e homogênea. Garcia et al. (2010) também verificaram menores taxas de respiração em morangos minimamente processados tratados com coberturas contendo as maiores concentrações de fécula (2 e 3%).

Chiumarelli (2008) observou um decréscimo na taxa de respiração de fatias de manga tratadas com ácido cítrico e recobertas com películas a base de fécula de mandioca (1%) e alginato de sódio (2%), atingindo valores 41 e 30% menores que os das amostras frescas, respectivamente.

Em maçãs minimamente processadas, a película de alginato de sódio (2%) foi a mais eficiente no controle das trocas gasosas, possivelmente em função de sua natureza, espessura ou formação de superfície contínua e sem bolhas. Por outro lado, a cobertura de fécula de mandioca (3%) resultou em maior taxa respiratória das frutas dentre os tratamentos com película, sendo que o comportamento deste polímero se deve à existência de microfissuras que facilitam as trocas gasosas (FONTES, 2005).

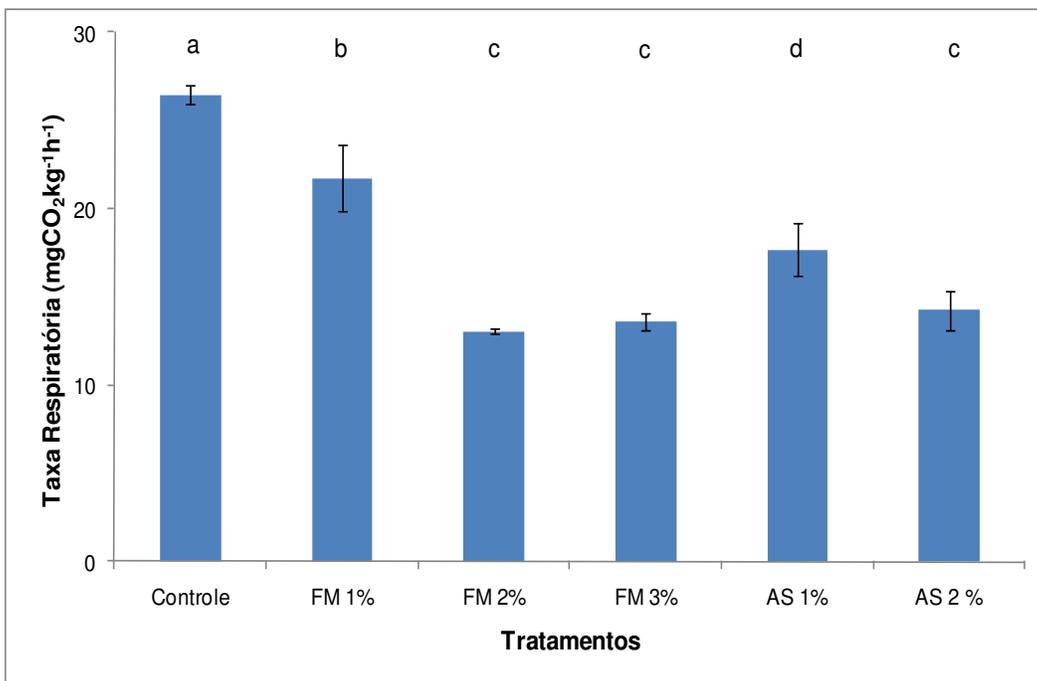


Figura 4.7. Taxa de respiração de abacaxis minimamente processados ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) tratados com diferentes concentrações de cobertura comestível. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; AS: Cobertura de Alginato de Sódio. Diferentes letras entre os tratamentos indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

4.1.6. Resistência ao Vapor de Água

A aplicação das coberturas de fécula de mandioca e alginato de sódio reduziram o fluxo de vapor de água, ou seja, a quantidade de vapor de água que passa pela cobertura por unidade de tempo e área exposta (Tabela 4.3). A área exposta foi um trapézio de 29,65 cm², que corresponde à soma das áreas lateral e superficial superior das amostras.

A redução do fluxo de vapor foi significativa para a cobertura de fécula de mandioca nas concentrações de 1 e 2%, sendo que os outros tratamentos com películas não diferiram estatisticamente do controle ($p < 0,05$).

Garcia et al. (2010) estudaram morangos minimamente processados cobertos com diferentes concentrações de fécula de mandioca e verificaram que a cobertura reduziu o fluxo de vapor de água, sendo que a redução obtida pela cobertura contendo 3% de fécula de mandioca foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Tabela 4.3. Valores médios de Fluxo de vapor de água (FVA) de abacaxi minimamente processado tratado com diferentes concentrações de cobertura comestível.

Tratamentos	FVA ($\times 10^{-3} \text{ g m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
Controle	3,20 \pm 0,42 ^a
FM 1%	2,46 \pm 0,16 ^b
FM 2%	2,49 \pm 0,17 ^b
FM 3%	2,94 \pm 0,35 ^{ab}
AS 1%	3,04 \pm 0,40 ^{ab}
AS 2%	2,74 \pm 0,31 ^{ab}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; AS: Cobertura de Alginato de Sódio. Diferentes letras entre os tratamentos indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

As resistências ao vapor de água (RVA) das amostras contendo diferentes concentrações de coberturas estão mostradas na Figura 4.8. É desejável que a cobertura seja capaz de aumentar a RVA da matriz vegetal, para que a desidratação dos produtos seja reduzida (GARCIA, 2009).

A RVA da amostra controle ($36,6 \text{ s cm}^{-1}$) foi estatisticamente menor ($p < 0,05$) que as amostras com coberturas contendo 1 e 2% de fécula, o que indica que estas concentrações de cobertura ofereceram uma RVA adicional à resistência já oferecida pela matriz do vegetal.

As coberturas de alginato (1 e 2%) e fécula (3%) apresentaram RVA levemente superior ao controle, no entanto, sem diferenças estatisticamente significativas.

Garcia et al. (2010) relataram que a RVA de morangos contendo coberturas com 1 e 2% de fécula de mandioca não diferiu estatisticamente do controle; já na concentração de 3% de fécula, os autores verificaram um aumento significativo na RVA, o que não foi observado neste estudo.

Oms-Oliu, Soliva-Fortuny e Martín Belloso (2008a) e Oms-Oliu, Soliva-Fortuny e Martín Belloso (2008b), estudaram o efeito de coberturas a base de gelana (0,5%), alginato (2%) e pectina (2%), adicionadas de óleo de girassol, em peras e melões minimamente processados, respectivamente. Os autores verificaram um aumento significativo de 42% e 91% na RVA das coberturas de alginato em pêra e melão, respectivamente. No caso da gelana, este aumento foi de 96% e 110% em pêra e melão, respectivamente.

No presente trabalho, as coberturas de alginato de sódio nas concentrações de 1 e 2% apresentaram aumento de 6 e 17% na RVA, respectivamente. A grande diferença entre os valores de RVA obtidos neste estudo e os relatados por Oms-Oliu, Soliva-Fortuny e Martín Belloso (2008a, b) pode ser atribuída às variações nas características da matriz vegetal de cada fruto, bem como à interação entre a matriz vegetal e a cobertura, podendo interferir nos resultados.

Outro fator seria o efeito benéfico dos componentes hidrofóbicos na permeabilidade das coberturas. Segundo Ayranci e Tunc (2003) a inclusão de antioxidantes, tais como o ácido ascórbico ou cítrico, reduz a hidrofobicidade das coberturas, reduzindo também a RVA.

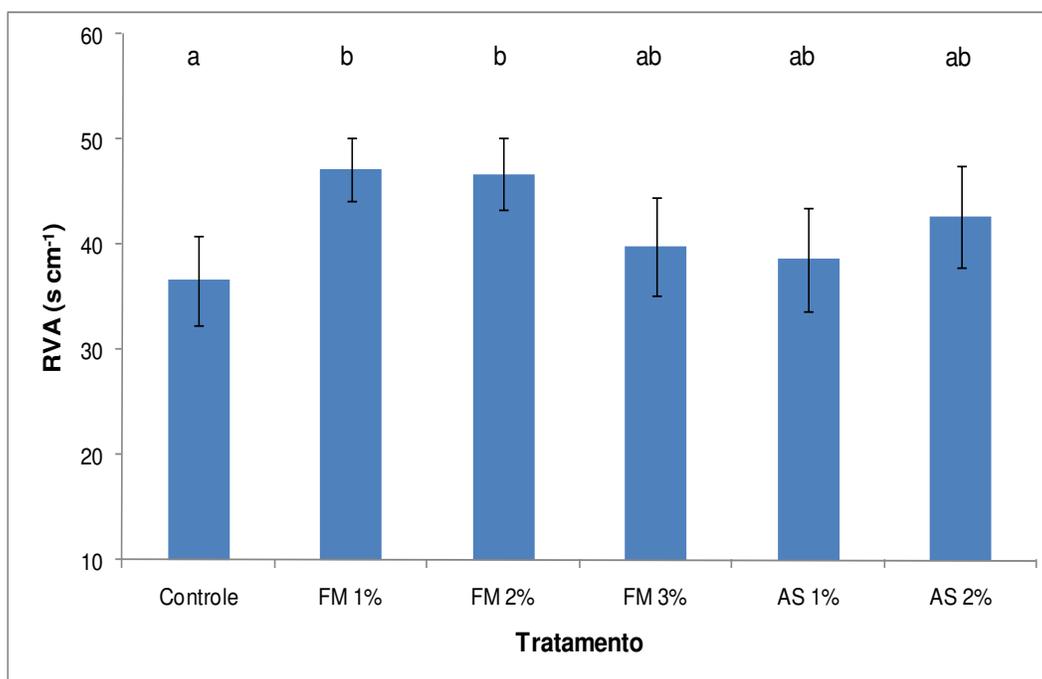


Figura 4.8. Resistência ao vapor de água de abacaxis minimamente processados tratados com diferentes concentrações de cobertura comestível. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; AS: Cobertura de Alginato de Sódio. Diferentes letras entre os tratamentos indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

4.1.7. Análise Sensorial

A análise sensorial é de grande importância para o desenvolvimento de novos produtos, pois fornece dados a respeito de aceitação ou rejeição por parte dos consumidores (NISPEROS-CARRIEDO, 1994; GARCIA, 2009).

A aplicação de algumas coberturas comestíveis pode modificar as propriedades sensoriais do produto, através de alterações no sabor da fruta devido ao material da cobertura ou pelo desenvolvimento de respiração anaeróbica. Além disso, as coberturas podem formar uma superfície pegajosa, tornando o produto pouco atraente para o consumidor (LIN; ZHAO, 2007).

Pela análise da Tabela 4.4, as rodela de abacaxi tratadas com diferentes concentrações de coberturas de fécula de mandioca e alginato de sódio apresentaram boa aceitação sensorial, para os atributos avaliados: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$), entre os tratamentos para todos os parâmetros avaliados. A intenção de compra também foi avaliada e verificou-se que, em média, 75% dos consumidores comprariam o produto, 16% talvez comprassem e 9% não comprariam, para todos os tratamentos.

De acordo com os comentários feitos pelos provadores, tratamentos contendo as maiores concentrações de fécula (3%) e alginato (2%) apresentaram cobertura mais espessa e uma superfície mais brilhante. Entretanto, isso não prejudicou a aparência do produto.

Para o atributo aroma, verificou-se que as amostras tratadas com cobertura de alginato de sódio apresentaram notas inferiores que as amostras com fécula de mandioca, embora não tenha diferido estatisticamente entre si. Possivelmente, pelo fato da película de alginato ser mais espessa, impedido assim a liberação do aroma natural da fruta.

Através dos resultados obtidos, verificou-se que a aplicação de diferentes coberturas de fécula e alginato resultou em frutas com boa aceitação sensorial. Sendo assim, podem ser aplicadas em frutos minimamente processados, com o intuito de aumentar a sua vida útil, sem alteração das características sensoriais do produto fresco. Garcia et al. (2010) também observaram que não houve rejeição sensorial para as diferentes concentrações de coberturas de fécula de mandioca (1 a 3%) aplicadas aos morangos minimamente processados.

Meneghel, Benassi e Yamashita (2008) também constataram que não houve diferença entre as notas médias de aceitação de aparência e sabor atribuídos aos frutos de amora-preta com ou sem cobertura de alginato. Oms-Oliu, Soliva-Fortuny e Martín Belloso (2008a) verificaram que peras minimamente processadas cobertas com gelana, alginato e pectina apresentaram notas semelhantes às das amostras sem cobertura para os atributos aroma e firmeza, após 1 dia de armazenamento, o que mostra a eficiência destes revestimentos comestíveis na manutenção da qualidade sensorial de diversas frutas minimamente processadas.

Tabela 4.4. Avaliação sensorial de abacaxis minimamente processados tratados com diferentes coberturas comestíveis.

Tratamentos	Atributos Avaliados				Impressão Global
	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	
Controle	6,35 ^a	6,37 ^a	6,76 ^a	7,30 ^a	6,79 ^a
FM 1%	6,86 ^a	6,02 ^a	6,48 ^a	7,40 ^a	6,83 ^a
FM 2%	6,96 ^a	6,64 ^a	6,90 ^a	7,20 ^a	7,13 ^a
FM 3%	6,63 ^a	6,40 ^a	6,57 ^a	7,20 ^a	6,82 ^a
AS 1%	6,44 ^a	5,81 ^a	6,27 ^a	6,80 ^a	6,31 ^a
AS 2%	7,06 ^a	5,81 ^a	6,87 ^a	7,08 ^a	6,75 ^a

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; AS: Cobertura de Alginato de Sódio. Diferentes letras entre os tratamentos indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

4.1.8. Escolha das concentrações de Cobertura

Pelos ensaios realizados na primeira etapa do trabalho, conclui-se que:

- As amostras com cobertura contendo 1 ou 2% de fécula de mandioca e 1 ou 2% de alginato de sódio proporcionaram menores valores de perda de peso; no entanto, esta redução foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$) apenas para as coberturas a base de alginato.

- O suco drenado na embalagem apresentou comportamento semelhante à perda de peso do fruto.

- A cor das amostras, avaliada pelos parâmetros luminosidade, croma e tom, assim como as propriedades mecânicas, avaliadas pela força máxima de penetração e pela tensão e deformação na ruptura, não foram afetadas significativamente ($p > 0,05$) pela aplicação das diferentes concentrações de coberturas.

- A taxa de respiração diminuiu em função do aumento da concentração de fécula de mandioca e alginato de sódio, sendo que as reduções foram mais significativas para coberturas contendo 2 ou 3% de fécula e 2% de alginato.

- A aplicação das coberturas resultou em um aumento na resistência ao vapor de água da matriz do tecido vegetal; entretanto, somente as coberturas contendo 1 ou 2% de fécula promoveram um aumento estatisticamente significativo ($p < 0,05$). As coberturas com 1 ou 2% de alginato e 3% de fécula não diferiram estatisticamente do controle.

- A avaliação sensorial das rodela de abacaxi tratadas com coberturas com diferentes concentrações de fécula de mandioca e alginato de sódio revelou boa aceitação e não mostrou diferenças estatisticamente significativas em relação a todos os atributos avaliados: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Além disso, a intenção de compra, para todos os tratamentos, foi de aproximadamente 75%.

Baseado nos resultados obtidos, foram escolhidas as concentrações ótimas de 2% de fécula de mandioca e 2% de alginato de sódio para a continuidade dos estudos.

Apesar da cobertura de alginato de sódio não ter provocado diferenças significativas na resistência ao vapor de água da matriz vegetal, o uso desta cobertura na concentração de 2% foi eficiente na redução da perda de peso e da taxa respiratória das frutas, o que justifica sua escolha para o estudo da vida útil.

4.2. Estudo da Vida Útil

4.2.1. Caracterização da Matéria-Prima

A composição química centesimal e a caracterização física do abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill cv 'Pérola') provenientes de Tocantins, encontram-se nas Tabelas 4.5 e 4.6, respectivamente. Os dados apresentados correspondem a média de, no mínimo, três determinações, com seus referentes desvios padrões.

Tabela 4.5. Composição química centesimal do abacaxi 'in natura'. Valores médios e seus respectivos desvios padrão.

Determinações	Valores obtidos (%)
Umidade (base úmida)	84,50 ± 0,80
Proteína	0,76 ± 0,08
Lipídios	0,32 ± 0,08
Carboidratos *	13,03 ± 3,26**
Açúcares Redutores	2,20 ± 0,63
Açúcares Totais	4,79 ± 1,32
Cinzas	0,33 ± 0,03
Fibras	1,06 ± 0,27
Acidez	0,72 ± 0,05

* Carboidratos obtidos por diferença. ** Desvio calculado através de propagação de erros.

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos da USP (TBCA – USP), a composição centesimal do abacaxi cv ‘Pérola’ é 87,4% de umidade; 0,65% de proteínas; 0,23% de lipídeos; 11,38% de carboidratos totais; 0,35% de cinzas e 1,23% de fibras, resultados próximos aos encontrados neste trabalho.

Bleinroth (1978) encontrou 0,41% para o teor de proteínas e 0,49% para cinzas, 50% inferiores e 30% superiores aos encontrados, respectivamente. O conteúdo de fibras foi semelhante ao resultado encontrado por Sarzi e Durigan (2002), de aproximadamente 1,36%.

Os valores encontrados para açúcares redutores (30%) e açúcares totais (60%) ficaram abaixo dos observados por Sargi e Durigan (2002) e Antonioli (2004).

A acidez total, expressa em ácido cítrico, ficou dentro da faixa citada por Bleinroth (1978), com um máximo de 0,81% para fruta verde e um mínimo de 0,35% para fruta madura. Bengozi et al. (2007) e Souto et al. (2004) encontraram acidez total média de 0,51% e 0,41%, respectivamente, valores inferiores aos encontrados neste trabalho. Antonioli (2004) verificou valores de acidez total média de 0,69%, próximo ao valor obtido no presente trabalho.

O valor nutricional das frutas de abacaxi depende, principalmente, dos seus conteúdos de açúcares solúveis, vitaminas e sais minerais, uma vez que os teores de proteínas e de lipídeos são relativamente baixos (BLEINROTH, 1978). A composição química dos produtos vegetais é afetada pelo estágio de maturação, clima e geografia do local de produção, manuseio durante e após a colheita, processamento e estocagem (CHIUMARELLI, 2008). Este fato pode explicar a discrepância encontrada por diferentes pesquisadores para determinados componentes do fruto.

Tabela 4.6. Caracterização física do abacaxi 'in natura'. Valores médios e seus respectivos desvios padrão.

Determinações	Valores obtidos
Massa (g)	1426,86 ± 85,46
Comprimento (cm)	17,00 ± 0,82
Diâmetro Inferior (cm)	11,21 ± 0,46
pH	2,92 ± 0,04
Sólidos Solúveis (°Brix)	15,00 ± 1,25
Atividade de água	0,970 ± 0,002

As massas dos frutos se encontraram no intervalo dos valores obtidos por Bleinroth (1978), Granada, Zambiasi e Mendonça (2004) e Bengozi et al. (2007), que obtiveram, respectivamente, 1.190; 1.212 e 1.715 g.

O comprimento e diâmetro inferior assemelham-se aos obtidos por Bleinroth (1978), que encontrou, respectivamente, 16,13 e 10,41 cm.

O pH do abacaxi foi levemente inferior aos obtidos por Antonioli (2004), Eduardo (2004) e Souto et al. (2004), que encontraram, respectivamente, 3,46; 3,22 e 3,97. Já Bleinroth (1978), obteve valores de pH na faixa de 3,6 a 4,15, superiores aos resultados deste trabalho.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi semelhante ao reportado por Antonioli (2004) e Souto et al. (2004), que observaram valores de 13,61 e 14,25 °Brix, respectivamente.

4.2.2. Etapa 2 - Estudo da Vida Útil 1

Selecionada a concentração ótima de fécula de mandioca, as amostras foram submetidas a três tratamentos distintos: Controle, amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico e cobertura de fécula de mandioca (FM 2%) e amostra tratada com solução de ácido ascórbico, cítrico e lactato de cálcio e cobertura de fécula de mandioca (FM 2% + LC 2%).

4.2.2.1. Perda de Peso

A perda de peso é um dos principais fatores na vida útil de muitos produtos hortícolas. Ela ocorre em razão do tempo de armazenamento e da transpiração. Essa perda tem efeitos marcantes sobre a fisiologia dos tecidos vegetais e, em alguns casos, antecipa a maturação e a senescência de frutos tropicais (CARVALHO; LIMA, 2002).

A Figura 4.9 mostra a perda de peso das rodelas de abacaxi, observou-se que as coberturas de fécula de mandioca, com e sem lactato de cálcio, foram eficientes em reduzir a perda de peso dos abacaxis durante a vida útil de 12 dias. Entretanto, esta redução diferiu estatisticamente do controle somente no 12º dia.

Tanada-Palmu e Grosso (2005) e Garcia (2009) observaram uma redução significativa na perda de peso de morangos, ao longo do tempo de armazenamento, após a aplicação das coberturas a base de glúten (9%) e fécula de mandioca (3%), respectivamente.

Ao longo do armazenamento, verificou-se um aumento significativo da perda de peso ($p < 0,05$) das amostras, que pode ser atribuída à perda de suco e de material de reserva pela transpiração e respiração, respectivamente.

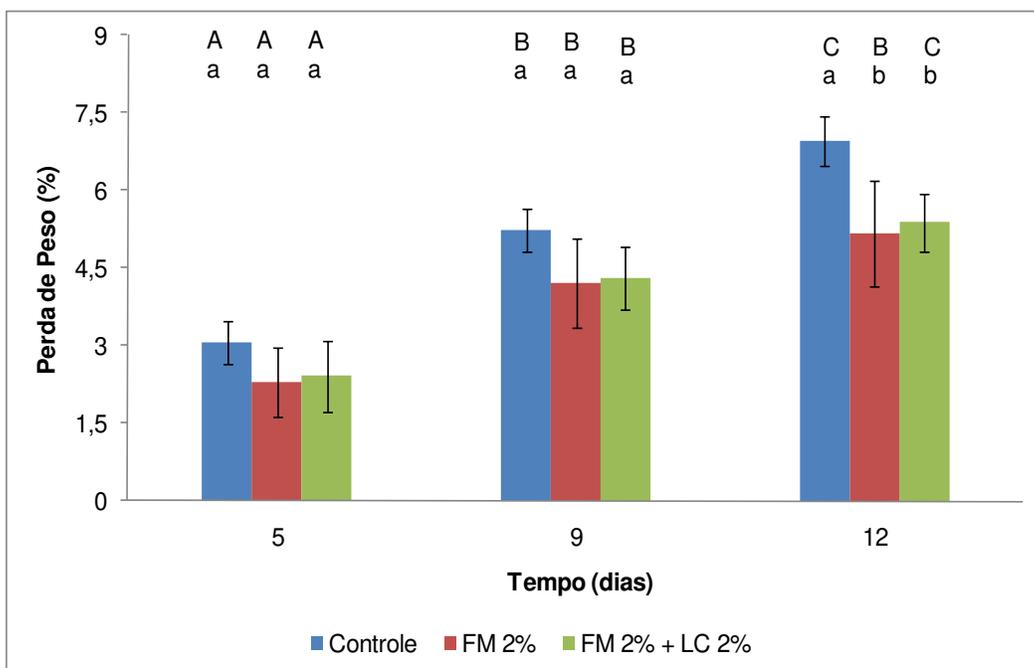


Figura 4.9. Perda de peso, ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

Foi observada que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na porcentagem de perda de peso entre os tratamentos com cobertura de fécula de mandioca, com e sem lactato de cálcio. Entretanto, as rodela de abacaxi pré-tratadas com cálcio e cobertura de fécula de mandioca apresentaram perda de peso levemente superior às amostras tratadas somente com a cobertura. Estes resultados concordam com os observados por Pinheiro, Vilas Boas e Lima (2005) que trabalharam com abacaxis e também verificaram que os frutos tratados com solução de cloreto de cálcio apresentaram uma porcentagem de perda de peso maior, em relação aos não tratados.

No entanto, Miguel, Dias e Spoto (2007) observaram perda de peso significativamente menor que o tratamento controle, para melancias minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio (1%). De acordo com os autores, o cálcio retardou ou minimizou as mudanças que ocorrem durante o amadurecimento, dada a diminuição da intensidade respiratória e da transpiração.

A perda de peso das rodelas de abacaxi frescas e tratadas com ácido cítrico (0,5%) + cobertura de fécula de mandioca (3%), ao longo de 8 dias, não apresentaram diferenças significativas entre si. Segundo Viana et al. (2009), esta variável só foi afetada pelas fases de maturação da fruta.

4.2.2.2. Suco drenado

Os resultados de suco drenado na embalagem das rodelas de abacaxi, com e sem cobertura de fécula de mandioca, durante a vida útil de 12 dias, estão apresentados na Tabela 4.7.

Foi observada que as amostras tratadas com cobertura de fécula de mandioca, com e sem cálcio, apresentaram redução significativa ($p < 0,05$) de líquido drenado, mostrando a eficiência destes tratamentos no controle do suco drenado das frutas. No entanto, no 1º dia de armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Durante o período de armazenamento foi observado um incremento na quantidade de líquido drenado na embalagem para todos os tratamentos, no entanto este aumento foi significativo somente entre os dias 5 e 9.

Sarzi, Durigan e Rossi Júnior (2002), trabalhando com abacaxis minimamente processados, verificaram que os frutos perderam suco durante o período de armazenamento, e o tipo de corte influenciou significativamente a perda de líquido drenado, foi maior nos abacaxis em rodela do que nos abacaxis em metades, que pode ser atribuída à maior injúria sofrida no corte, já que, em produtos minimamente processados, quanto maior a intensidade dos cortes, maior será o rompimento de estruturas, facilitando a perda de líquido pelos tecidos, o que é aumentado com o tempo de armazenamento.

Tabela 4.7. Valores médios de suco drenado ($\text{ml } 100\text{g}^{-1}$), ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo		
	5	9	12
Controle	1,765±0,416 ^{aA}	3,321±0,489 ^{aB}	3,976±0,364 ^{aB}
FM 2%	1,415±0,388 ^{aA}	2,279±0,577 ^{bB}	2,556±0,536 ^{bB}
FM 2%+LC 2%	1,304±0,370 ^{aA}	2,022±0,289 ^{bB}	2,364±0,199 ^{bB}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

4.2.2.3. pH e Acidez Titulável

O pH das rodela de abacaxis minimamente processados é mostrado na Tabela 4.8. Os valores diminuíram significativamente ($p < 0,05$) ao longo do tempo de armazenamento, o que corrobora com o comportamento constatado por Souto et al. (2004) e Viana et al. (2009) em abacaxis minimamente processados tratados com atmosfera modificada e cobertura a base de fécula de mandioca, respectivamente.

De acordo com Lima et al. (2005) o decréscimo destes valores está associado à produção de ácidos orgânicos, como ácido málico e cítrico, durante o armazenamento decorrente de reações bioquímicas.

Entre os tratamentos, foram observadas variações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) para um mesmo tempo. Verificou-se que as amostras com cobertura, com ou sem lactato de cálcio, apresentaram um pH levemente superior ao da amostra controle, fato que pode ser explicado pelo pH neutro da cobertura de fécula de mandioca ($\text{pH}=6,25$, Anexo A).

Fontes (2005) e Garcia (2009) também observaram maior pH para as amostras que receberam cobertura a base de fécula de mandioca quando comparados às amostras controle, para maçãs e morangos minimamente processados, respectivamente.

Antoniolli, Benedetti e Souza Filho (2003) estudaram abacaxis minimamente processados tratados com cloreto de cálcio e verificaram valores de pH estatisticamente inferiores ao do controle.

Tabela 4.8. Valores médios de pH, ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	4,51±0,04 ^{aA}	4,45±0,02 ^{aA}	4,24±0,02 ^{aB}	4,33±0,01 ^{aC}
FM 2%	4,70±0,01 ^{bA}	4,50±0,03 ^{aB}	4,32±0,03 ^{bC}	4,20±0,01 ^{bD}
FM 2% + LC 2%	4,60±0,01 ^{cA}	4,76±0,01 ^{bB}	4,38±0,01 ^{cC}	4,53±0,01 ^{cD}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

A acidez titulável média das rodela de abacaxis, com e sem cobertura de fécula de mandioca, ao longo do armazenamento, está apresentada na Tabela 4.9. O teor de acidez titulável foi baixo, variando entre 0,30 a 0,48%. Houve uma tendência de aumento de acidez titulável ao longo do período de armazenamento.

Resultados semelhantes foram obtidos por Figueiredo, Queiroz e Noronha (2005) e Viana et al. (2009) que observaram um aumento de acidez durante o armazenamento de abacaxi minimamente processado. Este fato pode ser explicado, provavelmente, pelo fato da rodela de abacaxi perder suco ao longo do armazenamento, conforme observado na Tabela 4.7, concentrando os ácidos orgânicos.

Os valores de pH e os de acidez titulável estão relacionados a determinações de ácidos presentes no alimento. A diferença entre elas é que a medida de pH expressa o ácido dissociado, que tem a capacidade tamponante, enquanto que a acidez titulável expressa a quantidade total de ácidos presentes (ácidos orgânicos livres, na forma de sais e compostos fenólicos) (GARCIA, 2009).

Tabela 4.9. Valores médios de acidez total titulável (g de ácido cítrico 100g⁻¹ de produto), ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	0,348±0,007 ^{aA}	0,409±0,003 ^{aB}	0,425±0,005 ^{aB}	0,419±0,010 ^{aB}
FM 2%	0,307±0,002 ^{bA}	0,366±0,008 ^{bB}	0,431±0,005 ^{aC}	0,481±0,010 ^{bD}
FM 2% + LC 2%	0,345±0,001 ^{aA}	0,303±0,004 ^{cB}	0,447±0,004 ^{bC}	0,352±0,005 ^{cA}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

4.2.2.4. Sólidos Solúveis Totais

O teor de sólidos solúveis totais (SST) é utilizado como indicador de maturação e qualidade das frutas, exercendo importante papel no sabor das mesmas (VILAS BOAS, 2003). Os resultados obtidos na análise de SST estão apresentados na tabela 4.10.

Tabela 4.10. Valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix), ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	13,70±0,01 ^{aA}	15,50±0,01 ^{aB}	14,17±0,14 ^{aC}	14,92±0,14 ^{aD}
FM 2%	13,23±0,06 ^{bA}	15,25±0,20 ^{aB}	15,08±0,14 ^{bB}	14,53±0,06 ^{bC}
FM 2% + LC 2%	14,25±0,01 ^{cA}	14,77±0,03 ^{bB}	15,28±0,06 ^{bC}	14,73±0,10 ^{a,bB}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

De maneira geral, os teores médios de SST variaram de 13,23 a 15,50 °Brix. Esta pequena variação pode ser atribuída ao reduzido metabolismo do abacaxi. Segundo Viana et al. (2009), o conteúdo de SST não deve ser inferior a 12 °Brix, apesar de valores entre 11% e 12% serem aceitáveis para até 10% das frutas comercializadas no Brasil.

As diferenças observadas entre os tratamentos, ao longo do tempo de armazenamento, foram estatisticamente significativas, ao nível de 5% de significância. Porém, estas modificações de SST não apresentaram padrão consistente de alteração, comportamento que pode ser melhor explicado pela heterogeneidade do produto e não pelo efeito dos tratamentos. Viana et al. (2009) não verificaram diferenças significativas entre as amostras de abacaxis minimamente processados tratados com ácido cítrico (0,5%) e cobertura de fécula de mandioca (3%) durante a vida útil de 8 dias.

Em relação ao efeito do tempo de estocagem, observou-se que um aumento estatisticamente significativo no teor de SST. De forma semelhante, Tanada-Palmu e Grosso (2005), Sothornvit e Rodsamran (2007) e Fontes et al. (2008) verificaram aumento no teor de SST de morangos, mangas e maçãs minimamente processadas, que receberam coberturas a base de glúten, purê de manga e fécula de mandioca, respectivamente. Este aumento pode ser explicado pela significativa perda de peso e suco sofrida pelas frutas (Figura 4.9 e Tabela 4.7, respectivamente), acarretando uma concentração dos SST.

Antoniolli, Benedetti e Souza Filho (2003) também observaram um aumento linear no teor de SST durante a vida útil de 12 dias de abacaxis minimamente processados tratados com cloreto de cálcio.

Por sua vez, Figueiredo, Queiroz e Noronha (2005) reportaram uma tendência decrescente de SST durante o armazenamento de abacaxis minimamente processados tratados com ácido ascórbico. Este comportamento, diferente do apresentado pelas amostras no presente trabalho, pode ser reflexo do menor grau de maturação dos abacaxis utilizados pelos autores. Outra possível explicação para este fato seria devido ao consumo dos açúcares que são os substratos do metabolismo respiratório das frutas (FONTES, 2005).

4.2.2.5. Vitamina C

O conteúdo de vitamina C de abacaxis minimamente processados, com e sem cobertura a base de fécula de mandioca, é apresentado na Tabela 4.11. Observou-se variação significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos dentro de cada tempo de armazenamento e para cada tratamento durante o armazenamento.

Ao longo da vida útil, constatou-se uma diminuição significativa nos teores de ácido ascórbico, com reduções entre os tempos 1 e 12 dias de 72% para o controle, 60% para FM 2% e 61% para FM 2% + LC 2%. Esta redução pode ser explicada pela maior perda de peso e suco (Figura 4.9 e Tabela 4.7, respectivamente) ao longo do armazenamento, lixiviando a vitamina C, que é hidrossolúvel.

Segundo Miguel, Dias e Spoto (2007), a perda de vitamina C pode ser atribuída ao estresse causado pelas operações envolvidas no processamento, as quais contribuem para a ocorrência de reações oxidativas, que causam escurecimento, descoloração dos pigmentos endógenos, perdas ou mudanças no sabor, aroma e odor de produtos, além de alterações na textura e perda nutricional.

Da mesma maneira, Figueiredo, Queiroz e Noronha (2005) observaram uma redução nos teores de vitamina C ao longo do armazenamento das rodela de abacaxis tratadas com ácido ascórbico, com reduções entre os tempos zero e 10 dias de 40%.

Foi verificada que a aplicação de cobertura de fécula de mandioca, com e sem lactato de cálcio, diminuiu significativamente o teor de ácido ascórbico do abacaxi. Porém, esta redução foi mais expressiva nas amostras pré-tratadas com cálcio. Este comportamento pode ser explicado possivelmente pelo maior estresse causado pelos tratamentos com película, pois a imersão das amostras nas coberturas pode ter lixiviado a vitamina C. No 12º dia de armazenamento, a amostra controle e o tratamento com FM 2% não apresentaram diferença estatística significativa em relação ao conteúdo de vitamina C.

Antoniolli, Benedetti e Souza Filho (2003) verificaram que rodela de abacaxi tratada com cloreto de cálcio não apresentou diferenças significativas no teor de ácido ascórbico durante o período de armazenamento de 12 dias quando comparada à amostra controle.

Tabela 4.11. Valores médios de vitamina C (mg Vitamina C 100g⁻¹ polpa), ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	43,13±0,31 ^{aA}	24,66±0,09 ^{aB}	16,49±0,22 ^{aC}	12,03±0,13 ^{aD}
FM 2%	30,34±0,26 ^{bA}	15,95±0,10 ^{bB}	14,22±0,10 ^{bC}	12,01±0,04 ^{aD}
FM 2% + LC 2%	22,77±0,13 ^{cA}	10,67±0,15 ^{cB}	8,74±0,20 ^{cC}	8,86±0,10 ^{bC}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

4.2.2.6. Umidade e Atividade de Água (*aw*)

A umidade de um fruto pode ser definida como a quantidade de água presente no tecido vegetal na sua totalidade, considerando as formas livre e ligada. A perda de água dos frutos relaciona-se principalmente ao processo de transpiração, respiração e ao tempo de armazenamento e resulta em enrugamento, amolecimento dos tecidos e perda de brilho, tornando os frutos mais susceptíveis às deteriorações. Também pode ocasionar alterações na cor e sabor dos mesmos (KADER, 2002).

O conteúdo de umidade das amostras, com e sem cobertura de fécula de mandioca, durante o armazenamento de 12 dias está apresentado na Tabela 4.12. Ao longo da vida útil, houve pequena variação no percentual de umidade dos tratamentos, com tendência de redução.

Os teores de umidade variaram significativamente entre os tratamentos para cada tempo de armazenamento. Entretanto, não foi possível observar uma tendência de comportamento, o qual pode ser reflexo da heterogeneidade da matéria-prima.

Fontes (2005) estudou maçãs minimamente processadas, tratadas ou não com película de fécula de mandioca, e verificou que não houve diferença estatística ($p > 0,05$) no teor de umidade entre os tratamentos e ao longo dos 13 dias de armazenamento.

Tabela 4.12. Valores médios de umidade (%), ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	86,25±0,04 ^{aA}	84,86±0,03 ^{aB}	86,53±0,13 ^{aC}	85,46±0,12 ^{aD}
FM 2%	86,96±0,05 ^{bA}	85,25±0,07 ^{bB}	85,47±0,02 ^{bC}	85,97±0,05 ^{bD}
FM 2% + LC 2%	85,76±0,03 ^{cA}	85,46±0,04 ^{cB}	85,62±0,11 ^{bAB}	85,74±0,11 ^{bA}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

A atividade de água (a_w), mede a quantidade de água livre de uma amostra, utilizando uma escala que varia de 0 a 1. A a_w também pode ser descrita como a razão entre a pressão de vapor da água presente na amostra e a pressão de vapor da água pura (GARCIA, 2009).

A Tabela 4.13 mostra a atividade de água média a 25 °C das amostras de abacaxi durante a vida útil de 12 dias.

Verifica-se entre os tratamentos estudados, dentro de cada tempo de armazenamento, que não houve diferenças estatísticas, ao nível de 5% de significância. Chiumarelli (2008) e Garcia (2009) também não observaram diferenças significativas na a_w das amostras de manga e morango, tratadas ou não com película de fécula de mandioca, respectivamente.

Ao longo do tempo de armazenamento verificou-se um aumento significativo na a_w das amostras, o que permite concluir que a fruta se torna mais suscetível as reações degradativas, como crescimento microbiano e reações químicas.

Tabela 4.13. Valores médios de atividade de água, ao longo da vida útil 1, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	0,956±0,014 ^{aA}	0,969±0,003 ^{aA}	0,969±0,004 ^{aA}	0,983±0,002 ^{aB}
FM 2%	0,959±0,010 ^{aA}	0,967±0,003 ^{aAB}	0,977±0,005 ^{aBC}	0,985±0,006 ^{aC}
FM 2% + LC 2%	0,976±0,005 ^{aAB}	0,968±0,006 ^{aA}	0,970±0,005 ^{aA}	0,985±0,002 ^{aB}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

4.2.2.7. Determinação de Cor

A Figura 4.10 apresenta os valores da luminosidade (L^*) para rodela de abacaxi controle e recobertas com películas de fécula de mandioca, com e sem lactato de cálcio.

A coordenada L^* não apresentou variação estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos ao longo do armazenamento. Entretanto foi constatado valores da luminosidade levemente inferiores para as amostras com película contendo FM 2% + LC 2% quando comparadas com a amostra controle e FM 2%.

Da mesma maneira, Miguel, Dias e Spoto (2007) observaram que a luminosidade das melancias minimamente processadas, tratadas e não com cloreto de cálcio, permaneceram inalteradas durante 6 dias de armazenamento.

Ao final da vida útil, verificou-se uma redução significativa ($p < 0,05$) da luminosidade para todos os tratamentos estudados, indicando maior opacidade destas amostras com o tempo. Hernández-Muñoz et al. (2006) estudando o efeito da cobertura de quitosana, com e sem glucanato de cálcio, em morangos armazenados a 20°C, também observaram uma redução significativa do parâmetro L^* com o tempo de armazenamento, verificando que a adição do cálcio na cobertura não apresentou efeito adicional significativo.

Antonioli, Benedetti e Souza Filho (2003) observaram que rodela de abacaxi tratadas com solução de cloreto de cálcio apresentaram, ao final da vida útil, menores valores de L^* . Segundo os autores, estes resultados indicam que o tratamento com cálcio interferiu negativamente na coloração da polpa do abacaxi minimamente processado, tornando-a mais escura.

González-Aguilar et al. (2004) estudaram abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill cv 'Cayena Lisa') minimamente processado tratados com ácido ascórbico (0,05%) e observaram diminuição significativa nos parâmetros L^* e b^* ao longo de 14 dias de armazenamento.

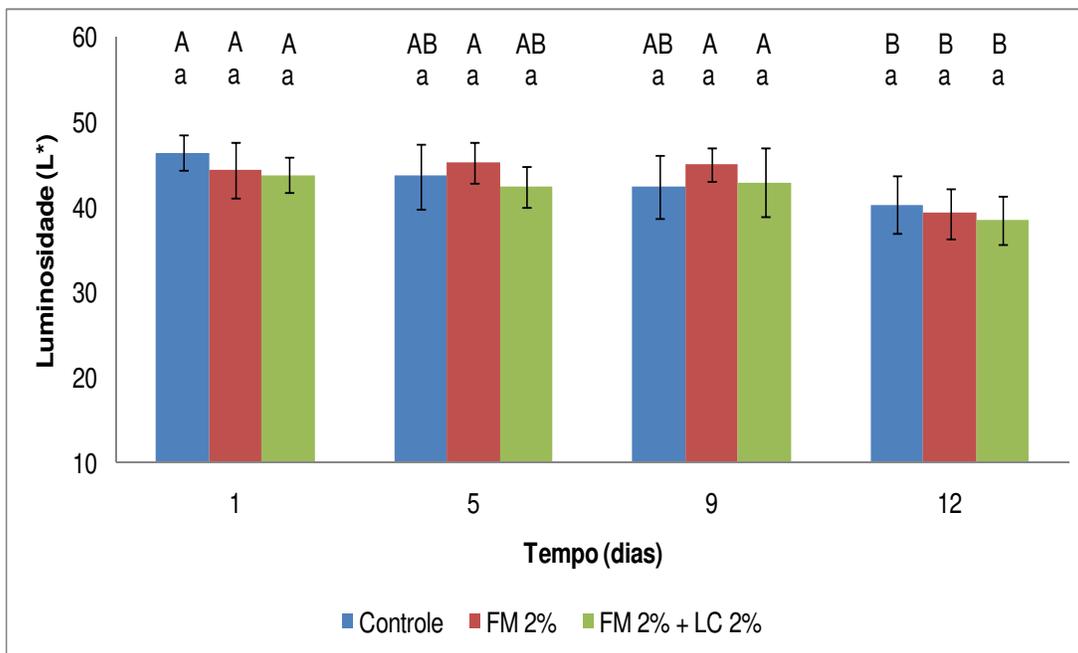


Figura 4.10. Valores médios da Luminosidade L^* do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

As coordenadas a^* e b^* foram utilizadas no cálculo dos parâmetros croma (C^*) e tom (h^*). As Figuras 4.11 e 4.12 apresentam os valores de croma e tom, respectivamente, das rodela de abacaxi ao longo do armazenamento.

Com exceção do tratamento FM 2% no 9º dia de armazenamento, não foram constatadas diferenças significativas ($p > 0,05$) no parâmetro croma (C^*) das rodela de abacaxi submetidas a diferentes tratamentos, ao longo do tempo de armazenamento. Indicando que a cobertura foi eficiente em manter a intensidade da cor dos abacaxis minimamente processados.

Por sua vez, Chiumarelli (2008) verificou redução significativa no croma de mangas minimamente processadas tratadas com cobertura a base de fécula de mandioca, adicionada ou não de glicerol, armazenadas ao longo de 15 dias.

As amostras revestidas com cobertura, pré-tratadas ou não com lactato de cálcio, apresentaram valores de croma levemente maiores que à amostra controle. Entretanto, este acréscimo foi estatisticamente significativo somente no 9º dia, sendo que o sal de cálcio não apresentou influência nos valores do croma ao longo da vida útil. Em contrapartida, Miguel, Dias e Spoto (2007) verificaram um aumento significativo do croma para cubos de melancia não tratados com cálcio, quando comparados as amostras que receberam aplicação de cálcio na concentração de 1%.

Já Garcia (2009), não observou diferenças significativas entre o croma de morangos cobertos com película de fécula de mandioca e amostras sem cobertura ao longo de 15 dias de armazenamento.

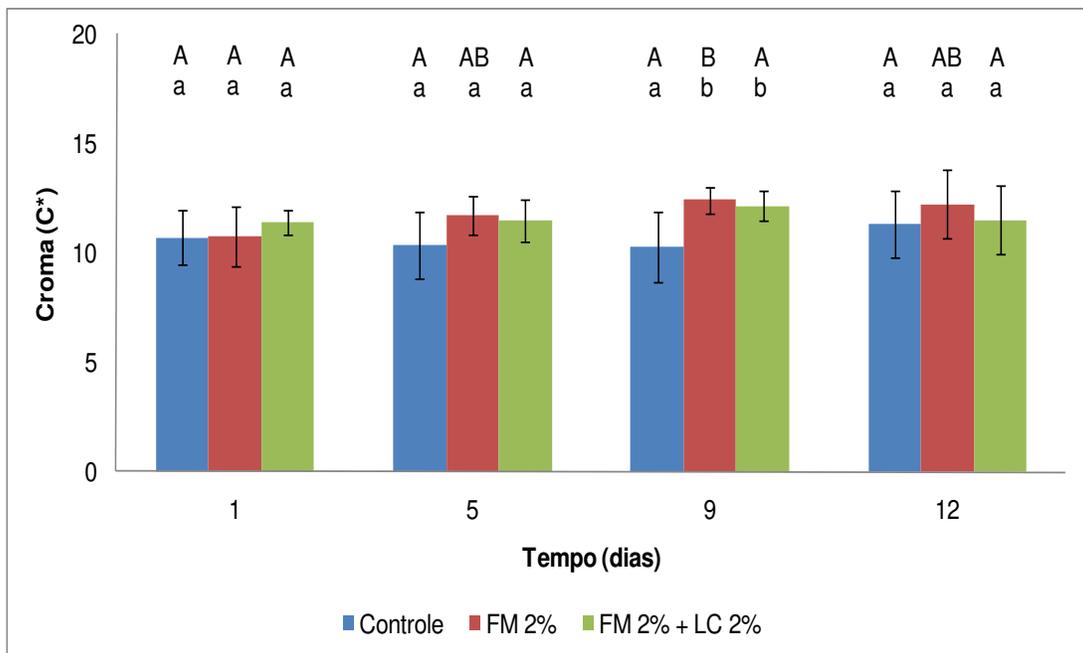


Figura 4.11. Valores médios do Croma C* do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

O tom das amostras (Figura 4.12) reduziu significativamente ao final da vida útil para os tratamentos estudados, sendo que esta redução foi mais significativa para o tratamento FM 2% + LC 2%, que apresentou valores de tom menores que os tratamentos controle e FM 2%, a partir do 9º dia de estocagem, mostrando que a aplicação de cálcio influenciou este parâmetro de cor, ou seja, as rodela de abacaxi pré-tratadas com cálcio apresentaram tom um pouco mais avermelhado.

Estes resultados indicam que o pré-tratamento com cálcio não foi eficiente em prevenir o escurecimento das frutas. Também foi observado que as amostras com cálcio apresentaram-se visualmente um pouco mais escuras do que as amostras com os demais tratamentos. Este comportamento pode estar relacionado com o menor teor de vitamina C (Tabela 4.11) encontrado para os tratamentos com lactato de cálcio.

Antoniolli, Benedetti e Souza Filho (2003) também observaram que abacaxis minimamente processados tratados com cloreto de cálcio apresentaram maiores valores do parâmetro a^* , o que caracteriza maior contribuição do vermelho à cor, indicando maior escurecimento da amostra.

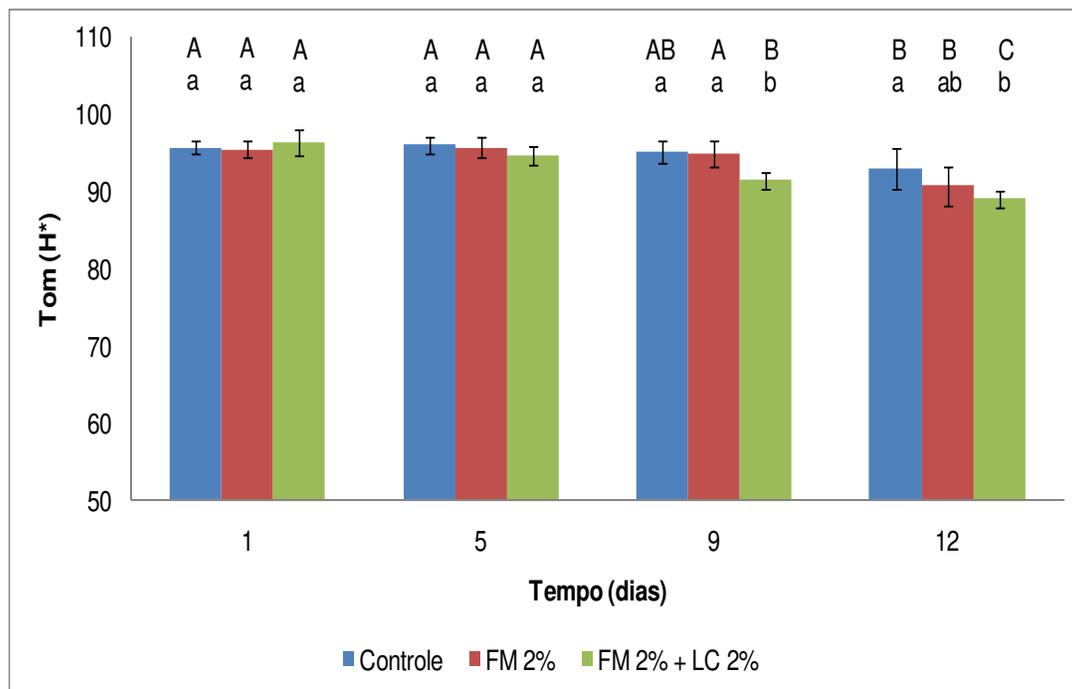


Figura 4.12. Valores médios do Tom H* do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

4.2.2.8. Propriedades Mecânicas

As propriedades mecânicas de resistência dos tecidos se correlacionam com as características estruturais do conglomerado celular e estas são dependentes da coesividade, do tamanho, da forma e da turgidez das células que compõem o tecido (FONTES, 2005).

Os valores de tensão na ruptura não apresentaram diferenças estatisticamente significativas sobre as amostras ao longo do tempo de armazenamento, conforme mostra a Figura 4.13. Entretanto, foi observada uma leve tendência de aumento dos valores de tensão na ruptura ao final da vida útil, principalmente para as amostras tratadas com cobertura. Este fato pode ser explicado, possivelmente, pela maior perda de peso das amostras ao final do armazenamento (Figura 4.9) e pelo comportamento de retrogradação da fécula de mandioca.

Da mesma maneira, Miguel, Dias e Spoto (2007) não verificaram diferenças significativas nos valores das propriedades de textura ao longo do tempo de armazenamento para melancias minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio.

Sothornvit e Rodsamran (2007) e Chiumarelli (2008) observaram, durante o tempo de armazenamento, uma redução nos valores de força máxima de penetração e tensão na ruptura em mangas minimamente processadas que receberam coberturas a base de purê de manga e fécula de mandioca, respectivamente. A perda de firmeza em mangas pode ser atribuída à modificação na estrutura e na composição da parede celular pela ação de enzimas pectinolíticas. Outra hipótese seria a solubilização do material hidrofílico da cobertura que pode causar difusão de água para o interior da polpa, resultando em uma textura menos firme.

Com exceção do tratamento FM 2% + LC 2% no 12º dia, que apresentou maiores valores de tensão na ruptura em relação à amostra controle, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ao longo da estocagem, provavelmente em função do alto desvio padrão obtido (≥ 5 kPa), devido à variabilidade na matéria-prima. As frutas pré-tratadas com lactato de cálcio apresentaram maior resistência ao rompimento que os demais tratamentos, a partir do 5º dia. Tal fato, possivelmente, se justifica pela presença do cálcio, que promoveu um enrijecimento na estrutura das frutas.

Eduardo, Benedetti e Ferraz (2008) observaram que a adição de sais de cálcio em abacaxi minimamente processado, ao longo de 7 dias de armazenamento, foi eficiente na manutenção do índice de firmeza quando comparados à amostra padrão, que apresentou redução dos valores de força máxima de penetração.

Lee et al. (2003) verificaram que coberturas a base de concentrado protéico de soro de leite foram eficientes em manter a firmeza de maçãs minimamente processadas armazenadas por duas semanas a 3 °C. A adição de cloreto de cálcio à cobertura promoveu um aumento nas propriedades de textura das frutas. Segundo os autores, este fato pode ser explicado pela reação do cálcio presente na cobertura com a pectina presente na parede celular das frutas que, além de conferir insolubilidade ao material péctico, inibe a degradação pela poligalacturonase, principal enzima responsável pelo amaciamento dos tecidos vegetais. Os autores observaram, entretanto, que coberturas a base de carragena, ácido ascórbico e ácido cítrico favoreceram a perda de firmeza das maçãs. O amolecimento das maçãs é provavelmente resultante da hidrólise ácida do ácido péctico em função do baixo pH da cobertura.

Viana et al. (2009) estudaram abacaxi minimamente processado, em dois estádios de maturação, 'verde' e 'pintado', tratados com cobertura a base de fécula de mandioca. Os autores verificaram que as propriedades de textura das frutas foi significativamente influenciada pelos estádios de maturação. Assim, foi constatado que as amostras de abacaxi no nível de maturação 'pintado' apresentaram maior perda de firmeza, provavelmente, devido às modificações na estrutura e composição da parede celular atribuídas à ação de enzimas.

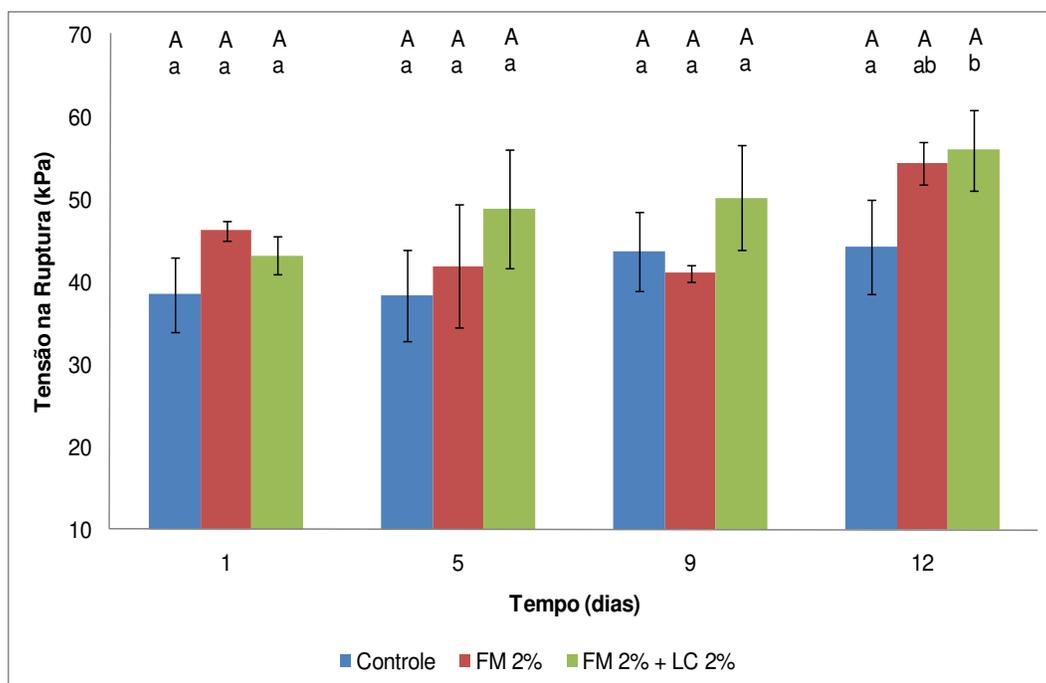


Figura 4.13. Tensão na ruptura do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

Os valores de deformação, apresentados na Figura 4.14, não diferiram significativamente entre os tratamentos ao longo da vida útil. Além disso, o tempo de estocagem também não apresentou influência sobre este parâmetro.

Os resultados indicam que não houve mudanças significativas nas propriedades de textura das rodela de abacaxi, revestidas ou não com cobertura, ao longo dos 12 dias de armazenamento. Entretanto, o pré-tratamento com cálcio e cobertura de fécula de mandioca promoveu o enrijecimento das frutas.

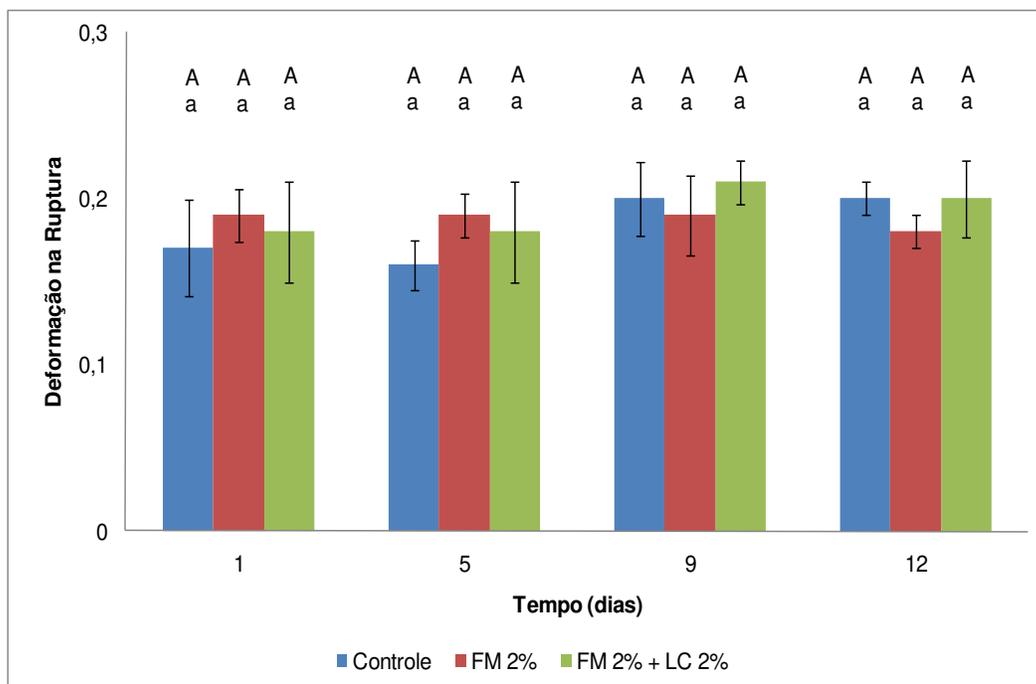


Figura 4.14. Deformação na ruptura do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

4.2.2.9. Composição Gasosa

Conforme descrito no item 3.1.6, o filme de PVC utilizado para cobrir as embalagens contendo as rodela de abacaxi foi perfurado para evitar que a composição gasosa interna da embalagem fosse modificada. O filme de PVC foi utilizado apenas para melhor apresentar o produto, pois o objetivo do trabalho foi verificar os efeitos resultantes da presença das coberturas.

Conforme mostra a Figura 4.15, não houve formação de atmosfera modificada nos diferentes tratamentos armazenados por 12 dias a 5 °C, indicando que o filme de PVC apenas agiu como proteção, sem interagir com o produto, não gerando, portanto, um equilíbrio entre a taxa respiratória do produto e as taxas de permeabilidade do filme ao oxigênio e dióxido de carbono.

Ao longo da vida útil de 12 dias, foi observado que os níveis de O₂ mantiveram-se praticamente constantes nos três tratamentos avaliados e as pequenas variações nos teores de CO₂ não apresentaram tendência de comportamento.

No estudo da vida de útil de fatias de manga e cubos de melão desidratado osmoticamente com cobertura a base de fécula de mandioca e pectina, Chiumarelli (2008) e Ferrari (2009), respectivamente, verificaram que os filmes de PVC não promoveram a modificação da atmosfera das embalagens, mesmo sem a perfuração do mesmo que recobria a embalagem. Este fato pode ser explicado, possivelmente, pelas baixas taxas de respiração das frutas, que mantêm a composição gasosa interna da embalagem semelhante à atmosférica, através das trocas gasosas pelo processo de permeação dos gases pelo filme de PVC.

Já Garcia (2009) perfurando o filme de PVC que cobria embalagens contendo morangos minimamente processados com cobertura de fécula de mandioca, não conseguiu evitar a modificação da atmosfera interna. A autora observou que houve modificação semelhante da atmosfera em todos os tratamentos, concluindo que os resultados obtidos são resultantes apenas da ação da cobertura, não estando a atmosfera modificada a favorecer nenhum tratamento.

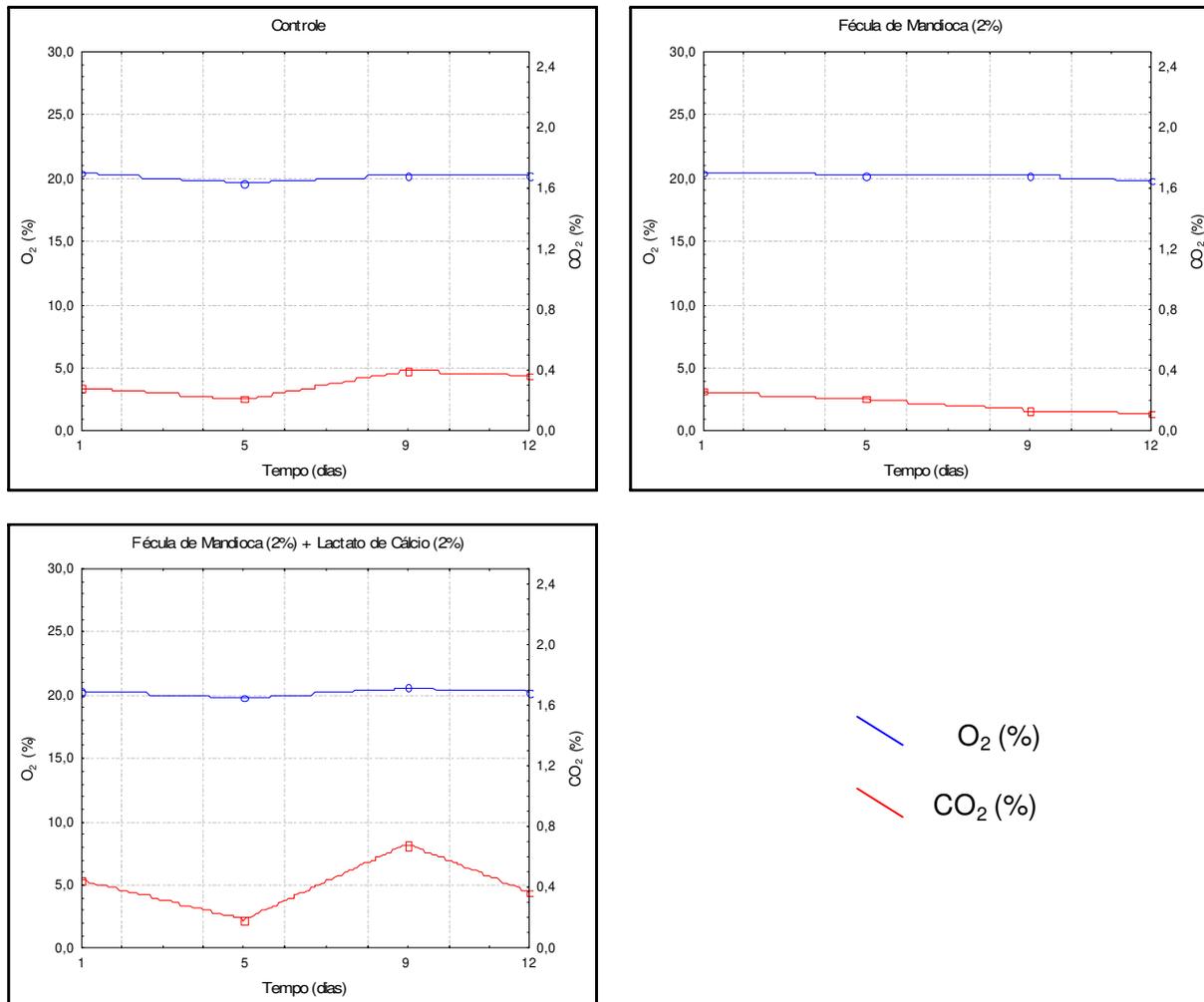


Figura 4.15. Composição gasosa no interior das embalagens contendo rodelas de abacaxi submetidas aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1.

4.2.2.10. Análise Sensorial

A análise sensorial das rodelas de abacaxi durante a vida útil foi realizada com o intuito de verificar diferenças perceptíveis entre os tratamentos e também ao longo do tempo, como mostram as Tabelas 4.14 a 4.18. A intenção de compra do produto pelo consumidor é exibida na Tabela 4.19.

Embora as amostras tenham sido bem avaliadas sensorialmente até o 9º dia de armazenamento, propiciando a continuidade das análises, no 12º dia foram observadas visualmente contaminações pontuais em algumas embalagens dos tratamentos estudados e por medida de segurança não foram realizadas as análises neste dia.

O tempo de armazenamento não apresentou efeito significativo ($p > 0,05$) sobre a aparência para as amostras controle e FM 2%, como mostra a Tabela 4.14. Já para o tratamento FM 2% + LC 2%, o aumento do tempo de estocagem implicou em redução estatística significativa das notas deste atributo no último dia de estocagem, uma vez que os provadores consideraram a fruta com aparência de 'passada'. Este fato pode estar relacionado com o maior escurecimento das amostras pré-tratadas com cálcio, conforme constatado no item 4.2.2.7.

Tabela 4.14. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à aparência de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 1.

Tratamentos	Tempo (dias)		
	1	5	9
Controle	7,03 ^{aA}	7,23 ^{aA}	6,87 ^{aA}
FM 2%	6,57 ^{aA}	6,92 ^{aA}	6,57 ^{aA}
FM 2% + LC 2%	6,80 ^{aA}	6,54 ^{aAB}	6,03 ^{aB}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Entre os tratamentos, não foram observadas diferenças estatísticas para a aparência ao longo da vida útil. Entretanto, verificou-se que as amostras com cobertura, com e sem cálcio, apresentaram notas levemente inferiores ao controle.

Os resultados indicam que a aparência das rodela de abacaxi submetidas aos diferentes tratamentos apresentaram boa aceitação sensorial, recebendo notas muito superiores ao limite de aceitabilidade (4,5) em todos os tempos de armazenamento.

Para o aroma, não foram observadas diferenças estatísticas nas notas deste atributo ao longo da armazenagem, e também entre os tratamentos para cada tempo fixo (Tabela 4.15).

Foi observado que as amostras com ambas as coberturas apresentaram aroma um pouco menos perceptível que à amostra controle. Provavelmente a cobertura apresentou-se como barreira para liberação do aroma.

Tabela 4.15. Valores médios de aceitação dos provadores em relação a aroma de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 1.

Tratamentos	Tempo (dias)		
	1	5	9
Controle	6,94 ^{aa}	6,92 ^{aa}	6,93 ^{aa}
FM 2%	6,68 ^{aa}	6,58 ^{aa}	6,29 ^{aa}
FM 2% + LC 2%	6,61 ^{aa}	6,49 ^{aa}	6,20 ^{aa}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Em relação ao sabor dos abacaxis minimamente processados, revestidos ou não com coberturas comestíveis, a Tabela 4.16 apresenta as notas conferidas pelos provadores, as quais refletem boa aceitação. O tempo de armazenamento, bem como os diferentes tratamentos, não mostraram influência estatisticamente significativa sobre este atributo.

Tabela 4.16. Valores médios de aceitação dos provadores em relação ao sabor de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 1.

Tratamentos	Tempo (dias)		
	1	5	9
Controle	7,22 ^{aa}	7,66 ^{aa}	7,55 ^{aa}
FM 2%	7,03 ^{aa}	7,42 ^{aa}	7,11 ^{aa}
FM 2% + LC 2%	7,08 ^{aa}	7,01 ^{aa}	6,97 ^{aa}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Os provadores conferiram boas notas à textura das amostras, com e sem cobertura, conforme mostra a Tabela 4.17. As amostras não apresentaram diferenças significativas em relação aos diferentes tratamentos ao longo da armazenagem, e também entre cada tempo fixo de estocagem.

Apesar de não diferir estatisticamente da amostra controle, as rodela de abacaxi tratadas com cobertura, com e sem cálcio, apresentaram notas levemente inferiores para o parâmetro textura, pois os provadores as avaliaram como ‘frutas ressecadas’. Este fato corrobora com os resultados obtidos na determinação das propriedades mecânicas (Figura 4.13), onde foi observado aumento dos valores de tensão na ruptura, ao final da vida útil, para as amostras tratadas com cobertura em comparação à amostra controle, atestando assim o enrijecimento da amostra.

De acordo com Eduardo (2004) e Souza e Durigan (2007), o abacaxi, por ser um fruto não climatérico, após a colheita não apresenta melhora de suas qualidades sensoriais, com pequenas mudanças somente na textura e perda da coloração verde.

Tabela 4.17. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à textura de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 1.

Tratamentos	Tempo (dias)		
	1	5	9
Controle	7,57 ^{aA}	7,81 ^{aA}	7,81 ^{aA}
FM 2%	7,45 ^{aA}	7,65 ^{aA}	7,28 ^{aA}
FM 2% + LC 2%	7,34 ^{aA}	7,18 ^{aA}	7,24 ^{aA}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Em relação à impressão global das rodela de abacaxi, não foram observadas diferenças estatísticas para os tratamentos ao longo da vida útil (Tabela 4.18).

Avaliando-se cada tempo de armazenamento, nos dias 1 e 5, os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si para este atributo. Já ao final da vida útil, foi verificada uma redução significativa das notas de impressão global para as amostras tratadas com cobertura, com e sem cálcio, possivelmente, reflexo das notas um pouco inferiores observadas nos atributos aparência, aroma, sabor e textura, indicando uma tendência de menor preferência do consumidor para as amostras pré-tratadas com coberturas.

Lee et al. (2003) verificaram que maçãs minimamente processadas tratadas com coberturas a base de concentrado protéico de soro de leite e carragena apresentaram notas mais altas para aroma, sabor, textura, cor e impressão global quando comparadas com à amostra sem tratamento, o que não foi observado neste trabalho.

Tabela 4.18. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à impressão global de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 1.

Tratamentos	Tempo (dias)		
	1	5	9
Controle	7,30 ^{aa}	7,51 ^{aa}	7,69 ^{aa}
FM 2%	7,11 ^{aa}	7,27 ^{aa}	6,73 ^{ba}
FM 2% + LC 2%	7,09 ^{aa}	6,90 ^{aa}	6,35 ^{ba}

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

A intenção de compra dos abacaxis minimamente processados durante a vida útil é mostrada na Tabela 4.19. De forma semelhante ao observado para o atributo impressão global, as amostras tratadas com cobertura apresentaram intenção de compra menor que à amostra controle, sendo este comportamento mais acentuado ao final da vida útil. A amostra controle apresentou percentuais de compra superiores a 85% ao longo da vida útil. Os tratamentos com cobertura, com e sem cálcio, mostraram uma intenção de compra mais baixa, em torno de 70%, durante todo o período de armazenamento.

Vale ressaltar que, embora menores as notas dos atributos sensoriais e porcentagem de intenção de compra atribuídas às amostras tratadas com as coberturas, estas apresentaram valores sempre maiores que 6, acima da nota limite de aceitação do consumidor, que é 4,5, e intenção de compra, em média, 76%, não podendo ser interpretada como uma rejeição do consumidor a estas amostras.

Tabela 4.19. Intenção de compra (%) de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 1.

Tratamentos	Tempo (dias)		
	1	5	9
Controle	88	96	96
FM 2%	80	84	74
FM 2% + LC 2%	80	74	62

Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio.

4.2.2.11. Análise Microbiológica

Nas Tabelas 4.20 e 4.21 estão apresentados os dados referentes às análises microbiológicas realizadas nos diferentes tratamentos, ao longo da vida útil 1.

Para Frutas, Produtos de Frutas e Similares, a resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, estabelece limites apenas na contagem de *Salmonella sp.* - ausência em 25g - e coliformes a 45° ou termotolerantes - 5×10^2 UFC g⁻¹. Todas as amostras estão dentro do limite microbiológico estabelecido pela ANVISA, não representando riscos à saúde humana, conforme apresentado na tabela 4.20.

Tabela 4.20. Contagem de *Salmonella*, Coliformes Totais e *Escherichia Coli* de abacaxis minimamente processados para o tempo 1 dia, submetidos aos diferentes tratamentos.

Análises/Tratamento								
<i>Salmonella</i> (em 25g)			Coliformes Totais (UFCg ⁻¹)*			<i>Escherichia coli</i> (UFCg ⁻¹)*		
Controle	FM 2%	FM 2% + LC 2%	Controle	FM 2%	FM 2% + LC 2%	Controle	FM 2%	FM 2% + LC 2%
Ausente	Ausente	Ausente	15	43	23	<3	<3	<3

* UFCg⁻¹=Unidade Formadoras de Colônia por grama de amostra. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio.

Para bolores e leveduras a ANVISA não determina limites para produtos minimamente processados. Os bolores e leveduras são indesejáveis nos alimentos, pois são capazes de produzir uma grande variedade de enzimas, as quais provocam a deterioração dos alimentos, comprometendo as características sensoriais do produto. Além disso, LEE et al. (2003) afirmam que muitos bolores e leveduras podem produzir metabólitos tóxicos nos alimentos, quando a contagem total destes microrganismos for superior a 10^6 UFC g⁻¹.

De acordo com os padrões microbiológicos para alimentos não processados termicamente do Institute of Food Science and Technology (IFST, 1999), este valor é considerado o limite máximo de aceitação dos produtos a base de frutas durante o estudo de vida de útil.

No início da vida útil, as contagens de bolores e leveduras de todas as amostras apresentaram níveis de 10^3 UFC g^{-1} , conforme mostrado na Tabela 4.21. Segundo Antonioli et al. (2004), provavelmente as populações observadas no abacaxi minimamente processado não resultem única e exclusivamente da contaminação microbiológica durante o processamento, uma vez que tais microrganismos fazem parte da microbiota endofítica do abacaxi.

No 5º dia de armazenamento, observou-se que a contagem obtida para os tratamentos contendo cobertura foi maior que a contagem do tratamento controle, indicando que, provavelmente, os carboidratos presentes na cobertura se tornaram bom substrato para o desenvolvimento dos microrganismos, apesar do uso de sanitizante e de boas condições higiênico-sanitárias no laboratório.

A partir do dia 9, foi constatada uma proliferação mais expressiva de bolores e leveduras para todos os tratamentos, ultrapassando a contagem limite recomendada pelo IFST (1999) de 10^6 UFC g^{-1} .

Devido ao intervalo de tempo em que foi possível realizar as análises, a vida útil da rodela de abacaxi ficou limitada entre os dias 5 e 9. Os dados foram ajustados a um polinômio de grau 3 para estabelecer o tempo em que as amostras atingiram o limite máximo de aceitação. Os tratamentos controle, FM 2% e FM 2% + LC 2%, apresentaram as seguintes equações: $y = -0,0254x^3 + 0,5053x^2 - 2,2088x + 4,839$, $y = -0,006x^3 + 0,0896x^2 + 0,1961x + 2,7613$ e $y = -0,0121x^3 + 0,1898x^2 - 0,3088x + 3,6361$, respectivamente, e coeficiente de determinação (R^2) igual a 1. A vida útil foi de 8 dias para o controle, com contagem de $3,18 \times 10^6$ UFC g^{-1} , e de 7 dias para as amostras tratadas com cobertura, com e sem cálcio, com contagem de $4,17 \times 10^6$ UFC g^{-1} e $2,88 \times 10^6$ UFC g^{-1} , respectivamente.

No 12º dia de armazenamento, foi observado contagem de bolores e leveduras mais baixas para frutas pré-tratadas com o lactato de cálcio. Este fato pode estar associado à ação antimicrobiana do lactato de cálcio, como também relatado por Pereira (2006), Aguayo, Escalona e Artés (2008) e Ferrari (2009), em seus trabalhos com goiaba e melão minimamente processados, respectivamente. Entretanto, foi observado que a contagem de bolores e leveduras no 9º dia foi maior que no 12º dia, o que pode ser reflexo da dinâmica da população microbiana da superfície das frutas, que se modifica de acordo com mudanças no ambiente e nas próprias frutas (NARCISO; PLOTTO, 2005).

Verifica-se que a contagem de bolores e leveduras obtida para os abacaxis em rodela teve um aumento de 3 a 4 ciclos log ao longo do armazenamento de 12 dias. Já Chiumarelli (2008) e Garcia (2009) verificaram em mangas e morangos minimamente processados, respectivamente, uma pequena oscilação na contagem (máximo 2 ciclos log) ao longo do tempo de armazenamento. Uma explicação para este fato é que durante o período de armazenamento foram observados acúmulo de exsudado no fundo da embalagem de abacaxis minimamente processados, que possivelmente contribuiu para a aceleração do processo de deterioração do produto.

Tabela 4.21. Contagem de bolores e leveduras (UFCg⁻¹) de abacaxi minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1.

Tempo (dias)	Tratamentos		
	Controle	FM 2%	FM 2% + LC 2%
1	1,3x10 ^{3*}	1,1x10 ^{3*}	3,2x10 ³
5	1,8x10 ³	1,7x10 ⁵	2,1x10 ⁵
9	2,3x10 ⁷	2,5x10 ⁷	2,4x10 ⁷
12	1,5x10 ⁷	4,2x10 ⁷	1,9x10 ⁶

UFCg⁻¹=Unidade Formadoras de Colônia por grama de amostra. * Contagem estimada, abaixo do limite de quantificação do método. Controle: Amostra sem cobertura; FM: Cobertura de Fécula de Mandioca; LC: Lactato de Cálcio.

A Figura 4.16 mostra as fotos das rodela de abacaxi submetidas aos tratamentos controle e com cobertura de fécula de mandioca, pré-tratada ou não com cálcio, ao longo da vida útil. Observou-se que a amostra com cobertura de fécula de mandioca e pré-tratamento com cálcio apresentou coloração levemente mais escura que os demais tratamentos, comprometendo a aparência e, portanto aceitação sensorial das amostras, pois segundo os provadores a fruta apresentou aparência de 'passada'. No final da vida útil pode-se observar contaminação microbiológica em todos os tratamentos, sendo mais expressiva nas amostras revestidas com cobertura.

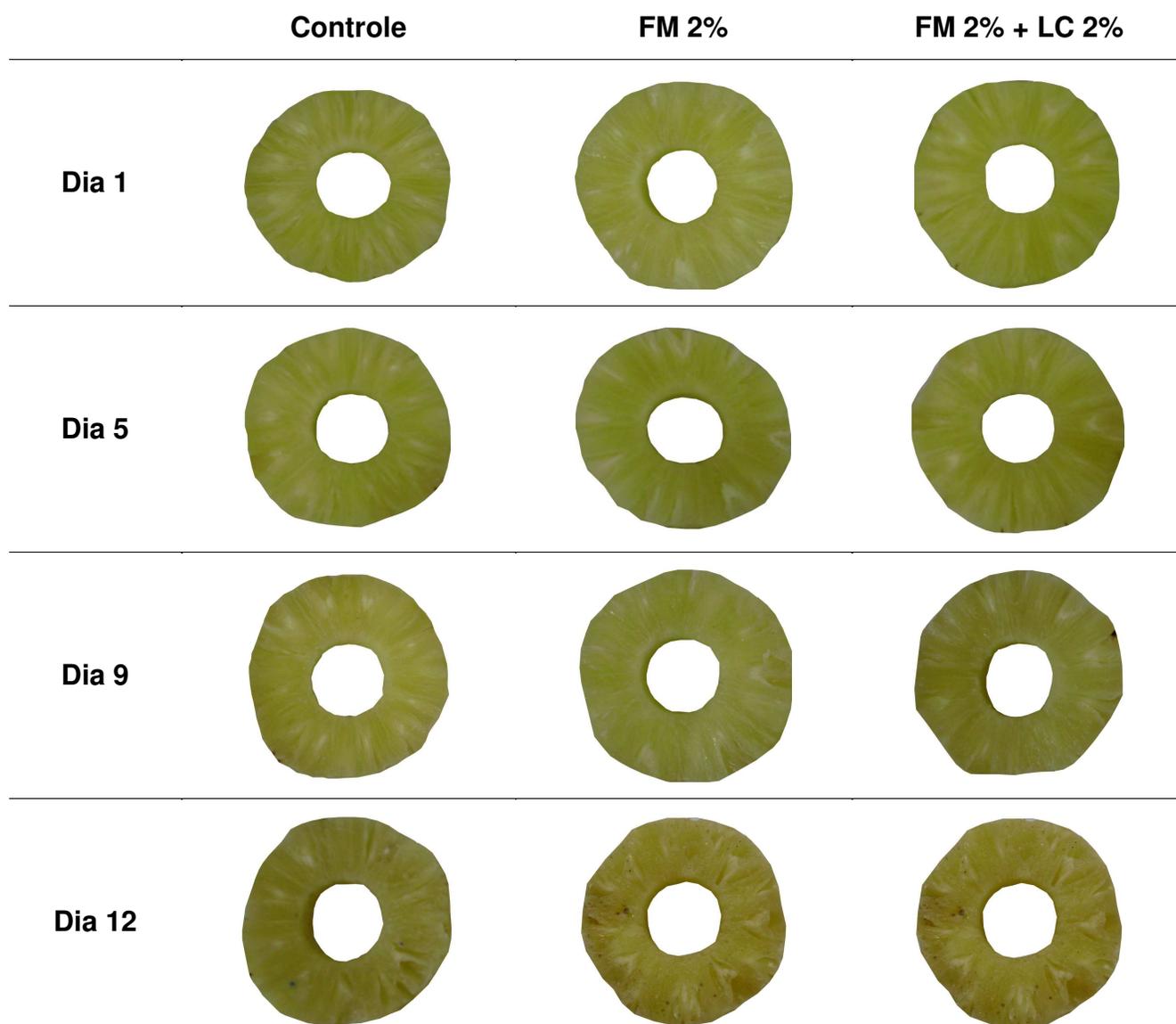


Figura 4.16. Rodelas de abacaxi submetidas aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 1.

De modo geral, pode-se concluir durante o estudo da vida útil 1, que as amostras revestidas com cobertura de fécula de mandioca, com e sem cálcio, foram eficientes em reduzir a perda de peso e o líquido drenado na embalagem. Assim como na manutenção das propriedades de textura, das características sensoriais das amostras e dos seus principais atributos de qualidade durante o período armazenamento a 5°C. Foi possível verificar que as amostras com cobertura de fécula de mandioca apresentaram contagem microbiana superior à obtida para a amostra controle. Nestes tratamentos também foi constatado redução significativa no teor de ácido ascórbico, sendo que esta redução foi mais significativa nas amostras com cálcio e conseqüentemente apresentaram mais escuras que os demais tratamentos.

4.2.3. Etapa 3 - Estudo da Vida Útil 2

Selecionada a concentração ótima de alginato de sódio, as amostras foram submetidas a três tratamentos distintos: Controle, amostra tratada com solução de ácido ascórbico e cítrico e cobertura de alginato de sódio (AS 2%) e amostra tratada com solução de ácido ascórbico, cítrico e lactato de cálcio e cobertura de alginato de sódio (AS 2% + LC 2%).

4.2.3.1. Perda de Peso

A cobertura a base de alginato sódio, adicionada ou não de lactato de cálcio, diminuiu estatisticamente a porcentagem de perda de peso ($p < 0,05$) ao longo da vida útil de 12 dias em comparação à amostra controle, que apresentou perda de peso de aproximadamente 3% no início do estudo, atingindo valores de 7% no 12º dia, conforme ilustrado na Figura 4.17. Este fato confirma o comportamento observado por Chitarra e Chitarra (2005), que películas de revestimento podem retardar a perda de água e a desidratação dos produtos, prevenindo, portanto, a perda de massa e o murchamento de produtos frescos.

Olivas, Mattinson e Barbosa-Cánovas (2007) também observaram que a utilização da cobertura de alginato de sódio e cloreto de cálcio reduziu significativamente a perda de peso de maçãs minimamente processadas durante o período de armazenamento de 10 dias. Segundo os autores, isto se deve a complexação dos íons cálcio com o polissacarídeo da cobertura, deixando-a insolúvel e assim melhorando suas propriedades de barreira ao vapor de água.

No presente trabalho as amostras pré-tratadas com cálcio e cobertura de alginato apresentaram perda de peso em torno de 3% ao final dos 12 dias de armazenamento, enquanto as frutas revestidas apenas com a cobertura de alginato (sem o pré-tratamento com cálcio) tiveram uma perda de peso de aproximadamente 2%, não diferindo estatisticamente entre si a $p > 0,05$ ao longo do estudo da vida útil.

Esta ocorrência também foi verificada na perda de peso das amostras com cobertura de fécula de mandioca (Figura 4.9), porém uma maior redução da perda de peso nas amostras revestidas com alginato de sódio foi constatada, em comparação à fécula de mandioca durante o período de estocagem, revelando uma maior eficiência das coberturas de alginato na diminuição da perda de peso das frutas.

Ao longo do armazenamento foi observado um aumento significativo da perda de peso ($p < 0,05$) para todas as amostras, sendo que este aumento foi mais acentuado para a amostra controle.

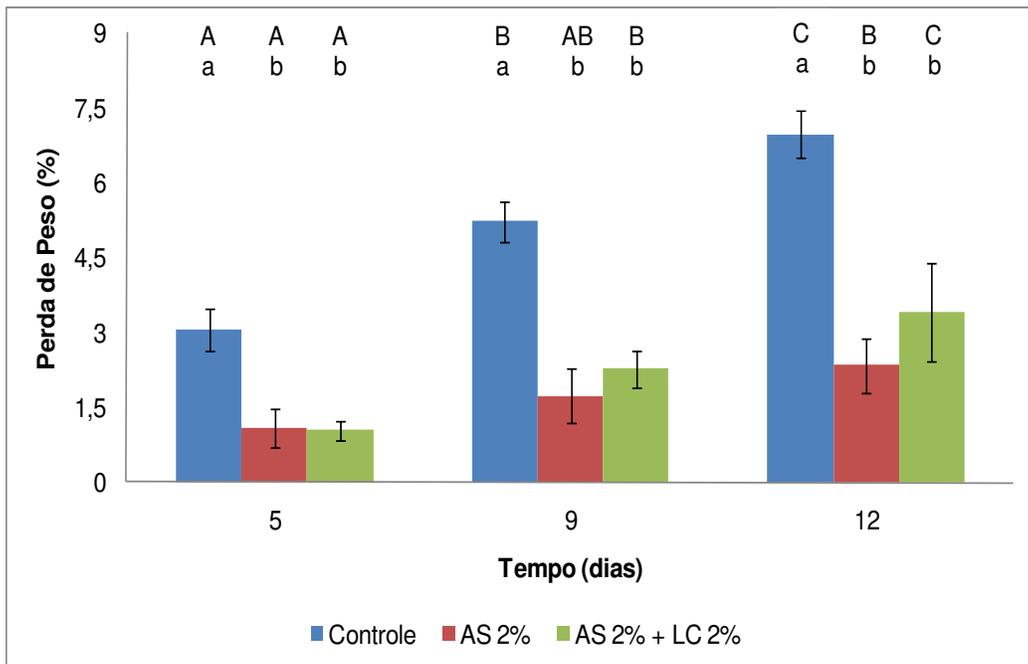


Figura 4.17. Perda de peso, ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos. Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

4.2.3.2. Suco drenado

A tabela 4.22 apresenta os resultados de suco drenado na embalagem de abacaxis minimamente processados, com e sem cobertura a base de alginato de sódio, durante a vida útil de 12 dias.

As amostras tratadas com cobertura, adicionadas ou não de lactato de cálcio, apresentaram redução significativa de líquido drenado na embalagem, reflexo da redução de perda de peso das amostras tratadas com película.

Durante o período de armazenamento foi constatado um acréscimo significativo ($p < 0,05$) do suco drenado na embalagem para todos os tratamentos.

Montero-Calderón, Rojas-Graü e Martín-Belloso (2008) observaram resultados semelhantes para abacaxis 'Gold' minimamente processados com cobertura a base de alginato de sódio com cloreto de cálcio e armazenados com atmosfera modificada, observando um aumento na quantidade de líquido drenado no transcorrer do tempo de armazenamento para os tratamentos. Os autores constataram que o tratamento a base de alginato foi o mais eficiente em reduzir o líquido exsudado no fundo da embalagem, proporcionando maior resistência superficial ao vapor de água.

Como também observado para a perda de peso, a redução do líquido drenado foi mais acentuada para os tratamentos realizados com cobertura de alginato de sódio em relação às amostras revestidas com cobertura de fécula de mandioca (Tabela 4.7), ao longo do período de armazenamento. Estes resultados concordam com os valores de suco drenado observados nos ensaios preliminares (Tabela 4.1).

Tabela 4.22. Valores médios de suco drenado ($\text{ml } 100\text{g}^{-1}$), ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo		
	5	9	12
Controle	1,765±0,416 ^{aA}	3,321±0,489 ^{aB}	3,976±0,364 ^{aB}
AS 2%	0,032±0,019 ^{bA}	0,247±0,196 ^{bAB}	0,401±0,004 ^{bB}
AS 2%+LC 2%	0,022±0,011 ^{bA}	0,487±0,101 ^{bB}	0,627±0,238 ^{bB}

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

4.2.3.3. pH e Acidez Titulável

A Tabela 4.23 apresenta os valores médios de pH das rodela de abacaxi, com e sem cobertura de alginato, durante a vida útil de 12 dias. De forma semelhante ao observado na vida útil 1 (Tabela 4.8), o pH diminuiu significativamente ($p < 0,05$) ao longo do tempo de armazenamento.

Segundo Nobile et al. (2009) a diminuição do pH durante o armazenamento de peras minimamente processadas, tratadas com cobertura a base de alginato de sódio com cloreto de cálcio, está associada à fermentação microbológica, principalmente atribuída à contagem de bolores e leveduras.

O pH apresentou algumas variações estatisticamente significativas entre os tratamentos, a partir do 5º dia de armazenamento. As amostras tratadas com cobertura, adicionadas ou não de lactato de cálcio, apresentaram valores levemente maiores de pH em relação à amostra controle. Conforme explicado na vida útil 1, provavelmente este fato ocorre em decorrência da interferência do pH da solução filmogênica (pH da solução de alginato de sódio entre 6-8,5 - Anexo B).

Este resultado concorda com o encontrado por Fontes et al. (2008) em maçãs minimamente processadas tratadas com cobertura a base de alginato de sódio e cloreto de cálcio, durante o armazenamento de 13 dias, onde também foi observado valores de pH superiores para as amostras tratadas com película.

Tabela 4.23. Valores médios de pH, ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	4,20±0,01 ^{aA}	4,13±0,03 ^{aA}	3,84±0,01 ^{aB}	3,85±0,04 ^{aB}
AS 2%	4,23±0,01 ^{aA}	4,14±0,02 ^{aB}	3,90±0,03 ^{bC}	3,89±0,03 ^{aC}
AS 2%+LC 2%	4,20±0,03 ^{aA}	4,25±0,06 ^{bA}	4,00±0,01 ^{cB}	4,02±0,04 ^{bB}

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Os resultados obtidos para a acidez titulável média indicam que houve um aumento significativo no 9º dia de armazenamento, para todos os tratamentos, seguido de uma redução significativa ao final da vida útil, sendo que o controle e o tratamento AS 2% apresentaram valores significativamente maiores em comparação ao primeiro dia de armazenamento, enquanto que para o tratamento AS 2% + LC 2% não foram verificadas diferenças estatísticas (Figura 4.24).

Tabela 4.24. Valores médios de acidez total titulável (g de ácido cítrico 100g⁻¹ de produto), ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	0,579±0,008 ^{aA}	0,548±0,001 ^{aB}	0,702±0,014 ^{aC}	0,621±0,014 ^{aD}
AS 2%	0,497±0,004 ^{bA}	0,529±0,001 ^{bB}	0,601±0,015 ^{bC}	0,568±0,002 ^{bD}
AS 2%+LC 2%	0,509±0,001 ^{bA}	0,474±0,003 ^{cB}	0,525±0,005 ^{cC}	0,502±0,005 ^{cA}

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

4.2.3.4. Sólidos Solúveis Totais

O teor de sólidos solúveis totais (SST) durante a vida útil de 12 dias de abacaxis minimamente processados, adicionados ou não de coberturas a base de alginato de sódio, está apresentado na tabela 4.25.

Ao longo do período de armazenamento foi observado um aumento significativo no teor de SST para as amostras tratadas com cobertura, com e sem lactato de cálcio, semelhante ao observado na vida útil 1 (Tabela 4.10). Por sua vez, neste caso a amostra controle apresentou uma redução dos valores do parâmetro durante os 12 dias, provavelmente em função do consumo dos açúcares que estão envolvidos no processo de respiração.

Os tratamentos a base de alginato, com e sem cálcio, apresentaram concentração de SST significativamente menores que à amostra controle, com exceção do tratamento AS 2% no tempo 12 dias. Este fato pode ser explicado, provavelmente, devido à menor taxa respiratória das amostras tratadas com película (Figura 4.7), retardando o amadurecimento das frutas.

Da mesma maneira, Groppo et al. (2009) estudaram laranjas minimamente processadas tratadas com cobertura a base de alginato de sódio e pré-tratadas com cloreto de cálcio e observaram menores teores de SST para as amostras tratadas com cobertura em comparação à amostra controle. Segundo os autores a imersão das amostras na solução formadora de película poderia estar lixiviando os teores de sólidos solúveis.

No presente trabalho, de maneira geral, os valores médios de SST variaram de 11,7 a 15,3 °Brix nos dois estudos da vida útil para os 6 tratamentos (Tabela 4.10 e 4.25). Essa variação pode ser atribuída ao grau de amadurecimento do abacaxi, que embora seja normalmente definido pela coloração da casca, a qual apresentava boa uniformidade, é um indicador que pode ser influenciado por outros fatores, tais como época da colheita, tamanho dos frutos, nível de maturação etc.

Tabela 4.25. Valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix), ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	14,92±0,14 ^{aA}	13,75±0,01 ^{aB}	13,15±0,13 ^{aC}	13,28±0,06 ^{aC}
AS 2%	12,9±0,17 ^{bA}	12,58±0,14 ^{bB}	12,95±0,09 ^{abA}	13,5±0,01 ^{aC}
AS 2%+LC 2%	11,75±0,01 ^{cA}	12,52±0,41 ^{bB}	12,75±0,01 ^{bC}	12,07±0,26 ^{bB}

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

4.2.3.5. Vitamina C

Os valores de vitamina C de abacaxis minimamente processados, com e sem cobertura a base de alginato de sódio, apresentaram uma redução significativa ($p < 0,05$) para todos os tratamentos ao longo do período de armazenamento de 12 dias, conforme apresenta a Tabela 4.26.

A amostra controle e os tratamentos com cobertura a base de alginato, sem e com lactato de cálcio, apresentaram redução entre os tempos 1 e 12 dias de 65, 64 e 75%, respectivamente. O ácido ascórbico é altamente sensível a condições adversas de temperatura, luz, oxigênio e pH, se oxidando rapidamente a produtos sem a atividade biológica de vitamina C, sendo considerado um bom indicador da qualidade de frutas e hortaliças.

Comparando-se os resultados entre si ao longo do tempo, é possível verificar menores valores de vitamina C para as amostras revestidas com cobertura nos dias 1, 5 e 9. Já no final da vida útil, o tratamento AS 2% não diferiu estatisticamente do controle. Comportamento semelhante foi também observado para as amostras recobertas com fécula de mandioca (Tabela 4.11), devido ao maior estresse causado pelas coberturas, conforme já mencionado anteriormente.

Tapia et al. (2008) estudaram mamão minimamente processado tratados com cobertura a base de gelana e alginato de sódio, com e sem ácido ascórbico, durante o armazenamento de 8 dias. Foi verificado que as coberturas com adição de ácido dobraram o conteúdo de vitamina C dos tratamentos, contribuindo assim para manter a qualidade nutricional do fruto durante o armazenamento. Os autores também observaram que as amostras tratadas com cobertura de gelana e alginato, sem a solução de ácido ascórbico, apresentaram teores de vitamina C menores que as amostras sem cobertura. Comparando as duas coberturas, foi constatado que a película a base de alginato foi mais eficiente em prevenir a perda de vitamina C ao longo do armazenamento, que pode ser atribuída à melhor barreira ao oxigênio desta cobertura, quando comparadas com a amostra sem tratamento ou com cobertura de gelana.

Oms-Oliu, Soliva-Fortuny e Martín-Belloso (2008b) estudaram melões minimamente processados tratados com coberturas a base de alginato de sódio, pectina e gelana e imersos em cloreto de cálcio e verificaram redução significativa do teor de vitamina C com o tempo de armazenamento de 15 dias. Ao final da vida útil, os tratamentos com cobertura apresentaram retenção de 85, 79 e 75% para as películas a base de gelana, pectina e alginato, respectivamente. A amostra sem revestimento manteve, aproximadamente 77% do conteúdo inicial de vitamina C, mostrando que a cobertura a base de alginato foi mais eficiente na manutenção do teor de vitamina C das amostras.

Tabela 4.26. Valores médios de Vitamina C (mg Vitamina C 100g⁻¹ polpa), ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	56,01±0,46 ^{aA}	35,50±0,49 ^{aB}	32,35±0,32 ^{aC}	19,78±0,194 ^{aD}
AS 2%	54,02±0,90 ^{bA}	34,43±0,20 ^{bB}	26,44±0,19 ^{bC}	19,38±0,191 ^{aD}
AS 2%+LC 2%	54,66±1,14 ^{bA}	32,46±0,50 ^{cB}	18,96±0,45 ^{cC}	13,85±0,282 ^{bD}

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

4.2.3.6. Umidade e Atividade de Água (*aw*)

As amostras tratadas com cobertura de alginato de sódio, com e sem lactato de cálcio, apresentaram conteúdo de umidade levemente superior ao da amostra controle, durante o período de armazenamento, de acordo com a Tabela 4.27. Uma possível explicação para este fato seria que a película de alginato agiu como barreira à perda de umidade. Estes resultados concordam com os encontrados no item perda de peso (Figura 4.17), uma vez que a perda de peso compreende a perda de água do produto através dos processos de respiração e transpiração.

Outra hipótese, também apresentada por Fontes (2005), seria de que as películas podem reter em si parte da umidade existente no interior das embalagens, pois apresentam caráter hidrofílico, o que justifica o aspecto pegajoso das amostras tratadas com cobertura.

Tabela 4.27. Valores médios de umidade (%), ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	87,51±0,39 ^{aA}	83,12±0,40 ^{aB}	87,30±0,13 ^{aA}	87,19±0,06 ^{aA}
AS 2%	87,74±0,24 ^{aAB}	88,2±0,73 ^{bA}	87,85±0,14 ^{bAB}	87,08±0,08 ^{aB}
AS 2%+LC 2%	88,95±0,08 ^{bA}	87,52±0,54 ^{bB}	88,28±0,07 ^{cB}	87,97±0,02 ^{bB}

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Ao longo do período de armazenamento, as amostras tratadas com cobertura apresentaram uma maior uniformidade de umidade, com tendência de redução. Já as oscilações encontradas nos valores de umidade da amostra controle, ao longo da vida útil, se devem possivelmente à heterogeneidade da matéria-prima.

A atividade de água (a_w) das amostras, revestidas ou não com cobertura de alginato de sódio, ao longo da vida útil estão apresentadas na Tabela 4.28.

Entre os tratamentos, foi observado diferença estatística somente para o tratamento AS 2% + LC 2% no início da armazenagem, que apresentou valores de a_w significativamente maiores em relação aos demais ensaios, provavelmente reflexo do maior teor de umidade nesta condição no 1º dia de armazenamento (Tabela 4.27). A partir do 5º dia, todos os tratamentos apresentaram efeitos similares.

Tabela 4.28. Valores médios de atividade de água, ao longo da vida útil 2, para abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	0,957±0,008 ^{aA}	0,961±0,009 ^{aAB}	0,971±0,004 ^{aAB}	0,976±0,003 ^{aB}
AS 2%	0,960±0,004 ^{aA}	0,966±0,004 ^{aAB}	0,976±0,003 ^{aB}	0,971±0,004 ^{aB}
AS 2%+LC 2%	0,981±0,004 ^{bA}	0,963±0,005 ^{aB}	0,974±0,003 ^{aA}	0,972±0,002 ^{aAB}

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Verificou-se que, durante o período de armazenamento, a amostra controle e o tratamento AS 2% apresentaram um aumento significativo da a_w , como também observado na vida útil 1 (Tabela 4.13). Já as amostras submetidas ao tratamento AS 2% + LC 2% apresentaram uma redução significativa deste parâmetro.

4.2.3.7. Determinação de Cor

Os valores da luminosidade (L^*) estão apresentados na Figura 4.18, no qual se observa valores significativamente maiores em todos os tratamentos no 5º dia de armazenamento. Já no 9º dia, não foram verificadas diferenças significativas da luminosidade em comparação ao 1º dia de armazenamento e, ao final da vida útil, a luminosidade do controle diminuiu significativamente, atingindo valores inferiores aos do início do tempo de estocagem, enquanto que a luminosidade dos tratamentos AS 2% e AS 2% + LC 2% não apresentaram diferenças significativas em relação aos dias 1 e 9.

Entre os tratamentos, foi observada uma variação da coordenada L^* ao longo do armazenamento. As amostras tratadas com cobertura, pré-tratadas ou não com lactato de cálcio, apresentaram valores de luminosidade menores que à amostra controle e esta redução foi ainda mais significativa para o tratamento AS 2% + LC 2%. Tais resultados indicam que o pré-tratamento com cálcio apresentou maior opacidade nas frutas.

Fontes (2005), Miguel (2008) e Groppo et al. (2009) também verificaram uma queda significativa da luminosidade em maçã, melão e laranja minimamente processados, respectivamente, revestidos com cobertura de alginato e pré-tratados com cloreto de cálcio, durante o período de estocagem, atribuindo este resultado à coloração âmbar da solução de alginato de sódio.

Miguel (2008) constatou que amostras tratadas somente com cloreto de cálcio apresentaram uma maior manutenção da luminosidade ao longo do tempo, possivelmente devido à ação deste sal na inibição das enzimas responsáveis pelo escurecimento enzimático.

Por outro lado, Olivas, Mattinson e Barbosa-Cánovas (2007) em um trabalho com maçãs minimamente processadas revestidas com coberturas de alginato e pré-tratadas com cloreto de cálcio, verificaram que a presença de cálcio nas coberturas retardou o escurecimento, em decorrência da interação do íon cálcio com o cobre do sítio ativo da enzima polifenoloxidase, e também pela capacidade da película de alginato agir como barreira ao oxigênio.

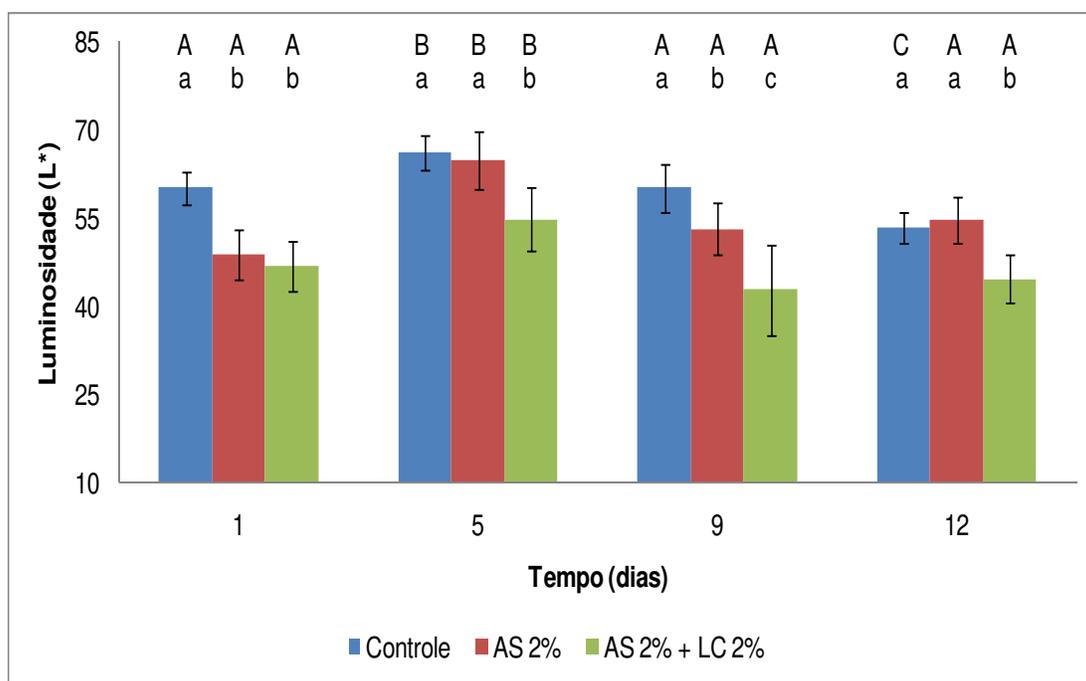


Figura 4.18. Valores médios da Luminosidade L^* do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2. Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

Montero-Calderón, Rojas-Graü e Martín-Belloso (2008) verificaram variação de até 22% para o parâmetro L^* em abacaxis minimamente processados tratados com cobertura a base de alginato de sódio e imersos em cloreto de cálcio ao longo de 20 dias de armazenamento a 5°C, enquanto que o b^* variou até 29% no mesmo período. Segundo os autores, estas mudanças nos parâmetros L^* e b^* foram atribuídas às mudanças na aparência translúcida da polpa do fruto, que passou de uma cor amarelo-branco opaco para uma cor translúcida amarelo, o que não foi observado neste estudo, no qual se verificou que as variações nestes parâmetros foram atribuídas ao escurecimento enzimático.

As Figuras 4.19 e 4.20 mostram os valores médios do croma (C^*) e tom (H^*), respectivamente, do abacaxi minimamente processado.

Em relação ao croma (C^*), foi constatado que o tratamento AS 2% + LC 2% apresentou uma queda estatisticamente significativa ao final da vida útil, indicando que o cálcio intensificou a cor das rodela de abacaxi, diferentemente do observado nas frutas recobertas com fécula de mandioca e pré-tratada com cálcio (Figura 4.11). Para o tratamento controle e AS 2%, o tempo de estocagem não teve influência nos valores de croma, já que os resultados não diferiram estatisticamente ao longo da vida útil. Tais resultados indicam que o pré-tratamento com cálcio interferiu negativamente na coloração das rodela de abacaxi, tornando-a mais escura, este fato pode estar relacionado com a redução de ácido ascórbico, mais acentuada para este tratamento (Tabela 4.26).

Outra hipótese, possivelmente, seria que o cálcio livre na solução não age contra a ação de enzimas oxidativas, pois este se liga ao alginato da cobertura para promover a gelificação.

Miguel (2008), avaliando a cor da polpa de melões minimamente processados recobertos com película de alginato e imersos em cloreto de cálcio, relatou valores de cromaticidade semelhantes à testemunha durante todo o período de armazenamento.

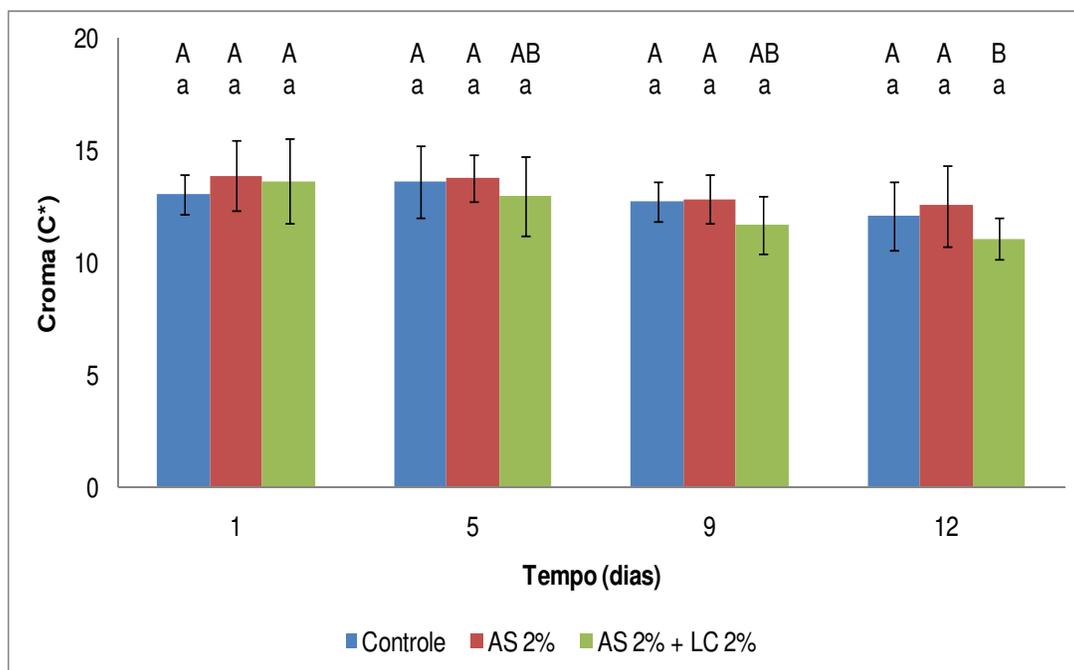


Figura 4.19. Valores médios do Cromo C* do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2. Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

Houve interação significativa entre os tratamentos e o período de armazenamento em relação ao tom (H^*) das amostras. O tom das amostras reduziu significativamente a partir do 5º dia de armazenamento, sendo esta redução mais significativa no 12º dia para o tratamento AS 2% e ao final da vida útil, foi constatada cor amarelo avermelhado para os tratamentos estudados, indicando maior escurecimento das amostras, de maneira semelhante ao observado para as amostras revestidas com a cobertura de fécula de mandioca (Figura 4.12).

Entre os tratamentos, verificou-se diferença estatística ($p < 0,05$) no 5º e no 9º dia de armazenamento, sendo que os frutos tratados com cobertura apresentaram valores levemente maiores para o parâmetro em questão.

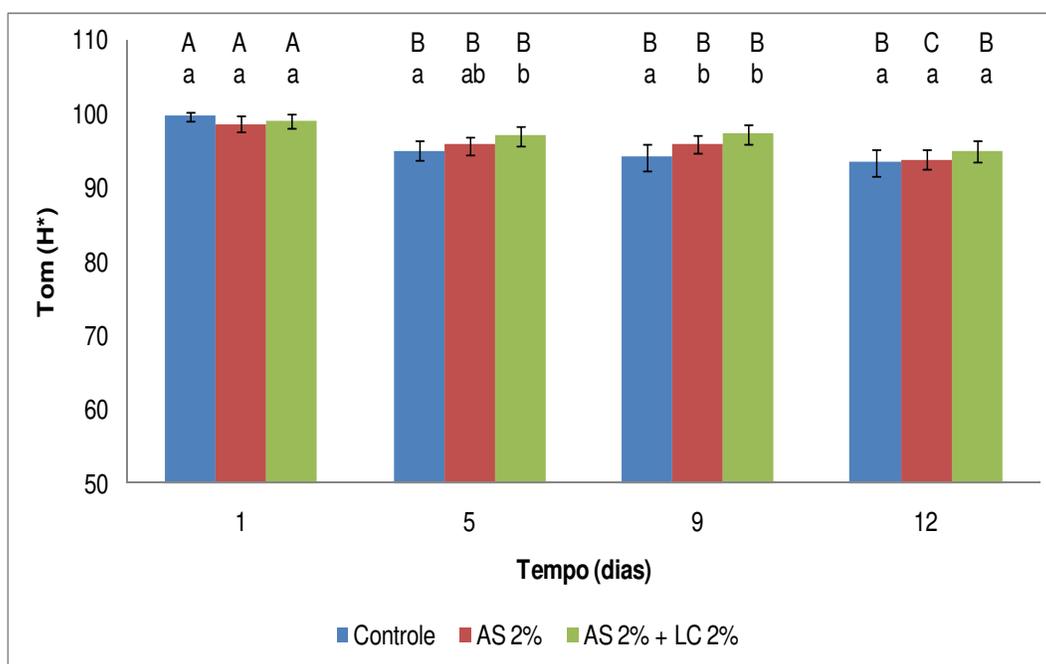


Figura 4.20. Valores médios do Tom H* do abacaxi minimamente processado submetidos aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2. Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

4.2.3.8. Propriedades Mecânicas

Na Figura 4.21 estão apresentados os valores de tensão na ruptura do abacaxi minimamente processado. Todos os tratamentos apresentaram redução significativa no 9º dia de armazenamento, comportamento que pode ser explicado pela heterogeneidade da matéria-prima.

Ao final da vida útil, os tratamentos apresentaram aumento significativo nos valores de tensão na ruptura, sendo que a amostra controle e AS 2% não diferiram estatisticamente dos resultados do 1º dia de armazenamento. Já o tratamento AS 2% + LC 2% apresentou valores estatisticamente maiores, possivelmente devido à presença do cálcio na cobertura, que além de conferir insolubilidade ao material péptico, inibe a atividade da enzima poligalacturonase, responsável pelo amolecimento do tecido.

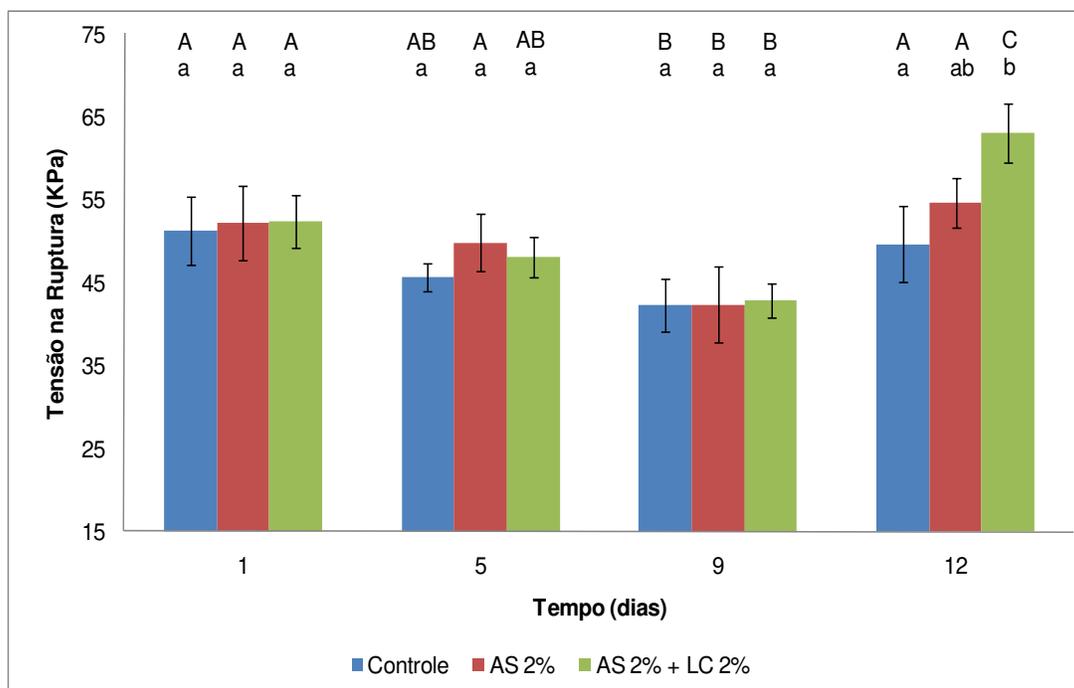


Figura 4.21. Tensão na ruptura do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2. Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

Entre os tratamentos estudados não foram observadas diferenças significativas nos valores de tensão na ruptura, com exceção do tratamento AS 2% + LC 2%, no 12º dia de armazenamento. Comportamento semelhante foi também constatado nas amostras recobertas com película de fécula de mandioca e pré-tratada com lactato de cálcio (Figura 4.13).

Olivas, Mattinson e Barbosa-Cánovas (2007) verificaram que a aplicação de cobertura de alginato de sódio com cloreto de cálcio preservou as propriedades de textura de fatias maçãs, devido à capacidade de barreira ao vapor de água da película e a presença do cálcio contida nas formulações.

A Figura 4.22 apresenta os valores de deformação das rodela de abacaxi revestidas ou não com cobertura comestível de alginato de sódio. Ao longo do período de armazenamento, constatou-se que não houve diferença significativa dos valores de deformação para os tratamentos estudados.

As amostras tratadas com cobertura, com e sem cálcio, apresentaram valores de deformação menores que à amostra controle. Sendo que esta redução foi significativa no 5º dia de armazenamento para o tratamento AS 2% + LC 2% e no 12º dia para a condição AS 2%.

De modo geral, é possível notar uma preservação das propriedades de textura ao longo do período de armazenamento para todos os tratamentos, com exceção do tratamento com cobertura de alginato e cálcio, que apresentou aumento significativo da tensão na ruptura ao final da vida útil, conferindo uma característica mais acentuada de dureza do produto final.

Analogamente, Montero-Calderón, Rojas-Graü e Martín-Belloso (2008) não observaram diferenças estatísticas para os valores das propriedades mecânicas de abacaxis minimamente processados tratados com cobertura a base de alginato de sódio com cloreto de cálcio e sem película, ao longo do período de 20 dias de armazenamento. Segundo os autores, o tempo também não apresentou efeito significativo sobre as propriedades mecânicas.

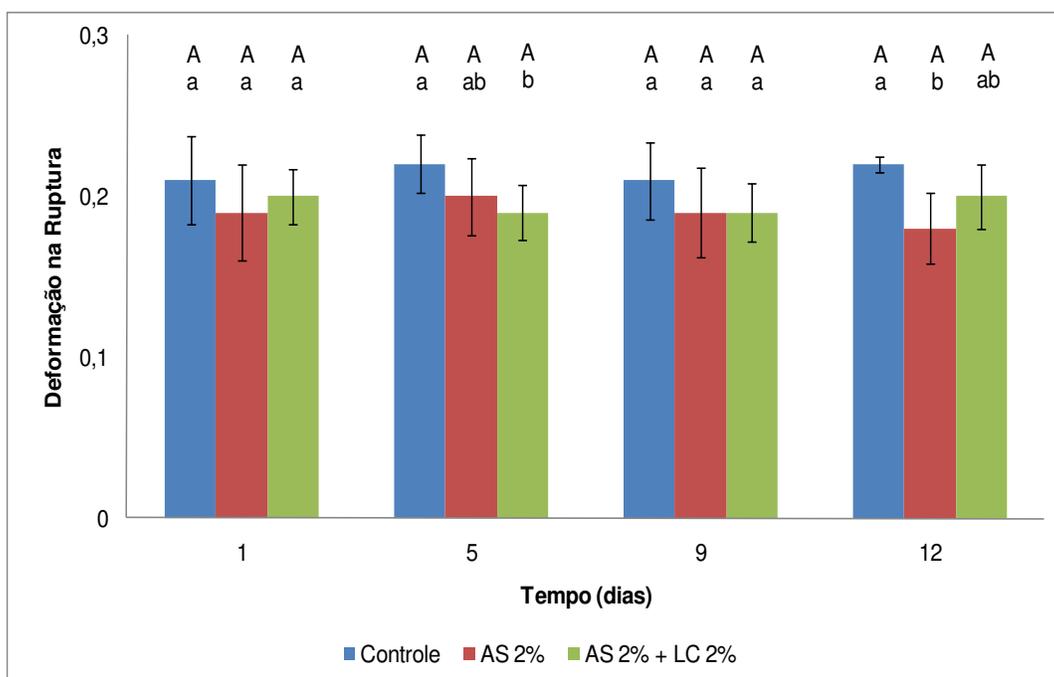


Figura 4.22. Deformação na ruptura do abacaxi minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2. Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Barras representam o desvio padrão das amostras.

4.2.3.9. Composição Gasosa

A composição gasosa no interior das embalagens contendo rodela de abacaxi, tratadas ou não com cobertura de alginato de sódio, ao longo da vida útil de 12 dias, está apresentada na Figura 4.23.

Não houve geração de atmosfera modificada nos tratamentos, como também observado nos tratamentos estudados na vida útil 1 (Figura 4.15). Nos três tratamentos avaliados, verificou-se que os níveis de O_2 mantiveram-se praticamente constantes e as variações nos teores de CO_2 não apresentaram uma tendência clara de comportamento.

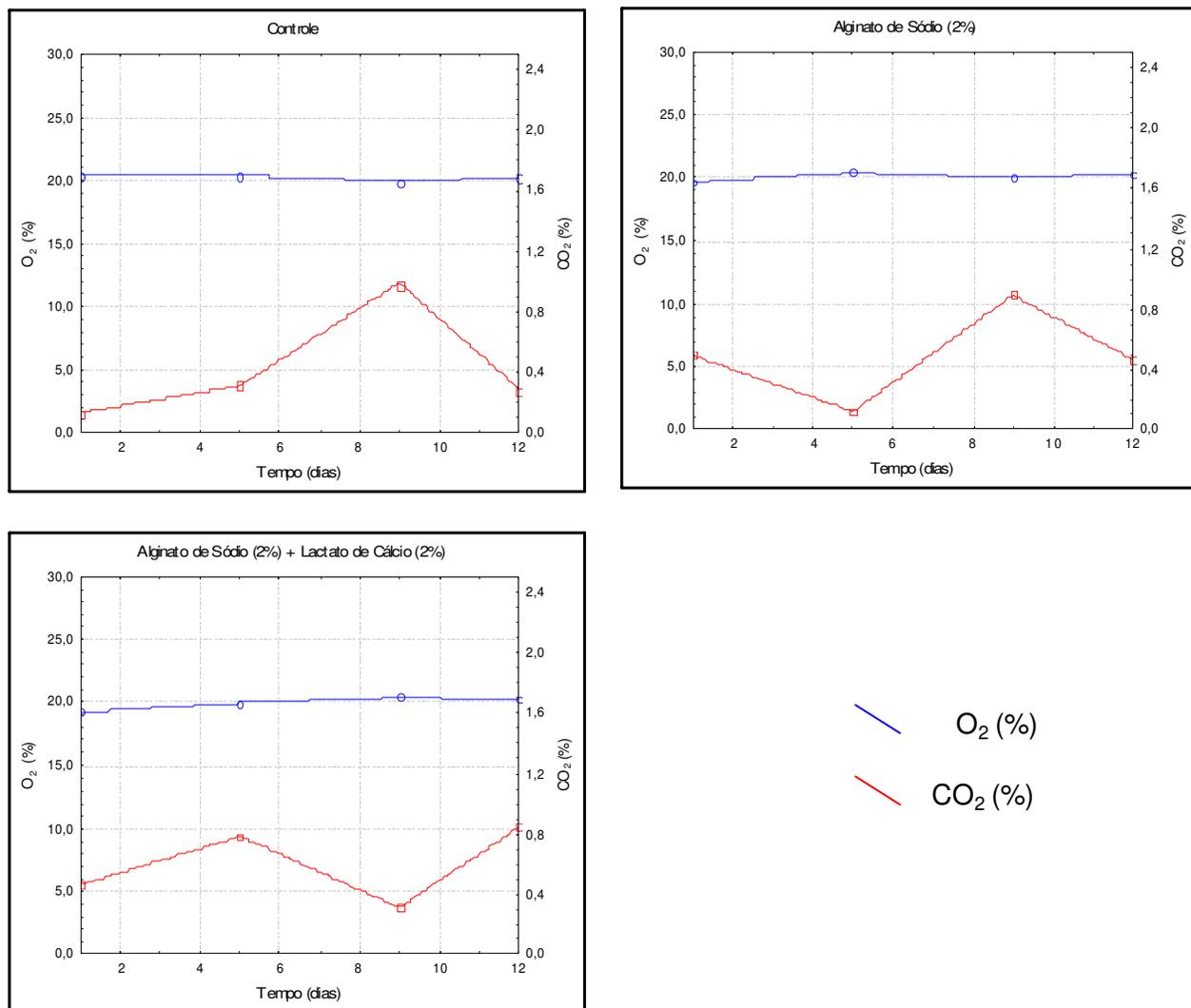


Figura 4.23. Composição gasosa no interior das embalagens contendo rodelas de abacaxi submetidas aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2.

De acordo com Rojas-Graü et al (2007) e Oms-Oliu, Soliva-Fortuny e Martín-Belloso (2008b), coberturas a base de alginato de sódio em maçãs e melões minimamente processados, respectivamente, podem criar uma modificação da atmosfera da embalagem, devido à formação de um filme semi-permeável.

Entretanto, Chiumarelli (2008) não observou uma influência das coberturas de alginato de sódio na redução da atmosfera em fatias de mangas minimamente processadas e embaladas em filmes de PVC, mesmo comportamento verificado no presente trabalho. O PVC possui alta permeabilidade ao oxigênio, o que não permitiu um equilíbrio entre a respiração do produto, reduzida pelos revestimentos comestíveis, e a passagem de gases através da embalagem. Assim, não houve geração de atmosfera modificada passivamente.

4.2.3.10. Análise Sensorial

Nas Tabelas 4.29 a 4.33 estão apresentadas as médias da avaliação dos provadores para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, respectivamente, do abacaxi minimamente processado, ao longo do período de armazenamento.

Mesmo que as amostras tenham sido bem avaliadas sensorialmente até o 9º dia de estocagem, com exceção do tratamento AS 2% + LC 2%, não foi possível realizar a avaliação sensorial no 12º dia de armazenamento, pois foram observadas visualmente contaminações microbiológicas em algumas embalagens dos tratamentos estudados.

As amostras controle e AS 2% não apresentaram diferenças estatísticas durante o armazenamento em relação à aparência. Constatou-se uma redução significativa neste atributo para as amostras submetidas ao tratamento AS 2% + LC 2%, que apresentaram superfície mais espessa e brilhante, o que os provadores associaram a uma aparência artificial, segundo os comentários colhidos durante os testes sensoriais (Tabela 4.29). Comparando com o estudo da vida útil 1 (Tabela 4.14), verificou-se que as amostras revestidas com fécula de mandioca e pré-tratadas com cálcio também apresentaram redução significativa das notas deste atributo no 9º dia de estocagem, pois segundo os provadores a fruta apresentou aparência de 'passada'.

Entre os tratamentos, foram observadas diferenças estatísticas somente para a condição AS 2% no tempo 9 dias, com notas médias maiores para a aparência, enquanto que as notas da amostra controle e do tratamento AS 2% + LC 2% não diferiram estatisticamente em relação à aparência.

Estas notas indicam que a estocagem refrigerada aliada ao tratamento com cobertura de alginato de sódio preservou a aparência das rodela de abacaxi ao longo do período de armazenamento de 9 dias.

Tabela 4.29. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à aparência de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 2.

Tratamentos	Tempo (dias)		
	1	5	9
Controle	6,23 ^{aa}	5,74 ^{aa}	5,96 ^{aa}
AS 2%	7,04 ^{aa}	6,57 ^{aa}	6,80 ^{ba}
AS 2% + LC 2%	6,21 ^{aa}	5,96 ^{aAB}	5,18 ^{aB}

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Com relação ao aroma, ao longo do tempo de armazenamento, não foram observadas diferenças estatísticas nas notas deste atributo para os tratamentos (Tabela 4.30). Nos dias 1 e 9, o tratamento AS 2% + LC 2% apresentou notas médias significativamente menores que os tratamentos controle e AS 2%. O tratamento com cobertura de alginato e pré-tratamento com cálcio forma uma camada gelatinosa sobre as rodela de abacaxi, promovendo uma barreira para a liberação do aroma. Além disso, o cálcio pode ter mascarado o aroma das frutas.

Fontes, Sarmiento e Spoto (2007) também observaram uma redução significativa no aroma de maçãs minimamente processadas tratadas com cobertura de alginato e pré-tratadas com cálcio, quando comparadas ao tratamento com cobertura de fécula de mandioca.

Comparando estes resultados com os obtidos na vida útil 1 (Tabela 4.15), constatou-se que todos os tratamentos apresentaram notas para o atributo aroma acima de 6, com exceção do tratamento com cobertura de alginato e cálcio, que apresentou valores próximos ao limite de aceitabilidade (4,5).

Oms-Oliu, Soliva-Fortuny e Martín-Belloso (2008b) em um trabalho com melões minimamente processados tratados com coberturas a base de alginato de sódio e pectina, pré-tratados com cloreto de cálcio, verificaram manutenção do aroma dos tratamentos ao longo de 7 dias de armazenamento, e observaram notas semelhantes para a fruta fresca e as amostras revestidas com ambas as coberturas.

Tabela 4.30. Valores médios de aceitação dos provadores em relação a aroma de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 2.

Tratamentos	Tempo (dias)		
	1	5	9
Controle	6,65 ^{aA}	6,35 ^{aA}	6,08 ^{aA}
AS 2%	6,64 ^{aA}	6,43 ^{aA}	6,57 ^{aA}
AS 2% + LC 2%	5,12 ^{bA}	5,40 ^{aA}	4,76 ^{bA}

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

O sabor dos abacaxis minimamente processados, revestidos ou não com coberturas comestíveis, não sofreu influência significativa do tipo de tratamento utilizado ou do tempo de armazenamento (Tabela 4.31).

Entretanto, foi verificado que as amostras tratadas com cobertura de alginato e pré-tratadas com cálcio apresentaram notas médias para sabor levemente menores que os demais tratamentos, como também observado na vida útil 1 (Tabela 4.16).

Resultados semelhantes foram obtidos por Ferrari (2009) em um trabalho realizado com melão minimamente processado, recoberto com películas de pectina e pré-tratado com lactato de cálcio. A autora verificou notas inferiores para o sabor ao longo dos 14 dias de armazenamento, provavelmente devido ao efeito do sal no sabor do melão, que pode ter mascarado a doçura destas frutas.

De acordo com Fontes, Sarmiento e Spoto (2007), maçãs minimamente processadas, recobertas com película de alginato de sódio e pré-tratadas com cloreto de cálcio também tiveram notas mais baixas para o sabor do que os tratamentos com cobertura de fécula de mandioca, provavelmente pelo próprio sabor da película de alginato.

Tabela 4.31. Valores médios de aceitação dos provadores em relação ao sabor de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 2.

Tratamentos	Tempo (dias)		
	1	5	9
Controle	7,35 ^{aA}	6,82 ^{aA}	6,81 ^{aA}
AS 2 %	7,25 ^{aA}	7,19 ^{aA}	6,61 ^{aA}
AS 2% + AS 2%	6,53 ^{aA}	6,20 ^{aA}	6,59 ^{aA}

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

A Tabela 4.32 apresenta a avaliação da textura sensorial das rodela de abacaxi. Observou-se uma queda significativa das notas deste atributo para os tratamentos com cobertura de alginato, utilizando ou não cálcio, no 9º dia de armazenamento, o que não foi verificado nos tratamentos com fécula de mandioca (Tabela 4.17), apesar das notas médias levemente inferiores.

O tratamento com cobertura de alginato de sódio com cálcio apresentou notas médias para textura significativamente menores que à amostra controle e o tratamento somente com a cobertura de alginato nos dias 1 e 9. Portanto, a presença do cálcio na cobertura que promoveu um enrijecimento do tecido vegetal foi percebido sensorialmente pelos provadores refletindo nas notas deste atributo, de acordo com os resultados de tensão na ruptura (Figura 4.20).

Tabela 4.32. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à textura de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 2.

Tratamentos	Tempo (dias)		
	1	5	9
Controle	7,47 ^{aA}	6,92 ^{aA}	6,94 ^{aA}
AS 2%	7,76 ^{aA}	7,55 ^{aA}	6,70 ^{aB}
AS 2% + LC 2%	6,37 ^{bAB}	6,66 ^{aA}	5,41 ^{bB}

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

A impressão global, de um modo geral, reproduz em uma única nota o sentimento do consumidor em relação aos atributos avaliados. As rodela de abacaxi com o tratamento AS 2% + LC 2% apresentaram impressão global significativamente menor que os tratamentos controle e AS 2% (Tabela 4.33). O tratamento com cobertura de alginato e pré-tratado com cálcio recebeu as menores notas ao longo do tempo, para todos os atributos, o que foi reproduzido na impressão global. Este comportamento também foi constatado nas amostras revestidas com fécula de mandioca e cálcio, onde se observou notas médias significativamente menores no 9º dia de armazenamento (Tabela 4.18).

Apesar da flutuação das notas, notou-se que houve uma tendência decrescente ao longo da vida útil nas notas da impressão global, uma vez que os demais atributos sensoriais também apresentaram este comportamento.

Tabela 4.33. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à impressão global de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 2.

Tratamentos	Tempo (dias)		
	1	5	9
Controle	7,07 ^{aA}	6,82 ^{aA}	6,71 ^{aA}
AS 2%	7,46 ^{aA}	7,22 ^{aA}	6,69 ^{aA}
AS 2%+ LC 2%	5,56 ^{bA}	5,69 ^{bA}	4,92 ^{bA}

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio. Diferentes letras (minúscula: entre diferentes tratamentos para um mesmo tempo; maiúscula: entre os diferentes tempos para um mesmo tratamento) indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Ao longo da vida útil também foi avaliada a intenção de compra dos abacaxis minimamente processados (Tabela 4.34). De forma semelhante ao observado para os atributos avaliados anteriormente, o tratamento AS 2% + LC 2% apresentou menor porcentagem de intenção de compra pelos consumidores.

No 1º dia de estocagem, observou-se que a amostra controle e o tratamento AS 2% apresentaram porcentagem de intenção de compra de 90 e 85%, respectivamente, enquanto que o tratamento AS 2% + LC 2%, apenas 44%. Ao final da vida útil, a intenção de compra do tratamento com cobertura de alginato e pré-tratamento com cálcio foi de 24%, por outro lado os tratamentos controle e AS 2% apresentaram 85%. Comparando com o tratamento com cobertura de fécula de mandioca e pré-tratamento com cálcio (Tabela 4.19), foi constatado porcentagem de intenção de compra superior a 60%, ao longo do armazenamento.

Os resultados indicam que o tratamento com cobertura de alginato de sódio com lactato de cálcio foi o menos aceito sensorialmente. Para os atributos aroma e impressão global, foi observado, ao final da vida útil, notas próximas do limite de aceitabilidade (4,5). Estes resultados sugerem que a cobertura, além de propiciar o início do processo de respiração anaeróbica devido à camada espessa, conferiu aspecto artificial ao produto, fato relatado pelos provadores.

A amostra controle e o tratamento somente com cobertura de alginato foram bem avaliadas, recebendo notas acima de 6 nos atributos sensoriais estudados durante toda vida útil. Estes resultados refletiram na porcentagem de intenção de compra, uma vez que, em média, 85% dos provadores comprariam as rodela de abacaxi com estes tratamentos.

Tabela 4.34. Intenção de compra (%) de abacaxis minimamente processados, ao longo da vida útil 2.

Tratamentos	Tempo (dias)		
	1	5	9
Controle	90	72	85
AS 2%	85	90	85
AS 2% + LC 2%	44	43	24

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio.

4.2.3.11. Análise Microbiológica

Os valores da contagem microbiológica das rodelas de abacaxi durante o período de armazenamento estão mostrados nas Tabelas 4.35 e 4.36.

Assim como constatado na vida útil 1 (Tabela 4.20), os tratamentos estudados estão de acordo com os limites microbiológicos estabelecidos pela resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, não comprometendo a saúde dos consumidores, conforme mostrado na tabela 4.35.

Tabela 4.35. Contagem de *Salmonella*, Coliformes Totais e *Escherichia Coli* de abacaxis minimamente processados para o tempo 1 dia, submetidos aos diferentes tratamentos.

Análises/Tratamento								
<i>Salmonella</i> (em 25g)			Coliformes Totais (UFCg ⁻¹)*			<i>Escherichia coli</i> (UFCg ⁻¹)*		
Controle	AS 2%	AS 2% + LC 2%	Controle	AS 2%	AS 2% + LC 2%	Controle	AS 2%	AS 2% + LC 2%
Ausente	Ausente	Ausente	43	43	43	<3	<3	<3

* UFC g⁻¹=Unidade Formadoras de Colônia por grama de amostra.

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio.

Da mesma maneira ao observado no estudo da vida útil 1 (Tabela 4.21), no primeiro dia após o processamento, as contagens de bolores e leveduras de todos tratamentos foi de 10³ UFC g⁻¹, conforme mostrado na Tabela 4.36.

Montero-Calderón, Rojas-Graü e Martín-Belloso (2008) no estudo de abacaxis minimamente processados tratados com cobertura de alginato de sódio e cloreto de cálcio também observaram contagem de bolores e leveduras entre 10^3 - 10^4 UFC g^{-1} , no início da vida útil, e 10^7 - 10^8 UFC g^{-1} após 18 dias de armazenamento. Esta alta contagem microbiana no início do armazenamento pode ser explicada, pelo fato do abacaxi possuir frutinhos múltiplos, que podem abrigar microrganismos durante o desenvolvimento do fruto, tornando difícil a efetiva sanitização.

No 9º dia de armazenamento, foi constatado que as amostras tratadas com cobertura de alginato de sódio, com e sem lactato de cálcio, apresentaram contagem de bolores e leveduras 3 ciclos log superior que o tratamento controle, indicando que, provavelmente, a película se tornou um bom substrato para o desenvolvimento dos microrganismos, comportamento semelhante ao observado no estudo da vida útil 1. Neste tempo, também foi verificado que os tratamentos com coberturas apresentaram contagem microbiológica acima do limite máximo de aceitação recomendada pelo IFST (1999) de 10^6 UFC g^{-1} . Entretanto, para a amostra controle foi observada contagens dentro dos limites estabelecidos, não concordando com os resultados observados para o mesmo tratamento na vida útil 1, possivelmente porque cada fruto possui metabolismo distinto.

De maneira semelhante, Meneghel, Benassi e Yamashita (2008) constataram que a aplicação de coberturas a base de alginato de sódio em frutos de amora-preta e posterior imersão em cloreto de cálcio proporcionou contagem total para bolores e leveduras mais elevadas que os tratamentos controle (frutos não higienizados). Segundo os autores, o processamento mínimo, além de causar um estresse fisiológico, pode provocar danos a superfície e retirar proteções naturais da casca, como ceras e compostos antimicrobianos, tornando o produto mais susceptível ao desenvolvimento de microrganismos.

No 12º dia de armazenamento, as amostras tratadas com cobertura mantiveram os níveis de quantificação de 10^7 UFC g^{-1} , enquanto o tratamento controle apresentou aumento de 2 ciclos log (10^6 UFC g^{-1}). Apesar de o controle estar no limite de aceitabilidade, não foi possível realizar análise sensorial ao final da vida útil, devido à avaliação visual de incidência microbiológica.

A vida útil dos abacaxis minimamente processados revestidos com cobertura de alginato, com e sem cálcio, ficou limitada entre o 5º e 9º dia de armazenamento. Para estabelecer o tempo em que as amostras atingiram o limite máximo de aceitação, os dados foram ajustados a um polinômio de grau 3, com as seguintes equações: $y = -0,0166x^3 + 0,3219x^2 - 0,1901x + 4,0609$ e $y = -0,0217x^3 + 0,4319x^2 - 1,8123x + 4,7031$ e coeficiente de determinação (R^2) igual a 1, para os tratamentos AS 2% e AS 2% + LC 2%, respectivamente. Pode-se concluir que a vida útil foi limitada a 8 dias para as amostras tratadas com cobertura, com e sem cálcio, com contagem de $5,46 \times 10^6$ UFC g^{-1} e $4,37 \times 10^6$ UFC g^{-1} , respectivamente e de 12 dias para o tratamento controle.

Comparando o tratamento controle nos dois estudos da vida útil, foi observado diferença de 4 dias no tempo de vida útil, este fato pode indicar que houve falhas nos processos de sanitização.

Ao longo do período de estocagem foi constatado um aumento na contagem microbiológica de 3 a 4 ciclos log para os tratamentos estudados. Resultados semelhantes aos observados no estudo da vida útil 1.

Tabela 4.36. Contagem de bolores e leveduras (UFCg⁻¹) de abacaxis minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2.

Tempo (dias)	Tratamentos		
	Controle	AS 2%	AS 2% + LC 2%
1	7,1x10 ³	1,5x10 ³	2,0x10 ³
5	7,9x10 ³	1,2x10 ⁴	5,4x10 ³
9	5,5x10 ⁴	2,0x10 ⁷	3,9x10 ⁷
12	2,9x10 ⁶	2,5x10 ⁷	5,4x10 ⁷

UFC g⁻¹=Unidade Formadoras de Colônia por grama de amostra.

Controle: Amostra sem cobertura; AS: Cobertura de Alginato de Sódio; LC: Lactato de Cálcio.

A Figura 4.24 mostra as fotos das rodela de abacaxi submetidas aos tratamentos controle e revestidas com cobertura de alginato de sódio, com e sem cálcio, durante a vida útil. Pode-se observar que o tratamento com cobertura de alginato e pré-tratamento com cálcio apresentou coloração mais escura que à amostra padrão e o tratamento somente com a cobertura. Este tratamento também apresentou superfície mais espessa e brilhante, que comprometeu a aparência e conseqüentemente a aceitação sensorial das amostras. No 12º dia de armazenamento foi possível visualizar contaminação microbiológica em todos os tratamentos, sendo observada uma maior contagem microbiana nas amostras contendo cobertura.

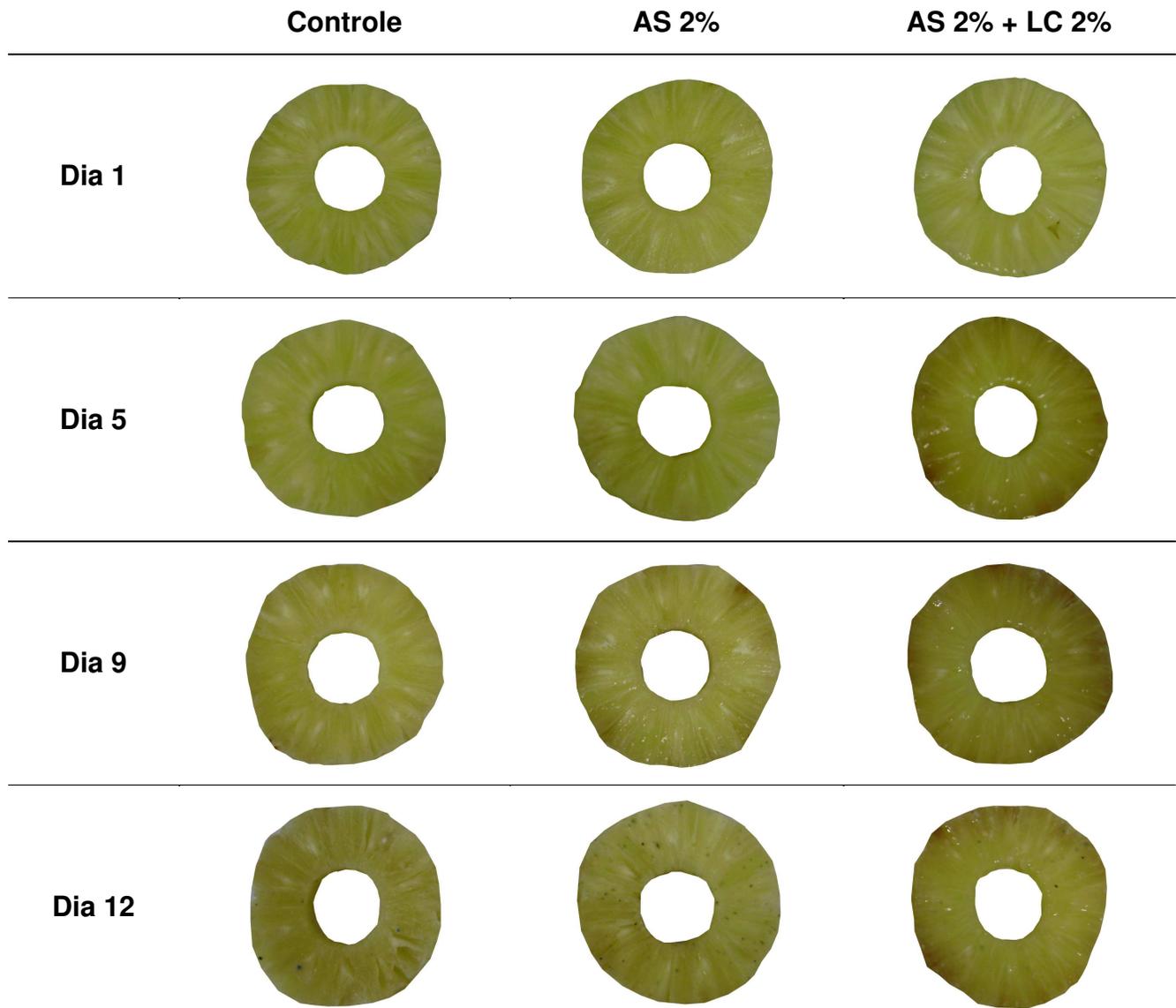


Figura 4.24. Rodelas de abacaxi submetidas aos diferentes tratamentos ao longo da vida útil 2.

Diante dos resultados obtidos no estudo da vida útil 2, pode-se concluir que as amostras revestidas com cobertura de alginato de sódio, com e sem cálcio, se mostraram eficientes na redução da perda de peso e do líquido drenado na embalagem ao longo da estocagem. A amostra controle e o tratamento somente com a cobertura de alginato apresentaram manutenção das propriedades de textura, das características sensoriais das amostras e dos seus principais atributos de qualidade durante os 12 dias de armazenamento a 5°C. Em contrapartida, as amostras revestidas com cobertura de alginato tornaram bom substrato para o desenvolvimento dos microrganismos. Foi verificado também que as amostras revestidas apresentaram redução significativa no teor de vitamina C dos abacaxis, sendo que esta redução foi mais significativa nas amostras pré-tratadas com cálcio. Este tratamento também apresentou característica mais acentuada de dureza e coloração da fruta mais escura do produto final. Além disto, foi o tratamento menos aceito sensorialmente.

5. CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos, este trabalho apresenta as seguintes conclusões:

Testes preliminares:

- As coberturas contendo 1 ou 2% de fécula de mandioca e 2% de alginato de sódio proporcionaram menores valores de perda de peso e maior resistência a difusão de água em abacaxis minimamente processados.

- A taxa de respiração das amostras com coberturas contendo 2 ou 3% de fécula de mandioca e 2% de alginato de sódio foi significativamente menor em comparação com as amostras sem cobertura.

- As coberturas comestíveis contendo 1, 2 e 3% de fécula de mandioca e 1 e 2% de alginato de sódio, não alteraram as propriedades mecânicas (força máxima de penetração e tensão e deformação na ruptura) e a cor de abacaxis minimamente processados e foram bem avaliadas sensorialmente.

- Como concentrações ótimas para o estudo da vida útil, selecionaram-se concentrações de 2% de fécula de mandioca para o estudo da vida útil 1 e 2% de alginato de sódio para a vida útil 2, pré-tratadas ou não com solução de lactato de cálcio.

Estudo da Vida Útil:

- Nos dois estudos da vida útil, observou-se que as coberturas de fécula de mandioca e alginato de sódio, com e sem lactato de cálcio, foram eficientes em reduzir a perda de peso e o líquido drenado na embalagem, além de preservar as propriedades de textura, com exceção da amostra com cobertura de alginato e pré-tratamento com cálcio, que apresentou um maior enrijecimento ao final da vida útil.

- A aplicação das coberturas de fécula de mandioca e alginato de sódio, com e sem lactato de cálcio, diminuiu significativamente o teor de ácido ascórbico

dos abacaxis, sendo que esta redução foi mais significativa nas amostras pré-tratadas com cálcio.

- No estudo da vida útil 2, os tratamentos com cobertura apresentaram queda significativa da luminosidade quando comparadas à amostra controle, conseqüência da coloração âmbar da solução de alginato de sódio.

- Nos dois estudos da vida útil, foi constatado que as amostras revestidas com coberturas de fécula de mandioca ou alginato de sódio e pré-tratadas com cálcio, apresentaram maior escurecimento da amostra, indicando que o cálcio interferiu negativamente na coloração da polpa de abacaxi minimamente processado. Este comportamento pode estar relacionado com o menor teor de vitamina C para estes tratamentos.

- Verificou-se que os tratamentos estudados foram bem avaliados sensorialmente, recebendo notas acima de 6 para todos atributos sensoriais e porcentagem de intenção de compra superior de 83%, em média. A exceção foi o tratamento com alginato de sódio pré-tratado com cálcio, que foi o menos aceito sensorialmente, apresentando notas próximas do limite de aceitação do consumidor (4,5).

- Durante o armazenamento, foi possível verificar que as amostras tratadas com cobertura de fécula de mandioca e alginato de sódio, com e sem cálcio, apresentaram contagem de bolores e leveduras superior à obtida para a amostra controle.

- A vida útil do abacaxi minimamente processado revestido com cobertura de fécula de mandioca ou alginato de sódio foi limitada a 7 dias ou 8 dias, respectivamente.

- No caso dos abacaxis tratados somente com agentes inibidores de escurecimento (controle), a vida útil foi de 8 dias no estudo 1 e de 12 dias no estudo 2.

- De modo geral, nos dois estudos da vida útil, foi constatado que o tratamento controle obteve melhor aceitação sensorial, apresentou menor proliferação de microrganismos e maior preservação da vitamina C, indicando que o pré-tratamento somente com sanitizante e solução de ácido ascórbico e cítrico foi mais eficiente na conservação dos abacaxis minimamente processados, sendo o tratamento que apresenta maior potencial de uso, apesar de maior taxa respiratória após processamento mínimo e maior perda de peso e líquido drenado na embalagem ao longo do tempo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2007- **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2008, p.156-158.

AGUAYO, E.; ESCALONA, V. H.; ARTÉS, F. Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh-cut 'Amarillo' melon. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, n. 03, p.397-406, 2008.

ANDRADE, S. A. C. et al. Emprego de revestimentos comestíveis de alginato e pectina de baixa metoxilação em alimentos. **Boletim do Ceppa**, v. 26, n. 01, p.41-50, 2008.

ANTONIOLLI, L. R.; BENEDETTI, B. C.; SOUZA FILHO, M. S. M. Efeito do cloreto de cálcio na qualidade de abacaxi 'Pérola' minimamente processado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n.09, p.1105-1110, 2003.

ANTONIOLLI, L. R. et al. Avaliação da vanilina como agente antimicrobiano em abacaxi 'Pérola' minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 03, p.473-477, 2004.

ANTONIOLLI, L. R. **Processamento mínimo de abacaxi 'Pérola'**. 2004. 166p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia de Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

A.O.A.C. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C International**, 18 th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, 2005.

AVENA-BUSTILLOS, R. J.; KROCHTA, J. M. Water vapor permeability of caseinate-based edible films as affected by pH, calcium crosslinking and lipid content. **Journal of Food Science**, v. 58, n.04, p.904-907, 1993.

AYRANCI, E.; TUNC, S. A method for the measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. **Food Chemistry**, v. 80, n. 03, p.423-431, 2003.

BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O.; BAKER, R. A. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. **Horticulture Science**, v. 30, n. 01, p.35-38, 1995.

BANGYEKAN, C.; AHT-ONG, D.; SRIKULKIT, K. Preparation and properties evaluation of chitosan-coated cassava starch films. **Carbohydrate Polymers**, v. 63, n. 01, p.61-71, 2006.

BASTOS, M. S. R. **Processamento Mínimo de Frutas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 38p.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 04, p.507-513, 1988.

BENGOZI, F. J. et al. Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na CEAGESP – São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 03, p.540-545, 2007.

BEN-YEHOSHUA, S.; BURG, S. P.; YOUNG, R. Resistance of citrus fruit to mass transport of water vapor and other gases. **Plant Physiology**, v.79, n. 04, p.1048, 1985.

BLAKISTONE, B. A. (Coord.). **Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods**. 2th ed. Londres: Blackie Academic and Professional, 1998. 293p.

BLEINROTH, E. W. Matéria-prima. In: MEDINA, J. C. **Abacaxi: da cultura ao processamento e comercialização**. 2. ed. Campinas: ITAL, 1978. 200 p.(Frutas Tropicais, 2).

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 10 jan. 2010.

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. 05, p. 679-685, 2002.

CEAGESP. **Classificação**. Disponível em <<http://www.ceagesp.gov.br/classific/>>. Acesso em: 25 ago. 2008.

CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. 2. Ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003. 207 p.

CHITARRA M. I. F.; CHITARRA A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças-Fisiologia e Manuseio**. 2 Ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

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

CHIUMARELLI, M. **Avaliação da vida útil de manga (*mangifera indica* cv 'tommy atkins') minimamente processada pré-tratada com ácido cítrico e coberturas comestíveis**. 2008. 102 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

CHONHENCHOB, V., CHANTARASOMBOON, Y., SINGH, S. P. Quality changes of treated fresh-cut tropical fruits in rigid modified atmosphere packaging containers. **Packaging Technology and Science**, v. 20, n. 01, p.27–37, 2007.

DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2001. 676p.

DURIGAN, J. F.; DURIGAN, M. F. B. Tendências do mercado de produtos minimamente processados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, HORTALIÇAS E FLORES, 2007, Viçosa. **Resumos...Viçosa: UFV**, 2007. p.105-107.

EDUARDO, M. P; BENEDETTI, B. C.; FERRAZ A. C. O. Avaliação de índices de firmeza para abacaxi minimamente processado em fatias tratadas com soluções de sais de cálcio. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 01, p.1540-163, 2008.

EDUARDO, M. P. **Utilização de diferentes fontes de cálcio para manutenção da textura de abacaxi submetido ao processamento mínimo**. 2004. 65 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade estadual de campinas, Campinas, 2004.

FAKHOURI, F. M. et al. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 02, p.369-375, 2007.

FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>> Acesso em: 01 dez. 2009.

FERRARI, C. C. **Avaliação do emprego da desidratação osmótica e de coberturas comestíveis de pectina na estrutura celular e na qualidade de melão minimamente processado**. 2009. 170 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; NORONHA, M. A. S. Armazenamento de abacaxi minimamente processado tratado com ácido ascórbico. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 07, n. 01, p.68-75, 2005.

FISK C. L. et al. Postharvest quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') associated with packaging and storage conditions. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, n. 03, p.338-345, 2008.

FLORES, S. et al. Physical properties of tapioca-starch edible films: influence of filmmaking and potassium Sorbate. **Food Research International**, v. 40, n. 02, p. 257-265, 2007.

FONTES, L. C. B. **Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs da cultivar royal gala minimamente processadas: efeito na fisiologia e na conservação**. 2005. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FONTES, L. C. B. et al. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n.04, p.872-880, 2008.

FONTES, L. C. B.; SARMENTO, S. B. S.; SPOTO, M. H. F. Características sensoriais e microbiológicas de maçãs minimamente processadas recobertas com películas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 01, p.91-98, 2007.

GARCIA, L. C. **Aplicação de coberturas comestíveis em morangos minimamente processados**. 2008. 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

GARCIA, L. C. et al. Selection of an Edible Starch Coating for Minimally Processed Strawberry. **Food and Bioprocess Technology**, Article in Press 2010, DOI:10.1007/s11947-009-0313-9.

GARCIA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Plasticized starch-based coatings to improve strawberry (*Fragaria ananassa*) quality and stability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 09, p.3758-3767, 1998.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. et al. Physiological and quality changes of fresh-cut pineapple treated with antibrowning agents. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.37, n. 03, p.369-376, 2004.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. **Boletim do Ceppa**, v. 22, n.02, p.405-422, 2004.

GROPPO et al. Efeito do cloreto de cálcio e da película de alginato de sódio na conservação de laranja 'Pera' minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 01, p.107-113, 2009.

HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; OCIO, M. J.; GAVARA, R. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, n. 03, p.247-253, 2006.

HUNTERLAB. **Aplication note: CIEL* a* b* color scale**. Virginia, v. 08, n. 07, 1996.

IFST. **Development and use of microbiological criteria for foods**. London: Institute of Food Science and Technology, 1999. 76 p.

IBRAF. **Comparativo das Exportações Brasileiras de Frutas Frescas (2008-2007)**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/Comparativo_das_Exportações_Brasileiras_de_Frutas_frescas_2008-2007.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2009.

ISO 6579. **Microbiology of food and animal feeding stuffs: Horizontal method for the detection of Salmonella spp.** 4th ed. The International Organization for Standardization, 2002.

JACOMINO, A. P. et al. Processamento mínimo de frutas no Brasil. In: Simposium 'Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados en iberoamérica'. **Proyecto XI.22 Desarrollo de tecnologías para la conservación de vegetales frescos cortados**. San José, 2004. p.79-86.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: _____. **Postharvest technology or horticultural crops**. 3th ed. California: University of California; Agriculture and Natural Resources, 2002. p. 435-461.

KLUGE, R. A. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002, 214p.

KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, Chicago, v. 51 n. 02, p. 60-74, 1997.

LEE, J. Y.; PARK, H. J.; LEE, C. Y.; CHO, W. Y. Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. **Food Science and Technology**, v.36, n.03, p.326-329, 2003.

LIMA, A. M. F.; ANDREANI, L.; SOLDI, V. Influência da adição de plastificante e do processo de reticulação na morfologia, absorção de água e propriedades mecânicas de filmes de alginato de sódio. **Química Nova**, v. 30, n. 04, p.832-837, 2007.

LIMA, A. S. et al. Adição de agentes antiescurecimento, antimicrobiano e utilização de diferentes filmes plásticos, em mamão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n. 01, p.149-152, 2005.

LIN, D.; ZHAO, Y. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 06, n. 03, p.60-75, 2007.

LUENGO, R. F. A.; LANA, M. M. **Processamento mínimo de hortaliças**. Brasília: Embrapa, 1997. 4 p. (comunicado técnico).

LUNA-GUZMÁN, I.; BARRET D. M., Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 19, n. 01, p.61–72, 2000.

MARTIN-BELLOSO, O. Pros and cons of minimally processed foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 18, n. 11, p. 582, 2007.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n.12, p. 1254-1255, 1992.

MELLO, J. C. et al. Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida de prateleira de alface Americana (*Lactuca Sativa* L.) minimamente processada. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.03, p. 418-426, 2003.

MENEGHEL, R. F. A; BENASSI, M. T.; YAMASHITA, F. Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora-preta (*Rubus ulmifolius*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 03, p.609-618, 2008.

MIGUEL, A. C. A.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F. Efeito do cloreto de cálcio na qualidade de melancias minimamente processadas. **Horticultura brasileira**, v. 25, n. 03, p. 442-446, 2007.

MIGUEL, A. C. A. **Uso de película comestível, cloreto de cálcio e ácido ascórbico para a conservação do melão ‘Amarelo’ minimamente processado**. 2008. 195 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MONTERO-CALDERÓN, M.; ROJAS-GRAÜ, M. A.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effect of packaging conditions on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, n. 02-03, p. 182–189, 2008.

MORETTI, C. L. Panorama do Processamento mínimo de Frutas e hortaliças. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, p.27-40, cap. 01, 2007.

NARCISO, J.; PLOTTO, A. A comparison of sanitation systems for fresh cut Mango. **HortTechnology**, v. 15, n. 04, p.837-842, 2005.

NISPEROS-CARRIEDO, M. O. Edible coatings and films based on polyssacharids. In: KROCHTA, J. M.; BALDIWN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O. (Ed.) **Edibles coatings and films to improve food quality**. Lancaster: Technomic Publishing, 1994. p. 305-335.

NOBILE, M. A. et al. New strategies for minimally processed cactus pear packaging. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 10, n. 03, p.356-362, 2009.

OLIVAS, G. I.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Edible Coatings for Fresh-Cut Fruits. **Food Science and Nutritio**, v. 45, n. 07-08, p.657-670, 2005.

OLIVAS, G. I.; MATTINSON, D. S.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Alginate coatings for preservation of minimally processed ‘Gala’ apples. **Postharvest Biology And Technology**, v. 45, n. 01, p.89-96, 2007.

OMS-OLIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, n.01, p. 87-95, 2008a.

OMS-OLIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. **Food Science and Technology**, v. 41, n.10, p. 1862-1870, 2008b.

ONSOYEN, S. Alginates. In: IMENSON, A. (Ed.). **Thickening and gelling agents for food**. London: Blackie Academic e Profissional, 1997, p. 22-44.

PARETA, R.; EDIRISINGHE, M. J. A novel method for the preparation of starch films and coatings. **Carbohydrate Polymers**, v. 63. n. 03, p.425-431, 2006.

PEREIRA, L. M. et al. Effect of calcium salts on the texture, structure and sensory acceptance of osmotically dehydrated guavas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.87, n. 06, p.1149–1156, 2007.

PEREIRA, L. M. **Influência da desidratação osmótica com aditivos na estrutura celular de na manutenção da qualidade de goiabas minimamente processadas**. 2006. 178 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

PINHEIRO, A. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; LIMA, L. C. Influência do CaCl₂ sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. 'Pérola'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 04, p. 32-36, 2005.

PINTO, D. M. **Qualidade de produto minimamente processado comercializados em diferentes épocas do ano**. 2007. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

POMERANZ, Y.; MELOAN, C. E. **Food Analysis: theory and practice**. New York: Chapman and Hall, 1994. 778p.

RAYBAUDI-MASSILIA, R. M.; MOSQUEDA-MELGAR, J.; MARTÍN-BELLOSO, O. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. **International Journal of Food Microbiology**, v. 121, n. 03, p.327-313, 2008.

RICO, D. et al. Extending and measuring the quality of fresh-Cut fruit and vegetables: a Review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 18, n. 07, p.373-386, 2007.

ROCCULI, P.; ROMANI, S.; DALLA ROSA, M. Evaluation of physico-chemical parameters of minimally processed apples packed in non-conventional modified atmosphere. **Food Research International**, v. 37, n. 04, p.329-335, 2004.

ROJAS-GRAÜ, M. A. et al. Apple puree-alginate edible coatings as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh cut apples. **Postharvest Biology and Technology**, v. 45, n. 02, p. 254-264, 2007.

ROJAS-GRAÜ, M. A.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO O. Effect of natural antibrowning agents on color and related enzymes in fresh-cut Fuji apples as an alternative to the use of ascorbic acid. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 06, p. 267-272, 2008.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas, SP: ITAL/CETEA, 2001. 213 p.

SASAKI, F. F. **Processamento Mínimo de Abóbora (*Cucurbita moschata* Durch): alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas**. 2005. 145 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SARZI, B.; DURIGAN, J. F. Avaliação física e química de produtos minimamente processados de abacaxi ‘Pérola’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 02, p.333-337, 2002.

SARZI, B.; DURIGAN, J. F.; ROSSI JÚNIOR, O. D. Temperatura e tipo de preparo na conservação de produto minimamente processado de abacaxi-‘pérola’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 02, p.376-380, 2002.

SHEWFELT, R. L. What is quality? **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 03, p.197-200, 1999.

SILVA, M. J.; ISHIHARA, Y. M.; SANTOS, K. K. L. Alimentos minimamente processados: Uma breve revisão. **I Jornada Nacional da Agroindústria**, 2006.

SILVA, P. R. Uma abordagem sobre o mercado de hortaliças minimamente processadas. **Informações Econômicas**, v. 38, n.04, 2008.

SILVA SOBRINHO, R. D. et al. Qualidade de abacaxi pérola minimamente processado mediante o emprego de revestimentos comestíveis e atmosfera modificada. In: XV ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPB, 2007, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: UFPB, 2007. Disponível em: <http://www.prpg.ufpb.br/prpg/cgpgq/enic/arquivos/anais/EnicXV_2007/livro_enic_2007_vida.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2009.

SONTI, S.; PRINYAWIWATKUL, W.; McWATTERS, K. H. A survey on consumer attitude and perception of fresh-cut fruits and vegetables with or without edible coating. **In: IFT Annual Meeting Technical Program**, 76C-17, 2002, California.

SOTHORNVIT, R.; RODSAMRAN, P. Effect of a mango film on quality of whole and minimally processed mangoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, n. 03, p.407-415, 2007.

SOUTO, R. F. et al. Conservação pós-colheita de abacaxi ‘Pérola’ colhido no estádio de maturação “pintado” associando-se refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.01, p.24-28, 2004.

SOUZA, B. S.; DURIGAN, J. F. Processamento mínimo do abacaxi. In: MORETTI, C. L. (Editor). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, p.197-204, cap. 08, 2007.

SOUZA, B. S. et al. Qualidade e Comportamento Fisiológico do Mamão 'Formosa' Minimamente Processado. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 08, n. 03, p.243-247, 2005.

TANADA-PALMU, P. S.; GROSSO, C. R. F. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 36, n.02, p.199-208, 2005.

TBCA-USP. TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela>>. Acesso em: 15 fev. 2010.

TAPIA, M. S. et al. Use of alginate and gellan- based coatings for improving barrier, texture and nutritional properties of fresh-cut papaya. **Food Hydrocolloids**, v. 22, n. 08, p.1493-1503, 2008.

VARGAS, V. et al. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 06, p.496-511, 2008.

VIANA, T. S. et al. Physicochemical characteristics of minimally processed 'Pérola' pineapples treated with edible coatings. **Acta Horticulturae**, v. 40, n. 01, p.291-298, 2009.

VIEITES, R. L. Abacaxi Minimamente Processado. **Revista Frutas e Derivados**, n. 05, p.41-43, 2007. Trimestral.

VIEIRA, A. P.; VIEITES, R. L.; EVANGELISTA, R. M. Película de fécula de mandioca no abacaxi minimamente processado. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2000, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: SBCTA, 2000.

VILAS BOAS, B. M. Avaliação da qualidade de mangas 'Tommy Aktins' minimamente processadas e tratadas quimicamente. 2003, 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

VILAS BOAS, E. V. B. Tecnologia de processamento mínimo de banana, mamão e kiwi. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2002, Brasília. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/novidade/eventos/semipos/anais.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

ANEXO A

Especificações da fécula de mandioca utilizada neste trabalho, fornecidas pela Pilão Amidos Ltda.

PILÃO AMIDOS LTDA

RUA MINISTRO GABRIEL PASSOS, 470
CEP: 85.980-000 - GUAÍRA- PR
Fone/Fax: (044) 3642-2344
e-mail: pilao@pilaoamidos.com.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

Cliente:	FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
Fornecedor:	PILÃO AMIDOS LTDA
Origem:	GUAÍRA-PARANÁ-BRASIL
Produto:	FÉCULA DE MANDIOCA
Data de Fabricação:	02/01/08
Lote nº:	0001/08
Quantidade:	4 Kg
Data da Certificação:	03/01/08

Resultados:

pH	6,25
Fator Ácido (ml)	2,57
Umidade (%)	13,22
Polpa (ml)	0,10
Granulometria (#mesh 100, %)	99,98
Viscosidade Brookfield	257cp

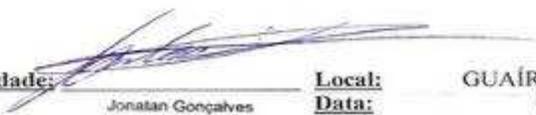
Metodologia:

Umidade	ISSO 1666
pH	Suspensão 30% em água destilada

Armazenamento:

Estocar em local fresco, seco em embalagens fechadas
Tempo recomendado de armazenamento: 02 anos

Observações:**Cont. Qualidade:**


Jonatan Gonçalves
CPF 055.089.499-33
Laboratório

Local:

GUAÍRA-PARANÁ-BRASIL

Data:

03/01/08

E-MAIL: jonatan@pilaoamidos.com.br

FÉCULA DE MANDIOCA PILÃO

Folha de Segurança de Material

De acordo com a Norma Internacional ISO 11014-1

Unidade de Negócios

PILÃO AMIDOS LTDA

Rua ministro Gabriel passos, 470 - CENTRO

CP: 023 - CEP: 85980-000 - Guaira-Pr

Fone/Fax: (44) 642-2344

Email: pedidospilao@fnet.com.br

Seção 1 - Identificação de produto

Nome do produto

FÉCULA DE MANDIOCA PILÃO

Código do produto

Seção 2 - Composição/informação sobre os ingredientes

Substância

amido de mandioca

CAS N°

56780-58-6

EINECS N°

Ver Seção 15

Ausência de ingredientes que possam contribuir para o risco.

Seção 3 - Identificação do risco

A natureza química deste produto não exige a adição de cuidados contra o risco de efeitos adversos para a saúde humana ou para as condições ambientais.

Seção 4 - Medidas de primeiros socorros

Devido a tratar-se de material inerte, não há motivos para dar instruções específicas sobre primeiros socorros em relação a este produto.

Seção 5 - Medidas de prevenção de incêndios

Meio de extinção:

São adequados os materiais padrão, tais como pó, espuma ou água.

Para a proteção dos bombeiros devem utilizar-se os dispositivos de respiração padrão.

Seção 6 - Medidas em caso de acidentes com o produto

Não recomendam precauções pessoais ou ambientais especiais.

Métodos de Limpeza:

Após um derramamento ou vazamento, se possível recolher o produto na forma de pó. Do contrário, lavar com água fria abundante. O material molhado derramado sobre pisos e superfícies pode apresentar riscos de escorregamento.

FÉCULA DE MANDIOCA PILÃO**Seção 7 - Manuseio e armazenamento**

Devem adotar-se medidas técnicas apropriadas para despejar o pó, com o uso de ventilação e aspiração. Evitar de todas as formas o excessivo levantamento de pó do material solto. Portanto, recomenda-se retirar regularmente o acúmulo de pó.

Armazenar o produto em lugares frescos e secos e protegidos contra condições climáticas extremas.

Não são relevantes instruções específicas a respeito da separação de produtos incompatíveis.

Manter a embalagem em bom estado e bem fechado.

Seção 8 - Controle de exposição/proteção pessoal

Em caso de levantar pó, recomenda-se o uso de proteção respiratória.

Seção 9 - Propriedades físico-químicas

Forma	Pó
Cor	Branca
Odor	Neutro
pH	~ 5 (100 g/l H ₂ O, suspensão)
Densidade	~ 700 Kg/m ³
Solubilidade em água	(20°C) < 10-2g/l (>90°C) dispersão coloidal em água quente
Mudança de estado físico	Não há mudanças no seu estado sólidos até o processo de combustão
Ponto de ignição	Não há desenvolvimento de vapores voláteis e inflamáveis até o processo de combustão
Propriedades explosivas	Por sua natureza, este produto não tem propriedades explosivas.

Seção 10 - Estabilidade e reatividade

Este produto perde sua estrutura microscópica original de grânulos ao ser aquecido em água a partir dos 50°C.

Não há decomposição térmica quando é utilizado conforme indicado. Em caso de combustão completa, forma-se os seguintes produtos de decomposição: dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O).

FÉCULA DE MANDIOCA PILÃO

Seção 11 - Informação de toxicidade

Este produto não é tóxico e não contém ingredientes que possam ser considerados como tais.

Seção 12 - Informação ecológica

Em circunstâncias normais, este produto deve ser prontamente biodegradáveis e não deve causar danos ao meio ambiente.

Seção 13 - Considerações de despejo

Levando-se em consideração as normas das autoridades locais, pode ser incluído em recheios sanitários ou incinerado junto com o lixo domiciliar.

Seção 14 - Informação de Transporte

Este produto não está classificado como material perigoso de acordo com as normas internacionais para transporte terrestre, cursos de água internos, marítimos e aéreo.

Seção 15 - Informação sobre regulamentações

Em geral, este produto não está sujeito as normas de marcação obrigatória. Não obstante, recomenda-se levar em consideração a existência de normas locais.

Como consequência das regras de classificação, produtos polímeros tais como derivados de amidos não possuem número de EINEC ou ELINCS.

Amido, como produto ou matéria prima para elaboração de derivados de amido, possuem número de EINEC 232-679-6.

Seção 16 Outras Informações.

Este produto deve ser utilizado em aplicações industriais convencionais, inclusive componente em artigos que devem estar em contato direto e com produtos alimentícios.

- Conforme descrito no USA 21 CFR § 178.3520, este produto cumpre os requisitos de amido modificado industrial, o que significa que também atende os requisitos para papel e papelão estipulados em 21 CFR e § 176.170 e § 176.180.
- Conforme descrito no BRD BGA, este produto cumpre os requisitos do Empfehlung XXXVI.

ANEXO B

Especificações do alginato de sódio utilizado neste trabalho, fornecidas pela Cargill.



Algogel 5540

<p>PROPRIEDADES</p> <p>DISPERSÃO: Para dispersar o produto sem grumos: # Pré misturar o pó com outros ingredientes secos, # ou, dispersar em meio não solvente (óleos, álcool), sob vigorosa agitação. Agitar até completa dispersão.</p> <p>DISSOLUÇÃO: A dissolução do produto depende do meio e do processo: A solubilidade do produto é melhorada com o tratamento térmico (tempo, temperatura), cisalhamento (agitador, trocador de calor, homogeneizador,). # Uma completa dissolução pode ser obtida a frio. Pode ser dificultada em meio rico em cálcio livre (água pesada, leite). Desta forma, agentes complexantes devem ser utilizados para assegurar completa dissolução do alginato.</p> <p>MEIOS/UTILIZAÇÃO # O produto pode ser usado em meio aquoso, lácteos ou frutais. A dosagem máxima varia de 0,5-4% de acordo com a viscosidade do alginato, meio e textura final desejada.</p> <p>TEXTURA # Algogel é um agente gelificante em presença de cálcio ou ácido. # Para obtenção de um gel homogêneo, sais de cálcio ou ácido, devem ser dissolvidos lentamente na preparação.</p> <p>EMBALAGEM E ESTOCAGEM: # Caixas de papelão de 25Kg ou sacos de papel multifolhados de 25Kg contendo um saco interno de polietileno. # Estocar ao abrigo de umidade e calor. # O produto, quando estocado nas condições mencionadas acima, e na embalagem original fechada, poderá</p>	<p>DESCRIÇÃO</p> <p>Algogel 5540 é um aditivo usado como agente de textura. É um agente espessante que gelifica em meio ácido e/ou meio cálcico, desenvolvido para várias aplicações alimentícias. Está em conformidade com os padrões da FAO/WHO, EEC, da FDA e do Food Chemicals Codex.</p> <p>Este produto consiste de: # Alginato de sódio EP II</p> <p>CARACTERÍSTICAS: Reologia: Força de gel em água: 450-650g medido a 20°C em um penetrômetro (20 mm de distância)</p> <p>Viscosidade 300-500 cp, medida em solução aquosa 1%, em viscosímetro Brookfield RVT, spindle n° 2, a 20°C, 20 rpm.</p> <p>pH (solução 1%): 6-8,5.</p> <p>Aspecto, odor e sabor: Pó inodoro, insípido, de cor branca creme a bege clara.</p> <p>Granulometria: No mínimo 95% menor que 200 micra.</p> <p>Perdas na secagem: Não mais que 15%.</p> <p>Bacteriologia: Germes Totais: Não mais que 5000/g. Bactérias Patogênicas: Negativo. Mofos e Leveduras: Não mais que 200/g</p> <p><small>REGISTRAÇÃO Dados de esta especificação, as condições gerais para</small></p>
--	---

ANEXO C

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP: 08/04/09
(Grupo III)

PARECER CEP: Nº 149/2009 (Este nº deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 0108.0.146.000-09

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: "AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE FRUTAS MINIMAMENTE PROCESSADAS COM COBERTURAS COMESTÍVEIS".

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Miriam Dupas Habinger.

INSTITUIÇÃO: Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 06/03/2009

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 08/04/10 (O formulário encontra-se no site acima)

II - OBJETIVOS

Formular coberturas comestíveis a base de fécula de mandioca, com e sem adição de cera carnaúba e a base de alginato de sódio.

III - SUMÁRIO

Serão recrutados provadores não selecionados, principalmente aluno e servidores da universidade. Os sujeitos serão convidados a participar dos testes sensoriais, os que receberão uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A amostra é composta por 50 provadores para análise sensorial. Em cada sessão serão analisados, no máximo, 4 amostras por provadores, 3 amostras tratadas e 1 "in natura". As amostras usadas no testes sensoriais serão compostas por fatias de maçãs sem e com cobertura a base de fécula de mandioca e cera de carnaúba ou rodela de abacaxi com e sem cobertura a base de fécula de mandioca ou alginato de sódio. As amostra com e sem cobertura serão submetidas à testes sensoriais a cada 5 dias, durante o período de armazenamento proposto (10 a 15 dias), avaliando o atributo cor, aroma, textura, sabor e impressão global, através de escala hedônica não-estruturada ancorada nos extremos à esquerda e à direita, tendo como limite "gostei muitíssimo" e à esquerda "desgostei muitíssimo". Os testes sensoriais serão realizados em cabines individuais padronizadas. As amostras serão apresentadas em pratos com código de 3 dígitos aleatórios, serão avaliados separadamente, sendo entregues ao provador uma de cada vez. A duração do teste levará aproximadamente 5 minutos. Não há faixa etária específica nem sexo que seja determinado ao provador, sendo preferido indivíduos consumidor de produto desenvolvido. Este projeto está fundamentado na experimentação laboratorial e dados científicos anteriores, indicando que não há possibilidade de apresentar danos aos provadores. O pesquisador pretende obter um produto com características semelhantes à fruta "in natura" e estender sua vida na prateleira, utilizando tecnologias comercialmente viáveis.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELADORES

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13093-887 Campinas - SP

PHONE (019) 3521-8930
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br

- 1 -



Após respostas às pendências, o projeto encontra-se adequadamente redigido e de acordo com a Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VI.1- DATA DA REUNIÃO

Homologado na III Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 24 de março de 2009.


Prof. Dra. Carmen Silvia Bertuzzo
 PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
 FCM/UNICAMP

FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL

Nome: _____ Data: __/__/__

Amostra nº: _____

Por favor, avalie a amostra de abacaxi recebida e indique na escala o quanto você gostou ou desgostou da amostra em relação:

- **à aparência.**
Desgostei muitíssimo Gostei muitíssimo
|-----|

- **ao aroma.**
Desgostei muitíssimo Gostei muitíssimo
|-----|

- **ao sabor.**
Desgostei muitíssimo Gostei muitíssimo
|-----|

- **à textura.**
Desgostei muitíssimo Gostei muitíssimo
|-----|

- **à impressão global.**
Desgostei muitíssimo Gostei muitíssimo
|-----|

Intenção de compra

Assinale qual seria sua atitude se você encontrasse esse produto à venda.

- () eu certamente compraria este produto.
- () eu provavelmente compraria este produto.
- () tenho dúvidas se compraria ou não esse produto.
- () eu provavelmente não compraria este produto.
- () eu certamente não compraria este produto.

Comentários:
