



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



APLICAÇÃO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS EM MORANGOS MINIMAMENTE PROCESSADOS

Lorena Costa Garcia

Engenheira de Alimentos, 2006 (UFV)

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 - SP

Março/2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

G165a Garcia, Lorena Costa
Aplicação de coberturas comestíveis em morangos minimamente processados / Lorena Costa Garcia. -- Campinas, SP: [s.n.], 2009.

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

1. Morango. 2. Processamento mínimo. 3. Coberturas comestíveis. 4. Fécula de mandioca. 5. Antimicrobiano. I. Hubinger, Miriam Dupas. II. Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Título em inglês: Application of edible coatings on minimally processed strawberries

Palavras-chave em inglês (Keywords): Strawberries, Minimal processing, Edible coatings, Cassava starch, Antimicrobial

Titulação: Mestre em Engenharia de Alimentos

Banca examinadora: Miriam Dupas Hubinger
Benedito Carlos Benedetti
Marcos David Ferreira

Data de defesa: 27/03/2009

Programa de Pós Graduação: Programa em Engenharia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Profª. Drª. Miriam Dupas Hubinger

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

Prof. Dr. Benedito Carlos Benedetti

Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI/UNICAMP
(Membro)

Prof. Dr. Marcos David Ferreira

Embrapa Instrumentação Agropecuária - CNPDIA/Embrapa
(Membro)

Profª. Drª. Cynthia Ditchfield

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP
(Membro)

Profª. Drª. Florência Cecília Menegalli

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

**"Comece fazendo o que é necessário,
depois o que é possível, e de repente
você estará fazendo o impossível"
(São Francisco de Assis)**

**“Um homem não pode fazer o certo
numa área da vida, enquanto está
ocupado em fazer o errado em outra.
A vida é um todo indivisível.”
(Mahatma Gandhi)**

DEDICATÓRIA

**Aos meus pais, João Carlos e Glaydes,
pelo apoio irrestrito em todos os
momentos de minha vida,
dedico.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, por iluminar meu caminho e preencher meu coração com seu amor.

Aos meus queridos pais, João Carlos e Glaydes, e ao meu irmão Victor, pelo amor incondicional, carinho, apoio, confiança e por estarem sempre presentes na minha vida, apesar da distância. À vocês, todo o meu amor, gratidão e respeito.

À Prof. Dra. Miriam Dupas Hubinger pela orientação, ensinamentos e paciência durante a realização deste trabalho.

À banca, composta pelos professores Dr. Benedito Carlos Benedetti, Dra. Cynthia Ditchfield, Dra. Florência Cecília Menegalli e Dr. Marcos David Ferreira, pelas valiosas críticas e sugestões na correção deste trabalho.

À pesquisadora Claire Isabel Grigoli de Luca Sarantópulos, do Centro Tecnologia em Embalagens do Instituto de Tecnologia de Alimentos, ITAL, pela imensa colaboração e disponibilidade.

À Prof. Dra. Sandra Maria Carmello-Guerreiro pela colaboração na realização das análises de microscopia e por sua imensa simpatia e disposição.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de minha bolsa de mestrado e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro.

A Unicamp e ao Departamento de Engenharia de Alimentos por possibilitar a complementação da minha formação.

Ao Gustavo, por ter dividido comigo os momentos de alegria e tristeza e por ter sido, antes de tudo, um maravilhoso amigo.

À minha avó Vavá, pelas orações e conselhos. À você vó, toda a minha admiração e amor. Aos meus avós, Ziu e Norma, aos meus tios, tias e primas por recarregarem minhas energias nos diversos momentos de alegria e descontração – muito obrigada.

À Dra. Leila Pereira, pela amizade, conselhos, incentivos e inestimável auxílio em todas as etapas da execução deste projeto.

A Sílvia e Juliana, por partilharem comigo alegrias e angústias, decepções e surpresas e por agüentarem, com todo amor e carinho, as minhas reclamações.

À Rê pela amizade, risadas, dias mais que agradáveis em Foz do Iguaçu e companhia nos cafés e almoços. À Lou pela paciência nos meus momentos de crise, disponibilidade e por ser sempre “zen”.

À Cris, pelas dicas laboratoriais e pela ajuda nas análises no estereomicroscópio; à Marcela, por toda ajuda no lab, pelo curso de Photoshop e por fazer os mais belos fundos dos pôsteres e apresentações de PP.

A Joyce e Dona Ana, por todo o auxílio no laboratório.

A Gláucia, Julio e Rafael por terem sido verdadeiros “anjos” no desenvolvimento dos meus experimentos.

A Rejane e Rosana, pela amizade, paciência e agradável convivência.

A todos do pós - DEA 2007, em especial a Kátia, Ricardo, Helmut, Margarita e Hugo, pela amizade verdadeira, carinho e momentos de descontração.

Aos amigos e agregados da sala 28 e do LEP (Bia, Vanessinha, Helena, Ellen, Vânia, Ângelo, Aninha, Fabi, Carol, Luiz, Hector, Ju Muzambinha...) pela alegria do convívio.

E a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

Sumário

<i>Índice de Figuras</i>	<i>xv</i>
<i>Índice de Tabelas</i>	<i>xvii</i>
<i>Resumo</i>	<i>xix</i>
<i>Abstract</i>	<i>xxi</i>
1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1. Morangos	3
2.2. Produtos Minimamente Processados	6
2.3. Mercado de Minimamente Processados no Brasil	9
2.4. Coberturas Comestíveis	10
2.4.1. Coberturas a Base de Fécula de Mandioca	13
2.5. Agente Antimicrobiano	15
2.6. Avaliação da Qualidade	18
3. Material e Métodos	21
3.1. Material	21
3.2. Métodos	22
3.2.1. Parte 1 - Ensaio Preliminares	23
3.2.1.1. Processamento Mínimo	24
3.2.1.2. Formulações Estudadas	25
3.2.1.3. Preparo e Aplicação da Cobertura	26
3.2.1.4. Determinação das Propriedades Mecânicas	27
3.2.1.5. Determinação da Cor	28
3.2.1.6. Análise Sensorial	29
3.2.1.7. Determinação da Integridade da Cobertura	29
3.2.1.8. Determinação da Taxa de Respiração	29
3.2.1.9. Determinação da Resistência ao Vapor de Água	30
3.2.1.10. Análise Estatística	32
3.2.2. Parte 2 – Estudo da Vida Útil	32

3.2.2.1. Processamento Mínimo e Aplicação da Cobertura	33
3.2.2.2. Caracterização da Matéria-Prima	33
3.2.2.3. Vida Útil	34
3.2.2.4. Métodos Analíticos	34
3.2.2.5. Análise Sensorial	39
3.2.2.6. Ensaio de Microscopia Óptica	39
3.2.2.7. Cálculo do Custo de Aplicação da Cobertura	40
3.2.2.8. Análise Estatística	41
4. Resultados e Discussão	43
4.1. Parte 1 - Ensaio Preliminares	43
4.1.1. Propriedades Mecânicas	43
4.1.2. Determinação de Cor	45
4.1.3. Análise Sensorial	47
4.1.4. Integridade da Superfície	49
4.1.5. Determinação da Taxa de Respiração	50
4.1.6. Resistência ao Vapor de Água	52
4.1.7. Escolha da Cobertura	57
4.2. Parte 2 - Estudo da Vida Útil	59
4.2.1. Caracterização da Matéria-Prima	59
4.2.2. Perda de Peso	60
4.2.3. pH e Acidez Titulável	62
4.2.4. Sólidos Solúveis Totais	64
4.2.5. Açúcares Redutores e Totais	65
4.2.6. Atividade de Água (a_w) e Umidade	67
4.2.7. Determinação de Cor	69
4.2.8. Teor de Antocianinas	73
4.2.9. Taxa de Respiração	75
4.2.10. Composição Gasosa	78
4.2.11. Propriedades Mecânicas	80
4.2.12. Análise Sensorial	84
4.2.13. Análise Microbiológica	91
4.2.14. Avaliação Estrutural dos Morangos por Microscopia Óptica	96
4.2.15. Cálculo do Custo de Morangos com Cobertura	100
5. Conclusões	103
6. Referências Bibliográficas	105

<i>Anexo A</i>	<i>115</i>
<i>Anexo B</i>	<i>119</i>
<i>Anexo C</i>	<i>120</i>
<i>Apêndice A – Ficha de Análise Sensorial</i>	<i>121</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Morango <i>Fragaria ananassa</i> . _____	4
Figura 3.1. Embalagem e disposição dos morangos minimamente processados. _____	22
Figura 3.2. Diagrama de fluxo do processamento. _____	24
Figura 3.3. Etapas do processamento. (A) morangos após a retirada do cálice e pedúnculo; (B) sanitização dos morangos. _____	25
Figura 3.4. Aplicação da cobertura: (A) Imersão dos morangos na cobertura; (B) utensílios utilizados para drenagem da cobertura. _____	27
Figura 3.5. Frasco hermético utilizado para determinação da taxa de respiração. _____	30
Figura 3.6. Etapas da análise de resistência à difusão do vapor de água: (A) amostras em um dessecador mantido a 98,2%UR, (B) e (C) amostras sob suporte em dessecador mantido a 33,3%UR. _____	32
Figura 4.1. Força máxima de penetração de morangos: (A) amostras controle e tratadas com diferentes concentrações de FM; (B) amostras com cobertura a base de FM adicionadas de diferentes concentrações de SP. _____	44
Figura 4.2. Morangos minimamente processados submetidos às condições extremas utilizadas neste trabalho: (A) controle; (B) morangos com cobertura 3% fécula de mandioca; (C) Morangos com cobertura de 3% fécula de mandioca+0,1% sorbato de potássio. _____	47
Figura 4.3. Imagens, obtidas no estereomicroscópio, de morangos tratados com coberturas contendo diferentes concentrações de fécula de mandioca, tingidos com solução de iodo. (A)1%, (B) 2%, (C) 3% de fécula de mandioca. Barra = 0,5cm. _____	49
Figura 4.4. Taxa de respiração de morangos ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$): (A) amostras controle e tratadas com diferentes concentrações de fécula de mandioca; (B) amostras com cobertura a base de fécula de mandioca adicionada de diferentes concentrações de sorbato de potássio. _____	51
Figura 4.5. Resistência ao vapor de água. _____	55
Figura 4.6. Porcentagem de perda de peso dos morangos ao longo da vida útil. _____	61
Figura 4.7. Acidez Titulável, ao longo do armazenamento, dos morangos minimamente processados submetidos aos diferentes tratamentos. _____	63
Figura 4.8. Valores médios para o tom dos morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos. _____	70

Figura 4.9. Valores médios do croma de morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos. _____	71
Figura 4.10. Valores médios da luminosidade de morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos. _____	72
Figura 4.11. Taxa de respiração ($\text{mg CO}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) de morangos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo da vida útil. _____	76
Figura 4.12. Composição gasosa no interior das embalagens contendo morangos minimamente processados, submetidos a diferentes tratamentos e armazenados por 15 dias a 5°C. _____	80
Figura 4.13. Força Máxima de Penetração (N), ao longo do armazenamento, de morangos submetidos aos diferentes tratamentos. _____	82
Figura 4.14. Força máxima de ruptura (N), ao longo do armazenamento, de morangos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo do armazenamento. _____	83
Figura 4.15. Contaminação de morangos armazenados por 9 dias a 5°C: (A) amostra controle; (B) 3%FM+0,05%SP. _____	94
Figura 4.16. Microscopia óptica da região superficial dos morangos minimamente processados, submetidos ao diferentes tratamentos, no início e final do armazenamento. Controle: tempo 1 (A), tempo 15 (B); morangos tratados com 3% fécula de mandioca: tempo 1 (C), tempo 15 (D); morangos tratados com 3%fécula de mandioca + 0,05% sorbato de potássio: tempo 1 (E), tempo 15 (F). _____	97
Figura 4.17. Microscopia óptica da região interior dos morangos minimamente processados, submetidos ao diferentes tratamentos, no início e final do armazenamento. Controle: tempo 1 (A), tempo 15 (B); morangos tratados com 3% fécula de mandioca: tempo 1 (C), tempo 15 (D); morangos tratados com 3%fécula de mandioca + 0,05% sorbato de potássio: tempo 1 (E), tempo 15 (F). _____	99

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1. Valores médios de força máxima de ruptura (N) de morangos minimamente processados submetidos aos diferentes tratamentos. _____	45
Tabela 4.2. Valores do croma (C*) e tom (H*) de morangos minimamente processados antes e depois da aplicação da cobertura a base de fécula de mandioca. _____	46
Tabela 4.3. Avaliação sensorial de morangos submetidos aos diferentes tratamentos. _____	48
Tabela 4.4. Fluxo de vapor de água ($\times 10^3 \text{ g m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) de morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos. _____	53
Tabela 4.5. Aumento da resistência ao vapor de água, obtido pela ação das diferentes coberturas. _____	56
Tabela 4.6. Composição química centesimal de morangos cv. Oso Grande 'in natura'. _____	59
Tabela 4.7. Caracterização física de morangos cv Oso Grande 'in natura'. _____	60
Tabela 4.8. Valores médios de pH, ao longo do armazenamento, para morangos minimamente processados submetidos aos diferentes tratamentos. _____	62
Tabela 4.9. Valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix), ao longo do armazenamento, para morangos minimamente processados submetidos aos diferentes tratamentos. _____	64
Tabela 4.10. Valores médios de açúcares redutores ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de amostra), ao longo do armazenamento, para morangos submetidos aos diferentes tratamentos. _____	65
Tabela 4.11. Valores médios de açúcares totais ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de amostra), ao longo do armazenamento, para morangos submetidos aos diferentes tratamentos. _____	66
Tabela 4.12. Valores médios de atividade de água, ao longo do armazenamento, para morangos minimamente processados submetidos aos diferentes tratamentos. _____	68
Tabela 4.13. Valores médios de umidade (%), ao longo do armazenamento, para morangos minimamente processados submetidos aos diferentes tratamentos. _____	69
Tabela 4.14. Valores médios de teor de antocianinas (mg Pelargonidina 3-glicosídeo 100g^{-1} de amostra), ao longo do armazenamento, para morangos submetidos aos diferentes tratamentos. _____	74
Tabela 4.15. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à aparência de morangos minimamente processados, ao longo do armazenamento. _____	85
Tabela 4.16. Valores médios de aceitação dos provadores em relação ao aroma de morangos minimamente processados, ao longo do armazenamento. _____	86

Tabela 4.17. Valores médios de aceitação dos provadores em relação ao sabor de morangos minimamente processados, ao longo do armazenamento. _____	87
Tabela 4.18. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à textura de morangos minimamente processados, ao longo do armazenamento. _____	89
Tabela 4.19. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à impressão global de morangos minimamente processados, ao longo do armazenamento. _____	90
Tabela 4.20. Intenção de compra (%), ao longo do armazenamento, dos morangos minimamente processados. _____	90
Tabela 4.21. Contagem de <i>Salmonella</i> , Coliformes Totais e <i>E. coli</i> . _____	93
Tabela 4.22. Contagem de bolores e leveduras e aeróbios psicrotróficos, ao longo do armazenamento, de morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos. _____	93
Tabela 4.23. Efeito da sanitização na carga microbiana dos morangos. _____	96
Tabela 4.24. Custo adicional relativo à aplicação das diferentes coberturas. _____	100

RESUMO

O morango é um pseudofruto não climatérico e que possui uma curta vida útil após a colheita. Dentre os fatores responsáveis pela perda de qualidade dos morangos estão a alta atividade metabólica e alta susceptibilidade ao ataque microbiano, principalmente fungos. O objetivo no presente trabalho foi estudar o efeito da aplicação de coberturas comestíveis a base de fécula de mandioca, adicionadas ou não do antimicrobiano sorbato de potássio, nas características físico-químicas e microbiológicas determinantes da vida útil de morangos minimamente processados, armazenados a 5°C. Primeiramente, foram aplicadas aos morangos coberturas contendo 1%, 2% e 3% de fécula de mandioca, adicionadas ou não de 0,05% e 0,1% de sorbato de potássio com o objetivo de verificar alguma alteração significativa nas características da fruta 24h após o tratamento. A aplicação das coberturas não alterou significativamente as propriedades mecânicas (força máxima de penetração e ruptura) e a cor dos morangos; todos os tratamentos foram bem avaliados sensorialmente (todas as notas acima de 4,5), indicando que não houve rejeição do consumidor pelas coberturas. Verificou-se que coberturas com maiores concentrações de fécula de mandioca foram eficientes em reduzir a taxa de respiração e aumentar a resistência à difusão de água das amostras. O sorbato de potássio teve efeito significativo apenas na resistência à difusão de água, e, entre as duas concentrações estudadas, não foram observadas diferenças significativas. Com base nestes resultados e visando o menor custo, coberturas contendo 3% de fécula de mandioca e 3% de fécula de mandioca + 0,05% de sorbato de potássio foram selecionadas para o estudo da vida útil. Neste estudo verificou-se que, ao longo de 15 dias de armazenamento a 5°C, as coberturas foram eficientes em reduzir a perda de peso, a taxa de respiração e a perda firmeza das amostras. O teor de antocianinas das amostras com cobertura não sofreu alterações significativas ao longo do armazenamento; no entanto, para a amostra controle, um aumento significativo foi observado no 15º dia. Todos os tratamentos foram bem avaliados sensorialmente, com notas acima do limite de aceitabilidade (4,5). O fator determinante da vida útil dos morangos minimamente processados foi a contaminação pontual observada nas amostras. As amostras controle e as tratadas com 3% de fécula de mandioca + 0,05% de sorbato de potássio apresentaram vida útil de 9 dias, em função da contaminação fúngica. Já morangos tratados com 3% fécula de mandioca obtiveram vida útil de 12 dias, indicando que apenas a cobertura sem sorbato de potássio permitiu um prolongamento da vida útil dos morangos minimamente processados.

Palavras Chaves: morango, processamento mínimo, cobertura comestível, fécula de mandioca, antimicrobiano.

ABSTRACT

Application of edible coatings on minimally processed strawberries

Strawberry is a non climacteric fruit and presents a short postharvest shelf-life. Among the main factors for quality loss of strawberries are the high metabolic activity and mold decay. The aim of this work was to study the effect of the application of cassava starch edible coatings, with or without of the antimicrobial potassium sorbate as additive, on the physical-chemical and microbiological characteristics, responsible for the shelf life of minimally processed strawberries, stored at 5°C. Initially, strawberries were treated with edible coatings containing 1%, 2% or 3% of cassava starch, with or without 0.05% or 0.1% of potassium sorbate, in order to verify any significant change on strawberry characteristics, after 24h of the coating application. Mechanical properties (maximum penetration and rupture forces) and strawberry color were not affected by the coating application and all treatments received good grades on the sensory analyses (all scores above 4,5). It was observed that coatings with higher starch concentrations efficiently reduced the respiration rate and increased water vapor resistance. The addition of potassium sorbate in the coating increased water vapor resistance but no statistical differences were observed between the two concentrations employed. Considering these results and seeking the lower coating cost, coatings containing 3% of cassava starch and 3% of cassava starch + 0.05% of potassium sorbate were the selected conditions to be used in the shelf life study of minimally processed strawberries. During the shelf life study, it was observed that edible coatings were efficient in reducing weight loss, respiration rate and firmness loss of samples for 15 days of storage at 5°C. Changes in anthocyanin content were not observed on coated samples during storage; for the control samples, a significant increase was observed on the 15th day. All treatments presented good sensory acceptance. Control samples and the samples treated with the coating containing potassium sorbate showed a reduced shelf life of 9 days due to microbial spoilage. A shelf-life of 12 days was obtained for samples coated with 3% of cassava starch, indicating that the coating without the antimicrobial was efficient in increasing the shelf life of minimally processed strawberries.

Key words: strawberries, minimal processing, edible coatings, cassava starch, antimicrobial

1. INTRODUÇÃO

O consumo de frutas e hortaliças tem aumentado em todo o mundo em função de alterações nos hábitos de vida da sociedade moderna, que a cada dia busca uma alimentação mais saudável. Frutas e hortaliças prontas para consumo ou que exigem pouco ou nenhum preparo para serem consumidas com segurança, estão sendo cada vez mais demandadas, principalmente pela conveniência e praticidade que estes produtos oferecem, tanto na hora de comprar quanto na hora de consumir. É neste contexto que se inserem as frutas e hortaliças minimamente processadas, que cada vez mais têm ocupado espaço nas gôndolas de supermercado e de lojas de conveniência de diversos países (MORETTI, 2007).

As frutas minimamente processadas ainda são pouco comercializadas no Brasil; as hortaliças, principalmente as folhosas, respondem por grande parte deste novo mercado. As frutas mais comumente encontradas na forma minimamente processada são abacaxi, mamão, melão e melancia. Segundo Jacomino et al. (2004), existe potencialidade para comercialização de maior variedade de frutas, dentre elas o morango, desde que novas tecnologias sejam incorporadas ao processo de produção.

Os morangos são frutos altamente perecíveis, com alta atividade fisiológica pós-colheita e, como conseqüência, apresentam curtos períodos de senescência, tornando a comercialização destes produtos desafiadora (GARCIA et al., 1998). A contaminação fúngica, injúrias mecânicas, desidratação e perda de turgor estão entre os principais fatores limitantes da vida útil dos morangos.

A deterioração pós-colheita de frutas é normalmente retardada pelo armazenamento em baixas temperaturas, em atmosferas modificadas ou pela utilização de tratamentos que reduzem o metabolismo do produto. As coberturas comestíveis estão sendo amplamente estudadas em função de poderem, potencialmente, aumentar a vida útil dos vegetais (MAFTOONAZAD et al., 2007). Estas coberturas podem ser definidas como uma fina camada, aplicada sobre o

produto, que, em função de sua permeabilidade aos gases, vapor de água e solutos, reduz o metabolismo do produto, podendo assim, prolongar sua vida útil.

Incorporar praticidade e durabilidade ao morango, a partir da aplicação e elaboração de uma cobertura comestível a base de fécula de mandioca, matéria prima típica de nosso país e que possui baixo custo de produção, adicionada ou não de sorbato de potássio, visando o controle microbiológico, foi o que se propôs neste trabalho.

O objetivo geral deste trabalho foi estudar o efeito da utilização de cobertura a base de fécula de mandioca, adicionada ou não de um agente antimicrobiano e determinar a vida útil de morangos minimamente processados, estocados sob refrigeração, por análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Os objetivos específicos foram:

- Verificar o efeito das coberturas contendo 1%, 2% e 3% de fécula de mandioca, adicionadas ou não de 0,05% e 0,1% de sorbato de potássio, nos morangos minimamente processados.
- Determinar, dentre as concentrações estudadas, a melhor concentração de fécula de mandioca e de sorbato de potássio.
- Verificar a aceitação dos consumidores pelos morangos minimamente processados, com e sem cobertura.
- Determinar a vida útil dos morangos minimamente processados, tratados com cobertura a base de fécula de mandioca, adicionada ou não de sorbato de potássio.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Morangos

O morango é produzido e apreciado nas mais variadas regiões do mundo, sendo a espécie de maior expressão econômica entre as pequenas frutas (OLIVEIRA & SCIVITTARO, 2006). A produção mundial de morango, em 2007, foi superior a 3,8 milhões de toneladas, plantados em uma área de aproximadamente 260 mil hectares. Os Estados Unidos são líderes na produção mundial, com uma produção anual de, aproximadamente, 1,115 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2008).

No Brasil, a produção anual de morangos tem aumentado a uma taxa de 10% a 15% ao ano, sendo a produção da safra 2006/2007 de 100 mil toneladas, obtida em uma área estimada de 3,6 mil hectares, com destaque para os Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul. As principais regiões brasileiras produtoras de morango localizam-se em áreas de clima tropical ameno, de elevada altitude. Atualmente a cultura está se expandindo para áreas de clima tropical quente, de altitude média. Em condições normais de clima e de comercialização, o faturamento bruto anual com a produção de morango pode chegar até a R\$ 50 mil por hectare (CONTI et al., 2002; AGROSOFT, 2007; EMBRAPA, 2008).

O morango (*Fragaria ananassa*) é um pseudofruto suculento e rico em vitamina C, originário de um receptáculo floral que se torna carnosos. Os frutos verdadeiros são pequenos aquênios, vulgarmente denominados “sementes”. O morangueiro é uma planta herbácea, rasteira e perene da família Rosaceae, que se propaga por via vegetativa, por meio de estolhos (ramos laterais que brotam nas plantas) (IAC, 2007).

É uma fruta originalmente de clima temperado e tem como atrativos sua coloração vermelho brilhante, odor característico, textura macia e sabor levemente acidificado. Possui alto teor de umidade e seu sabor característico é proveniente

principalmente do ácido cítrico e dos açúcares, dentre os quais predominam a glicose e frutose (MORAES, 2005).

Em conjunto com as excelentes características sensoriais, o morango apresenta também alta perecibilidade, podendo apenas ser estocado por pequenos períodos. Segundo Han et al. (2004) a vida útil de morangos armazenados sob refrigeração (0 - 4°C) é normalmente menor a 5 dias.



Figura 2.1. Morango *Fragaria ananassa* (Fonte: pnwmg.org/mgplantnames.html)

Após a colheita, os morangos apresentam alta atividade fisiológica, ocorrendo desidratação e deterioração progressiva em virtude da ação de bactérias e fungos, com modificações indesejáveis de aroma e textura. Em função da sua alta perecibilidade, a conservação pós-colheita do morango é muito complexa, o que faz a comercialização desta fruta um desafio. Um metabolismo muito rápido leva o fruto a um rápido período de senescência, o que pode em parte ser controlado pela utilização de condições de armazenamento de baixa temperatura e alta umidade (TALBOT & CHAU, 1991; GARCIA et al., 1998).

Além do rápido período de senescência, que causa principalmente perda de textura, outro fator que contribui para pequena vida útil deste produto é a contaminação por fungos. Sendo a utilização de pesticidas controlada, práticas pós-colheita que propiciem uma redução na incidência microbiana e, conseqüentemente, um aumento na vida útil dos morangos, como armazenamento em atmosfera modificada (GIL et al., 1997; PELAYO et al., 2003; AGUAYO et al., 2006) e aplicação de coberturas com propriedades antimicrobianas (HAN et al., 2005; PARK et al., 2005; HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2006) têm sido estudadas.

O morango é um fruto não-climatérico e, por este motivo, deve ser colhido depois de atingida a maturidade em relação ao aroma, sabor e cor (CORDENUNSI et al., 2003). Alterações na composição de morangos associadas ao amadurecimento acontecem quando a fruta ainda está ligada à planta mãe, já que frutas não climatéricas não amadurecem após a colheita. O desenvolvimento do sabor adocicado das frutas climatéricas após a colheita é resultante da quebra do amido (reserva energética presente em grande quantidade) em moléculas menores de carboidratos. A reserva de amido das frutas não-climatéricas é muito pequena ou inexistente e por isso, não há melhoria no sabor destas frutas após a colheita.

Apesar de o morango ser amplamente descrito como sendo um fruto não-climatérico, alguns estudos mostram que alterações em características, como a cor, podem acontecer (LOU & LIU, 1994; NUNES et al, 2005). Segundo Kalt et al. (1993), os morangos colhidos brancos, ou seja, em estágio inicial de maturação, podem se tornar vermelhos ao longo do armazenamento; no entanto, eles não são apropriados para consumo em função do baixo teor de açúcar e elevada acidez, parâmetros estes que não sofrem alterações significativas ao longo do armazenamento.

A composição do morango é altamente variável em função das práticas de cultivos como composição do solo, incidência de luz e temperatura. Além disso, como mostra o estudo realizado por Cordenunsi et al. (2002) existem diferenças significativas na composição físico-química entre cultivares.

2.2. Produtos Minimamente Processados

Nos últimos anos, observa-se uma maior preocupação da população em se ter hábitos alimentares mais saudáveis. As frutas e hortaliças tornaram-se fundamentais na dieta alimentar e, por este motivo, é cada vez mais comum encontra-las prontas para o consumo, ou seja, já lavadas, higienizadas e descascadas/cortadas. Tais produtos, conhecidos como minimamente processados, vêm conquistando espaço nos supermercados e na vida do consumidor.

As frutas e hortaliças minimamente processadas são vegetais que foram manipulados com o propósito de alterar sua apresentação para consumo. Os produtos minimamente processados surgiram como uma interessante alternativa para o consumidor que não tem tempo de preparar sua refeição ou mesmo não gosta de fazê-lo. Em vários países, verifica-se que esses produtos estão sendo oferecidos nos formatos mais variados, sempre visando agregação de valor e comodidade do consumidor (MORETTI, 2007).

O processamento mínimo é uma das tecnologias em desenvolvimento que mais vem crescendo no mundo, principalmente no mercado de consumo de alimentos *in natura*. Esta tecnologia permite a obtenção de um produto com características sensoriais e nutricionais praticamente inalteradas em relação à matéria prima que lhe deu origem. É um produto prático e conveniente para o consumo imediato, já que é previamente lavado, selecionado e, normalmente, descascado e cortado; além de também poder ser encontrado em pequenas porções individuais.

Uma das questões fundamentais dos produtos minimamente processados é a segurança alimentar. Segundo Moretti (2007), as indústrias devem assegurar aos seus consumidores que seu produto é seguro e livre de contaminação química, física e microbiológica. A observância de regras básicas de boas práticas de fabricação (BPF) e a adoção de ferramentas de gestão de qualidade permitem a obtenção de produtos que, além de comodidade, também oferecem segurança.

O processamento mínimo de frutas e hortaliças não envolve nenhum tipo de tratamento térmico que possa assegurar a inativação dos microorganismos presentes na matéria-prima ou incorporados durante o processamento, via manipulação, equipamentos, utensílios e ambiente. Neste contexto, é imprescindível a adoção de procedimentos eficazes de higiene e sanitização (ANDRADE et al., 2007).

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).

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 et al., 2001).

Os principais processos envolvidos na deterioração dos vegetais minimamente processados são alterações fisiológicas, reações bioquímicas e contaminação microbiológica que resultam na degradação da cor, textura, sabor e aroma do produto.

Os processos metabólicos produzem, na maioria das vezes, alterações sensoriais importantes. Embora a vida útil dos minimamente processados seja normalmente menor que a do produto *in natura*, ela deve ser suficiente para permitir que os produtos cheguem com qualidade e segurança à mesa do consumidor.

A alta perecibilidade dos minimamente processados pode ser em parte compensada pelo armazenamento destes produtos em baixas temperaturas, ao redor de 5°C. Entretanto, um estudo realizado por Nascimento et al. (2003) em 8 estabelecimentos comerciais do Distrito Federal mostrou que a temperatura de armazenamento de hortaliças minimamente processadas era, em média, mantida acima de 10°C, mais que o dobro da temperatura recomendada. O armazenamento destes produtos em elevadas temperaturas, além de reduzir a vida útil dos produtos, favorece o desenvolvimento de microorganismos patogênicos ao ser humano, tornando os produtos impróprios para consumo.

A qualidade microbiológica dos alimentos minimamente processados está relacionada à presença de microrganismos deteriorantes, que irão influenciar nas alterações sensoriais do produto durante sua vida útil. Contudo, a maior preocupação está relacionada à sua segurança, não apresentando contaminação por agentes químicos, físicos e microbiológicos em concentrações prejudiciais à saúde. Os obstáculos para eliminação de microrganismos e/ou controle do crescimento microbiano em produtos minimamente processados são poucos e incluem, principalmente, a qualidade da matéria prima, a lavagem, o uso de sanitizantes, embalagens em atmosfera modificada e refrigeração (VANETTI, 2004).

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. A modificação da atmosfera pode ocorrer de forma passiva, na qual a diferença entre a saída dos gases (permeabilidade da embalagem) e a produção (respiração do produto) são responsáveis pela modificação da atmosfera, ou ativa, na qual uma mistura de gases é inserida no interior da embalagem (SARANTÓPOULOS et al., 2001).

Um outro método de embalagem empregado com o objetivo de aumentar a vida útil de 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). As coberturas comestíveis criam uma barreira aos gases e também ao vapor de água. Isto permite a modificação da atmosfera ao redor do vegetal e, conseqüentemente, a redução na taxa de respiração, favorecendo assim o aumento na vida útil do produto.

Em função da demanda crescente por produtos minimamente processados, diversos trabalhos têm sido realizados com o objetivo de aprimorar as condições de processamento bem como prolongar a vida útil destes produtos. Estes estudos compreendem diversas frutas, como melão (RAYBAUDI-MASSILIA et al., 2008; FERRARI et al., 2008), maçã (LEE et al., 2003; ROJAS-GRAÜ et al., 2007 a, b), goiaba (PEREIRA et al., 2004), mamão papaia (TAPIA et al., 2008), banana (BICO et al., 2008), manga (CHIUMARELLI, 2008), além de hortaliças como cenoura (DURANGO et al., 2006; VILLALOBOS-CARVAJAL et al., 2009), alho (GERALDINE et al., 2008), alface (CHITARRA & CHITARRA, 2007) e batata (PINELI & MORETTI, 2007).

2.3. Mercado de Minimamente Processados no Brasil

O mercado de frutas e hortaliças frescas está em profunda alteração e vem crescendo rapidamente no Brasil. Apesar do expressivo volume e faturamento, o manuseio pós-colheita não é totalmente sustentável, pois cerca de 30% da produção sofrem danos, desde a colheita até a comercialização, tornando o produto impróprio para o consumo. Em todo o mundo, são realizadas pesquisas para se encontrar alternativas de conservação de alimentos para que seu consumo ocorra antes de significativas alterações nutricionais, de cor, sabor, aroma e textura (RODRIGUES, 2005).

A comercialização de produtos minimamente processados está concentrada nas grandes cidades, especialmente aquelas da região Sudeste, onde se encontram os Estados mais populosos e de maior poder aquisitivo (JACOMINO et

al., 2004). Segundo Durigan & 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.

No mercado predomina a venda de hortaliças tais como alface, rúcula, agrião, couve, cenoura, beterraba, abóbora, entre outros; as frutas ainda são pouco encontradas. As mais comumente comercializadas são abacaxi, mamão, melão e melancia. A forma de comercialização é muito simples, normalmente os frutos são cortados ao meio e revestidos com filme PVC. Há poucas empresas que fornecem frutas minimamente processadas. Muitas vezes este preparo é feito pelo próprio supermercado e, algumas vezes, constitui-se no aproveitamento de partes sadias de frutas que apresentam pequenos defeitos. Há potencialidade para comercialização das espécies citadas em outros tipos de corte, mas que, no entanto, exigem adoção de tecnologia, especialmente de embalagem mais adequada. Outras frutas como goiaba, kiwi, manga, morango e citros também apresentam potencialidade (JACOMINO et al., 2004).

Estudo realizado por Sato et al. (2007) verificou a intenção de compra de produtos minimamente processados na cidade de São Paulo. Constatou-se que 65% dos entrevistados compram minimamente processados e destes, 88% disseram comprar em razão da praticidade oferecida por estes produtos. Os principais motivos que levam os 35% dos entrevistados a não comprarem vegetais minimamente processados são: o preço elevado (52%), descrédito da higiene do produto (22%) e preferência do consumidor por escolher o produto a granel (19%).

2.4. Coberturas Comestíveis

Os revestimentos comestíveis, ou biofilmes, não são tecnologias totalmente novas. Conforme relatado por Kester & Fennema (1986), nos séculos 12 e 13, na China, coberturas a base de cera eram utilizadas em laranja e limão para evitar a

perda de água destas frutas. Nos últimos anos, com a crescente popularização dos produtos minimamente processados, essa tecnologia está ganhando espaço em todo o mundo e novas formulações vêm sendo pesquisadas.

Os biofilmes podem ser de dois tipos: coberturas, quando são aplicados diretamente na superfície dos alimentos, e filmes, que possuem a capacidade de formar estruturas próprias independentes. Ambos podem ser definidos como uma fina camada contínua formada ou depositada no alimento, preparada a partir de materiais biológicos, que age como barreira a elementos externos (umidade, óleos e gases), protegendo o alimento e aumentando a sua vida de prateleira. No caso das coberturas, as formulações 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 & DE MULDER JOHNSTON, 1997).

As perdas pós-colheita de frutas e hortaliças representam um problema durante o armazenamento dos produtos e afetam significativamente o custo de produção e conseqüentemente a comercialização (MAFTOONAZAD et al., 2007). Produtos minimamente processados possuem um valor agregado superior ao produto *in natura*, em função do custo adicional relativo ao processamento, embalagem, entre outros. 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.

Frutas muito perecíveis e com alto valor agregado, como o morango, são os produtos mais apropriados para serem protegidos com coberturas, devido ao custo adicional relativo ao tratamento (GARCIA et al., 1998). Com o objetivo de se estender a vida útil do morango, estudos vêm sendo realizados considerando a utilização de coberturas a base de amido de milho e batata (GARCIA et al., 1998), glúten de trigo (TANADA-PALMU & GROSSO, 2005), mucilagem de cactos (DEL-VALLE et al., 2005), quitosana (HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2006; VARGAS et al., 2006) e farinha de amaranto (COLLA et al., 2006).

As coberturas podem retardar a desidratação, a perda de compostos aromáticos, mudanças nas propriedades mecânicas dos produtos e podem ser barreiras a gorduras e solutos. Além disso, podem criar uma atmosfera modificada ao redor do produto, em função da permeabilidade aos gases O₂ e CO₂, reduzindo assim a taxa de respiração, o metabolismo e, conseqüentemente, a senescência do vegetal (DEL-VALLE et al., 2005; MAFTOONAZAD et al., 2007). Coberturas a base de quitosana+ácido oléico reduziram significativamente a taxa de respiração e retardaram a perda de textura de morangos (VARGAS et al., 2006).

As coberturas podem também agir como carreadoras de aditivos alimentícios, como antioxidantes e antimicrobianos, para a superfície do alimento (RIBEIRO et al., 2007). A aplicação, em maçãs, de coberturas a base de purê de maçã e óleos essenciais, que possuem ação antimicrobiana, resultou na inibição significativa do crescimento de psicrotróficos aeróbios e bolores e leveduras. No entanto, as coberturas contendo os óleos essenciais de limão e orégano, após 7 dias de armazenamento, foram reprovadas na análise sensorial de sabor (ROJAS-GRAÜ et al, 2007b).

As propriedades funcionais dos biofilmes variam em função da formulação utilizada e também da composição do material no qual a cobertura foi aplicada. Dentre os grupos de materiais utilizados na elaboração de coberturas, que devem ser reconhecidamente seguros para o consumo humano (GRAS), estão lipídeos, resinas, polissacarídeos e proteínas. Cada um desses grupos possui vantagens e desvantagens e, por esta razão, coberturas podem conter em suas formulações componentes de um, ou mesmo, de todos os grupos citados acima. Novos materiais vêm sendo estudados na última década no intuito de ampliar as possibilidades de elaboração de filmes e coberturas biodegradáveis, com as mais diversas funções e capacidade de proteção para os alimentos. (KROCHTA & DE MULDER JOHNSTON, 1997; COLLA et al., 2006).

A aplicação de coberturas a base de polissacarídeos em minimamente processados tem sido amplamente estudada. Estas coberturas caracterizam-se por apresentar baixa permeabilidade aos gases, mas, por serem altamente

hidrofílicas, apresentam normalmente alta permeabilidade ao vapor de água. Dentre os polissacarídeos estudados estão o alginato, a pectina, a carragena, a quitosana, o amido e derivados, e a celulose e derivados (VARGAS et al., 2008).

O amido é o polissacarídeo natural mais comumente utilizado nas formulações de cobertura por ser barato, abundante, comestível e de fácil utilização. Biofilmes desenvolvidos a partir de amido são descritos como sendo isotrópicos, sem odor, sem sabor, sem cor, não tóxicos e biologicamente degradáveis (NISPEROS-CARRIEDO, 1994; VARGAS et al., 2008).

Coberturas a base a amido de milho e batata, aplicadas em morangos mantidos sob refrigeração (0°C), reduziram o número de frutas infectadas por fungos e estenderam a vida útil do produto. Os morangos cobertos tiveram menor perda de peso e mudança de cor e mantiveram a firmeza, em relação aos morangos sem cobertura (GARCIA et al., 1998). Resultados semelhantes foram obtidos por Tanada-Palmu & Grosso (2005) e Colla et al., (2006), que utilizaram coberturas, respectivamente, a base de glúten de trigo e farinha de amaranto em morangos frescos.

2.4.1. Coberturas a Base de Fécula de Mandioca

Como cobertura, as películas de amido apresentam bom aspecto, não são pegajosas, são brilhantes e transparentes, o que melhora o aspecto visual dos frutos, e não são tóxicas, podendo ser ingeridas juntamente com o produto protegido. Além disso, podem ser removidas com água e apresentam-se como um produto comercial de baixo custo (HENRIQUE & CEREDA, 1999).

As coberturas podem ser produzidas a partir de diversas fontes de amido. O amido de mandioca apresenta uma grande vantagem em relação às outras fontes, por ser proveniente de uma matéria-prima de custo de produção muito baixo e com garantia de origem. Em produtos para exportação, produtos compostos a

partir de fécula de mandioca são preferidos por serem certificadamente obtidos de fonte que não sofreu nenhuma modificação genética (informação pessoal*).¹

Tem-se aumentado a utilização da fécula de mandioca na indústria de alimentos em função de algumas propriedades inerentes, como alta transparência, resistência à acidificação e alta viscosidade. É uma alternativa à substituição dos amidos mais tradicionais também por ter menor custo (FLORES et al., 2007).

A obtenção da cobertura de fécula de mandioca baseia-se no princípio da gelatinização da fécula, que ocorre a 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 (HENRIQUE & CEREDA, 1999; FLORES et al., 2007).

Vicentini et al. (1999) estudaram a aplicação de coberturas contendo 1%, 3% e 5% de fécula de mandioca em pimentões inteiros e armazenados a 27,5°C ± 1,5°C. As películas de 3% e 5% reduziram significativamente a perda de firmeza dos frutos ao longo de 12 dias de armazenamento. Os tratamentos não apresentaram efeito significativo na perda de peso, pH e no teor de sólidos solúveis. De acordo com observações realizadas pelos autores, os frutos tratados com películas de fécula de mandioca não se tornaram pegajosos nem apresentaram crescimento de patógenos. A película de fécula na concentração de 3% deu maior brilho aos frutos; já a película na concentração de 5%, por ser muito espessa, descascou logo nos primeiros dias de armazenamento.

¹ Informação pessoal fornecida por Sandra Regina Zeugner Bertotti. Grupo Centroflora, Botucatu, SP. Fevereiro 2007.

A perda de massa e a textura de tomates tratados com cobertura a base de fécula de mandioca nas concentrações de 2% e 3% não diferiram significativamente do controle. Entretanto, os frutos recobertos com película contendo 3% de fécula de mandioca apresentaram melhor aparência em relação às amostras controle e às tratadas com 2% de fécula de mandioca (DAMASCENO et al., 2003)

Henrique & Cereda (1999) estudaram o efeito da aplicação de cobertura a base de fécula de mandioca, nas concentrações de 1 a 5%, na vida útil de morangos armazenados a 21°C. A película contendo 3% de fécula de mandioca reteve a coloração dos frutos por mais tempo e foi o tratamento que resultou na menor perda de peso dos frutos, proporcionando maior qualidade na vida pós-colheita e uma vida útil de 10 dias. Frutos cobertos com película de 4% e 5% de fécula de mandioca propiciaram uma coloração vermelha opaca, não satisfatória nos frutos e, juntamente com o controle, foram descartados no oitavo dia de armazenamento.

2.5. Agente Antimicrobiano

Maior funcionalidade das coberturas comestíveis pode ser obtida pela incorporação de agentes antimicrobianos (APPENDINI & HOTCHKISS 2002; PARK et al., 2005) antioxidantes (ROJAS-GRAÜ et al., 2007a; OMS-OLIU et al., 2008) e ingredientes funcionais, como minerais e vitaminas (HAN et al., 2004; TAPIA et al., 2007).

No morango, a deterioração durante o armazenamento se dá pela contaminação microbiana aliada à desidratação e senescência do fruto. As espécies fúngicas freqüentemente relatadas por serem responsáveis pela deterioração dos morangos são *Rhizopus sp.* e *Botrytis cinerea* (GARCIA et al., 1998; PARK et al., 2005; VARGAS et al., 2006). Neste contexto, a aplicação de uma cobertura adicionada de um antimicrobiano poderia potencialmente aumentar a vida útil dos morangos.

Filmes e coberturas contendo antimicrobianos têm inovado o conceito de embalagens ativas e estão sendo desenvolvidos com o objetivo de reduzir, inibir ou retardar o crescimento de microorganismos na superfície de alimentos em contato com as embalagens. Têm se mostrado uma alternativa eficiente no controle de contaminação nos alimentos, já que o desenvolvimento de microorganismos, tanto deterioradores como patogênicos, tem sido prevenido pela incorporação de antimicrobianos aos biofilmes (APPENDINI & HOTCHKISS, 2002; DURANGO et al., 2006).

Substâncias antimicrobianas incorporadas às coberturas podem controlar a contaminação microbiana por três mecanismos: reduzindo a taxa de crescimento ou a população contaminante, aumentando a fase *lag* ou inativando os microorganismos por contato (QUINTAVALLA & VICINI, 2002).

Segundo Ouattara et al. (2000), antimicrobianos, quando incorporados às coberturas, podem apresentar ação mais efetiva do que quando aplicados diretamente no produto. Isso porque além de se evitar a inibição da atividade antimicrobiana por compostos presentes no alimento, como proteínas, lipídeos e ácidos, os antimicrobianos podem gradualmente migrar para a superfície do produto, mantendo assim uma ação constante.

Visando uma redução na incidência microbiológica, estudos vêm sendo realizados considerando a aplicação, na superfície de frutas e hortaliças, de coberturas contendo compostos antimicrobianos. Dentre os compostos com ação antimicrobiana estudados estão a quitosana (HAN et al., 2005; DURANGO et al., 2006), os óleos essenciais (ROJAS-GRAÜ et al., 2007b; RAYBAUDI-MASSILIA et al., 2008) e o sorbato de potássio (GARCIA et al., 1998; PARK et al., 2005).

O ácido sórbico e o sorbato de potássio são considerados aditivos GRAS e tem a vantagem de possuir um baixo coeficiente de partição (óleo/água) em relação a outros antimicrobianos; desta forma, uma fração significativa fica disponível na fase aquosa para a prevenção do crescimento microbiano. Amidos podem interagir com aditivos, como por exemplo, agentes antimicrobianos (ácidos sórbico, benzóico e p-benzóico) e a natureza dessas interações, depende do tipo

de amido, bem como da concentração e das características químicas do aditivo. Como resultado desta interação, propriedades tanto do amido, como do aditivo podem ser alteradas (CASTRO et al., 2003; FAMÁ et al., 2005).

O sorbato de potássio é conhecido por sua forte ação antifúngica e tem sido utilizado em vários sistemas alimentícios no controle da contaminação por fungos, favorecendo assim o aumento da vida útil dos produtos (PARK et al., 2005).

Os plasticizantes são componentes essenciais na composição de biofilmes e a sua utilização visa superar a fragilidade e melhorar a flexibilidade e extensibilidade dos filmes. Os plasticizantes agem reduzindo as forças intermoleculares e aumentando a mobilidade das cadeias poliméricas. (DONHOWE & FENNEMA, 1993; McHUGH & KROCHTA, 1994). Mono, di ou oligossacarídeos, ácidos graxos, lipídeos e derivados são os plasticizantes mais comumente utilizados e, segundo Sofos (1989), em relação à reatividade e perfil metabólico, o ácido sórbico e seus derivados agem como um ácido graxo de cadeia curta.

Famá et al. (2005), estudando filmes elaborados a partir de fécula de mandioca, adicionados ou não de sorbato de potássio, verificaram que o sorbato de potássio agiu de forma semelhante a um plasticizante. Após a incorporação do sorbato de potássio à formulação, foram observadas alterações em algumas propriedades mecânicas dos filmes, como deformação na ruptura, extensibilidade, elasticidade, deformação, grau de cristalinidade. Segundo os autores, estas alterações são resultantes da interação que ocorre entre a fécula de mandioca e o antimicrobiano e são características de alterações sofridas por filmes após a incorporação de agentes plasticizantes.

Dependendo da característica da interação com a matriz dos biofilmes bem como da concentração utilizada, os agentes plasticizantes podem ter efeito positivo ou negativo em propriedades como coesividade, permeabilidade a gases, vapor de água e solutos.

2.6. Avaliação da Qualidade

A qualidade de alimentos compreende tanto atributos que são diretamente percebidos pelo consumidor, como características sensoriais (sabor, odor, cor, textura e aparência), como aquelas que não são diretamente perceptíveis e que requerem instrumentação sofisticada para serem medidos (atributos nutricionais e de segurança). Qualidade pode ser entendida como a ausência de defeitos ou como grau de comparação de excelência dos produtos (SHEWFELT, 1999). 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).

De acordo com Cordenunsi et al. (2003), a textura, o *flavor* (açúcares e ácidos orgânicos) e a cor (teor de antocianinas) são as principais características responsáveis pela qualidade do morango.

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).

As antocianinas são compostos pertencentes ao grupo dos flavonoides. Estes compostos vêm sendo amplamente estudados, pois, além de estarem relacionados com os atributos sensoriais das frutas, possuem potencial atividade antioxidante. As antocianinas são de grande importância na avaliação da maturidade dos morangos, já que são responsáveis pela cor vermelha do morango. A cor superficial do morango é, normalmente, o parâmetro utilizado como índice de maturidade na colheita (CORDENUNSI et al., 2002)

Outro fator determinante da qualidade e vida útil pós-colheita de frutas é a taxa ou a quantidade de perda da firmeza ao longo do armazenamento de frutas de textura suave, como morango. A perda de textura é dependente tanto da

degradação celular como da perda de turgidez (TANADA-PALMU & GROSSO, 2005, RIBEIRO et al., 2007). A fragilidade das frutas e hortaliças favorece a ocorrência de mudanças estruturais durante o amadurecimento e processamento que são refletidas na firmeza dos alimentos.

Os açúcares são os principais compostos solúveis do morango maduro, sendo a glicose, frutose e a sucrose responsáveis por quase 99% de todo açúcar presente no morango. Os açúcares e também os ácidos orgânicos (principalmente o ácido cítrico) são principais responsáveis pelo *flavor* do morango (CORDENUNSI et al., 2003).

As coberturas comestíveis podem, através da permeabilidade seletiva aos gases O₂ e CO₂, reduzir a taxa de respiração dos vegetais. Em consequência, ocorre a redução do metabolismo, o que favorece a manutenção da qualidade por um período maior de tempo e também o aumento da vida útil do produto.

De acordo com Han et al., (2004) e Vargas et al., (2006), morangos que receberam coberturas a base de quitosana mantiveram a qualidade por um período maior que os morangos sem cobertura. De forma semelhante, a utilização de coberturas a base de polissacarídeos (alginato, pectina e gelana) prolongou a vida útil de melões minimamente processados, através da manutenção da qualidade das frutas (OMS-OLIU et al., 2008).

Em função da praticidade oferecida e dos atributos sensoriais dos produtos minimamente processados, consumidores são facilmente atraídos por estes produtos. No entanto, segundo Martin-Belloso (2007) estas novas técnicas de processamento também criaram rotas alternativas para o crescimento microbiano, além de favorecerem o desenvolvimento de microrganismos emergentes, não associados previamente aos produtos frescos ou processados. Entre as preocupações relativas aos produtos minimamente processados, estão o crescimento e desenvolvimento de patógenos como *Escherichia. coli* e *Salmonella*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Matéria-Prima

Foram utilizados morangos (*Fragaria ananassa*) em estágio comercial de maturação (75% de cor vermelha). Uma seleção cuidadosa quanto ao tamanho, cor, formato e grau de maturação (descartando as frutas injuriadas) foi realizada para uniformizar a amostra. Em função do curto período de safra dos morangos, para que todo o trabalho pudesse ser concluído, houve a necessidade de utilização de diferentes cultivares. Para os ensaios preliminares, utilizaram-se morangos do cultivar *Aromas*, adquiridos na CEASA-Campinas, provenientes da Granja Andreazza, localizada em Caxias do Sul, RS. Já para o estudo da vida de prateleira, utilizaram-se morangos do cultivar *Oso Grande* obtidos diretamente de um produtor rural de Valinhos, SP.

Agente Sanitizante

A sanitização da matéria-prima foi realizada utilizando-se uma solução de ácido peracético (nome comercial: Tsuname 100), fabricado pelo laboratório ECOLAB Química Ltda. A concentração utilizada foi de 533ppm do produto, o que equivale a 80ppm de ácido peracético, conforme indicado pelo fabricante. O tempo de imersão dos morangos foi de 3 minutos. Segundo Narciso & Plotto (2005), não há necessidade de enxágüe com água para retirada do excesso de sanitizante do produto quando frutas são sanitizadas com solução de ácido peracético.

Cobertura Comestível

As coberturas comestíveis estudadas foram soluções aquosas a base de fécula de mandioca, na presença ou não, do antimicrobiano sorbato de potássio. A fécula de mandioca utilizada foi fornecida pela empresa Pilão Amidos Ltda. (Guaíra – PR) e o sorbato de potássio, pela empresa Doce Aroma Food

Ingredients (São Paulo, SP). As especificações técnicas da fécula de mandioca e do sorbato de potássio encontram-se nos Anexos A e B, respectivamente.

Embalagem

Foram utilizadas bandejas de polipropileno (PP) não tóxico, nas dimensões de 125 x 80 x 40 mm (Figura 3.1), recobertas com filme de policloreto de vinila esticável (PVC) de 20 μm da Tripack, com taxa de permeabilidade ao oxigênio de $8200 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ e taxa de permeabilidade ao vapor de água de $262 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (25°C e 760mmHg). O filme de PVC foi utilizado apenas para apresentação das amostras. Para evitar que a composição gasosa interna da embalagem fosse alterada, o filme de PVC foi perfurado nas quatro extremidades e no centro, com uma agulha de 0,45mm de diâmetro.



Figura 3.1. Embalagem e disposição dos morangos minimamente processados.

3.2. Métodos

Os ensaios foram divididos em duas etapas. Na primeira etapa foram realizados os ensaios preliminares e na segunda, o estudo da vida útil.

Os ensaios preliminares foram realizados com o objetivo de se escolher uma concentração de fécula de mandioca (FM) e sorbato de potássio (SP) para se realizar o estudo de vida útil de morangos minimamente processados. Todas as análises desta etapa do trabalho foram realizadas em até 24h após o processamento. Desejava-se obter uma condição que, de imediato, não afetasse as características naturais dos morangos e que permitisse o prolongamento da vida útil do produto. Esta etapa do projeto foi realizada entre os meses de janeiro e abril de 2008. Durante estes meses, devido à sazonalidade, a disponibilidade de morangos é pequena, sendo encontrados apenas frutos provenientes do sul do Brasil. Por este motivo, utilizou-se o cultivar Aromas, proveniente da Granja Andreazza, localizada no Rio Grande do Sul/RS – Brasil.

O objetivo da adição do sorbato de potássio foi verificar se este antimicrobiano era capaz de prolongar, pela inibição do crescimento fúngico, a vida útil dos morangos. Famá et al. (2006) e Flores et al. (2007), estudando filmes a base de fécula de mandioca, observaram alterações na solubilidade, cor, propriedades mecânicas, cristalinidade, umidade e temperatura de transição vítrea dos filmes, quando adicionado o sorbato de potássio. Como já mencionado anteriormente, todas as análises desta primeira etapa do trabalho foram realizadas em até 24h após o processamento, tempo este insuficiente para verificar uma efetiva inibição microbiana. No entanto, com o objetivo de verificar possíveis alterações nas características da cobertura e conseqüentemente, no efeito dessas sobre os morangos, devido à presença do antimicrobiano, tratamentos contendo o sorbato de potássio foram incluídos nos ensaios preliminares.

3.2.1. Parte 1 - Ensaios Preliminares

Nos ensaios preliminares estudou-se o efeito das diferentes coberturas nos morangos minimamente processados e, também, a resistência à difusão de água das coberturas. Foram avaliadas as propriedades mecânicas (força máxima de penetração e de ruptura), cor (croma C* e tom H*, variáveis calculadas a partir do

L*,a* e b*), taxa de respiração, análise sensorial e a integridade das coberturas na superfície dos frutos. As análises foram realizadas 24h após o processamento.

3.2.1.1. Processamento Mínimo

Um dia antes do processamento, os morangos foram levados do CEASA Campinas-SP para a FEA/UNICAMP, onde foram armazenados em uma sala na temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ até o processamento.

A seguir encontra-se o diagrama de fluxo contendo as etapas do processamento (Figura 3.2).

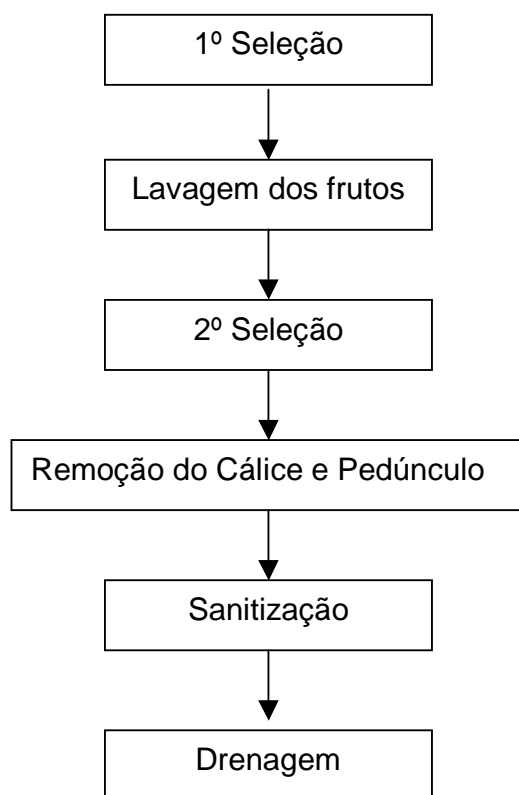


Figura 3.2. Diagrama de fluxo do processamento.

No dia do processamento, os morangos passaram por uma primeira triagem, na qual frutos de cor e tamanho uniformes, livres de danos mecânicos e infecção por fungos foram selecionados. Após a primeira seleção, os morangos foram lavados com água corrente, para a retirada das sujidades vindas do campo. Uma segunda seleção foi feita para garantir maior uniformidade dos frutos.

Com auxílio de uma faca com lâmina inox, foi realizada a retirada do cálice e pedúnculo (Figura 3.3a). Os frutos foram imersos na solução sanitizante por 3 minutos (Figura 3.3b) e, em seguida, drenados.

As amostras controle, ou seja, sem aplicação de cobertura, após passarem por todas as etapas do processamento mínimo, foram embaladas e armazenadas a 5°C em equipamento de refrigeração de temperatura controlada, BOD – Biological Oxygen Demand TE 391 (Tecnal Equipamentos Ltda., Piracicaba-SP) até as análises, que foram realizadas no máximo 24 horas após o processamento.



Figura 3.3. Etapas do processamento. (A) morangos após a retirada do cálice e pedúnculo; (B) sanitização dos morangos.

3.2.1.2. Formulações Estudadas

Foram avaliadas nove coberturas distintas com o objetivo de se selecionar a melhor condição para o estudo de vida útil de morangos minimamente processados.

As amostras foram submetidas a dez tratamentos distintos, sendo eles:

- Controle (amostras sem cobertura);
- Cobertura de 1% de fécula de mandioca;
- Cobertura de 1% de fécula de mandioca + 0,05% sorbato de potássio;
- Cobertura de 1% de fécula de mandioca + 0,1% sorbato de potássio;
- Cobertura de 2% de fécula de mandioca;
- Cobertura de 2% de fécula de mandioca + 0,05% sorbato de potássio;
- Cobertura de 2% de fécula de mandioca + 0,1% sorbato de potássio;
- Cobertura de 3% de fécula de mandioca;
- Cobertura de 3% de fécula de mandioca + 0,05% sorbato de potássio;
- Cobertura de 3% de fécula de mandioca + 0,1% sorbato de potássio.

Para o estudo da vida útil foram escolhidas as condições para as quais os resultados indicaram uma possibilidade de aumentar a vida útil dos morangos minimamente processados, sem que características naturais do produto fossem alteradas.

3.2.1.3. Preparo e Aplicação da Cobertura

As coberturas foram preparadas a partir de soluções aquosas contendo 1%, 2% ou 3% de fécula de mandioca, adicionadas ou não de 0,05% ou 0,1% de sorbato de potássio. Estas soluções foram aquecidas à 70°C (temperatura de gelatinização do amido), sob agitação constante, utilizando-se um agitador magnético com aquecimento (IKA, modelo RH B1, Staufen, Alemanha) e foram mantidas por aproximadamente 10 minutos nesta temperatura. Em seguida, as soluções foram deixadas sob a bancada do laboratório até que a temperatura da cobertura se igualasse à temperatura do ambiente ($22 \pm 1^\circ\text{C}$) (HENRIQUE & CEREDA, 1999; FONTES, 2005; CHIUMARELLI, 2008).

Após o processamento mínimo, os morangos foram imersos por 3 minutos em uma das nove soluções de coberturas, e em seguida drenados (Figura 3.4 A e B). A temperatura da cobertura no momento da aplicação era $22^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$.

Após a drenagem, os morangos foram embalados e armazenados a 5°C, em uma BOD, até as análises, também realizadas no máximo 24 horas após o processamento.

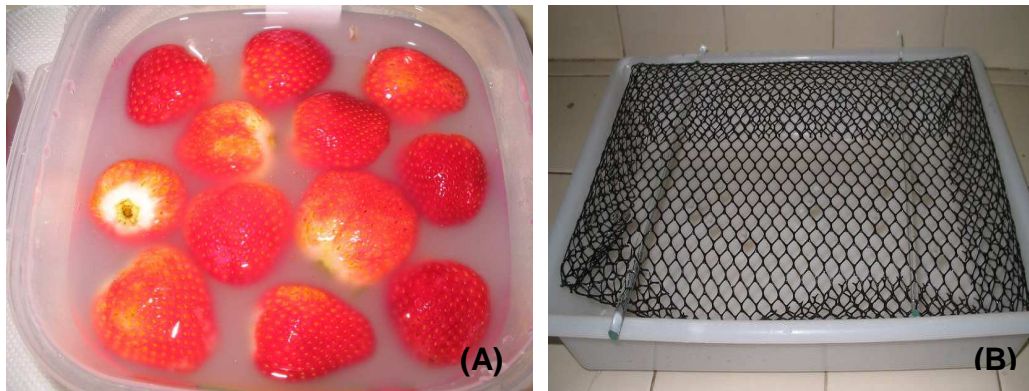


Figura 3.4. Aplicação da cobertura: (A) imersão dos morangos na cobertura; (B) utensílios utilizados para drenagem da cobertura.

3.2.1.4. Determinação das Propriedades Mecânicas

A avaliação das propriedades mecânicas das frutas foi realizada por meio de ensaios de punção e compressão uniaxial da amostra, com o auxílio do texturômetro Universal Testing Machine (TA-TX Plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra).

A força máxima de penetração (N) foi determinada por ensaios de punção, nos quais se utilizou um probe cilíndrico de base plana de 6mm de diâmetro. A força máxima de penetração foi definida a partir da média de 7 forças máximas, necessárias para que o probe penetrasse nos morangos uma profundidade de 8mm a uma velocidade de 2mm s^{-1} (ROJAS-GRAÜ et al., 2007b).

Nos ensaios de compressão uniaxial foi obtida a força máxima de ruptura (N). Utilizou-se uma placa cilíndrica de acrílico de 60mm de diâmetro, lubrificada, e uma velocidade de compressão de 1mm s^{-1} até 80% de deformação da amostra.

Os morangos são frutos muito sensíveis e, por este motivo, rompem a uma deformação muito baixa. Pequenas variações na força de ruptura dos frutos, geram enormes desvios padrões, não permitindo uma boa avaliação dos resultados. Por este motivo, a deformação foi fixada e a força máxima de ruptura de cada tratamento foi uma média de 7 forças máximas a 20% deformação.

3.2.1.5. Determinação da Cor

A cor superficial das amostras foi determinada em espectrofotômetro de bancada ScanVis, marca Hunter Lab (Riston, Virginia, EUA). As coordenadas da escala CIELab (L^* , a^* , b^*) foram medidas utilizando-se como sistema 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 estes parâmetros foram avaliadas as coordenadas cilíndricas C^* e H^* , onde C^* define o croma e H^* o tom, a partir das equações 3.1 e 3.2:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (3.1)$$

$$H^* = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (3.2)$$

Nos ensaios preliminares, para determinação da cor, foram utilizados 7 morangos para cada tratamento, sendo realizadas 2 leituras em cada morango. Visando determinar variações na cor causadas apenas pela aplicação da cobertura (e não por possíveis variações das amostras), os mesmos morangos foram analisados antes e depois da aplicação da cobertura, sendo o resultado final a média das 14 leituras.

3.2.1.6. Análise Sensorial

Amostras dos 10 diferentes tratamentos foram submetidas a análise sensorial, utilizando-se escala hedônica não estruturada de 9cm, ancorada nos limites desgostei muitíssimo e gostei muitíssimo (Apêndice A). Os morangos foram avaliados em relação à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global por 30 provadores não treinados e consumidores da fruta. A intenção de compra do produto também foi avaliada.

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

3.2.1.7. Determinação da Integridade da Cobertura

Amostras com cobertura foram submetidas à análise em um estereomicroscópio, modelo SZ40 (Olympus, Tóquio, Japão), a fim de se verificar a integridade da cobertura. Conforme descrito por Garcia et al. (1998), para melhor visualização da cobertura, as amostras foram tingidas com uma solução contendo 2 g L⁻¹ de I₂ e 20 g L⁻¹ de KI e então analisadas. A aquisição das imagens foi realizada com uma câmera Sony (Tóquio, Japão), acoplada a um computador pessoal.

3.2.1.8. Determinação da Taxa de Respiração

A taxa respiratória dos morangos frescos e dos que receberam cobertura a base de fécula de mandioca, adicionada ou não de sorbato de potássio, foi determinada pelo método estático. O método consiste no acondicionamento de, aproximadamente, 50g de amostra em recipientes 200ml, hermeticamente fechados, com tampa contendo um septo de silicone (Figura 3.5). A produção de CO₂ e o consumo de O₂ foram medidos 1 hora após o acondicionamento dos morangos nos frascos, que foram mantidos a 5°C. Utilizou-se o aparelho O₂/CO₂ Dual Space Analyser, modelo PAC CHECK 325 (Mocon, Minneapolis, EUA),



Figura 3.5. Frasco hermético utilizado para determinação da taxa de respiração.

3.2.1.9. Determinação da Resistência ao Vapor de Água

A determinação da resistência ao vapor de água foi realizada conforme descrito por Rojas-Graü et al. (2007a) e Tapia et al. (2008). As bases desta metodologia são: o cálculo da permeabilidade da cobertura ao vapor de água, apresentado por Garcia et al. (1998) e uma modificação na equação da primeira lei de Fick, proposta por Ben-Yehoshua et al. (1985).

Cenouras foram utilizadas como modelo biológico em função da necessidade de amostras com formato geométrico bem definido para realização do cálculo da área de aplicação da cobertura. Amostras com 30mm de diâmetro e 5mm de espessura foram utilizadas.

A técnica consiste, primeiramente, em se determinar o fluxo de vapor de água (FV) pela perda de água das amostras em função do tempo por unidade de área. Para isso, as amostras foram acondicionadas por 24h em dessecadores contendo solução 0,6M NaCl (Figura 3.6a) e mantidos a uma umidade relativa de 98,2% à temperatura ambiente ($23\pm 1^{\circ}\text{C}$). Em seguida, as amostras foram acondicionadas em suportes, pesadas e então transferidas para outro dessecador (Figura 3.6b e c), mantido, com uma solução saturada de $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, a uma umidade relativa de 33,3%, também na temperatura ambiente ($23\pm 1^{\circ}\text{C}$). Em

intervalos regulares de tempo, as amostras foram pesadas. O fluxo de vapor de água pode ser determinado como segue:

$$FV = \left(\frac{dP}{dt} \right) \times \left(\frac{1}{A} \right) \quad (3.3)$$

em que:

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

A = área exposta (cm^2).

Em seguida, outro cálculo foi realizado levando-se em conta as pressões de vapor das superfícies paralelas ao sistema em estudo:

$$R = \frac{(p_i - p_a)}{R_c * T} \times \frac{1}{FV} \quad (3.4)$$

em que:

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

p_i = pressão parcial de vapor na interface vegetal-cobertura (mmHg);

p_a = pressão parcial de vapor do ambiente (mmHg);

R_c : constante universal dos gases ($L\ mmHg\ K^{-1}\ g^{-1}$)

T : temperatura em Kelvin (K)

Dados:

p_i : pressão de vapor da água a 23°C (21,166) x a_w das cenouras.

p_a : pressão de vapor da água a 23°C (21,166) x UR do ambiente.

R_c : 3,46 L mmHg $K^{-1}\ g^{-1}$

T : 296,15 K

Determinando-se os valores das variáveis, tem-se o valor de R , que é a resistência ao vapor de água oferecida pelo sistema, no caso, matriz vegetal + cobertura. Amostras sem coberturas foram analisadas com o objetivo de se calcular a eficiência da cobertura, ou seja, em quanto a cobertura aumentou a resistência ao vapor de água da amostra (Equação 3.5). As análises foram

realizadas em quintuplicata. A atividade de água das amostras foi medida em um Aqualab, modelo Series 3TE (Decagon Devices Inc, Pullman, WA).

$$E = \left(\frac{R_c - R_f}{R_f} \right) \times 100 \quad (3.5)$$

em que:

E: eficiência da cobertura (%);

R_c : Resistência ao vapor de água da amostra controle ($s\ cm^{-1}$);

R_f : Resistência ao vapor de água das amostras com cobertura ($s\ cm^{-1}$).



Figura 3.6. Etapas da análise de resistência à difusão do vapor de água: (A) amostras em um dessecador mantido a 98,2%UR, (B) e (C) amostras sob suporte em dessecador mantido a 33,3%UR.

3.2.1.10. Análise Estatística

Os resultados obtidos durante o experimento foram avaliados estatisticamente pela Análise de Variância (ANOVA), aplicando o teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio do programa STATISTICA[®] 5.5.

3.2.2. Parte 2 – Estudo da Vida Útil

O estudo da vida útil foi realizado com o objetivo de verificar se a aplicação da cobertura a base de fécula de mandioca, adicionada ou não de sorbato de potássio, era capaz de aumentar a vida útil de morangos minimamente processados. A partir dos resultados obtidos nos ensaios preliminares, duas

condições de coberturas foram escolhidas para serem estudadas nesta etapa do trabalho. Os morangos minimamente processados, com ou sem cobertura, foram avaliados ao longo de 15 dias. Foram realizadas análises de perda de peso, pH, umidade, atividade de água, sólidos solúveis totais, propriedades mecânicas, cor, acidez total titulável, antocianinas, açúcares totais e redutores, análise sensorial e crescimento microbiano. A vida útil do produto foi definida, principalmente, com base na avaliação sensorial e no crescimento microbiano nas amostras.

3.2.2.1. Processamento Mínimo e Aplicação da Cobertura

Após a colheita, os morangos foram embalados e levados para a FEA/UNICAMP, onde foram armazenados em uma sala com temperatura de 20°C ± 1°C até o processamento, realizado na manhã seguinte à chegada dos frutos.

As etapas do processamento foram realizadas conforme descrito no Item 3.2.1.1. Nesta etapa do trabalho, apenas os tratamentos selecionados no ensaio preliminar foram estudados.

3.2.2.2. Caracterização da Matéria-Prima

A matéria-prima foi caracterizada quanto à composição química centesimal, sendo determinados os teores de umidade, cinzas, açúcares redutores e totais, lipídeos, acidez titulável, proteínas e fibras (por diferença). As características físicas foram avaliadas pelas medidas de massa, sólidos solúveis totais pH, atividade de água e cor. A avaliação microbiológica foi realizada com base na contagem de *Salmonella sp.*, *E. coli*, coliformes totais, bolores e leveduras e aeróbios psicrotróficos (dados apresentados juntamente com os resultados de microbiologia ao longo da vida útil).

3.2.2.3. Vida Útil

No estudo da vida útil, os morangos foram submetidos a três tratamentos distintos:

- Controle – amostras processadas minimamente, mas sem cobertura;
- Amostras processadas minimamente, com cobertura de fécula de mandioca;
- Amostras processadas minimamente, com cobertura de fécula de mandioca (na mesma concentração do tratamento anterior) + antimicrobiano.

As concentrações de fécula de mandioca e sorbato de potássio foram determinadas nos ensaios preliminares, conforme descrito no item 3.2.1.2. Os três tratamentos foram avaliados periodicamente durante 15 dias, de modo que a periodicidade de análise aumentou à medida que o estudo se aproximava do fim. As avaliações foram realizadas nos dias 1, 5, 9, 12 e 15, após o processamento.

3.2.2.4. Métodos Analíticos

Na caracterização da amostra, bem como no estudo de vida útil, as análises foram realizadas, no mínimo em triplicata. O resultado final foi dado pela média das repetições e pelo desvio padrão. Com exceção das análises de proteína, lipídeos e cinzas, que foram realizadas apenas na caracterização da matéria prima, as análises de umidade, sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável, perda de peso, atividade de água, açúcares totais e redutores propriedades mecânicas, cor, antocianinas totais, análise sensorial e contagem microbiana foram realizadas nos dias 1, 5, 9, 12 e 15 após o processamento.

Perda de peso

As amostras foram pesadas em balança analítica marca Marte, modelo AM5500 (Arvada, CO, EUA) e a porcentagem de perda de peso, PP (%), foi calculada pela equação 3.6, sendo o resultado final a média de três amostras.

Considerando que este é um teste não destrutivo, as mesmas amostras foram analisadas durante todo o estudo.

$$PP(\%) = \left(1 - \frac{\text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}}\right) * 100 \quad (3.6)$$

Determinação do potencial hidrogeniônico (pH)

O pH foi determinado por medida direta em pHmetro de bancada modelo pH300 - Analyser Comércio e Indústria Ltda, São Paulo, Brasil

Determinação da umidade

A umidade dos morangos foi determinada de acordo com o método oficial da AOAC (2005) nº 920.151: Sólidos (Totais) em Frutas e Produtos de Frutas. Foi utilizada uma estufa a vácuo, da marca Suprilab, na temperatura de 70°C e pressão ≤ 100mmHg para secagem de aproximadamente 2 gramas de amostra até peso constante. Os resultados foram expressos em % de umidade.

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 de bancada marca Zeiss West Germany, e os resultados foram expressos em °Brix.

Determinação da acidez titulável

A acidez titulável foi determinada pelo método da Acidez Titulável de Produtos de Frutas, segundo método oficial da AOAC (2005) nº 942.15. Para esta

análise, utilizou-se um titulador automático, marca Mettler Toledo, modelo T50 (Schwerzenbach, Suíça) e a acidez titulável foi calculada a partir do volume (ml) de NaOH 0,1 mol L⁻¹, requerido para titular 10g de amostra diluída e homogeneizada em 90 ml de água até pH de 8.1. O resultado foi expresso em termos de g de ácido cítrico 100g⁻¹ do produto.

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 proteínas

Determinada pelo Método de Kjeldahl, para Proteína em Produtos de Frutas, segundo método oficial da AOAC (2005) nº 920.152. Os resultados foram expressos em % de proteína.

Determinação de lipídeos

Determinada pelo método de Bligh & Dyer segundo metodologia descrita em CECCHI (1999). Os resultados foram expressos em % de lipídeos.

Determinação de cinzas

O teor de cinzas foi determinado segundo metodologia oficial da AOAC (2005) nº 940.26. Os resultados foram expressos em % de cinzas.

Determinação das antocianinas totais

As antocianinas totais foram determinadas segundo metodologia descrita por Francis (1982). 2 gramas de amostra triturada foram pesadas e extraídas com 50ml de solução de Etanol-HCl, na concentração de 85:15 (v/v) (etanol 95%

acidificado com 1,5 N HCl). A solução foi manualmente agitada e em seguida deixada em repouso a 7°C por 1 noite, para extração. Na manhã seguinte, a solução foi filtrada e uma alíquota do filtrado obtido foi transferida para uma cubeta. A leitura da absorvância foi realizada em um espectrofotômetro Beckman, modelo DU-70, utilizando-se o comprimento de onda de 520nm. A análise foi feita em triplicata e os resultados foram expressos em mg de pelargonidina 3-glicosídeo (Pg-3-g) 100g⁻¹ de morango fresco.

O calculo do teor de antocianinas foi realizado utilizando a equação 3.7:

$$AT = \frac{(Abs * V)}{(E * M)} \quad (3.7)$$

em que:

AT: Teor de antocianinas totais;

Abs: Absorvância da amostra (comprimento de onda: 520nm)

V: Volume aferido (mL)

E: Coeficiente de extinção da Pg-3-g a 1% = 67,13

M: Massa da amostra (g)

Determinação da cor

A cor foi determinada conforme descrito no item 3.2.1.5. Além dos parâmetros croma e tom, também foi avaliado o parâmetro L*, indicativo da luminosidade.

No estudo da vida útil, 7 morangos foram utilizados para cada tratamento, sendo realizadas 2 leituras em cada morango. Amostras diferentes foram avaliadas em cada tempo já que a utilização da mesma amostra ao longo de todo o estudo de vida de prateleira poderia ocasionar contaminação da amostra, em função da manipulação, e conseqüentemente, erro nos resultados.

Determinação da taxa de respiração

A taxa de Respiração foi determinada conforme procedimento descrito no item 3.2.1.8.

Com o objetivo de minimizar, na taxa de respiração, o efeito da variabilidade das amostras, as mesmas frutas foram avaliadas ao longo dos 15 dias. No tempo 1, os morangos foram colocados em frascos de vidro e após a primeira leitura foram armazenados a 5°C, nos mesmos frascos de vidro utilizados na análise e recobertos com filme PVC perfurado. Antes da segunda leitura, o plástico foi removido, o frasco pesado e vedado, para realização da próxima leitura. Este mesmo procedimento foi realizado em todos os tempos. Era necessário que os morangos fossem armazenados nos frascos de vidro para evitar a contaminação em função da manipulação, o que poderia afetar os resultados já que dependendo do grau de contaminação, a taxa de respiração pode ser influenciada.

Composição gasosa da embalagem

Embalagens de polipropileno contendo 6 morangos foram recobertas com filme PVC de 20µm de espessura e armazenadas a 5°C, em equipamento de refrigeração de temperatura controlada, BOD – Biological Oxygen Demand TE 391 (Tecnal Equipamentos Ltda, Piracicaba-SP, Brasil).

Ao longo do armazenamento foram realizadas determinações da composição gasosa no interior das embalagens, com a utilização do aparelho O₂/CO₂ Dual Space Analyser, modelo PAC CHECK 325 (Mocon, Minneapolis, EUA). A determinação da composição de O₂ e CO₂ no interior das embalagens foi realizada inserindo-se uma agulha conectada ao aparelho no interior das embalagens, por meio de um septo de silicone aderido à embalagem.

Determinação das propriedades mecânicas

As propriedades mecânicas foram determinadas conforme descrito no item 3.2.1.4.

Determinação da microbiota

As amostras foram analisadas quanto ao desenvolvimento *Salmonella sp*, *Escherichia coli*, coliformes totais, bolores e leveduras e aeróbios psicrotróficos segundo as metodologias de Downes & Ito (2001), ISO 6579 (2002) e A.O.A.C. (2005). De acordo com a Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA), para frutas, produtos de frutas e similares (Grupo de Alimentos 1, item a) é necessária ausência de *Salmonella sp* em 25g e, no máximo, 2×10^3 UFC/g de Coliformes a 45°C. A ANVISA não determina padrões para este tipo de produto em relação a bolores e leveduras e aeróbios psicrotróficos.

3.2.2.5. Análise Sensorial

Os 3 tratamentos foram avaliados sensorialmente ao longo da vida de prateleira, conforme descrito no item 3.2.1.6.

3.2.2.6. Ensaio de Microscopia Óptica

Amostras retiradas dos morangos minimamente processados foram tratadas conforme descrito por Pereira (2006). As amostras foram cortadas em formato de pizza para que toda a região transversal, entre o centro e a superfície do morango, pudesse ser observada. Primeiramente as amostras foram fixadas em solução contendo 4% (v/v) de glutaraldeído, 0,2M de fosfato de potássio, 0,1M ácido cítrico monohidratado e 4% (p/v) de sacarose a pH 7,0. Em seguida, as amostras passaram por uma desidratação alcoólica, utilizando-se soluções alcoólicas de 10, 30 e 50%, adicionadas de 4% de sacarose e soluções alcoólicas

de 70% e 100% sem adição de sacarose. As amostras desidratadas foram submetidas à infiltração em resina hidroxietil metacrilato, seccionadas a 10 µm de espessura, utilizando micrômetro manual rotativo, semi-automático Leica, modelo RM 2245, montadas em lâminas e coradas com azul de toluidina a 0,05% em tampão citrato (pH 4,5). As amostras foram observadas em microscópio ótico Olympus, modelo BX 51, com câmera digital acoplada. A análise foi realizada em duplicata, sendo que de cada amostra, 3 cortes foram avaliados.

3.2.2.7. Cálculo do Custo de Aplicação da Cobertura

Foi realizado o cálculo do custo adicional referente à aplicação da cobertura, nos morangos minimamente processados. Para isso, as seguintes considerações foram feitas:

- Custo de 1kg de Fécula de Mandioca: R\$ 1,00;
- Custo de 1 kg de sorbato de potássio: U\$ 9,50;
- U\$ 1,00 = R\$ 2,30 (data base 04/02/2009).
- Custo de 1 galão de água mineral (20L) – R\$ 5,00;
- Custo 1 caixa de morango (contendo 4 caixinhas) – R\$ 5,00.
- Custo 1kWh (industrial): R\$ 0,2497.

Além disso, foi considerado que:

- De cada caixinha de morango se aproveitam, em média, 6 frutas. São utilizados, em média, 0,5 L de cobertura para cada quilograma de morangos processados (aproximadamente 40 frutos).;

- A cobertura demora, em média, 30 minutos para ficar pronta. O agitador magnético (IKA, modelo RH B1, Staufen, Alemanha) possui potência igual a 415W. Portanto, para se preparar 0,5L de cobertura, são utilizados aproximadamente 0,2075kWh.

3.2.2.8. Análise Estatística

Os resultados obtidos durante o experimento foram avaliados estatisticamente por Análise de Variância (ANOVA), aplicando o teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio do programa STATISTICA® 5.5.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Parte 1 - Ensaio Preliminares

4.1.1. Propriedades Mecânicas

Punção

Dentre os fatores mais importantes utilizados na avaliação de qualidade de frutas estão as propriedades mecânicas. Estas propriedades são muito variáveis e são conferidas principalmente pela composição da parede celular, turgor e anatomia das células, pelo conteúdo de água e nível de maturação.

As propriedades mecânicas avaliadas pelos ensaios de punção e compressão não foram influenciadas pela utilização da cobertura a base de fécula de mandioca, adicionada ou não de sorbato de potássio (Figura 4.1 e Tabela 4.1).

A força máxima de penetração (N) da amostra controle e das frutas cobertas, parâmetro obtido pelo ensaio de punção, não foram estatisticamente diferentes, ao nível de 5% de significância (Figura 4.1A). Além disso, a adição de diferentes concentrações de sorbato de potássio (0,05% e 0,1%) não alterou a resistência à penetração oferecida pelo morango (Figura 4.1B). Isso significa que a cobertura não afetou a resistência oferecida pelo morango à penetração, indicando uma não alteração na característica natural do produto. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Tanada-Palmu & Grosso (2005), que não observaram diferenças significativas na força de penetração de morangos após a aplicação de cobertura a base de glúten, contendo ou não cera de abelha e os ácidos esteárico e palmítico.

Ainda, segundo Hernández-Munõz et al. (2008), morangos que receberam cobertura a base de quitosana, adicionada ou não de gluconato de cálcio, também não apresentaram diferenças significativas na força máxima de penetração, expressa pela firmeza, logo após a aplicação das coberturas.

Por outro lado, melões que receberam cobertura a base de alginato, adicionada de óleos essenciais e cálcio, apresentaram valores para firmeza estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) logo após a aplicação da cobertura, em

conseqüência do enrijecimento da parede celular dos cubos de melão, provocado pela ligação entre o cálcio presente na cobertura e a pectina presente na parede (RAYBAUDI-MASSILIA et al., 2008).

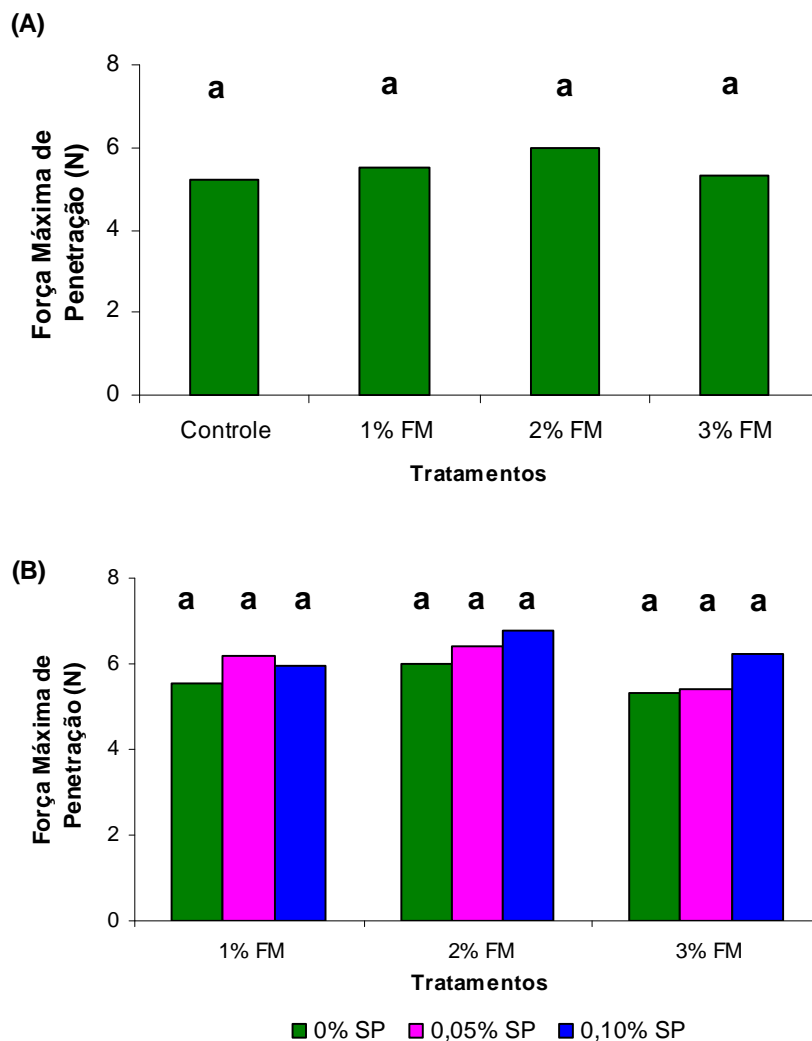


Figura 4.1. Força máxima de penetração de morangos: (A) amostras controle e tratadas com diferentes concentrações de FM; (B) amostras com cobertura a base de FM adicionadas de diferentes concentrações de SP.

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. (A) Médias com a mesma letra não diferem significativamente em $p < 0,05$. (B) Médias com a mesma letra, em uma concentração fixa de fécula de mandioca, não diferem significativamente em $p < 0,05$.

Compressão

Assim como no ensaio de punção, no ensaio de compressão uniaxial também não foram observadas diferenças significativas em relação à força máxima de ruptura das frutas, após a aplicação da cobertura, adicionada ou não de sorbato de potássio (Tabela 4.1).

Colla et al. (2006) também não encontraram diferença significativa na firmeza inicial (medida pelo ensaio de compressão) entre morangos sem cobertura e os tratados com cobertura a base de farinha de amaranto e ácido esteárico.

Tabela 4.1. Valores médios de força máxima de ruptura (N) de morangos minimamente processados submetidos aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	0% SP	0,05%SP	0,1%SP
Controle	21,28±4,94 ^a	-	-
1% FM	23,79±4,58 ^{aa}	21,21±1,77 ^A	23,15±3,98 ^A
2% FM	23,15±3,98 ^{aa}	21,69±4,04 ^A	23,77±4,82 ^A
3% FM	22,01±3,22 ^{aa}	23,98±4,78 ^A	22,49±4,88 ^A

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

A aplicação de coberturas a base de amido contendo diferentes teores de amilose, adicionada de diferentes concentrações do plasticizante sorbitol, também não alterou a firmeza inicial dos morangos (GARCIA et al., 1998). Resultados semelhantes foram observados por Vargas et al. (2006) após a aplicação de coberturas a base de quitosana e ácido oléico em morangos.

4.1.2. Determinação de Cor

A cor dos morangos, avaliada pelas variáveis croma (C*) e tom (H*), não foi afetada pela presença da película de fécula de mandioca nas concentrações estudadas (Tabela 4.2). Não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$)

entre as amostras, antes e depois da aplicação das diferentes coberturas. A incorporação do sorbato de potássio às coberturas também não resultou em alteração da cor nos morangos. Na figura 4.2 podem ser vistos exemplos de morangos minimamente processados submetidos às condições extremas estudadas neste trabalho.

Resultados semelhantes foram obtidos por Ribeiro et al. (2007), que estudaram a aplicação de coberturas comestíveis a base dos polissacarídeos amido, carragena e quitosana. Segundo estes autores, não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) no parâmetro cor entre as amostras controle e as que receberam as diferentes coberturas. Hernández-Munõz et al. (2008) avaliaram, em morangos, o efeito de coberturas a base de quitosana, adicionadas ou não de gluconato de cálcio, e também não observaram variação significativa no cor e tom, das amostras após o recebimento da cobertura.

Tabela 4.2. Valores do cor (C^*) e tom (H^*) de morangos minimamente processados antes e depois da aplicação da cobertura a base de fécula de mandioca.

Tratamentos	Cor		Tom	
	Antes	Depois	Antes	Depois
1%FM	34,37±3,14 ^a	34,35±2,59 ^a	31,68±1,80 ^a	32,18±1,55 ^a
1%FM + 0,05%SP	35,34±3,55 ^a	34,61±3,62 ^a	32,57±1,47 ^a	31,50±1,67 ^a
1%FM + 0,1%SP	33,97±3,03 ^a	33,21±1,97 ^a	30,85±1,30 ^a	30,21±2,00 ^a
2%FM	34,60±3,33 ^a	34,12±1,28 ^a	31,11±2,64 ^a	31,71±1,70 ^a
2%FM + 0,05%SP	35,04±2,82 ^a	33,44±3,55 ^a	32,57±1,03 ^a	32,21±1,89 ^a
2%FM + 0,1%SP	35,94±3,76 ^a	35,13±3,57 ^a	32,96±2,91 ^a	34,23±1,69 ^a
3%FM	36,19±1,79 ^a	33,05±2,60 ^a	31,93±2,44 ^a	30,47±1,96 ^a
3%FM + 0,05%SP	34,86±3,12 ^a	35,51±4,86 ^a	32,90±2,22 ^a	32,83±2,84 ^a
3%FM + 0,1%SP	36,26±1,01 ^a	32,38±3,17 ^a	32,15±2,11 ^a	30,66±1,84 ^a

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na mesma linha, para o mesmo parâmetro de avaliação, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Raybaudi-Massilia et al. (2008) também não observaram diferenças significativas na cor de melões minimamente processados sem cobertura e os que

receberam cobertura a base de alginato, adicionada ou não de óleos essenciais (antimicrobianos naturais).

Por outro lado, diferenças significativas no tom de cenouras, antes e depois da aplicação de coberturas a base de hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) adicionadas de surfactantes, foram observadas por Villalobos-Carvajal et al. (2009). Não foram observadas diferenças significativas no parâmetro coroma. Os autores ressaltam que diferenças de cor existentes entre as amostras são superiores às diferenças obtidas pela aplicação da cobertura e por este motivo, aconselham que as mesmas amostras sejam avaliadas antes e depois da aplicação da cobertura.

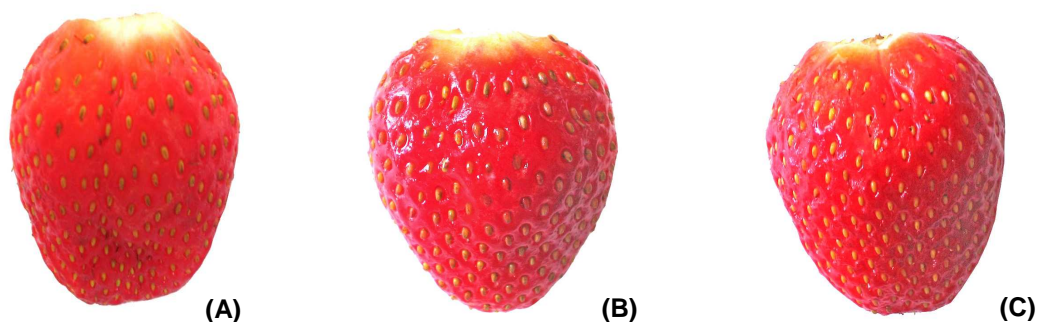


Figura 4.2. Morangos minimamente processados submetidos às condições extremas utilizadas neste trabalho: (A) controle; (B) morangos com cobertura 3% fécula de mandioca; (C) Morangos com cobertura de 3%fécula de mandioca+0,1% sorbato de potássio.

4.1.3. Análise Sensorial

A avaliação sensorial é de grande importância, já que nos fornece dados a respeito da aceitação/rejeição, por parte dos consumidores, dos novos produtos desenvolvidos. Não são esperadas alterações significativas nas características sensoriais das frutas antes e depois da aplicação de coberturas a base de amido, já que estas são descritas como sendo sem odor, sem sabor, sem cor, não tóxicas e biologicamente degradáveis (NISPEROS-CARRIEDO, 1994).

Morangos tratados com coberturas contendo diferentes concentrações de fécula de mandioca, adicionadas ou não de sorbato de potássio, obtiveram boa aceitação sensorial, para os atributos avaliados: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global (Tabela 4.3). Não foram observadas diferenças significativas, ao nível de 5% de significância, entre as condições avaliadas. A intenção de compra também foi pesquisada e verificou-se que, para todos os tratamentos, 60% ou mais dos consumidores comprariam o produto.

Os resultados obtidos demonstram que não houve rejeição sensorial às diferentes coberturas aplicadas aos morangos. Sendo assim, a cobertura a base de fécula de mandioca, adicionada ou não de sorbato de potássio, representa uma alternativa viável, do ponto de vista sensorial, a ser utilizada em produtos nos quais se deseja aumentar a vida útil, sem alterar as características do produto fresco.

Tabela 4.3. Avaliação sensorial de morangos submetidos aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Parâmetros Avaliados				
	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
Controle	7,1 ^a	7,1 ^a	5,9 ^a	6,9 ^a	6,5 ^a
1%FM	7,1 ^a	7,2 ^a	5,9 ^a	7,0 ^a	6,5 ^a
2%FM	7,1 ^a	7,3 ^a	6,4 ^a	6,8 ^a	6,7 ^a
3%FM	7,3 ^a	7,2 ^a	6,4 ^a	7,0 ^a	6,8 ^a
1%FM+0,05%SP	7,2 ^a	7,1 ^a	5,9 ^a	7,1 ^a	6,6 ^a
2%FM+0,05%SP	7,1 ^a	7,1 ^a	5,3 ^a	6,6 ^a	6,3 ^a
3%FM+0,05%SP	7,4 ^a	7,2 ^a	5,6 ^a	6,5 ^a	6,6 ^a
1%FM+0,1%SP	6,7 ^a	6,4 ^a	5,5 ^a	6,6 ^a	6,5 ^a
2%FM+0,1%SP	6,4 ^a	7,3 ^a	6,2 ^a	6,8 ^a	6,7 ^a
3%FM+0,1%SP	7,7 ^a	7,5 ^a	6,4 ^a	7,0 ^a	6,9 ^a

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Nota máxima do teste: 9

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

Tanada-Palmu & Grosso (2005) e Chiumarelli (2008), estudando coberturas, respectivamente, a base de glúten de trigo em morangos e amido de mandioca em mangas, obtiveram boa aceitação sensorial das frutas após a aplicação das coberturas, sendo que não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) em parâmetros como sabor, odor e textura entre as amostras com e sem cobertura. Já Vargas et al. (2006) verificou uma redução na qualidade sensorial de morangos que receberam coberturas a base de quitosana e ácido oléico. Morangos sem cobertura foram preferidos pelos provadores já que a cobertura de quitosana conferiu um sabor adstringente às frutas.

4.1.4. Integridade da Superfície

Imagens obtidas por estereomicroscópio permitiram visualizar a integridade das coberturas, a base de fécula de mandioca, na superfície dos morangos (Figura 4.3). Observou-se que quando coberturas contendo maiores concentrações de fécula de mandioca (2% e 3%) foram utilizadas, uma camada mais grossa e homogênea foi formada na superfície da fruta (Figura 4.3 B e C). No entanto, quando se aplicou sobre o morango a cobertura contendo 1% de fécula de mandioca, verificou-se a formação de uma camada bem fina, com alguns espaços não cobertos (Figura 4.3A).

Através das imagens de estereomicroscópio, não foi possível visualizar nenhum efeito resultante da presença do sorbato de potássio.



Figura 4.3. Imagens, obtidas no estereomicroscópio, de morangos tratados com coberturas contendo diferentes concentrações de fécula de mandioca, tingidos com solução de iodo. (A) 1%, (B) 2%, (C) 3% de fécula de mandioca. Barra = 0,5cm.

É importante a utilização da solução de iodo para a análise de integridade de coberturas a base de amido, já que o iodo tingem o amido presente na cobertura, sem tingir a fruta.

4.1.5. Determinação da Taxa de Respiração

Coberturas a base de fécula de mandioca afetaram a taxa de respiração dos morangos (Figura 4.4). A taxa de respiração diminuiu em função do aumento da concentração de fécula de mandioca, no entanto, esta redução foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$) apenas para as coberturas contendo 2% e 3% de fécula de mandioca (Figura 4.4A). A adição de sorbato de potássio às coberturas não propiciou nenhum efeito adicional àquele obtido com a cobertura contendo apenas fécula de mandioca (Figura 4.4B).

Não houve diferença significativa entre a taxa de respiração da amostra controle e da tratada com cobertura contendo 1% de fécula de mandioca. Isso pode ser explicado a partir das imagens obtidas no estereomicroscópio, nas quais se observa a formação de uma camada de cobertura muito fina e descontínua na superfície dos morangos (Figura 4.3A). Morangos tratados com coberturas contendo maior concentração de fécula (2% e 3%), em função da formação de uma camada superficial mais grossa e homogênea, trocam menos O_2 e CO_2 com o ambiente, provocando uma redução na taxa de respiração das frutas.

As coberturas, dependendo dos materiais a partir dos quais são obtidas, podem alterar a taxa de respiração dos produtos em função da barreira aos gases formada pela presença da cobertura na superfície do produto. Coberturas a base de polissacarídeos são eficientes em reduzir a taxa de respiração de vegetais já que possuem permeabilidade seletiva aos gases O_2 e CO_2 , o que permite a formação de uma atmosfera modificada entre a cobertura e o fruto, resultando na redução na taxa de respiração do produto (NISPEROS-CARRIEDO, 1994; VARGAS et al. 2008).

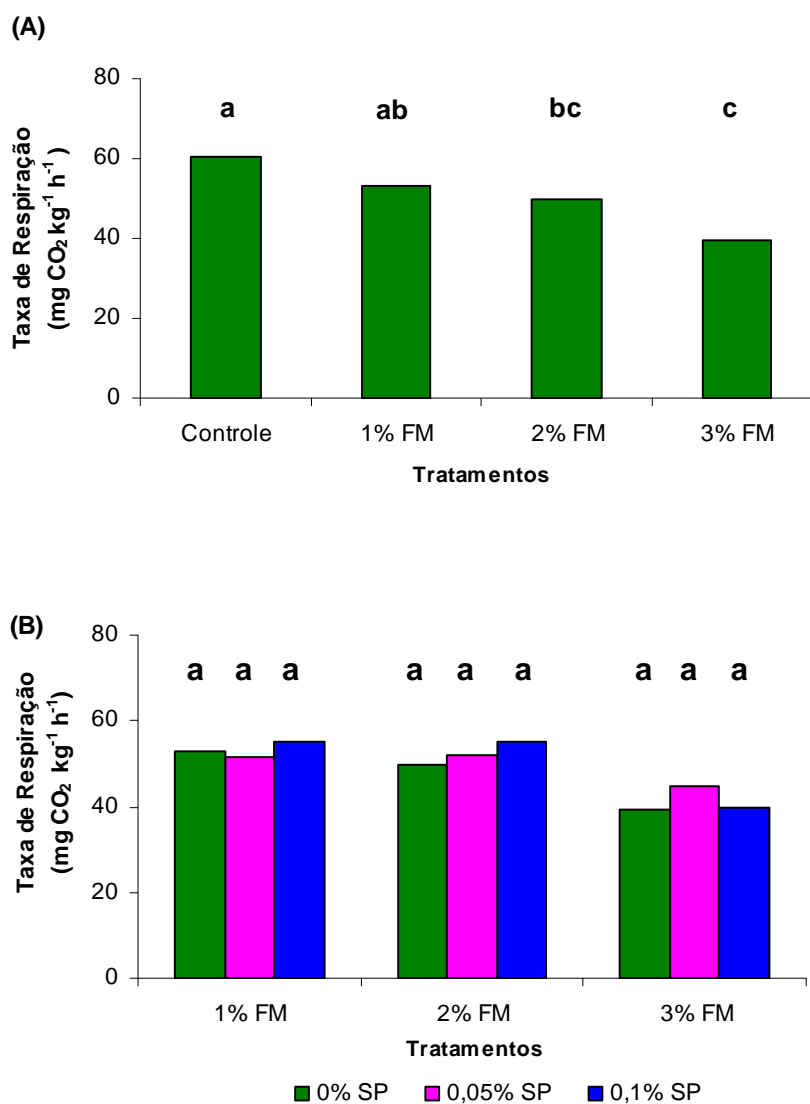


Figura 4.4. Taxa de respiração de morangos (mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹): (A) amostras controle e tratadas com diferentes concentrações de fécula de mandioca; (B) amostras com cobertura a base de fécula de mandioca adicionada de diferentes concentrações de sorbato de potássio.

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. (A) Médias com a mesma letra não diferem significativamente em $p < 0,05$. (B) Médias com a mesma letra, em uma concentração fixa de fécula de mandioca, não diferem significativamente em $p < 0,05$.

Segundo Aguilar-Méndez et al. (2008), coberturas a base de amido de milho (0,03%, 0,1% e 0,37%) e gelatina (utilizada respectivamente nas concentrações de 0,97%, 0,9% e 0,63%) foram eficientes em reduzir a taxa de

respiração de abacates armazenados a 20°C, após 24h da aplicação. A cobertura contendo 0,37% de amido foi a mais eficiente, reduzindo em aproximadamente 51% a taxa de respiração inicial dos abacates.

Lee et al. (2003) e Vargas et al. (2006) também observaram uma redução na taxa de respiração de maçãs e morangos, respectivamente, devido ao uso de coberturas. A alteração da atmosfera gasosa ao redor das frutas, causada pelas propriedades de barreira da cobertura aos gases O₂ e CO₂, é apontada como sendo a principal causa da redução da taxa de respiração.

Já Castelló et al. (2006) relataram comportamento diferente com relação à influência do sorbato de potássio na taxa de respiração. Segundo os autores, morangos frescos cortados submetidos à desidratação osmótica tiveram a taxa de respiração significativamente reduzida quando o sorbato de potássio foi adicionado à solução osmótica. A inibição das reações enzimáticas nas células do morango, resultante da ação do antimicrobiano na membrana celular, pode ter resultado na menor taxa de respiração observada.

4.1.6. Resistência ao Vapor de Água

A aplicação da cobertura contendo fécula de mandioca resultou na redução da perda de água de cenouras, utilizadas como sistema modelo (item 3.2.1.9). Verificou-se que, para todas as concentrações de fécula de mandioca, o sorbato de potássio teve efeito positivo na redução da perda de água das amostras. O mesmo foi observado para 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 4.4). A área exposta foi de 11,78cm², que corresponde à soma das áreas lateral e superficial superior das amostras.

A cobertura de fécula de mandioca reduziu o fluxo de vapor de água pela cobertura, sendo que a redução obtida pela cobertura contendo 3% FM, adicionada ou não de SP, foi estatisticamente significativa (p<0,05). Este resultado pode ser explicado tanto pela maior homogeneidade apresentada por esta cobertura (Figura 4.3C), como também pela matriz de sólidos mais espessa

formada na superfície do morango, após a secagem desta cobertura, o que dificulta/reduz a perda de água para o ambiente. A adição de sorbato de potássio, independente da concentração de fécula de mandioca, promoveu uma redução no fluxo de vapor de água pela cobertura. Esta redução foi significativa nas coberturas contendo os maiores teores de fécula de mandioca utilizados neste trabalho - 2% e 3%.

Tabela 4.4. Fluxo de vapor de água ($\times 10^3 \text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	0% SP	0,05%SP	0,1%SP
Controle	8,20±0,42 ^a	-	-
1% FM	8,31±0,56 ^{aA}	8,25±0,34 ^A	8,23±0,23 ^A
2% FM	7,91±0,29 ^{aA}	7,45±0,48 ^{AB}	7,07±0,35 ^B
3% FM	6,53±0,40 ^{bA}	5,91±0,35 ^B	5,56±0,19 ^B

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Garcia et al. (1998) estudaram a permeabilidade de vapor de água de coberturas a base de amido de milho e batata, também utilizando cenouras como modelo biológico padrão. A partir dos dados apresentados de permeabilidade ao vapor de água, espessura média das coberturas e fluxo de vapor de água das amostras sem cobertura foram calculados valores médios para fluxos de vapor de água. Os fluxos de vapor de água obtidos para coberturas a base de amido de milho e batata foram inferiores ao obtido para cobertura a base de fécula de mandioca, fato que pode ser explicado pelas diferenças no teor de amilose na matriz das coberturas. O amido de milho e batata estudados possuem, em média, 25% e 23% de amilose, respectivamente, enquanto que a fécula de mandioca possui 17%. De acordo com Garcia et al. (1998), a amilose é o componente do amido responsável pela formação de filme. Quanto maior o teor de amilose, maior

é a compactação da cobertura, menor a incidência de rachaduras e poros e, conseqüentemente, menor é o fluxo de água através da cobertura e também menor é permeabilidade ao vapor de água.

Tapia et al. (2007), que estudaram aplicação de coberturas a base de alginato e gelana em mamão e maçã, obtiveram valores de fluxo de vapor de água ($1,2 \times 10^{-2}$ a $1,29 \times 10^{-2} \text{ g m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) superiores aos obtidos no presente trabalho. Isso indica uma menor propriedade de barreira do alginato e da gelana, quando comparados à fécula de mandioca. Estes autores indicam, no entanto, que as características da matriz vegetal, bem como a interação entre a matriz vegetal e a cobertura podem interferir nos resultados.

As resistências ao vapor de água (RVA) das amostras contendo diferentes as coberturas foram calculadas (Figura 4.5). É desejável que a cobertura seja capaz de aumentar a RVA da matriz vegetal, para que a desidratação dos produtos seja reduzida. Para a amostra controle, obteve-se o valor de $RVA=16,926 \text{ s cm}^{-1}$, valor este estatisticamente ($p<0,05$) igual ao obtido para as coberturas contendo 1% e 2% de FM, indicando que estas coberturas não oferecem RVA adicional à resistência já oferecida pela matriz vegetal. Com relação ao sorbato de potássio, verifica-se que este apresenta efeito sinérgico quando concentrações de 2% e 3% de FM são utilizadas, provocando aumento na resistência da cobertura à difusão da água em relação à cobertura que contém apenas fécula de mandioca.

De acordo com Villalobos-Carvajal et al. (2009), coberturas elaboradas a partir de hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), adicionadas de surfactantes, e obtidas tanto por dispersão aquosa como por dispersão hidroalcoólica (50%v/v), foram eficientes em aumentar a RVA de cenouras, sendo que as coberturas obtidas por dispersões hidroalcoólicas foram mais eficientes que as aquosas. Segundo os autores, outros fatores além da espessura e da hidrofobicidade, têm papel fundamental na resistência à difusão de vapor de água oferecida pelas coberturas. Estes fatores estão provavelmente relacionados à estrutura da cobertura formada na superfície do produto.

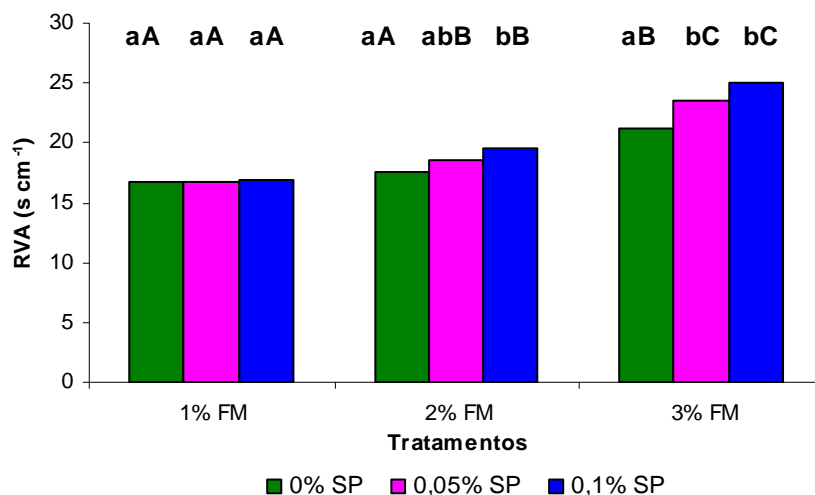


Figura 4.5. Resistência ao vapor de água.

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula para a mesma concentração de fécula de mandioca são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, para uma concentração fixa de sorbato de potássio, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

O aumento percentual na RVA resultante da aplicação de coberturas a base de fécula de mandioca e sorbato de potássio em morangos minimamente processados está apresentado na tabela 4.5.

Pode-se dizer que o sorbato de potássio, nas concentrações e condições utilizadas neste trabalho, teve influência positiva no aumento da RVA. A formação superficial de uma cobertura mais íntegra, com menos poros e rachaduras, em função da presença do antimicrobiano, pode explicar os resultados encontrados. Conclui-se então que o antimicrobiano teve ação característica de um plasticizante. De acordo com Donhowe & Fennema (1993), os plasticizantes reduzem as forças intermoleculares entre cadeias poliméricas adjacentes, aumentando assim a flexibilidade e extensibilidade do filme. Segundo Garcia et al. (1998), pelo fato de aumentarem a mobilidade das cadeias poliméricas, os plasticizantes podem preencher possíveis falhas (buracos e rachaduras) na

formação da cobertura, favorecendo a uniformidade da cobertura e, conseqüentemente, o aumento da RVA.

Tabela 4.5. Aumento da resistência ao vapor de água, obtido pela ação das diferentes coberturas.

Tratamentos	0% SP	0,05%SP	0,1%SP
Controle	0%	-	-
1% FM	0%	0%	0%
2% FM	3,56%	10,12%	16,02%
3% FM	25,66%	38,84%	47,38%

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Glicerol ou sorbitol utilizados em concentrações de até 2% favoreceram a redução da permeabilidade de coberturas a base de amido de milho e batata; concentrações superiores a esta resultaram em efeito contrário, ou seja, aumentaram a permeabilidade das coberturas (GARCIA et al., 1998).

Dados apresentados por Rojas-Graü et al. (2007a) indicam que a coberturas contendo alginato e gelana, adicionadas de plasticizante e antioxidantes, foram capazes de reduzir a difusão de água de maçãs frescas cortadas em, em média, 20% e 12%, respectivamente. Este estudo mostrou um aumento na RVA das coberturas de alginato e gelana, quando utilizadas concentrações de glicerol (plasticizante) de até 1,75% e 0,63%, respectivamente. Concentrações superiores a estas tiveram efeito negativo, reduzindo a RVA das amostras. A característica hidrofílica dos componentes das coberturas estudadas foi apontada como sendo responsável pela baixa eficiência da RVA, sendo sugerida a utilização de componentes hidrofóbicos.

Oms-Oliu et al. (2008), estudando o efeito de coberturas em pêras frescas cortadas, adicionaram óleo de girassol às coberturas de alginato e gelana previamente elaboradas por Rojas-Graü et al. (2007a). Um aumento significativo de 45,30% e 100% na RVA foi obtido para as coberturas de alginato e gelana, respectivamente, confirmando o efeito benéfico dos componentes hidrofóbicos na permeabilidade das coberturas.

4.1.7. Escolha da Cobertura

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

- As propriedades mecânicas dos morangos, avaliadas pela força máxima de penetração e pela força máxima de ruptura, assim como a cor, avaliada pelos parâmetros cor e tom, não foram afetadas pela aplicação das diferentes coberturas.
- Entre morangos tratados com as diferentes coberturas e o controle não houve diferenças em relação a todos os atributos sensoriais avaliados (aparência, aroma, sabor, textura e impressão global), indicando que não houve rejeição sensorial aos morangos tratados. Além disso, a intenção de compra, em todos os casos, foi igual ou superior a 60%.
- Coberturas comestíveis a base de fécula de mandioca reduziram a taxa de respiração dos morangos, sendo que as reduções obtidas com coberturas contendo 2% ou 3% de fécula de mandioca foram estatisticamente significativas. O sorbato de potássio não teve efeito significativo na taxa de respiração. Reduções na taxa de respiração podem resultar em um aumento na vida útil de vegetais.
- Observou-se que a aplicação das coberturas resultou em um aumento na resistência à difusão de vapor de água da matriz vegetal; entretanto, apenas a cobertura contendo 3% de fécula de mandioca promoveu um aumento estatisticamente significativo ($p < 0,05$). O sorbato de potássio teve efeito adicional positivo, sendo que as coberturas contendo o antimicrobiano foram mais eficientes em reduzir a difusão de água quando comparadas às coberturas contendo apenas fécula de mandioca, na mesma concentração. As diferenças entre as concentrações de sorbato de potássio estudadas (0,05% e 0,1%), independente da concentração de fécula de mandioca, não foram estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Considerando os resultados obtidos para os tratamentos contendo apenas fécula de mandioca, e que o sorbato de potássio, na concentração de 0,05%, propiciou os mesmos efeitos da concentração 0,1%, as coberturas contendo 3% fécula de mandioca e 3% fécula de mandioca + 0,05% sorbato de potássio foram escolhidas para o estudo da vida útil.

4.2. Parte 2 - Estudo da Vida Útil

4.2.1. Caracterização da Matéria-Prima

A composição química centesimal e a caracterização física dos morangos (*Fragaria ananassa* cv Oso Grande) encontram-se nas tabelas 4.6 e 4.7, respectivamente. Os dados apresentados correspondem a média de, no mínimo, três determinações, com seus respectivos desvios padrão. Morangos de 20 caixinhas foram selecionados e divididos em três lotes.

Tabela 4.6. Composição química centesimal de morangos cv. Oso Grande 'in natura'.

Determinações	Valores obtidos (%)
Umidade (base úmida)	89,29 ± 2,38
Cinzas	0,33 ± 0,06
Açúcares Redutores	4,21 ± 0,49
Açúcares Totais	6,47 ± 0,51
Lipídios	0,27 ± 0,04
Acidez	0,80 ± 0,03
Proteína	0,73 ± 0,02
Fibras (por diferença)	2,11

Estes valores encontrados são semelhantes aos valores apresentados na Tabela de Composição Química de Alimentos – TCQA - (USDA, 2006) e na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TBCA - (UNICAMP, 2006). De acordo com a TCQA (USDA, 2006), o teor de umidade em morangos é 90,94%, o de lipídeos é 0,3%, a proteína é 0,9% e cinzas 0,5%. Já de acordo com TBCA, os valores de umidade, lipídeos, proteína e cinzas em morangos são respectivamente – 91,5%, 0,3%, 0,9% e 0,5%. Pequenas variações são observadas mesmo entre as duas tabelas, o que provavelmente é resultante de diferenças entre os cultivares utilizados ou em função de diferenças no estágio de maturação, clima e local de plantio do morango.

Tabela 4.7. Caracterização física de morangos cv Oso Grande 'in natura'.

Determinações	Valores Obtidos
Massa (g)	25,34 ± 0,77
Sólidos Solúveis (°Brix)	9,33 ± 0,29
pH	3,70 ± 0,08
a _w	0,986 ± 0,006
Cor (croma)	33,33 ± 5,84
Cor (tom)	34,29 ± 5,01

A fécula de mandioca é material seguro ao consumo humano (GRAS) e foi fornecida pela empresa Pilão Amidos Ltda (Guairá, SP). O certificado de análise juntamente com informações sobre composição e propriedades físico químicas estão no Anexo A.

O sorbato de potássio foi fornecido pela Doce Aroma Food Ingredients (São Paulo, SP) e as especificações técnicas estão no Anexo B.

4.2.2. Perda de Peso

A cobertura foi eficiente em reduzir, ao longo do tempo, a perda de peso dos morangos (Figura 4.6). Isso pode ser explicado pelo aumento da dificuldade de migração da água para o ambiente, causado pela película formada ao redor do fruto. Esta redução, no entanto, foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$) apenas para a cobertura contendo o sorbato de potássio. A presença do antimicrobiano que, conforme discutido no item 4.1.6, agiu como plasticizante, propiciou a formação de uma cobertura mais homogênea, com menor formação de poros e rachaduras.

Garcia et al. (1998) também observaram redução, ao longo do tempo, na perda de peso de morangos que receberam coberturas contendo 2% de amido de milho. De forma semelhante, observou-se que a utilização da cobertura contendo plasticizante (glicerol ou sorbitol) foi mais eficiente na redução da perda de peso que a cobertura contendo apenas amido.

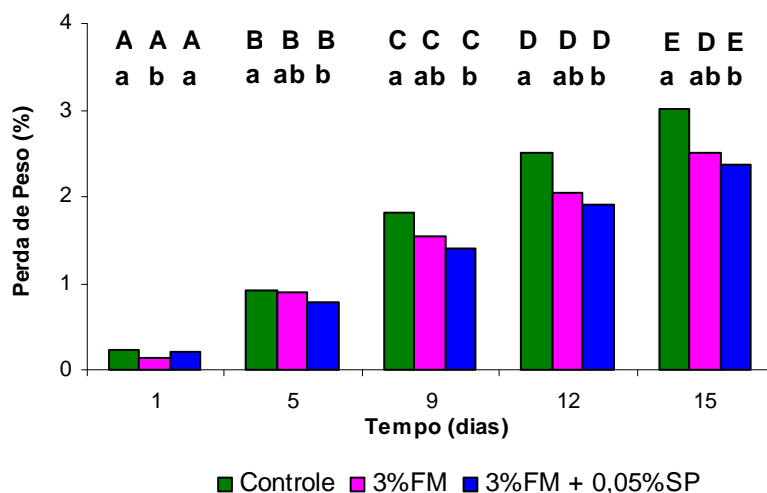


Figura 4.6. Porcentagem de perda de peso dos morangos ao longo da vida útil.

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula no mesmo tempo de análise são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, para um mesmo tratamento ao longo do tempo, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

De forma semelhante, Han et al. (2004) observaram uma redução de, aproximadamente, 18% na perda de peso dos morangos armazenados a 2°C por 14 dias, após a aplicação de cobertura a base de quitosana (2%). Segundo os autores, o filme formado na superfície dos frutos retardou a migração de água da fruta para o ambiente, reduzindo assim a perda de peso durante o armazenamento.

A aplicação de cobertura otimizada de farinha de amaranto (4% de farinha de amaranto, 0,4% ácido esteárico e 1,04% de glicerol) em morangos armazenados a 7°C, ao longo de 18 dias, também reduziu significativamente a perda de peso do produto. Segundo Colla et al. (2006), o filme formado na superfície do morango reduziu a desidratação dos frutos, o que promoveu uma redução na perda de peso.

4.2.3. pH e Acidez Titulável

O pH dos morangos minimamente processados apresentou algumas variações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos, dentro de um mesmo tempo, e também ao longo do tempo de armazenamento (Tabela 4.8). Verificou-se que as amostras com cobertura apresentam um pH superior ao da amostra controle.

Tanto as medidas de pH como de acidez titulável estão relacionadas 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).

Tabela 4.8. Valores médios de pH, ao longo do armazenamento, para morangos minimamente processados submetidos aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)				
	1	5	9	12	15
Controle	3,67±0,04 ^{aAC}	3,57±0,02 ^{aB}	3,70±0,02 ^{aA}	3,63±0,01 ^{aC}	3,69±0,18 ^{aAC}
3%FM	3,64±0,05 ^{aA}	3,75±0,01 ^{bB}	3,68±0,05 ^{aAB}	3,83±0,03 ^{bC}	3,71±0,08 ^{aAB}
3%FM + 0,05%SP	3,72±0,04 ^{aA}	3,76±0,01 ^{bA}	3,78±0,07 ^{aA}	3,76±0,02 ^{cA}	3,72±0,07 ^{aA}

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

Fontes (2005) não verificou variação, ao longo de 13 dias de armazenamento, no pH de maçãs minimamente processadas, cobertas com solução conservadora (ácidos cítrico e ascórbico e cloretos de cálcio e sódio) e fécula de mandioca. Amostras que receberam coberturas também apresentaram pH superior às amostras controle, o que pode ser explicado pela interferência do pH da cobertura, que é superior ao pH da fruta.

Os resultados obtidos de acidez titulável indicam que não houve alteração estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para nenhum dos tratamentos, ao longo do armazenamento (Figura 4.7). Além disso, para um tempo fixo, os diferentes tratamentos não apresentaram entre si, diferença estatisticamente significativa.

Os ácidos orgânicos são importantes componentes do sabor e aroma das frutas, tendo influência direta sob os mesmos. Segundo Cordenunsi et al. (2003), depois dos açúcares solúveis, os ácidos orgânicos não voláteis são os componentes mais importantes responsáveis pelo sabor dos morangos.

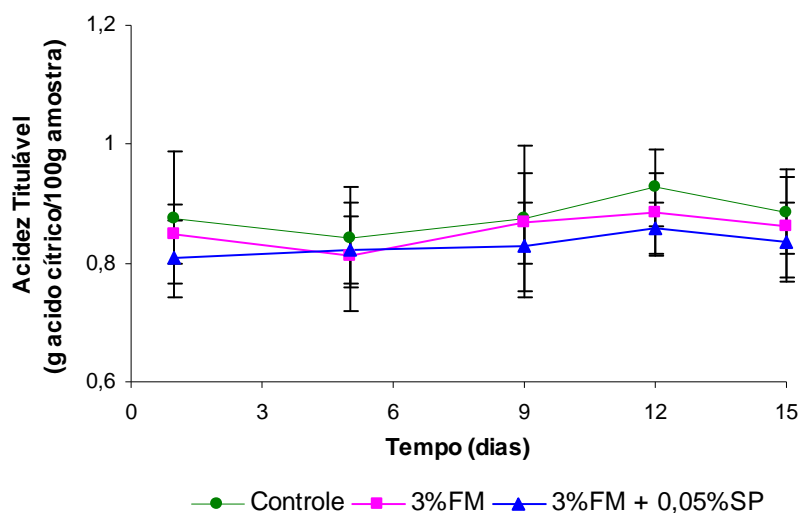


Figura 4.7. Acidez Titulável, ao longo do armazenamento, dos morangos minimamente processados submetidos aos diferentes tratamentos.

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Da mesma maneira, Hernández-Muñoz et al. (2008), estudando a aplicação, em morangos, de coberturas a base de quitosana, adicionadas ou não de gluconato de cálcio, não observaram diferenças significativas na acidez titulável entre os diferentes tratamentos ao longo do armazenamento. Segundo os autores, considerando que a acidez titulável é dada pela quantidade de ácido por peso de morango, a pequena diferença observada entre a amostra controle e as cobertas pode ser relacionada com a maior perda de água da amostra controle.

Pêssegos inteiros, recobertos com cobertura contendo 2% fécula de mandioca, armazenados a $27,2^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, também não apresentaram diferença significativa na acidez titulável, após 9 dias de armazenamento. A manutenção da acidez titulável pode ser explicada pela presença da cobertura, que tende a reduzir os níveis de atividade metabólica da fruta (OLIVEIRA & CEREDA, 2003).

4.2.4. Sólidos Solúveis Totais

Os resultados obtidos na análise de sólidos solúveis totais (SST) estão apresentados na tabela 4.9. Reduções significativas ($p < 0,05$) no teor de sólidos solúveis no dia 9 (para os tratamentos 3%FM e 3%FM + 0,05%SP) e no dia 12 (para o controle), seguidas por um aumento, podem ser observadas. Ao longo do armazenamento, todos os tratamentos apresentaram redução no teor de SST.

Os sólidos solúveis presentes nos frutos constituem importantes compostos (principalmente açúcares e ácidos orgânicos) responsáveis pelo sabor e pela conseqüente aceitação do produto por parte dos consumidores.

Tabela 4.9. Valores médios de sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$), ao longo do armazenamento, para morangos minimamente processados submetidos aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)				
	1	5	9	12	15
Controle	8,33 \pm 0,29 ^{aA}	8,33 \pm 0,29 ^{aA}	7,50 \pm 1,32 ^{aAB}	7,00 \pm 0,50 ^{abB}	7,83 \pm 0,29 ^{aAB}
3%FM	8,17 \pm 0,77 ^{aA}	8,33 \pm 0,29 ^{aA}	6,67 \pm 0,76 ^{aB}	6,50 \pm 0,50 ^{aB}	7,33 \pm 0,76 ^{aAB}
3%FM + 0,05%SP	8,33 \pm 0,29 ^{aA}	8,33 \pm 1,25 ^{aAB}	7,50 \pm 0,5 ^{aB}	8,0 \pm 0,5 ^{bAB}	7,67 \pm 0,29 ^{aB}

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

A redução nos teores de SST, ao longo do armazenamento, é uma característica de frutos não-climatéricos, como o morango. Isso acontece por que,

ao serem colhidos, estes frutos apresentam pouca ou nenhuma reserva energética (amido), sendo necessária a utilização dos açúcares presentes na fruta como fonte energética para a respiração, reduzindo assim o teor de SST.

Por sua vez, Tanada-Palmu & Grosso (2005) e Hernández-Muñoz et al. (2008) observaram aumento no teor de SST de morangos, que receberam coberturas a base de glúten e quitosana, respectivamente. Este aumento pode ser explicado pela significativa perda de água sofrida pelos morangos nestes dois trabalhos, acarretando uma concentração dos SST.

4.2.5. Açúcares Redutores e Totais

Não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) nos teores de açúcares redutores e totais, entre a amostra controle e as tratadas com 3%FM e 3%FM+0,05%SP, em cada tempo do armazenamento (Tabelas 4.10 e 4.11).

Tabela 4.10. Valores médios de açúcares redutores ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de amostra), ao longo do armazenamento, para morangos submetidos aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)				
	1	5	9	12	15
Controle	4,54±0,27 ^{aA}	3,96±0,25 ^{aA}	2,76±0,93 ^{aAB}	2,36±0,18 ^{aB}	3,08±0,78 ^{aAB}
3%FM	4,56±0,29 ^{aA}	3,76±0,39 ^{aB}	2,57±0,43 ^{aC}	3,27±0,33 ^{aBC}	3,88±0,46 ^{aAB}
3%FM + 0,05%SP	4,13±0,14 ^{aA}	3,81±0,81 ^{aAB}	2,61±0,23 ^{aB}	2,85±0,12 ^{aB}	3,18±0,23 ^{aB}

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

É possível verificar, independente do tratamento, uma redução no teor de açúcares redutores ao longo do tempo de armazenamento. De forma semelhante, Pelayo et al. (2003) verificaram uma redução nos açúcares redutores em morangos armazenados a 5°C. Já Tanada-Palmu & Grosso (2005), observaram

um aumento significativo ($p < 0,05$) nos açúcares redutores de morangos tratados ou não com cobertura a base de glúten de trigo e, de acordo com os autores, este aumento é resultante da síntese destes açúcares ao longo do armazenamento.

Como morango é um fruto não climatérico e, por isso, possui poucas reservas energéticas (amido), a produção de açúcares, após a colheita é pequena. Por este motivo, é provável que, o aumento significativo dos açúcares redutores em morangos, ao longo do armazenamento, observado por Tanada-Palmu & Grosso (2005), seja resultante da concentração desses compostos, em função da desidratação dos frutos.

Reduções nos teores de açúcares totais dos morangos minimamente processados também foram observadas, ao longo do armazenamento (Tabela 4.11). Segundo Pelayo et al. (2003), estas reduções ocorrem em função da hidrólise da sacarose, para utilização dos respectivos açúcares redutores como substrato para respiração.

O teor de açúcares totais encontrados no início do armazenamento (tempo 1 e 5) está de acordo com o encontrado por Cordenunsi et al. (2002) para morangos cv. Oso Grande, colhidos com 75% de cor vermelha (Tabela 4.11).

Tabela 4.11. Valores médios de açúcares totais ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de amostra), ao longo do armazenamento, para morangos submetidos aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)				
	1	5	9	12	15
Controle	6,48±0,51 ^{aA}	5,00±0,43 ^{aB}	3,65±0,83 ^{aBC}	3,60±0,58 ^{aC}	4,13±0,53 ^{aBC}
3%FM	6,23±2,36 ^{aA}	4,52±0,48 ^{aAB}	3,14±0,47 ^{aB}	3,32±0,33 ^{aB}	3,56±0,56 ^{aB}
3%FM + 0,05%SP	5,43±1,04 ^{aA}	4,78±0,61 ^{aA}	3,81±0,32 ^{aB}	3,69±0,66 ^{aAB}	4,01±0,53 ^{aAB}

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

4.2.6. Atividade de Água (a_w) e Umidade

A água pode ser encontrada nos alimentos na sua forma livre ou ligada. Uma avaliação do conteúdo total de água do produto, ou a umidade, não nos permite tirar muitas conclusões, principalmente no que se refere à perecibilidade do produto. Isso porque a água quando ligada a um constituinte não aquoso é menos susceptível de ser utilizada por atividades degradativas, como crescimento microbiano e reações químicas (FENNEMA, 1996). A atividade de água (a_w), por sua vez, 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.

Pela análise da a_w dos morangos a 25°C, verifica-se que o morango apresenta alta a_w , o que permite concluir que o produto em questão é altamente perecível (Tabela 4.12). Verifica-se, para todos os tratamentos estudados, uma redução significativa na a_w no dia 9, seguida por um aumento, no dia 12. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, para qualquer tempo fixo. Observando os dados de a_w e, considerando que a redução da a_w seguida pelo aumento, respectivamente, nos dia 9 e 12, foram comuns a todos os tratamentos, pode-se dizer que os dados obtidos no dia 9 podem ser resultantes de um erro experimental, por exemplo, uma variação na temperatura de equilíbrio do equipamento utilizado.

Chiumarelli (2008) não observou diferenças significativas na a_w de mangas minimamente processadas cobertas com película de fécula de mandioca, adicionadas ou não do plasticizante glicerol, e armazenadas por 15 dias. Para a amostra controle, apenas foi observada uma redução significativa na a_w no 15º dia de armazenamento.

Tabela 4.12. Valores médios de atividade de água, ao longo do armazenamento, para morangos minimamente processados submetidos aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)				
	1	5	9	12	15
Controle	0,986±0,003 ^{aA}	0,989±0,003 ^{aA}	0,978±0,001 ^{aB}	0,989±0,006 ^{aA}	0,988±0,001 ^{aA}
3%FM	0,985±0,001 ^{aA}	0,989±0,001 ^{aB}	0,978±0,002 ^{aC}	0,987±0,004 ^{aAB}	0,976±0,006 ^{aC}
3%FM + 0,05%SP	0,985±0,003 ^{aA}	0,981±0,008 ^{aAB}	0,979±0,001 ^{aB}	0,984±0,003 ^{aA}	0,986±0,003 ^{aA}

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

A variação da umidade das amostras ao longo do tempo de armazenamento está apresentada na tabela 4.13. Ao longo do armazenamento, amostras controle e tratada com 3%FM apresentaram variações significativas na umidade, enquanto que as tratadas com 3%FM + 0,05%SP apresentaram uma maior uniformidade de umidade, não apresentando variações estatisticamente significativas ($p < 0,05$), ao longo da vida útil.

As variações observadas na umidade dos diferentes tratamentos estudados, ao longo do armazenamento, não apresentam uma tendência de comportamento. Por isso, elas podem ser resultantes de pequenas variações entre as amostras.

Fontes et al. (2005) não verificaram, em todos os tempos avaliados, diferenças significativas entre a umidade de maçãs minimamente processadas tratadas ou não com película comestível a base de fécula de mandioca (3%). Ao longo dos 13 dias de armazenamento, também não foram observadas alterações significativas, tanto para amostras controle, como para as tratadas com fécula de mandioca.

Tabela 4.13. Valores médios de umidade (%), ao longo do armazenamento, para morangos minimamente processados submetidos aos diferentes tratamentos.

Tratamento	Tempo (dias)				
	1	5	9	12	15
Controle	90,99±0,14 ^{aA}	92,74±0,09 ^{aB}	91,81±0,21 ^{aC}	93,68±0,14 ^{aD}	90,70±0,69 ^{abAC}
3%FM	90,22±0,11 ^{bA}	91,41±0,42 ^{bB}	91,75±0,47 ^{aB}	93,40±0,13 ^{aC}	91,62±0,35 ^{aB}
3%FM + 0,05%SP	90,04±0,14 ^{bA}	90,27±0,92 ^{bA}	91,13±0,58 ^{aA}	90,22±0,12 ^{bA}	89,90±0,46 ^{bA}

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

4.2.7. Determinação de Cor

As coordenadas a^* e b^* foram utilizadas no cálculo dos parâmetros tom (h^*) e croma (C^*). A utilização destes parâmetros para a avaliação da cor tem como objetivo verificar alterações pela interação entre as coordenadas, já que para os cálculos utilizam-se diferentes relações entre a^* e b^* . Além do tom e croma, a luminosidade L^* também foi avaliada.

No caso do tom, alterações significativas ocorreram ao longo do tempo de armazenamento para o controle e para o tratamento 3%FM (Figura 4.8). Percebe-se que são alterações isoladas (dia 5 para o controle e dia 9 para tratamento 3%FM), podendo então ter ocorrido em função de variações na matéria-prima, já que diferentes frutas foram avaliadas ao longo da vida útil. Não foram observadas alterações significativas no tom de morangos tratados com a cobertura contendo 3%FM+0,05%SP.

Mudanças no parâmetro tom têm se mostrado eficazes no monitoramento de escurecimento enzimático de frutas frescas cortadas, como por exemplo, pêras. Coberturas a base dos polissacarídeos gelana, pectina e alginato não foram eficientes em evitar ou reduzir o escurecimento enzimático das pêras. No

entanto, após a adição de N-acetilcisteína e glutathionina (agentes antioxidantes) às coberturas, reduções significativas no escurecimento das frutas foram verificadas pela manutenção do tom, ao longo de 14 dias de armazenamento. Com exceção do controle, não foram observadas diferenças significativas no tom dos diferentes tratamentos ou entre os diferentes tratamentos contendo os antioxidantes, ao longo do armazenamento (OMS-OLIU et al. 2008).

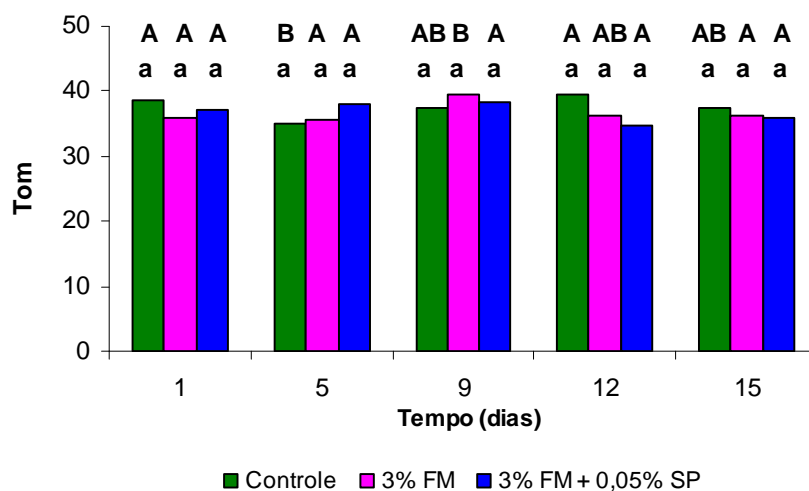


Figura 4.8. Valores médios para o tom dos morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos.

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula no mesmo tempo de análise são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, para um mesmo tratamento, ao longo do armazenamento, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

Não foram observadas, ao longo do tempo de armazenamento, diferenças significativas no parâmetro croma dos morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos (Figura 4.9), indicando que a cobertura foi eficiente em manter intensidade da cor superficial dos morangos. Para cada tempo fixo, também não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos.

Por sua vez, Chiumarelli (2008) verificou alterações significativas no croma de mangas minimamente processadas, armazenadas ao longo de 15 dias a 5°C.

Estas alterações foram observadas tanto para o controle, como também para as amostras tratadas com coberturas a base de fécula de mandioca, adicionada ou não de glicerol. Verificou-se uma redução no croma das amostras, indicando uma intensificação da cor das fatias ao longo do tempo de armazenamento. Foram observadas diferenças entre os tratamentos apenas nos tempos 9 e 13, sendo estas diferenças atribuídas à heterogeneidade das amostras.

Já Vargas et al. (2006) não observaram diferenças significativas no croma e tom de morangos recobertos com película de quitosana ao longo de 10 dias de armazenamento a 5°C. No entanto, para o controle, foram observadas, ao longo do armazenamento, reduções tanto no croma como no tom das frutas, provavelmente em função da desidratação superficial dos morangos.

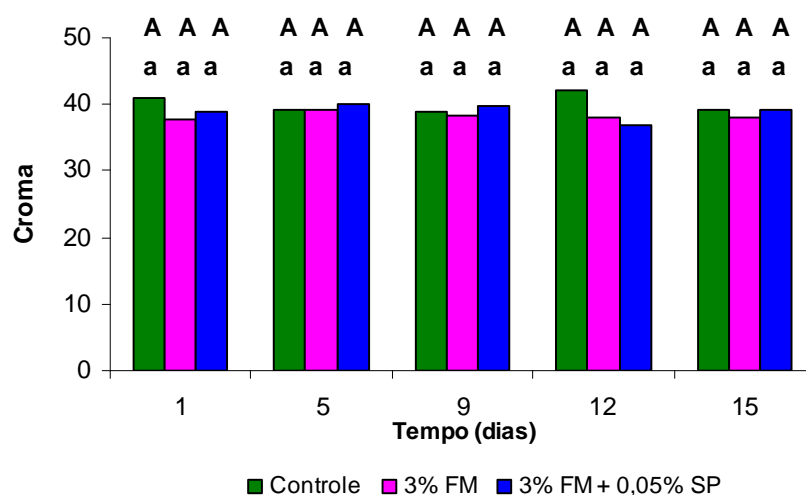


Figura 4.9. Valores médios do croma de morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos.

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, no mesmo tempo de análise, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, para um mesmo tratamento, ao longo do armazenamento, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

Morangos sem cobertura e também os cobertos com película de quitosana, armazenados a 20°C, apresentaram uma redução significativa no tom e croma,

sendo que a redução apresentada pelas amostras com cobertura foi significativamente menor, indicando que a cobertura retardou mudanças externas de cor. Estas alterações observadas no croma e tom das amostras podem ser explicadas pela elevada temperatura de armazenamento, que permitiu a alta taxa de respiração dos morangos, favorecendo a senescência do produto e, conseqüentemente, o desenvolvimento superficial da cor. Alterações significativamente menores na cor das amostras tratadas podem ser resultantes da menor taxa de respiração desses produtos em consequência da presença da cobertura (HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2006).

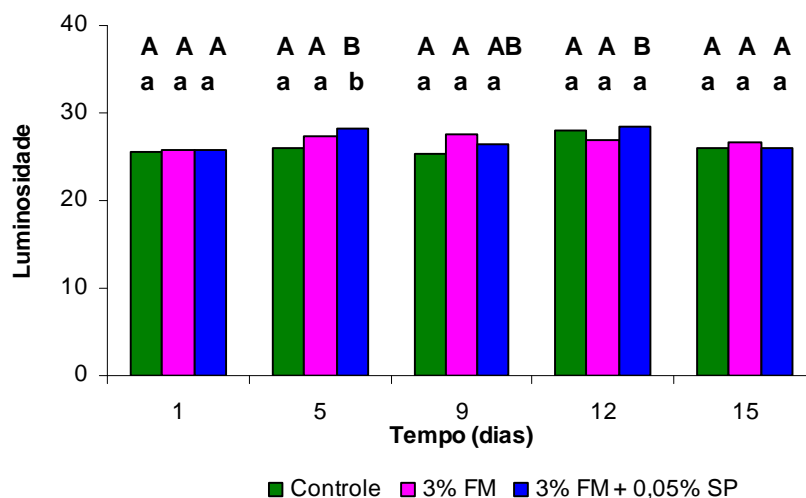


Figura 4.10. Valores médios da luminosidade de morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula no mesmo tempo de análise são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, para um mesmo tratamento, ao longo do armazenamento, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

A película de cobertura contendo 3%FM + 0,05%SP promoveu aumento significativo na coordenada L^* de morangos minimamente processados (Figura 4.10), indicando um aumento na luminosidade das frutas entre os tempos 9 e 12. Para o controle e o tratamento 3%FM, não foram observadas diferenças significativas ao longo do tempo de armazenamento. Com exceção do tempo 5, no

qual se verifica uma luminosidade significativamente maior do tratamento 3%FM + 0,05% SP, não foram observadas diferenças entre os tratamentos nos diferentes tempos.

Varição na cor no sentido de redução no valor do parâmetro L*, ao longo do tempo, é indicativo da diminuição do brilho das amostras. A redução, ao longo de 4 dias, na luminosidade (brilho) de abacates cobertos com película a base de emulsão de pectina foi significativamente menor à observada para amostras sem cobertura (MAFTOONAZAD et al. 2007).

4.2.8. Teor de Antocianinas

As antocianinas pertencem ao grupo de compostos fenólicos denominado flavonóides. São pigmentos hidrossolúveis, localizados no vacúolo e responsáveis por uma variedade de cores atrativas e brilhantes de frutas, flores e folhas e, no caso do morango, é o responsável por sua coloração vermelho brilhante (GIL et al., 1997). O teor de antocianinas é um fator importante na avaliação do ponto de maturação dos morangos, já que muitas vezes a colheita dos frutos é baseada na cor vermelha superficial, que é resultante do teor de antocianinas (CORDENUNSI et al., 2002).

Verificou-se que, ao longo do tempo, o tratamento controle apresentou um aumento significativo ($p < 0,05$) no teor de antocianinas, enquanto que morangos tratados com cobertura a base de fécula de mandioca não apresentaram variações significativas (Tabela 4.14). Para a cobertura contendo fécula de mandioca e sorbato de potássio, observou-se uma redução drástica no teor de antocianinas no tempo 5. Avaliando os dados obtidos para os três tratamentos em todos nos tempos, observou-se que o teor de antocianinas obtido no tempo 5 para a dada amostra está fora dos valores e tendências observadas nos demais tratamentos/tempos. Isso permitiu concluir que a diferença observada é resultante de uma variação na amostragem e não de um efeito da cobertura.

Para um tempo fixo, não foram observadas diferenças significativas entre as amostras, exceto no tempo 15, no qual se observou um teor de antocianinas

significativamente mais alto na amostra controle. A cor dos morangos, expressa em termos de croma e tom, não refletiu o aumento na concentração do pigmento da amostra controle.

Tabela 4.14. Valores médios de teor de antocianinas (mg Pelargonidina 3-glicosídeo 100g⁻¹ de amostra), ao longo do armazenamento, para morangos submetidos aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)				
	1	5	9	12	15
Controle	14,06±2,33 ^{aA}	16,71±1,76 ^{aAB}	17,63±2,21 ^{aAB}	16,07±3,35 ^{aAB}	20,09±1,04 ^{aB}
3%FM	16,21±1,23 ^{aA}	15,15±1,29 ^{abA}	16,82±1,23 ^{aA}	17,04±3,23 ^{aA}	14,01±1,92 ^{bA}
3%FM + 0,05%SP	17,71±0,14 ^{aA}	11,69±0,51 ^{bB}	16,30±1,26 ^{aA}	17,70±0,70 ^{aA}	15,70±2,82 ^{abAB}

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

O maior teor de antocianinas verificado no tempo 15 para a amostra controle pode ser explicado pela maior taxa de respiração apresentada por estas amostras (item 4.2.9), principalmente ao final do armazenamento. Maior taxa de respiração resulta em maior metabolismo, que pode ocasionar uma maior produção do pigmento.

Além disso, o pH das amostras tem influência na cor e estabilidade das antocianinas; quando o pH aumenta a cor diminui (GIL et al., 1997). Conforme visto no item 4.2.3, as amostras com cobertura apresentaram um pH superior ao da amostra controle, podendo estar este fato relacionado ao menor teor de antocianinas observado (em alguns tempos) nas amostras com cobertura.

Segundo Gil et al. (1997), embora a variação no teor de antocianinas entre replicatas seja elevada, existe uma tendência no aumento destes pigmentos ao longo do tempo em morangos armazenados a 5°C. Este aumento é perceptível

principalmente nas amostras armazenadas no ar atmosférico, nas quais alterações no metabolismo são mínimas quando comparadas às alterações decorrentes do armazenado sob atmosfera modificada (>10% CO₂).

Já Cordenunsi et al. (2005) verificaram um aumento significativo ($p < 0,05$) no teor de antocianinas de morangos cv Oso Grande, colhidos com 75% da cor superficial vermelha e armazenados a 16°C e 25°C. No entanto, quando os morangos foram armazenados a 6°C, foi observado um aumento no teor de antocianinas, seguido por uma redução, após os 6 primeiros dias de armazenamento.

O teor de antocianinas de morangos aumentou significativamente em amostras armazenadas por 4 dias a 20°C; no entanto, não foram observadas alterações significativas no conteúdo deste pigmento em amostras armazenadas a 0,5° e 10°C, embora tenha sido observada uma tendência na redução no teor dos pigmentos nas amostras armazenadas a 0,5°C (SHIN et al., 2007).

Garcia et al. (1998) encontraram resultado semelhante para a amostra controle, entretanto, verificaram aumentos significativos no teor de antocianinas de morangos tratados com coberturas a base de amido de milho e batata ao longo 22 dias de armazenamento a 0°C. O controle apresentou, para todos os tempos, teores mais altos do pigmento.

4.2.9. Taxa de Respiração

A taxa de respiração dos morangos minimamente processados e armazenados a 5°C está apresentada na Figura 4.11.

Para todos os tratamentos observou-se, inicialmente, uma redução significativa na taxa de respiração, seguida por aumentos sucessivos, sendo a maior taxa de respiração atingida no 15º dia.

Para cada tempo fixo, verificou-se que o controle apresentou maior taxa de respiração em todos os tempos, sendo que nos tempos 1, 12 e 15, a taxa foi significativamente maior que um dos outros tratamentos. Em cada tempo de avaliação, morangos tratados com as diferentes coberturas não apresentaram,

entre si, diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$), confirmando o resultado obtido no ensaio preliminar.

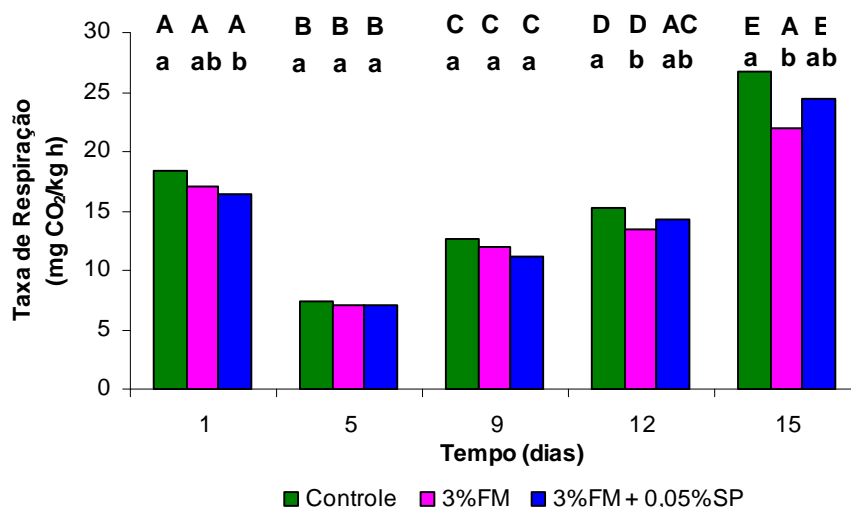


Figura 4.11. Taxa de respiração ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de morangos submetidos aos diferentes tratamentos, ao longo da vida útil.

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula no mesmo tempo de análise são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, para um mesmo tratamento ao longo do tempo, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

Uma redução inicial na taxa de respiração, seguida de sucessivos aumentos foi também observada por Jacometti et al. (2003), que aplicaram cobertura contendo gelana e gelana+sorbitol em pêssegos.

A taxa de respiração mais alta no dia 1 em relação ao dia 5 representa um pouco do stress provocado nas frutas em decorrência do processamento (manipulação, corte, embalagem, dentre outros), que estimula o aumento na taxa de respiração.

A temperatura de armazenamento e a contaminação microbiológica, além da ação da cobertura, também afetam a taxa de respiração de vegetais. O armazenamento em baixa temperatura reduz as atividades metabólicas e,

consequentemente, a taxa de respiração. No entanto, para que isso ocorra, o equilíbrio térmico vegetal/ambiente deve existir, necessitando assim de tempo de contato entre o vegetal/ambiente. Considerando isso, pode-se dizer que a redução na taxa de respiração observada, para todos os tratamentos, entre os dias 1 e 5, é resultante do equilíbrio térmico atingido entre estes dias.

A baixa temperatura reduz, mas não cessa, a atividade metabólica do vegetal e de sua flora contaminante. Os aumentos sucessivos observados entre os dias 5 e 15, podem ser explicados tanto pelo processo natural de senescência do morango que, embora de forma mais lenta, continua acontecendo, como também pelo aumento da flora contaminante, que provoca danos celulares ao vegetal, aumentando assim a taxa de respiração.

As maiores taxas de respiração foram observadas nos tempos 1, 12 e 15. Somente nestes tempos de armazenamento foram observadas reduções significativas na taxa de respiração em função da presença da cobertura. Pode-se supor que o efeito da cobertura é mais expressivo em cultivares que apresentam maiores taxas de respiração. Sendo assim, é possível explicar as diferenças observadas nos ensaio preliminar e no estudo de vida útil: a redução na taxa de respiração (em consequência da aplicação das coberturas) do cultivar Aromas, utilizado no ensaio preliminar e que possui maior taxa de respiração foi mais expressiva que a redução obtida para o cultivar Oso Grande, utilizado no estudo da vida útil e que possui menor taxa de respiração.

Vargas et al. (2006) observaram a mesma tendência de variação na taxa de respiração para morangos cobertos com 1% de quitosana, adicionada de diferentes concentrações de ácido oléico, e armazenados a 5°C. Foi observado que a adição do composto hidrofóbico à cobertura teve efeito aditivo na redução da taxa de respiração.

De forma semelhante, coberturas a base de carragena e concentrado protéico de soro (CPS) reduziram em 5% e 20%, respectivamente, a taxa de respiração de maçãs minimamente processadas. Características como insolubilidade em água e baixa permeabilidade do O₂ (permitindo assim a

formação de uma atmosfera modificada no sistema fruta/cobertura), propiciaram uma maior eficiência da cobertura a base de CPS (LEE et al., 2003).

O processamento mínimo de alho provou um aumento significativo da taxa de respiração, o que pode ser explicado pela retirada da película que controla as trocas gasosas, e conseqüentemente reduz a taxa de respiração, e também pelas injúrias causadas ao dente de alho pelo processamento. Coberturas a base de agar-agar, adicionadas ou não de ácido acético e quitosana, também foram eficientes na redução da taxa de respiração do alho minimamente processado, indicando a ação da cobertura como barreira aos gases. A adição de ácido acético não propiciou efeitos aditivos à cobertura contendo apenas agar-agar, no entanto, a adição de quitosana reduziu de forma significativa a taxa de respiração dos dentes de alho (GERALDINE et al., 2008)

4.2.10. Composição Gasosa

Conforme descrito no item 3.1, o filme de PVC utilizado para cobrir as embalagens contendo os morangos minimamente processados foi perfurado.

A composição gasosa no interior das embalagens contendo morangos minimamente processados, após a perfuração, foi pouco afetada pelos gases O_2 e CO_2 , envolvidos na respiração (Figura 4.12). O objetivo da perfuração foi aumentar a troca gasosa entre o interior da embalagem e o ambiente, evitando assim a modificação da atmosfera no interior da embalagem. Com a perfuração das embalagens, a troca gasosa se dá tanto pela permeação dos gases pelo polímero (fenômeno de transporte que envolve operações de adsorção, solubilização, difusão e dessorção), como também por um fluxo hidrodinâmico através dos poros (DEL-VALLE et al., 2003). A alta taxa de respiração dos morangos resulta em uma intensa produção de CO_2 e, mesmo após a perfuração da embalagem, um pequeno acúmulo deste gás no interior da embalagem foi observado.

Para todos os tratamentos, observou-se que o teor de O₂ ficou entre 18-20% e o de CO₂ variou de 1,5 a 3,0%, caracterizando a formação de uma atmosfera modificada.

A atmosfera modificada é definida como sendo uma atmosfera com composição gasosa diferente do ar. A atmosfera modificada é bastante utilizada com a finalidade de reduzir a taxa de respiração dos vegetais pela redução de O₂ e aumento de CO₂ disponível para o vegetal (KADER et al., 1989). No entanto, neste trabalho, o filme de PVC foi utilizado apenas para melhor apresentar o produto e não para agir como barreira aos gases, já que o objetivo no trabalho foi verificar os efeitos resultantes da presença das coberturas. Mas, considerando que houve uma modificação semelhante da atmosfera em todos os tratamentos, pode-se dizer que os resultados obtidos são resultantes apenas da ação da cobertura, não estando a atmosfera modificada favorecendo nenhum tratamento.

Pelos resultados de taxa de respiração (item 4.2.9), verifica-se que, ao longo do tempo de armazenamento, não há relação direta entre variações na taxa de respiração e a formação ou variação da composição gasosa observada no interior da embalagem.

Em determinadas concentrações, o CO₂ é reportado como sendo responsável pela alteração do aroma de morangos, já que induz a produção de compostos *off-flavor* como acetaldeído, etanol e etilacetato (LI & KADER, 1989; LAERSEN & WATKINS, 1995; PEREZ & SANZ, 2001). Almenar et al. (2006) mediram a quantidade de etanol e etilacetato produzidos por morangos silvestres, armazenados a 3°C, por 20 dias em uma atmosfera modificada contendo 18% O₂ e 3% CO₂ (semelhante à atmosfera verificada neste trabalho). Segundo os autores, a produção destes compostos foi praticamente a mesma, estando os morangos no ar ambiente ou sob esta atmosfera modificada, indicando que esta pequena redução no O₂ e ligeiro aumento no CO₂, em relação ao ar ambiente, não induziu a produção destes compostos *off-flavor*.

O filme de PVC utilizado neste trabalho apresenta alta permeabilidade aos gases O₂ e CO₂. Mesmo após a perfuração do filme, uma pequena alteração na

atmosfera interna da embalagem foi observada. Pereira et al. (2004), perfurando o filme de PVC que cobria embalagens contendo goiabas minimamente processadas, conseguiram evitar a modificação da atmosfera interna. Já Chiumarelli (2008) e Ferrari et al. (2008), trabalhando, respectivamente, com manga e melão minimamente processados, não observaram modificação da atmosfera interna das embalagens, mesmo sem a perfuração do filme de PVC que recobria a embalagem. Frutas como manga e melão apresentam baixas taxas de respiração e, por isso, a troca gasosa realizada apenas pelo processo de permeação dos gases pelo filme de PVC é suficiente para manter a composição gasosa interna da embalagem semelhante à atmosférica.

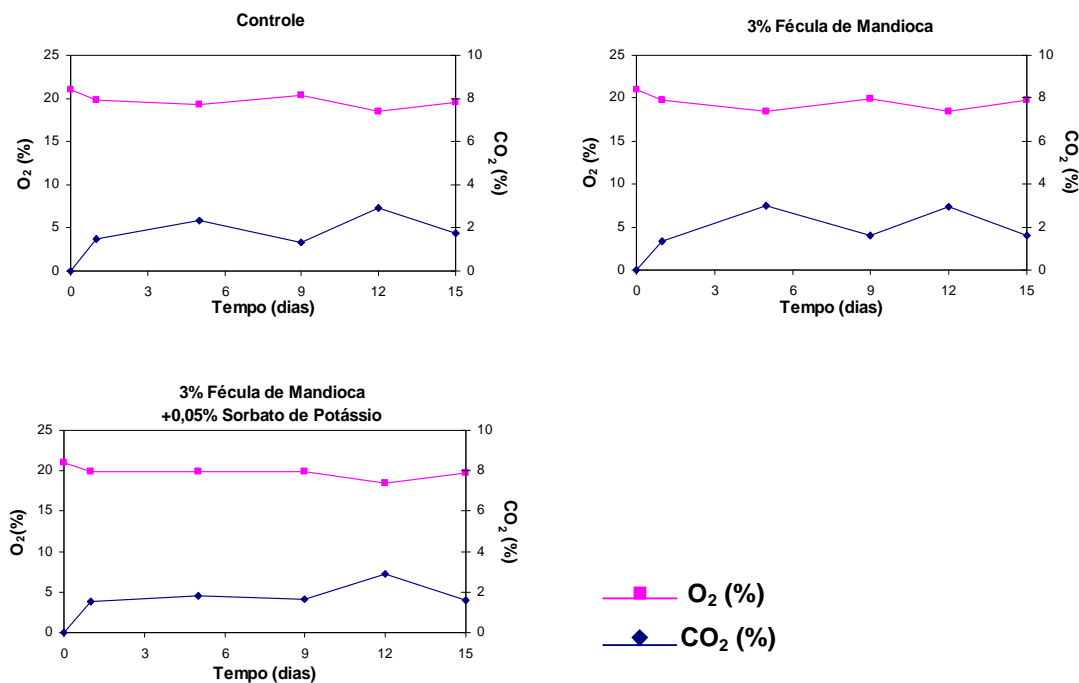


Figura 4.12. Composição gasosa no interior das embalagens contendo morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos e armazenados por 15 dias a 5°C.

4.2.11. Propriedades Mecânicas

A perda da textura é uma das mudanças mais notáveis na senescência de frutas e hortaliças e está relacionada, dentre outras coisas, a mudanças metabólicas, composição da parede celular e atividade enzimática. A taxa de

perda de firmeza dos vegetais é um fator determinante da qualidade e vida útil pós-colheita (GARCIA et al., 1998).

Punção

A força máxima de penetração diminuiu, ao longo do armazenamento, para todos os tratamentos (Figura 4.13). Não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) na força máxima de penetração das amostras tratadas com cobertura, ao longo do tempo de armazenamento. A redução observada no controle foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$) a partir do nono dia. Considerando cada tempo individualmente, não foram observadas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos, o que pode ser função do alto desvio padrão obtido.

O alto desvio padrão observado para todos os tratamentos é uma realidade quando se trabalha com materiais biológicos (DEL-VALLE et al., 2005). Para tentar minimizar o efeito da heterogeneidade das amostras, sete repetições foram realizadas por tratamento.

Observando a linha de tendência traçada para cada tratamento, percebe-se que o controle foi o tratamento que apresentou maior redução da força máxima penetração, ao longo dos 15 dias de armazenamento a 5°C. As reduções observadas para os tratamentos 3%FM e 3%FM+0,05%SP foram pequenas e não significativas. Pode-se dizer que a cobertura foi eficiente reduzir a perda de firmeza do morango. A força máxima de penetração, medida pelo ensaio de punção, é expressa em termos da firmeza por alguns autores (DEL-VALLE et al., 2005; VARGAS et al., 2006; BICO et al., 2008; ROJAS-GRAÜ et al., 2008)

Esta menor variação na força máxima de penetração, observada para amostras tratadas com cobertura, pode ser explicada pela redução nas atividades metabólicas, causada pela redução na taxa de respiração e conseqüente desaceleração do processo de senescência. Além disso, as coberturas apresentam resistência ao vapor de água, fato que reduz a desidratação e ajuda manter a firmeza da fruta.

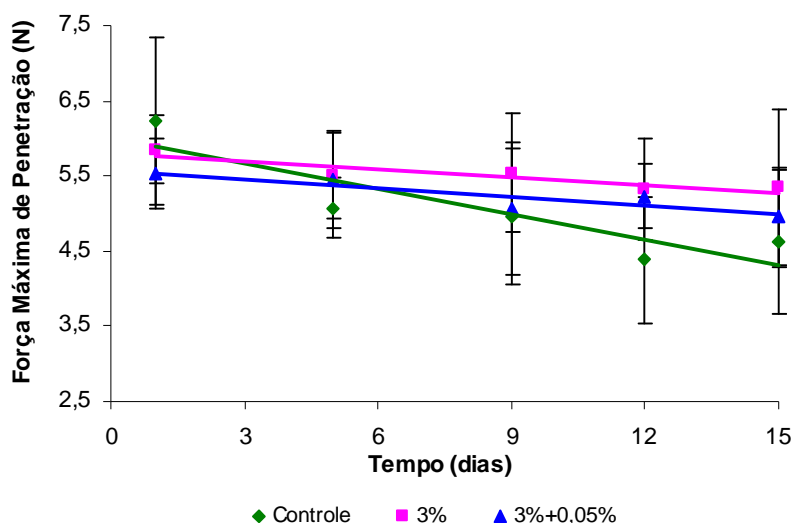


Figura 4.13. Força Máxima de Penetração (N), ao longo do armazenamento, de morangos submetidos aos diferentes tratamentos.

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

De forma semelhante, Del-Valle et al. (2005), aplicando mucilagem de cactos na superfície de morangos, verificaram que esta cobertura foi eficiente em retardar a perda de firmeza dos morangos, quando comparado com a perda de firmeza das amostras sem cobertura. Não foi observado efeito sinérgico quando o plastificante glicerol foi adicionado à mucilagem de cactos.

Uma redução na perda de firmeza de morangos ao longo do armazenamento também foi observada por Vargas et al. (2006), após a aplicação de cobertura a base de quitosana e ácido oléico. Estes resultados podem ser explicados pelos efeitos resultantes da aplicação das coberturas nos morangos: redução da atividade metabólica das amostras, proteção antimicrobiana e um aumento na resistência à difusão do vapor de água.

Da mesma maneira, coberturas a base de alginato e gelana foram eficientes em manter a firmeza de maçãs frescas cortadas, armazenadas a 4°C por 23 dias. Uma redução estatisticamente significativa na firmeza da amostra controle foi observada ao longo do estudo, indicando um “amolecimento” da fruta (ROJAS-GRAÜ et al., 2008).

Já bananas frescas cortadas, cobertas com uma película a base de carragena e armazenadas por 5 dias a 5°C, apresentaram maior redução da firmeza que bananas sem a cobertura. Ao longo dos 5 dias, a firmeza apresentada pelas bananas com cobertura foi estatisticamente inferior à amostra sem cobertura, indicando que a cobertura a base de carragena não foi eficiente em reduzir a perda da firmeza (BICO et al., 2008).

Compressão

A força máxima de ruptura, obtida a partir da força de compressão a uma deformação de 20%, dos morangos sem cobertura diminuiu significativamente ($p < 0,05$) ao longo do armazenamento. Em relação aos morangos cobertos, não foram observadas alterações significativas ao longo do armazenamento. Pela Figura 4.14, é possível observar uma redução gradativa na força máxima de ruptura dos morangos sem cobertura e uma manutenção da força máxima de ruptura dos morangos tratados, o que permite concluir que as coberturas utilizadas foram eficientes em manter a firmeza dos morangos armazenados por 15 dias a 5°C.

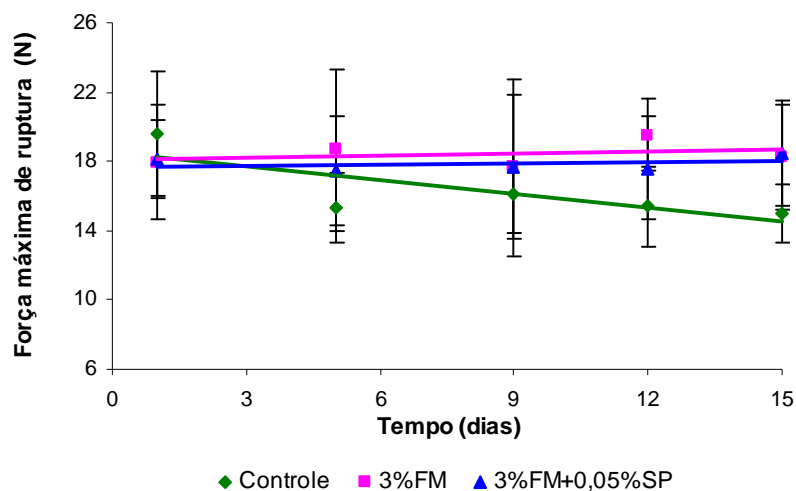


Figura 4.14. Força Máxima de Ruptura (N), ao longo do armazenamento, de morangos submetidos aos diferentes tratamentos.

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

De forma semelhante ao explicado para a força máxima de penetração, a força máxima de ruptura, medida pelo ensaio de compressão, também é expressa em termos da firmeza por alguns autores (GARCIA et al., 1998; LEE et al., 2003).

Morangos tratados com coberturas a base de amido com médio teor de amilose (23-25%) e alto teor de amilose (65%) tiveram a firmeza reduzida, ao longo do armazenamento. No entanto, a taxa de redução da firmeza dos morangos sem cobertura foi significativamente maior. Isso indica que as coberturas foram eficientes em reduzir a perda de firmeza dos morangos, sendo que a cobertura contendo amido de alto teor de amilose foi estatisticamente mais eficiente (GARCIA et al., 1998).

Coberturas elaboradas a partir de concentrado protéico de soro também 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 na textura das frutas, fato que pode ser explicado pela reação do cálcio presente na cobertura com a pectina presente na parede celular das frutas, resultando em um enrijecimento da estrutura das frutas. Já 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 (LEE et al., 2003).

4.2.12. Análise Sensorial

A análise sensorial é uma ferramenta utilizada para avaliar características de um produto. O principal foco é a avaliação do produto pelo consumidor, sendo esta ferramenta amplamente utilizada no setor alimentício, principalmente nas etapas de desenvolvimento de novos produtos.

Nas tabelas de 4.15 a 4.19 estão apresentadas as médias da avaliação dos provadores, em relação à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, respectivamente, dos morangos minimamente processados, ao longo do armazenamento.

Até o dia 9, todas as amostras foram submetidas à avaliação sensorial. No entanto, no dia 12, foram observadas contaminações pontuais em algumas embalagens dos tratamentos controle e 3%FM+0,05%SP. Mesmo os tratamentos sendo bem avaliados pelos consumidores até o nono dia, por medida de segurança, as análises sensoriais destes tratamentos foram interrompidas a partir do dia 12. O tratamento 3%FM foi avaliado até o 12º dia, sendo a avaliação interrompida no 15º, pelo mesmo motivo (Tabela 4.15).

A aparência dos morangos submetidos aos diferentes tratamentos foi bem avaliada, recebendo notas acima de 6 em todos os tempos (Tabela 4.15). Não foram observadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) para os tratamentos ao longo dos 12 dias de análise, e também entre cada tempo fixo, para as diferentes amostras. Este resultado indica que a fécula de mandioca, adicionada ou não do sorbato de potássio, não alterou a aparência dos morangos ao longo do armazenamento. Como as amostras sem tratamento, também não apresentaram alterações na aparência, pode-se dizer que o armazenamento sob refrigeração teve efeito benéfico na manutenção da aparência dos morangos.

Tabela 4.15. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à aparência de morangos minimamente processados, ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	7,05 ^{aA}	7,21 ^{aA}	6,71 ^{aA}	-
3%FM	6,10 ^{aA}	7,11 ^{aA}	6,59 ^{aA}	6,81 ^A
3%FM+0,05%SP	6,61 ^{aA}	6,97 ^{aA}	6,64 ^{aA}	-

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

Houve pouca influência do tempo de armazenamento no aroma dos morangos (Tabela 4.16). Alterações significativas ($p < 0,05$) foram observadas

apenas para o tratamento 3%FM, no último dia. Os tratamentos controle e 3%FM+0,05%SP tiveram pequena piora no aroma na avaliação do nono em relação ao primeiro dia. Segundo os provadores, o aroma do morango coberto com 3%FM se intensificou ao longo do tempo de armazenamento, sendo que, no último dia, a nota recebida foi significativamente maior que a recebida no início da avaliação.

Diferenças entre os tratamentos foram observadas nos tempos 5 e 9. O tratamento 3%FM+0,05%SP recebeu, nestes dois tempos, notas significativamente menores que os outros tratamentos. Vale ressaltar que, embora menores, as notas atribuídas ao tratamento 3%FM+0,05%SP estão ainda acima da nota limite de aceitação do consumidor (que é 4,5), não podendo ser interpretadas como uma rejeição do consumidor ao aroma deste tratamento.

Conforme discutido no item 4.2.10, uma pequena modificação da atmosfera interna da embalagem foi observada. Uma das formas de se avaliar os efeitos desta modificação é pela avaliação do aroma das amostras, com o objetivo de se detectar algum composto *off-flavor*. Considerando as boas notas obtidas para o aroma dos morangos (acima de 4,5, que é o limite de aceitação) conclui-se que a pequena concentração de CO₂ presente no interior da embalagem não induziu à produção de aromas indesejáveis.

Tabela 4.16. Valores médios de aceitação dos provadores em relação ao aroma de morangos minimamente processados, ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	6,62 ^{aA}	7,47 ^{aA}	6,57 ^{abA}	-
3%FM	6,10 ^{aA}	7,07 ^{abAB}	7,49 ^{aAB}	7,85 ^B
3%FM+0,05%SP	6,83 ^{aA}	6,35 ^{bA}	6,48 ^{bA}	-

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

O sabor dos morangos minimamente processados, tratados ou não com coberturas comestíveis, foi bem avaliado ao longo do tempo de armazenamento (Tabela 4.17). Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos foram observadas apenas no tempo 5, no qual o tratamento 3%FM+0,05%SP foi avaliado como sendo menos saboroso em relação aos outros. Ao longo do tempo, somente o controle apresentou uma alteração significativa no sabor.

Em função das altas notas recebidas, pode-se dizer que o sabor característico do morango não foi afetado pelas coberturas. Por outro lado, coberturas a base de alginato adicionada de óleo essencial de canela alterou significativamente o aroma e o sabor de melões frescos cortados (RAYBAUDI-MASSILIA et al., 2008). Maçãs frescas cortadas, recobertas com uma película de purê de maçã+alginato+óleos essenciais (orégano e limão), também tiveram o sabor reprovado em função da presença dos óleos essenciais, que descaracterizaram o sabor das maçãs (ROJAS-GRAÜ et al., 2007b).

Tabela 4.17. Valores médios de aceitação dos provadores em relação ao sabor de morangos minimamente processados, ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	6,54 ^{aAB}	6,80 ^{aA}	5,48 ^{aB}	-
3%FM	6,12 ^{aA}	6,57 ^{aA}	5,80 ^{aA}	6,36 ^A
3%FM+0,05%SP	5,81 ^{aA}	5,14 ^{bA}	6,14 ^{aA}	-

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

O morango, por ser um fruto não climatérico, apesar de desenvolver a cor vermelha brilhante, não desenvolve, após a colheita, o sabor adocicado. Isto pode ser exemplificado considerando o tratamento 3%FM+ 0,05%SP no tempo 5, que recebeu uma nota alta em relação à aparência (6,97 - Tabela 4.15) provavelmente

em função da presença de morangos com a cor vermelha forte e uniforme, no entanto, o sabor não foi bem avaliado (5,14 – Tabela 4.17), muito provavelmente em função da presença de morangos muito ácidos.

A acidez acentuada é uma característica natural do morango que, muitas vezes não é percebida, já que este fruto é comumente utilizado como parte de produtos muito doces, como, por exemplo, bolos e tortas ou consumido juntamente com produtos que mascaram a acidez.

Por isso, as diferenças observadas na avaliação sensorial, principalmente do parâmetro sabor, podem ser em função da maior ou menor presença de provadores que gostam do “azedo” do morango e, também, em função de diferenças entre as frutas, que, apesar de terem sido criteriosamente selecionadas, podem apresentar diferenças sensoriais.

A textura dos morangos, com e sem cobertura, foi avaliada pelos provadores, ao longo dos 15 dias de armazenamento a 5°C (Tabela 4.18). O controle e amostras tratadas com 3%FM não apresentaram variações na textura ao longo do tempo de armazenamento e, em cada tempo, apresentaram texturas estatisticamente iguais. Já o tratamento contendo sorbato de potássio recebeu no tempo 5, uma nota baixa quando comparada à recebida pelos outros tratamentos. Considerando que no tempo 9 este tratamento voltou a ser bem avaliado, pode-se dizer que a nota recebida na avaliação de textura do tratamento com sorbato no tempo 5, não foi consequência da ação da cobertura e sim de alguma heterogeneidade da amostra.

Em relação à impressão global dos morangos minimamente processados, não foram observadas diferenças significativas em função dos diferentes tratamentos (Tabela 4.19). A diferença observada no tempo 5 do tratamento 3%FM+0,05%SP, conforme já discutido anteriormente, não pode ser atribuída ao tratamento recebido.

Embora não significativas, as notas da impressão global atribuídas para o tratamento 3%FM+0,05%SP foram, em todos os tempos, mais baixas que os

outros tratamentos, indicando uma tendência de menor preferência do consumidor por este tratamento.

Tabela 4.18. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à textura de morangos minimamente processados, ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	7,51 ^{aA}	7,41 ^{aA}	6,94 ^{aA}	-
3%FM	7,05 ^{aA}	7,35 ^{aA}	6,90 ^{aA}	7,46 ^A
3%FM+0,05%SP	6,84 ^{aA}	5,19 ^{bB}	6,83 ^{aA}	-

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

A avaliação da impressão global, de um modo geral, reproduz em uma só nota o sentimento do consumidor em relação aos parâmetros individualmente avaliados. Os morangos cobertos com 3%FM receberam as notas mais uniformes ao longo do tempo, para todos os parâmetros, o que foi reproduzido na impressão global (Tabela 4.19). Foi também, o único tratamento a receber, em todos os parâmetros avaliados, notas no final do armazenamento superiores às iniciais, indicando uma boa aceitação dos morangos, mesmo após 12 dias de armazenamento.

Ao longo do armazenamento, também foi realizada a pesquisa de intenção de compra dos morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos (Tabela 4.20). Os tratamentos controle e cobertura contendo sorbato de potássio apresentaram uma queda de 6,66% e 20%, respectivamente, na intenção de compra, ao longo do estudo. Já os morangos cobertos apenas com fécula de mandioca apresentaram um aumento de 3,33% na intenção de compra.

Tabela 4.19. Valores médios de aceitação dos provadores em relação à impressão global de morangos minimamente processados, ao longo do armazenamento.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	6,60 ^{aA}	7,10 ^{aA}	6,33 ^{aA}	-
3%FM	6,45 ^{aA}	6,87 ^{aA}	6,45 ^{aA}	6,68 ^A
3%FM+0,05%SP	6,15 ^{aA}	5,37 ^{bA}	6,42 ^{aA}	-

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Médias avaliadas pelo teste de Tukey. Médias com a mesma letra minúscula, em uma mesma coluna, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$). Médias com a mesma letra maiúscula, em uma mesma linha, são estatisticamente iguais ($p < 0,05$).

Assim como observado na intenção global, o tratamento contendo apenas fécula de mandioca manteve maior uniformidade na intenção de compra em relação aos outros tratamentos. Isto sugere que, mesmo havendo variações de preferência em função da mudança de provadores, em média, 71% dos provadores comprariam o morango contendo apenas fécula de mandioca, média superior à apresentada pelos tratamentos controle (67,5%) e 3%FM+0,05%SP (61,5%).

Tabela 4.20. Intenção de compra (%), ao longo do armazenamento, dos morangos minimamente processados.

Tratamentos	Tempo (dias)			
	1	5	9	12
Controle	63,33	82,61	56,67	-
3%FM	66,67	73,91	73,33	70,00
3%FM+0,05%SP	73,33	47,83	63,33	-

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

As maiores intenções de compra refletiram a avaliação do consumidor nos parâmetros aparência e sabor, enquanto que a menor intenção de compra refletiu

a avaliação do consumidor nos parâmetros aroma, sabor e textura, indicando que todos os parâmetros, principalmente o sabor, influenciam a intenção de compra.

4.2.13. Análise Microbiológica

Nas Tabelas 4.21 e 4.22 estão apresentados os dados referentes às análises microbiológicas realizadas nos diferentes tratamentos, ao longo do tempo de armazenamento.

A contaminação dos alimentos por *Salmonella sp.* e por *E. coli* se dá pela água de irrigação ou lavagem, contato com o solo e/ou pela manipulação. Com o objetivo de verificar as condições higiênicas da matéria-prima utilizada e do processamento, a contaminação por coliformes e *Salmonella sp.* foi avaliada apenas no início da vida de prateleira. O processamento do morango foi realizado em dois dias, e, por este motivo, as análises de *Salmonella sp.*, Coliformes Totais e *E. coli* foram realizadas apenas nos dois primeiros dias de avaliação, sendo cada dia representativo de um dos dias do processamento.

A resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, estabelece limites para Frutas, Produtos de Frutas e Similares apenas na contagem de *Salmonella sp.* – ausência em 25g – e coliformes a 45° ou termotolerantes - 2×10^3 UFC g⁻¹ – sendo este grupo representado pela *E. coli*. Todas as amostras estão dentro do limite microbiológico estabelecido pela ANVISA, não representando riscos à saúde humana.

A ANVISA não estabelece limites quanto à contagem de bolores e leveduras e aeróbios psicrótrópicos para produtos minimamente processados. No entanto, o crescimento excessivo destes contaminantes compromete a aparência, o sabor e o aroma do produto, provocando uma redução na aceitação sensorial. Uma carga microbiana de 10^6 UFC g⁻¹ foi estabelecida como a população limite aceitável, já que em populações superiores a esta, substâncias tóxicas podem ser produzidas (LEE et al., 2003; ROJAS-GRAÜ et al., 2007b).

Na avaliação de bolores e leveduras, verificou-se que, a partir do dia 9, a contagem obtida para o tratamento contendo sorbato de potássio foi maior que a contagem dos outros tratamentos indicando que a concentração utilizada do antimicrobiano não foi suficiente para inibir o crescimento fúngico. Segundo Garcia et al. (1998), a adição de sorbato de potássio na concentração de 0,02% a coberturas a base de amido reduziu, ao longo de 28 dias, o crescimento de fungos e leveduras e psicrotróficos em morangos (*Fragaria ananassa* cv Selva) armazenados a 0°C. A adição de ácido cítrico aumentou a eficiência antimicrobiana do sorbato de potássio, já que morangos que receberam também este tratamento apresentaram contagens significativamente menores.

De acordo com Han et al. (2004), morangos pertencentes a diferentes cultivares possuem diferentes propriedades físico-químicas e também diferentes resistências a infecções e, portanto, a efetividade dos antimicrobianos é variável em função do cultivar, o que justifica as diferenças encontradas nos resultados.

Em um estudo *in vitro*, realizado em placas contendo *Rhizopus* sp. ou *Cladosporium* sp. Inoculados, verificou-se que coberturas a base de quitosana, que tem ação antimicrobiana, foram eficientes em inibir o crescimento dos fungos, mas não de maneira tão eficiente como a cobertura contendo quitosana + 0,3% sorbato de potássio, indicando um efeito adicional do antimicrobiano. Entretanto, no estudo *in vivo*, o sorbato de potássio também não apresentou efeito antimicrobiano aditivo. Estas diferenças nos resultados podem ser explicadas pela quantidade de sorbato de potássio a qual os fungos foram expostos: no caso das placas, os fungos foram total e diretamente expostos à cobertura e no caso dos morangos, uma fina camada de cobertura foi formada sob a superfície infectada e, de forma gradual, aconteceu a migração do sorbato para a superfície, limitando assim a ação antifúngica. Além disso, interações entre os componentes da cobertura e do morango podem ter interferido nas propriedades antifúngicas do sorbato de potássio (PARK et al., 2005).

Tabela 4.21. Contagem de *Salmonella*, Coliformes Totais e *E. coli*.

	Análises/Tratamentos								
	<i>Salmonella sp.</i> (em 25g)			Coliformes Totais (UFC g ⁻¹)*			<i>E. coli</i> (UFC g ⁻¹)*		
	Controle	3%FM	3%FM+0,05%SP	Controle	3%FM	3%FM+0,05%SP	Controle	3%FM	3%FM+0,05%SP
Dia 1	Ausente	Ausente	Ausente	30	<10	10	<10	<10	<10
Dia 5	Ausente	Ausente	Ausente	<10	<10	<10	<10	<10	<10

*Unidades Formadoras de Colônia por grama de amostra

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Tabela 4.22. Contagem de bolores e leveduras e aeróbios psicrotróficos, ao longo do armazenamento, de morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos.

	Análises/Tratamentos					
	Bolores e Leveduras (UFC g ⁻¹)*			Aeróbios Psicrotróficos (UFC g ⁻¹)*		
	Controle	3%FM	3%FM+0,05%SP	Controle	3%FM	3%FM+0,05%SP
Dia 1	7,2x10 ⁴	2,1x10 ⁴	4,7x10 ⁴	9,9x10 ⁴	1,4x10 ⁴	4,2x10 ⁴
Dia 5	4,9x10 ⁵	1,3x10 ⁶	6,8x10 ⁵	6,7x10 ⁵	2,8x10 ⁶	8,2x10 ⁵
Dia 9	6,7x10 ⁴	8,6x10 ⁴	1,6x10 ⁵	6,6x10 ⁵	1,1x10 ⁵	1,9x10 ⁵
Dia 12	7,4x10 ⁶	4,4x10 ⁶	1,2x10 ⁷	1,0x10 ⁷	5,1x10 ⁶	8,8x10 ⁶
Dia 15	4,5x10 ⁴	5,0x10 ⁵	7,7x10 ⁵	1,5x10 ⁴	8,4x10 ⁵	5,1x10 ⁵

*Unidades Formadoras de Colônia por grama de amostra

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

As contaminações observadas nos morangos minimamente processados estão apresentadas na Figura 4.15. Na mesma embalagem de morangos completamente contaminados, é possível verificar a presença de morangos com atraente aspecto visual.

Pode-se perceber, ao longo do tempo, uma variação muito grande na contagem tanto de bolores e leveduras como de psicotróficos aeróbios (Tabela 4.22). Todos os tratamentos apresentaram, no tempo 15, contagens bem inferiores às apresentadas no tempo 12. O controle, por exemplo, apresentou contagem após 15 dias, inferior à contagem do 1º dia, indicando que é possível armazenar morangos refrigerados a 5°C por 15 dias. Estas diferenças observadas podem ser explicadas considerando que cada pseudofruto possui metabolismo e contagem microbiana inicial diferente. Segundo Narciso & Plotto (2005), a população microbiana da superfície das frutas é dinâmica e se modifica de acordo com mudanças no ambiente e nas próprias frutas.

Em alguns tempos ao longo do armazenamento, tanto na avaliação de bolores e leveduras como na de aeróbios psicotróficos, pôde ser observada uma maior contagem microbiana nas amostras contendo cobertura em relação ao controle. Uma explicação para isso pode ser a utilização, pelos microorganismos, dos carboidratos presentes na cobertura como fonte de energia.



Figura 4.15. Contaminação de morangos armazenados por 9 dias a 5°C: (A) amostra controle; (B) 3%FM+0,05%SP.

Ragaert et al. (2006) estudaram variações na qualidade e contagem microbiana de morangos colhidos no início e no final da safra. Morangos colhidos no final da safra apresentaram, na contagem inicial e após 12 dias de armazenamento a 7°C, uma carga microbiana superior a 1 ciclo log e mais de 3 ciclos log, respectivamente, em relação aos morangos colhidos no início da safra. Além disso, morangos colhidos no início da safra tiveram vida útil de mais de 12 dias, enquanto que, os colhidos no final da estação não passaram de 7 dias. De acordo com os autores, a cor, defeito visuais na superfície dos morangos, além da concentração acima do limite aceitável de etilacetato (composto *off-flavor*) foram os responsáveis pela curta vida útil dos morangos colhidos no final da safra.

Verifica-se que a contagem tanto de bolores e leveduras como de psicotróficos aeróbios obtida para os morangos já no primeiro dia é alta quando comparada à contagem obtida em estudos envolvendo frutas minimamente processadas como goiabas (PEREIRA et al., 2004) e mangas (CHIUMARELLI, 2008). Uma explicação para este fato é que os morangos, ao contrário das outras frutas citadas, fica muitas vezes em contato direto com a terra, o que favorece um aumento da contaminação. Além disso, nos dois estudos citados anteriormente, a casca, película mais externa e, portanto mais susceptível à contaminação foi primeiramente sanitizada, em seguida retirada e, após esta etapa, as frutas foram mais uma vez sanitizadas. No caso dos morangos foi realizada apenas uma sanitização e não existe a etapa de retirada da casca, o que contribuiu para elevada contagem em relação à goiaba e a manga.

Com o objetivo de verificar a eficiência da sanitização utilizada, análises microbiológicas foram realizadas nos morangos antes e depois da sanitização (Tabela 4.23). Verificou-se que a sanitização reduziu em 0,67 e 0,92 ciclos log, a população de bolores e leveduras e aeróbios psicotróficos, além de eliminar os coliformes. Uma sanitização mais eficiente poderia resultar em maior aumento da vida útil dos morangos.

Garcia et al. (1998) relataram que a sanitização de morangos com solução de cloro (0,025%) reduziu a carga microbiana em 1 ciclo log. Segundo Narciso &

Plotto (2005), a sanitização das superfícies de mangas, armazenadas por 2 e 10 dias a 15°C, com solução contendo 100ppm de ácido peracético promoveu uma redução na carga microbiana de 1,19 e 1,95 ciclos log, respectivamente. De acordo com estes autores, a sanitização realizada com ácido peracético foi mais eficiente que a realizada com hipoclorito de sódio.

Tabela 4.23. Efeito da sanitização na carga microbiana dos morangos.

	Análises				
	<i>Samonella sp.</i> (em 25g)	C. Totais*	<i>E. coli</i> *	Bolores e Leveduras*	Aeróbios Psicrotróficos*
Antes ¹	Ausente	80	<10	3,1x10 ⁵	5,1x10 ⁵
Depois ²	Ausente	<10	<10	6,6x10 ⁴	6,1x10 ⁴

*Resultados expressos em unidades formadoras de colônia/grama

¹Antes da sanitização; ²Depois da sanitização

FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

Considerando a contagem limite e também a avaliação visual de incidência microbiológica, pode-se dizer que a vida útil de morangos sem cobertura e cobertos com a película contendo 3%FM + 0,05%SP foi de 9 dias. Vida útil superior foi obtida para morangos cobertos com película de 3% de fécula de mandioca – 12 dias. Segundo Han et al. (2004), a vida útil de morangos armazenados em baixas temperaturas (0-4°C) é normalmente inferior a 5 dias. Tendo este dado como base e considerando os resultados obtidos, pode-se dizer que as etapas do processamento, como seleção e sanitização, também contribuíram para aumentar a vida útil dos morangos.

4.2.14. Avaliação Estrutural dos Morangos por Microscopia Óptica

A figura 4.16 mostra a estrutura celular da região superficial dos morangos submetidos aos diferentes tratamentos, nos tempos inicial e final de armazenamento. Severos danos estruturais na região superficial dos morangos podem ser observados já no primeiro dia de armazenamento (Figura 4.16A). Estes

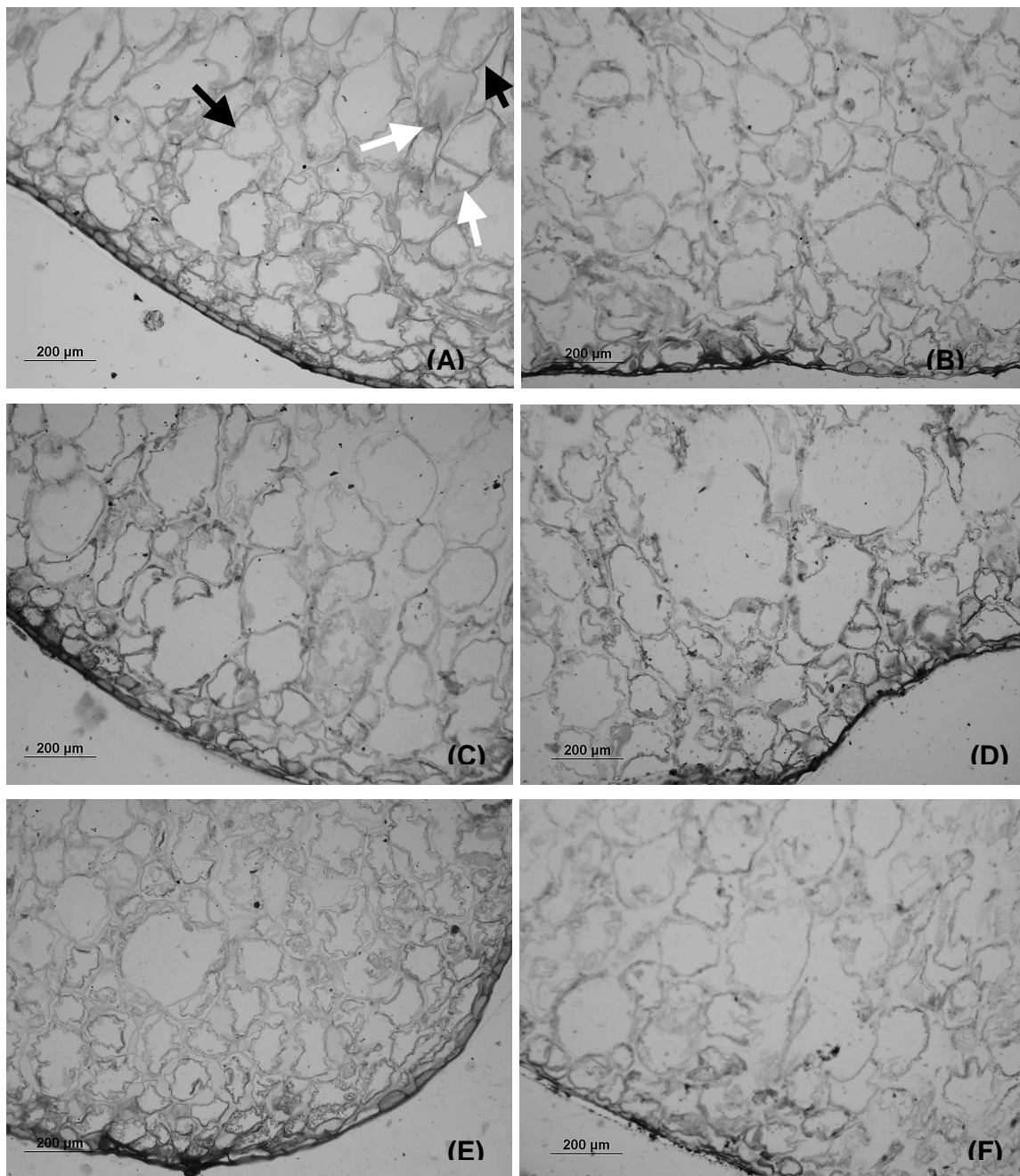


Figura 4.16. Microscopia óptica da região superficial dos morangos minimamente processados, submetidos ao diferentes tratamentos, no início e final do armazenamento. Controle: tempo 1 (A), tempo 15 (B); morangos tratados com 3% fécula de mandioca: tempo 1 (C), tempo 15 (D); morangos tratados com 3% fécula de mandioca + 0,05% sorbato de potássio: tempo 1 (E), tempo 15 (F).

Setas pretas: plasmólise do citoplasma; setas brancas: células colapsadas e deformadas.

danos podem ser tanto resultantes da manipulação dos morangos desde a colheita até o armazenamento, como também indicativos do início do processo de senescência do produto. As setas pretas indicam alguns pontos na imagem onde é possível se observar a plasmólise do citoplasma, causada pela perda de água do vacúolo celular e as setas brancas, indicam células colapsadas e deformadas.

Como qualquer tecnologia aplicada a produto fresco, a cobertura não é capaz de reverter ou melhorar os danos estruturais já presentes na fruta fresca. Como pode ser visto na figura 4.16, todos os tratamentos estudados, com aplicação de cobertura ou não, desde o 1º dia de armazenamento, apresentaram danos estruturais semelhantes e que foram mantidos ao longo do armazenamento.

A figura 4.17 apresenta a estrutura celular da região interna dos morangos minimamente processados, submetidos aos diferentes tratamentos, no tempo inicial e final de armazenamento. Apesar dos danos observados na superfície do morango, as células internas apresentam-se preservadas. No tempo 1, apesar da leve plasmólise observada, as células dos morangos sem cobertura apresentam-se túrgidas, com parede celular bem definida e estruturada (Figura 4.17 A). Os morangos com cobertura apresentaram a mesma característica da amostra controle.

Após 15 dias de armazenamento, os pequenos danos estruturais observados foram intensificados (Figura 4.17 B, D e F). Este comportamento foi observado em todos os tratamentos indicando que as alterações observadas são naturais da própria fruta e que a aplicação da cobertura não foi capaz de evitar esses danos.

Por outro lado, as análises de propriedades mecânicas (Figuras 4.13 e 4.14) mostraram que a cobertura foi capaz de evitar alterações estruturais macroscópicas do tecido vegetal, ao longo do armazenamento.

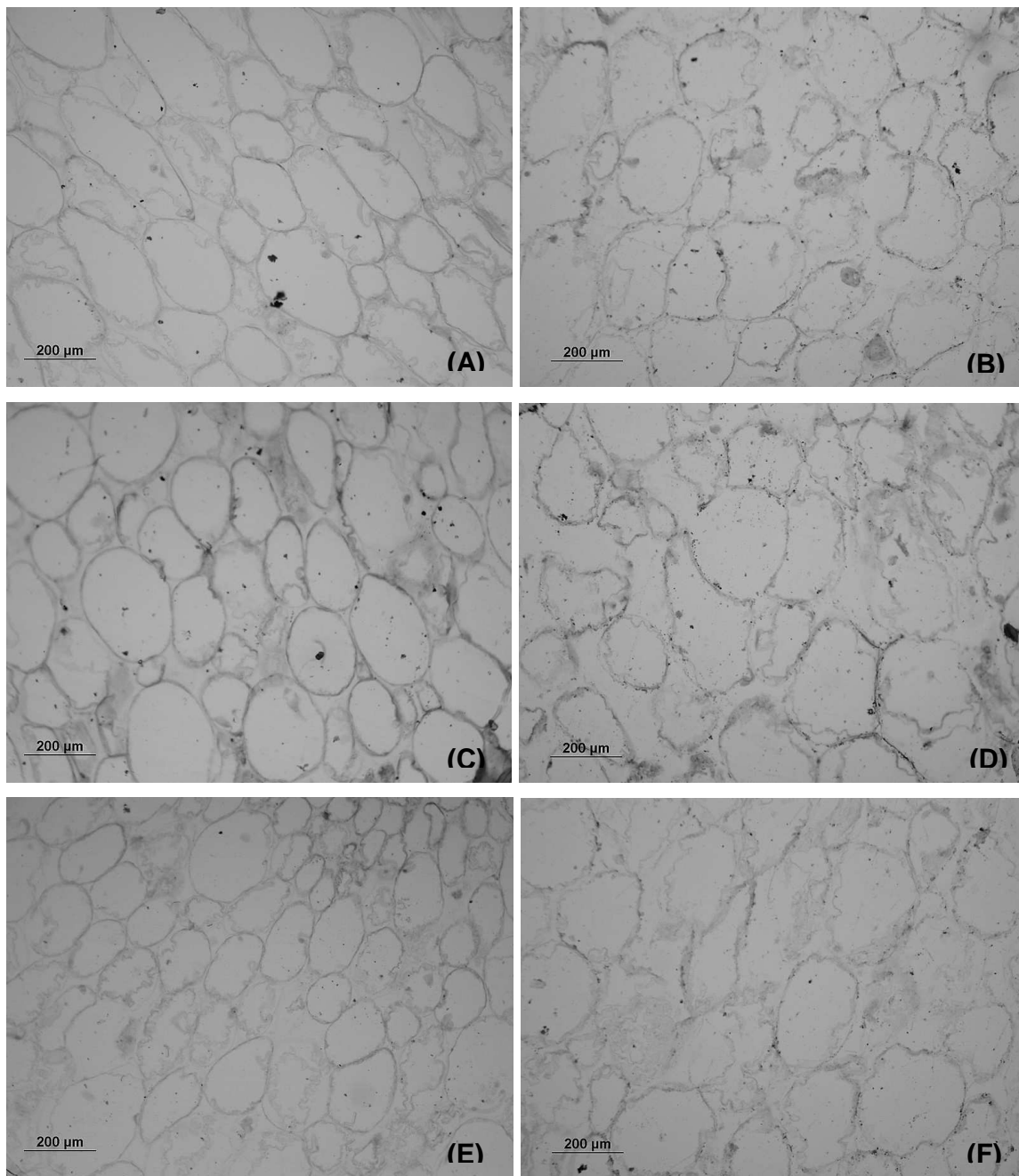


Figura 4.17. Microscopia óptica da região interior dos morangos minimamente processados, submetidos ao diferentes tratamentos, no início e final do armazenamento. Controle: tempo 1 (A), tempo 15 (B); morangos tratados com 3% fécula de mandioca: tempo 1 (C), tempo 15 (D); morangos tratados com 3% fécula de mandioca + 0,05% sorbato de potássio: tempo 1 (E), tempo 15 (F).

4.2.15. Cálculo do Custo de Morangos com Cobertura

Os custos operacionais envolvidos na produção de morangos minimamente processados, com cobertura a base de fécula de mandioca, adicionada ou não de sorbato de potássio estão apresentados na tabela 4.24.

A utilização de coberturas a base de fécula de mandioca, sem e com sorbato de potássio, agrega ao morango minimamente processado um custo operacional de 2,40% e 2,52%, respectivamente. Este custo adicional pode ainda ser reduzido em função do volume de produção, visto que é possível negociar um melhor preço para o morango, a fécula de mandioca e o sorbato de potássio. O custo relativo à água utilizada na cobertura também poderá ser reduzido, se houver na indústria disponibilidade de água potável (para o cálculo foi utilizado o preço médio de um galão de água mineral de 20L).

Tabela 4.24. Custo adicional relativo à aplicação das diferentes coberturas.

Tratamentos	Custo Operacional						
	Frutas ¹ (kg)	Água para cobertura (0,5L)	Fécula de Mandioca (15g)	Sorbato de Potássio (0,25g)	Energia Elétrica ² (R\$)	Custo Total (R\$/kg)	Aumento (%)
Morangos SL	R\$ 8,33	-	-	-		8,33	-
Morangos SL com cobertura de 3%FM	R\$ 8,33	R\$ 0,13	R\$ 0,02	-	R\$ 0,05	8,53	2,40%
Morangos SL com cobertura de 3%FM +0,05%SP	R\$ 8,33	R\$ 0,13	R\$ 0,02	R\$ 0,01	R\$ 0,05	8,54	2,52%

SL: selecionados; FM: fécula de mandioca; SP: sorbato de potássio.

¹ 1Kg de frutas = 40 morangos selecionados (em média).

² Energia elétrica utilizada no preparo de 0,5L de cobertura.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho, verificou-se que o principal fator responsável pelo aumento no custo dos morangos minimamente processados foi a grande quantidade de frutas compradas e não utilizadas, em função da seleção, e não o custo das coberturas a base de fécula de mandioca. Este fato acontece porque não existe seleção, homogeneidade ou garantia de qualidade dos morangos disponíveis no mercado.

Considerando que em cada caixinha de morango têm-se, em média, 20 frutas, para selecionar 40 frutas são necessárias, em média, 7 caixinhas, ou seja, um aproveitamento de apenas 30%. O custo de de matéria-prima de 40 morangos, no caso, 2 caixinhas, é de R\$ 2,50, enquanto que para se obter 40 morangos selecionados, o custo de matéria-prima é de R\$ 8,33, um aumento de 233%, em relação ao valor inicial. Levando-se em conta o custo relativo à seleção da matéria-prima, o custo agregado ao morango em função da aplicação da cobertura passa de 2,40% para 241,2%, no caso de coberturas contendo apenas a fécula de mandioca, e de 2,52% para 241,6%, para morangos cobertos com fécula de mandioca mais sorbato de potássio.

O consumidor busca qualidade e comodidade. O mercado de minimamente processados está em expansão, assim como a parcela da população consumidora destes produtos. Por este motivo, os morangos minimamente processados com cobertura a base de fécula de mandioca podem ser uma opção para atender este mercado.

5. CONCLUSÕES

As coberturas comestíveis contendo 1%, 2% e 3% de fécula de mandioca, adicionada ou não de 0,05% e 0,1% de sorbato de potássio não alteraram as propriedades mecânicas (força máxima de penetração e força máxima de ruptura) e cor de morangos minimamente processados e foram bem avaliadas sensorialmente.

Coberturas contendo 2% e 3% de fécula de mandioca, independente da concentração de sorbato de potássio, foram eficientes em reduzir significativamente a taxa de respiração dos morangos minimamente processados.

A resistência à difusão de água foi maior para cobertura contendo 3% de fécula de mandioca. As duas concentrações de sorbato de potássio estudadas apresentaram efeito sinérgico no aumento da resistência à difusão, mas não apresentaram diferença significativa entre si.

As coberturas contendo 3% de fécula de mandioca e 3% de fécula de mandioca + 0,05% de sorbato de potássio foram selecionadas para o estudo de vida útil.

No estudo da vida útil, verificou-se que as coberturas foram eficientes em reduzir a perda de peso, a perda de firmeza e a taxa de respiração dos morangos minimamente processados, armazenados por 15 dias a 5°C.

Para todos os tratamentos foram observadas reduções nos teores de açúcares redutores e totais, bem como nos teores de sólidos solúveis totais, ao longo do armazenamento.

A amostra controle apresentou aumento significativo no teor de antocianinas no 15º dia de armazenamento. Para as amostras com cobertura, não foram observadas alterações significativas no teor de antocianinas, ao longo do armazenamento.

Mesmo havendo perfuração dos filmes de PVC que recobriam as embalagens, uma pequena alteração na composição gasosa no interior da embalagem foi observada. Esta alteração, no entanto, não foi suficiente para

desencadear a produção de *off-flavors* que pudessem descaracterizar os morangos minimamente processados.

Todos os tratamentos, inclusive o controle, foram bem avaliados sensorialmente, ao longo do armazenamento, resultado reproduzido na intenção de compra.

Durante o armazenamento foi possível verificar que, em alguns tempos da avaliação, as amostras com cobertura apresentaram contagem microbiana superior à obtida para a amostra controle, indicando que a fécula de mandioca pode estar sendo fonte de substrato para a microbiota contaminante.

A vida útil de morangos minimamente processados foi de 9 dias para amostras sem cobertura e para as cobertas com película contendo 3% fécula de mandioca + 0,05% de sorbato de potássio. Nas concentrações e condições estudadas, o sorbato de potássio não inibiu o crescimento microbiano e não favoreceu o aumento da vida útil do morango e, portanto, sua utilização não é recomendada.

Para morangos cobertos com película contendo 3% de fécula de mandioca, a vida útil obtida foi de 12 dias. Dentre as coberturas estudadas, a cobertura contendo 3% de fécula de mandioca é a que apresenta maior potencial de uso, por permitir um aumento na vida útil dos morangos.

A partir da vida útil obtida para o controle, pode-se dizer que as etapas de lavagem e sanitização, bem como o armazenamento sob refrigeração contribuíram para o aumento da vida útil dos morangos minimamente processados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 18th ed., Gaithersburg, Ed. William Horwitz, 2005.

AGROSOFT - <http://www.agrosoft.org.br/index.php?q=node/26166>. Acesso em 1º de outubro de 2007.

AGUAYO, E.; JANSASITHORN, R.; KADER, A. A. Combined Effects of 1-Methylcyclopropene, Calcium Chloride Dip, and/or Atmospheric Modification on Quality Changes in Fresh Cut Strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, v. 40, p. 269-278, 2006.

ALMENAR, E.; HERNÁNDEZ-MUNÓZ, P.; LAGARNÓN, J. M.; CATALÁ, R.; GAVARA, R. Controlled Atmosphere Storage of Wild Strawberry Fruit (*Fragaria vesca* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 86-91, 2006.

ANDRADE, N. J.; BASTOS, M. S. R.; ANTUNES, M. A. Higiene e sanitização. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças.**, SEBRAE, Brasília, 2007. p. 101-120.

AGUILAR-MÉNDEZ, M.; MARTÍN-MARTÍNEZ, E.; TOMÁS, S.A.; CRUZ-OREA, A.; JAIME-FONSECA, M. Gelatine-starch films: Physicochemical properties and their application in extending the post-harvest shelf life of avocado (*Persea americana*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, p. 185-193, 2008.

APPENDINI, P.; HOTCHKISS, J. H. Review of antimicrobial food packaging. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.3, p. 113-126, 2002.

BEN-YEHOSHUA, S.; BURG, S. P.; YOUNG, R. Resistance of citrus fruits to mass transport of water vapor and other gases. *Plant Physiology*, v. 79, p. 1048-1053, 1985.

BICO, S. L. S.; RAPOSO, M. F. J., MORAIS, R. M. S. C.; MORAIS, A. M. M. B. Combined effects of chemical dip and/ or carrageenan coating and/or controlled atmosphere on quality of fresh-cut banana. **Food Control** (2008), doi:10.1016/j.foodcont.2008.07.017.

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 20 de setembro de 2008.

CASTELLÓ, M. L.; FITO, P. J.; CHIRALT, A. Effect of osmotic dehydration and vacuum impregnation on respiration rate of cut strawberries. **LWT**, v. 39, p. 1171-1179, 2006.

CASTRO, M.; GARRO, O.; GERSCHENSON, L.; CAMPOS, C. Interactions between potassium sorbate oil and Tween 20: its effects on the growth and inhibition of *Z. bailii* in model salad dressing. **Journal of Food Safety**, v. 23, n. 47, p. 47-59, 2003.

CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. Campinas, Editora da UNICAMP, 1999, 212 p.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. Processamento mínimo de alface. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, SEBRAE, Brasília, 2007. p.301-341.

CHIUMARELLI, M. **Avaliação da vida útil de manga (*Mangifera indica* cv 'Tommy Atkins') minimamente processada pré-tratada com ácido cítrico e coberturas comestíveis**. 122p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

COLLA, E.; SOBRAL, P. J. A.; MENEGALLI, F. C. Effect of composite edible coating from *Amaranthus Cruentus* flour and stearic acid on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) Quality. **Latin American Applied Research**, v. 36, p. 249-254, 2006.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e Qualidade de Diferentes Cultivares de Morangueiro em Ensaio Conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, 2002.

CORDENUNSI, B. R.; NASCIMENTO, J. R. O.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 83, p. 163-173, 2002.

CORDENUNSI, B. R.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, n. 83, p. 163-173, 2003.

CORDENUNSI, B. R.; GENOVESE, M. I.; NASCIMENTO, J. R. O.; HASSIMOTTO, N. M. A.; SANTOS, R. J.; LAJOLO, F. M. Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. **Food Chemistry**, n. 91, p. 113-121, 2005.

DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P. V. S.; MORO, E.; MACEDO JR, E. K.; LOPES, M. C.; VICENTINI, N. M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 377-380, 2003.

DEL-VALLE, V.; ALMENAR, E.; LAGARÓN, J. M.; CATALÁ, R.; GAVARA, R. Modelling permeation through porous polymeric films for modified atmosphere packaging. **Food Additives & Contaminants**, v. 20, p. 170-179, 2003.

DEL-VALLE, V.; HERNÁNDEZ-MUNÓZ, P.; GUARDA, A.; GALOTTO, M. J. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia Picus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. **Food Chemistry**, v. 91, p. 751-756, 2005.

DONHOWE, Y. G.; FENNEMA, O.R. The effects of plasticizers on crystallinity, permeability and mechanical properties of methylcellulose films. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 17, p. 247-257, 1993.

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

DURANGO, A. M.; SOARES, N. F. F; ANDRADE, N. J. Microbiological Evaluation of an Edible Antimicrobial Coating on Minimally Processed Carrots. **Food Control**, v.17, p. 336-341, 2006.

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.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - ECÔNOMIA DO MORANGO. Disponível em:
<http://www.cpact.embrapa.br/eventos/2008/simposio_morango_frutas/apresentacoes_pdf/Madail.pdf>. Acesso em 18 de novembro de 2008.

FAMÁ, L.; ROJAS, A. M.; GOYANES, S.; GERSCHENSON, L. Mechanical properties of tapioca-starch edible films containing sorbates. **LWT**, v.38, p. 631-639, 2005.

FAMÁ, L.; FLORES, S.; GERSCHENSON, L; GOYANES, S. Physical Characterization of Cassava Starch Biofilms with Special Reference to Dynamic Mechanical Properties at Low Temperatures. **Carbohydrate Polymers**, v.66, p. 8-15, 2006.

FAOSTAT. Disponível em: <
<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em 18 de novembro de 2008.

FENNEMA, O. R. Water and Ice. In: FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**, Marcel Dekker, Inc. New York, 1996. p. 17-94.

FERRARI, C. C., SARANTOPOLUS, C. I. G. L.; HUBINGER, M. D. Evaluation of osmotic dehydration and pectin edible coating on mechanical properties and sensory acceptance of minimally processed melon. In: International Conference of Agricultural Engineering, 2008, Foz do Iguaçu, Brazil. **Anais...**Foz do Iguaçu, 2008.

FLORES, S.; FAMÁ, L.; ROJAS, A. M.; GOYANES, S.; GERSCHENSON, L. Physical properties of tapioca-starch edible films: influence of filmmaking and potassium sorbate. **Food Research International**, v.40, 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**. 118p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as Food Colors**. Academic Press, New York, 1982. p.182-205.

GARCIA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Plasticized Starch-Based Coatings to Improve Strawberry (*Fragaria x Ananassa*) Quality and Stability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 46, p. 3758-3767, 1998.

GERALDINE, R. M.; SOARES, N. F. F.; BOTREL, D. A.; GONÇALVES, L. A. Characterization and effect of edible coatings on minimally processed garlic quality. **Carbohydrate Polymers**, v.72, p. 403-409, 2008.

GIL, M. I.; HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Changes in Strawberries Anthocyanins and other Polyphenols in Response to Carbon Dioxide Treatments. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 45, p. 1662-1667, 1997.

HAN, C.; ZHAO, Y.; LEONARD, S.W.; TRABER, M.G. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria x ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, p. 67-78, 2004.

HAN, C.; LEDERER, C.; MCDANIEL, M.; ZHAO, Y. Sensory evaluation of fresh strawberries coated with chitosan-based edible coatings. **Journal of Food Science**, v. 70, p. S172-S178, 2005.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morangos (*Fragaria ananassa* Duch) cv IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.2, p. 231-233, 1999.

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, p.247-253, 2006.

HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; DEL-VALLE, V.; VELEZ, D; GAVARA, R. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 110, p.428-435, 2008.

IAC – INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – Centro avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Frutas. <http://www.iac.sp.gov.br/>. Acesso em 30/07/07.

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

JACOMETTI, G. A; MENEGHEL, R. F. A.; YAMASHITA, F. Aplicação de reverstímetnos comestíveis em pessegos (*Prunus persica*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1; p. 95-100, 2003.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C.; MOREIRA, R. C.; KLUGE, R. A. Processamento Mínimo de Frutas no Brasil. In: Simposium “Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados em Iberoamérica”, 2004, San José, Costa Rica. **Anais...** San José, 2004.

KADER, A. A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E. L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 28, n. 1, p. 1-30, 1989.

KALT, W.; PRANGE, R. K.; LIDSTER, P. D. Postharvest color development of strawberries: influence of maturity, temperature and light. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 73, p. 541-548, 1993.

KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, v. 40, p. 47-59, 1986.

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

LAERSEN, M.; WATKINS, C. B. Firmness and concentrations of acetaldehyde, ethyl acetate and ethanol in strawberry stored in controlled and modified atmospheres. **Postharvest Biology Technology**. p. 39-50, 1995.

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. **LWT**, v.36, n.3, p.326-329, 2003.

LI, C.; KADER, A. A. Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 114, n. 4, p.629-634. 1989.

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. 6, p. 60-75, 2007.

LOU, Y.; LUI, X. Effects of ethylene on RNA metabolism in strawberries fruit after harvest. **Journal of Horticultural Science**, v. 69, p. 137-139, 1994.

MAFTOONAZAD, N.; RAMASWAMY, H. S.; MOALÉMIYAN, M.; KUSHALAPPA, A. C. Effect of pectin-based edible emulsion coating on changes in quality of avocado exposed to *Lasiodiplodia theobromae* infection. **Carbohydrate Polymers**, v. 68, p. 341-349, 2007.

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

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

McHUGH, T.; KROCHTA, J.M. Sorbitol vs glycerol plasticized whey protein edible films: integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, p. 841-845, 1994.

MORAES, I.V.M. **Morango Processado Minimamente e Conservado sob Refrigeração e Atmosfera Controlada**. 98p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

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

NARCISO, J.; PLOTTO, A. A comparison of sanitation systems for fresh cut Mango. **HortTechnology**, v. 15, n. 4, p. 837-842, 2005.

NASCIMENTO, E. F.; MORETTI, C.L.; ZUCHETTO, M. C.; MATTOS, L. M. Avaliação da temperatura de comercialização de hortaliças minimamente processadas no mercado varejista do Distrito Federal. In: Congresso brasileiro de Olericultura, Recife, 2003. **Anais...** Recife, 2003.

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.

NUNES, M. C. N.; BRECHT, J. K.; MORAIS, A. M. M. B. ; SARGENT, A. Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvest fruit during storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, p. 180-190, 2005.

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Pós-colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* L. Bastsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa à cera comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 28-33, 2003.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro.. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jabópticabal, v. 28, n. 3, p. 520-522, 2006.

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, p. 87-94, 2008.

OUATTARA, B.; SIMARD, R.E.; PIETTE, G.; BÉGIN, A.; HOLLEY, R.A. Diffusion of acetic and propionic acids from chitosan-based antimicrobial packaging films. **Food Chemistry and Toxicology**, v. 65, p.768-773, 2000.

PARK, S.; STAN, S. D.; DAESCHEL, M. A.; ZHAO, Y. Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria x ananassa*) to Control Mold Growth During Cold Storage. **Journal of Food Science**, v.70, n.4, p. M202-M207, 2005.

PELAYO, C.; EBELER, S. E.; KADER A. A. Postharvest life and flavor quality of three strawberries cultivars kept in air or air+20kPa CO₂. **Postharvest Biology and Technology**. v. 27, p. 171-183, 2003.

PEREIRA, L. M.; RODRIGUES, A. C. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; JUNQUEIRA, V. C. A.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Influence of Modified Atmosphere Packaging and Osmotic Dehydration on the Quality Maintenance of Minimally Processed Guavas. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 4, p. 172-177, 2004.

PEREIRA, L. M. **Influência da desidratação osmótica com aditivos na estrutura celular de na manutenção da qualidade de goiabas minimamente processadas**. 202p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006.

PEREZ, A. G.; SANZ, C. Effect of high-oxygen and highcarbon dioxide atmosperes on strawberry flavor and other quality traits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 49, p. 2370-2375, 2001.

PINELI, L. L. O.; MORETTI, C. L. Processamento mínimo de batata. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, SEBRAE, Brasília, 2007. p.345-371.

POMERANZ, Y.; MELOAN, C. E. **Food Analysis – Theory and Practice**. Chapman and Hall, New York;, 1994. 778p.

QUINTAVALLA, S.; VICINI, L. Antimicrobial food packaging in meat industry. **Meat Science**, v. 62 p. 373-380, 2002.

RAGAERT, P.; DEVLIEGHERE, F.; LOOS, S.; DEWULF, J.; VAN LANGEHOVE, H. ; FOUBERT, I.; VANROLLENHEM, P.A.; DEBEVERE. J. Role of yeast proliferation in the quality degradation of strawberries during refrigerated storage. **International Journal of Food Microbiology**, v. 108, p 42-50, 2006.

RAYBAUDI-MASSILIA, R. M.; MOSQUETA-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, p. 313-327, 2008.

RIBEIRO, C.; VICENTE, A. A.; TEIXEIRA, J. A.; MIRANDA, C. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. **Postharvest Biology and Technology**, v. 44, p. 63-70, 2007.

RODRIGUES, L. K. **Manga (cv ‘Tommy Atkins’) minimamente processada - desidratação osmótica e embalagem com atmosfera modificada**. 115p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

ROJAS-GRAÜ, M. A.; TAPIA, M. S.; RODRÍGUEZ, F. J.; CARMONA, A. J.; MARTÍN-BELLOSO, O. Alginate and gellan-based edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples. **Food Hydrocolloids**, v. 21, p. 118-127, 2007a.

ROJAS-GRAÜ, M. A.; RAYBAUDI-MASSILIA, R. M.; SOLIVA-FORTUNY, R.; AVENA-BUSTILLOS, R. J.; MARTÍN-BELLOSO, O. Apple puree-alginate edible coatings as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh cut apples. **Postharvest Biology and Technology**, v. 45, p. 245-264, 2007b.

ROJAS-GRAÜ, M. A.; TAPIA, M. S.; MARTÍN-BELLOSO, O. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. **LWT**, v. 41, n. 1, p. 139-147, 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.

SATO, G. S., MARTINS, V. A.; BUENO, C. R. F. Análise explanatória do perfil do consumidor de minimamente processados na cidade de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 37, n. 6, 2007.

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

SHIN, Y.; LUI, R. H.; NOCK, J. F.; HOLLIDAY, D.; WATKINS, C. B. Temperature and relative humidity effects on quality, total ascorbic acid, phenolics and flavonoid concentrations, and antioxidant activity of strawberry. **Postharvest Biology and Technology**, v. 45, p. 349-357, 2007.

SOFOS, J.N. **Sorbate Food Preservatives**. Boca Raton, FL: CRC Press, 1989.

TALBOT, M. T.; CHAU, K. U. Precooling Strawberries. Circular 942. Florida Cooperative Extension Service-IFAS: University of Florida, FL, 1991.

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, p.199-208, 2005.

TAPIA, M. S.; ROJAS-GRAÜ, M. A.; RODRÍGUEZ, F. J.; RAMIREZ, J.; CARMONA, A.; MARTÍN-BELLOSO, O. Alginate and gellan-based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits. **Journal Food Science**, v. 72, n. 4, p. E190-E196, 2007.

TAPIA, M. S.; ROJAS-GRAÜ, M. A.; CARMONA, A.; RODRÍGUEZ, F. J.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Use of alginate and gellan- based coatings for improving barrier, texture and nutritional properties of fresh-cut papaya. **Food Hydrocolloids**, v. 22, p. 1493-1503, 2008.

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas. Tabela brasileira de composição de alimentos. Disponível em:

<http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf > Acesso em: 02 de nov. 2009.

USDA - United States Department of Agriculture. Tabela de composição química de alimentos. Disponível em:

<<http://www.unifesp.br/dis/servicos/nutri/nutri.php?id=2245>>. Acesso em: 2 de nov. 2009.

VANETTI, M. C. D. Segurança microbiológica em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MINIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2004, Viçosa. **Palestras...**Viçosa: UFV, 2004, p. 30-32.

VARGAS, M.; ALBORS, A.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTINEZ, C. Quality of cold stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. **Postharvest Biology and Technology**, v.41, p. 164-171, 2006.

VARGAS, M.; PASTOR, C.; CHIRALT, A.; McCLEMENTS, D. J.;GONZÁLEZ-MARTINEZ, C. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, n. 48, p. 496-511, 2008.

VICENTINI, N. M.; CASTRO, T. M. R.; CEREDA, M. P. Influência de películas de fécula de mandioca na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 127-130, 1999.

VILLALOBOS-CARVAJAL, R.; HERNÁNDEZ-MUNÓZ, P.; ALBORS, A.; CHIRALT, A. Barrier and optical properties of edible hydroxypropyl methylcellulose coatings containing surfactants applied to fresh cut carrot slices. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 2, p. 526-535, 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@flnet.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 sorbato de potássio utilizado neste trabalho, fornecidas pela Doce Aroma Food Ingredients.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Doce Aroma Food Ingredients															
		Sorbato de Potássio Food Grade (FCCIV) Especificação Técnica															
Descrição do produto		Composto presente naturalmente em algumas frutas, podendo ser sinteticamente produzido.															
Procedência		China															
Embalagem		Caixa 25kg															
Vida útil		24 meses															
Propriedades físico-químicas		<table border="0"> <tr> <td>Peso Molecular (g/mol)</td> <td>150,22</td> </tr> <tr> <td>Pureza</td> <td>98 – 101%</td> </tr> <tr> <td>Perdas por secagem</td> <td>máx. 1%</td> </tr> <tr> <td>Acidez (expressa em ácido sórbico)</td> <td>máx. 1%</td> </tr> <tr> <td>Alcalinidade (expressa em K₂CO₃)</td> <td>máx. 1%</td> </tr> <tr> <td>Metais pesados (Pb) ppm</td> <td>máx. 10</td> </tr> <tr> <td>Arsênio (As)</td> <td>máx. 3 ppm</td> </tr> </table>		Peso Molecular (g/mol)	150,22	Pureza	98 – 101%	Perdas por secagem	máx. 1%	Acidez (expressa em ácido sórbico)	máx. 1%	Alcalinidade (expressa em K ₂ CO ₃)	máx. 1%	Metais pesados (Pb) ppm	máx. 10	Arsênio (As)	máx. 3 ppm
Peso Molecular (g/mol)	150,22																
Pureza	98 – 101%																
Perdas por secagem	máx. 1%																
Acidez (expressa em ácido sórbico)	máx. 1%																
Alcalinidade (expressa em K ₂ CO ₃)	máx. 1%																
Metais pesados (Pb) ppm	máx. 10																
Arsênio (As)	máx. 3 ppm																
Propriedades organolépticas		<table border="0"> <tr> <td>Estado físico</td> <td>Sólido</td> </tr> <tr> <td>Aspecto</td> <td>Granular</td> </tr> <tr> <td>Sabor</td> <td>Característico</td> </tr> <tr> <td>Odor</td> <td>Característico</td> </tr> <tr> <td>Cor</td> <td>branco-amarelado</td> </tr> </table>		Estado físico	Sólido	Aspecto	Granular	Sabor	Característico	Odor	Característico	Cor	branco-amarelado				
Estado físico	Sólido																
Aspecto	Granular																
Sabor	Característico																
Odor	Característico																
Cor	branco-amarelado																
Propriedades microbiológicas		Ausente															
Funcionalidade		Produto usualmente utilizado como conservante, inibindo crescimento de leveduras e bolores															
Principais aplicações		Bombons e similares, coberturas e xaropes comestíveis, doces em pasta, geleias de frutas, massas frescas (umidade superior 15%), molhos, queijos, recheios de chocolates, bombons e similares, refrescos e refrigerantes, sucos de frutas, vegetais em conserva.															
Legislação / Informações adicionais		Favor entrar em contato com a Equipe Técnica da Doce Aroma.															
Doce Aroma Comercial – Rua Soldado Antônio Aparecido, 54 - Pq. Novo Mundo- São Paulo – SP CEP. 02187-020 - Tel.: (11) 6633 3000 – www.docearoma.com.br																	

ANEXO C**Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa**

CEP, 21/10/08.
(PARECER CEP: Nº 342/2006)

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

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

PARECER**I - IDENTIFICAÇÃO:**

PROJETO: "PROCESSO, EMBALAGEM, APLICAÇÃO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ALGUMAS FRUTAS TROPICAIS A ALTA UMIDADE"

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Miriam Dupas Hubinger

II - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP tomou ciência e aprovou o Adendo que inclui o projeto de pesquisa intitulado como "APLICAÇÃO DE COBERTURA COMESTÍVEL A BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA EM MORANGOS MINIMAMENTE PROCESSADOS" com a finalidade de dissertação de mestrado da aluna Lorena Costa Garcia, referente ao protocolo de pesquisa supracitado.

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.

III - DATA DA REUNIÃO

Homologado na X Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 21 de outubro de 2008.


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

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13084-971 Campinas - SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br

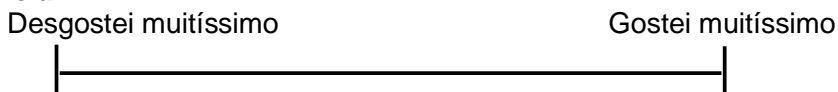
APÊNDICE A – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL

Nome: _____ Data: __/__/__

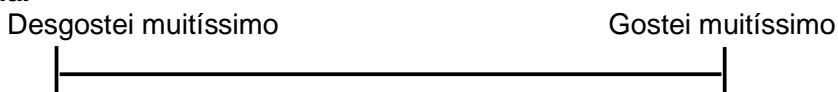
Amostra no: _____

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

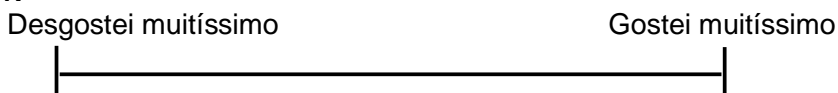
- **à aparência.**



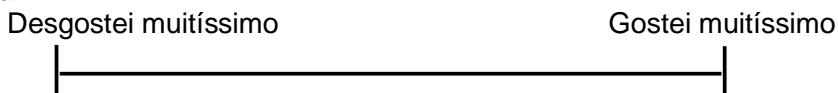
- **ao aroma.**



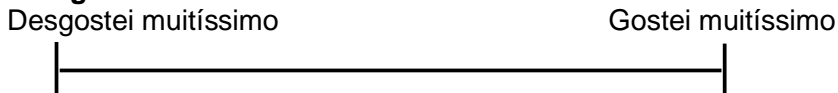
- **ao sabor.**



- **à textura.**



- **à impressão global.**

**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:
