

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
FITOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Aplicação de Revestimentos Comestíveis
em Caqui ‘Mikado’ (*Diospyros kaki*)
Minimamente Processado**

Augusto César Vieira Neves Junior

2009



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS EM CAQUI
‘MIKADO’ (*Diospyros kaki*) MINIMAMENTE PROCESSADO

Augusto César Vieira Neves Junior

Sob a Orientação da Professora

Regina Celi Cavestré Coneglian

E Co-orientação do Pesquisador

Antonio Gomes Soares

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia**, Área de Concentração Fisiologia da produção.

Seropédica, RJ

Julho de 2009

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

AUGUSTO CÉSAR VIEIRA NEVES JUNIOR

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Fisiologia da Produção.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 21 / 07 / 2009



Regina Celi Cavestré Coneglian. Dr.^a. UFRRJ
(Orientadora)



Marco Antonio da Silva Vasconcellos. Dr. UFRRJ



Marcos José de Oliveira Fonseca. Dr. Embrapa Agroindústria de Alimentos

“O dia que você acreditar no que eu estou falando sem duvida alguma, nenhuma desconfiança ou descrença, eu me considerarei um bom Agrônomo e me lembrarei da época em que você duvidava, desconfiava ou não acreditava para assim continuar crescendo e aprendendo mais e mais. Se sou o que sou hoje, muito devo a você.”

Autor desconhecido

Dedicatória

*Dedico aos meus pais, que me deram a base do que sou hoje.
Aos produtores de aqui de Dona Mariana, Sumidouro – RJ, em
especial a minha tia Albertina V. N. Lameirão e Leandro Matias,
que sem a ajuda teria sido inviável a realização deste trabalho.
E a todos os meus amigos, que sempre acreditaram e me apoiaram.*

Agradecimentos

A **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, onde tive o prazer de ser aluno, durante a graduação e a pós-graduação, e ainda considero como sendo minha segunda casa. Onde obtive conhecimento para me tornar um bom profissional e me ensinou varias lições de vida, me tornando um homem melhor.

Aos meus **pais**, que fizeram de mim o que sou hoje.

A todos os **produtores de caqui** de Dona Mariana, município de Sumidouro – RJ, em especial aos produtores **Leandro Matias, Wanderlei Nunes de Oliveira, Nivaldo Nunes de Oliveira e Albertina Vieira Neves Lameirão**, pela ajuda durante as colheitas, nos experimentos de destanização, pelas idéias que vieram de suas experiências , enriquecendo o trabalho, e pelas amizades e incentivos destes.

Aos meus orientadores **Dr.^a Regina Celi Cavestré Coneglian e Dr. Antonio Gomes Soares**, pela orientação, conselhos, estímulos, apoio e sobretudo a amizade.

Aos digníssimos membros da banca: **Dr. Marco Antonio da Silva Vasconcellos e Dr. Marcos José de Oliveira Fonseca**, pelas sugestões que enriqueceram tanto o presente trabalho.

Aos pesquisadores da Embrapa Agroindústria de Alimentos: **Dr.^a Daniela de Grandi Castro Freitas**, pela ajuda e conselho nos experimentos de caracterização dos revestimentos e em todas as análises sensoriais, que tanto enriqueceram o presente trabalho. E ao **Dr. Wanderlei Piler de Carvalho**, pela colaboração nos experimentos de caracterização dos revestimentos.

A professora **Suely Freitas** da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e ao estagiário **Fábio Rosa Barreira**, também da UFRJ, pela grande ajuda nas análises de caracterização dos revestimentos realizada no laboratório de membranas da UFRJ, sem as quais não seria possível a caracterização dos revestimentos.

Aos técnicos da Embrapa Agroindústria de Alimentos: **Henriqueta Talita Guimarães Barboza, Marco Antunes de Jesus Carvalho, Mario Ferreira Lima e Aline Leandro de Souza e Silva**, por toda ajuda nos experimentos realizados na Embrapa Agroindústria de Alimentos, pelos conselhos e sobretudo pela amizade.

A todos os estagiários da Embrapa Agroindústria de Alimentos: **Claudia Alexandrino de Alencar, Fabiana Fróes Cordeiro, Erika Elias Ferreira, Amanda dos Santos Ribeiro, Jorge Fernando Savalli Goulart dos Santos, Luiz Gustavo Viana de Souza, Raquel Fonseca Peixoto, Carolina Nascimento Alves Lima, George Henrique Gouveia Carius, Michel Elias de Andrade Barboza, Maria Claudia Silva dos Anjos, Renata de Paula Rocha, Thayana Lobão Faskomy e Andréa Costa Gonçalves**, pela ajuda, compreensão, paciência e amizade. Sem vocês com certeza não teria como realizar um trabalho com esta qualidade em um espaço de tempo tão curto.

Em especial, gostaria de agradecer a estagiária **Adriana Ferreira Martiliano de Miranda**, pela grande ajuda prestada nos experimentos de caracterização dos revestimentos e do processamento mínimo de caqui 'Mikado', pelos conselhos, compreensão, paciência, força e sobretudo pela amizade. E as estagiárias **Marcela Aline Guimarães Carvalho, Cintia Azeredo Rego e Juliana Correia Rodrigues** pela

grande ajuda prestada no experimento de processamento mínimo de caqui 'Mikado', pela compreensão, paciência e amizade.

A todos os meus **amigos** que sempre me ajudaram, me apoiaram nos momentos difíceis, acreditaram em mim, incentivaram e me deram forças para continuar sempre em frente. Em especial ao meu amigo **Antonio Augusto Carioca Lopes**, pelo auxílio durante o final da minha graduação, que me ajudou a me preparar para a entrada no curso de mestrado da pós-graduação em Fitotecnia. Sem vocês nunca teria chegado onde estou hoje, por isso tudo sou eternamente grato.

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior – CAPES** e **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ**, pelo suporte através de bolsas de estudos.

Sumário

I. Índice de Tabelas	I
II. Índice de Figuras	II
IV. Lista de Símbolos	IV
1. Introdução Geral	01
Resumo	04
Abstract	05
2. Capítulo I – Caracterização de revestimentos comestíveis para uso em caqui minimamente processado	06
2.1. Introdução	07
2.2. Revisão de Literatura	07
2.3. Material e Métodos	10
2.3.1. Teste preliminar	10
2.3.1.1. Modo de Preparo das Formulações a Base de Amido de Mandioca	11
2.3.1.2. Modo de Preparo das Formulações a Base de Alginato de Sódio	12
2.3.1.3. Modo de Preparo das Formulações a Base de Carboximetilcelulose (CMC)	12
2.3.1.4. Modo de Preparo das Formulações a Base de Gelatina Bovina	13
2.3.2. Caracterização dos revestimentos	14
2.3.2.1. Permeabilidade ao vapor de água	14
2.3.2.2. Permeabilidade ao oxigênio e gás carbônico	15
2.3.2.3. Teste de tração	16
2.3.3. Prévia sensorial para seleção dos revestimentos	17
2.4. Resultados e Discussão	18
2.4.1. Teste preliminar	18
2.4.2. Caracterização dos revestimentos	27
2.4.3. Prévia sensorial para seleção dos revestimentos	30
2.5. Conclusões	31
2.6. Referências Bibliográficas	31
3. Capítulo II – Definição e caracterização do processo de destanização do caqui ‘Mikado’ com a utilização de álcool a 70%	35
3.1. Introdução	36
3.2. Revisão de Literatura	36
3.3. Material e Métodos	38
3.4. Resultados e Discussão	42
3.5. Conclusões	45
3.6. Referências Bibliográficas	46
4. Capítulo III – Caracterização e definição do processamento mínimo de caqui ‘Mikado’	48
4.1. Introdução	49
4.2. Revisão de Literatura	49
4.3. Material e Métodos	50
4.3.1. Colheita e destanização	50
4.3.2. Fluxograma do processamento mínimo	51

4.3.2.1. Preparo dos frutos	52
4.3.2.2. Primeira sanitização	52
4.3.2.3. Corte	52
4.3.2.4. Segunda sanitização	52
4.3.2.5. Aplicação de revestimento	52
4.3.2.6. Embalamento	52
4.3.2.7. Armazenamento	53
4.3.3. Avaliações, físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas	53
4.4. Resultados e Discussão	59
4.4.1. Colheita e destanização	59
4.4.2. Processamento mínimo	59
4.4.3. Análises físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas	61
4.5. Conclusões	70
4.6. Referências Bibliográficas	70
5. Conclusões Gerais	75
6. Referências Bibliográficas Gerais	76

I. Índice de Tabelas

Tabela 1. Formulações de revestimentos de amido de mandioca	11
Tabela 2. Formulações de revestimentos de alginato de sódio	12
Tabela 3. Formulações de revestimentos de carboximetilcelulose	13
Tabela 4. Formulações de revestimentos de gelatina bovina	13
Tabela 5. Resumo dos resultados das formulações dos revestimentos de amido de mandioca	21
Tabela 6. Resumo dos resultados das formulações dos revestimentos de alginato de sódio	23
Tabela 7. Resumo dos resultados das formulações dos revestimentos de carboximetilcelulose	25
Tabela 8. Resumo dos resultados das formulações dos revestimentos de gelatina bovina	26
Tabela 9. Permeabilidade de oxigênio e gás carbônico dos diferentes revestimentos	27
Tabela 10. Permeabilidade ao vapor de água dos diferentes revestimentos, em diferentes atividades de água e suas respectivas espessuras	28
Tabela 11. Módulo de Young dos revestimentos caracterizados	29
Tabela 12. Totais de ordenação atribuídos pelos provadores para amostras armazenadas durante 2 dias sob refrigeração	30
Tabela 13. Resumo das médias da caracterização química dos frutos após a destanização e antes do processamento mínimo	61
Tabela 14. Média dos resultados de sólidos solúveis totais dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados ao longo do armazenamento a 5°C	63
Tabela 15. Média dos resultados de ácido ascórbico (vitamina C) dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados ao longo do armazenamento a 5°C	64
Tabela 16. Perda de massa fresca dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados ao longo do armazenamento a 5°C	65
Tabela 17. Resultados de comparação múltipla para cor amarela da casca dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados ao longo do armazenamento a 5°C	68
Tabela 18. Resultados de comparação múltipla para manchas marrons na polpa dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados ao longo do armazenamento a 5°C	68
Tabela 19. Resultados microbiológicos dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos ao longo do armazenamento a 5°C	69

II. Índice de Figuras

Figura 1. Revestimento de amido de mandioca preso em recipiente contendo sílica para se realizar análise de permeabilidade de água (A) e recipientes de vidro acondicionados em dessecador contendo água destilada (B)	14
Figura 2. Representação esquemática do sistema de permeação de gases, adaptado de Pollo (2008)	15
Figura 3. Câmaras herméticas onde os filmes ficaram armazenados	17
Figura 4. Ficha de avaliação sensorial para o teste de ordenação de preferência	18
Figura 5. Gráfico de tensão contra deformação dos revestimentos	29
Figura 6. Processo de formação do acetaldeído através do piruvato e do álcool etílico (Edagi & Kluge, 2009)	38
Figura 7. Fluxograma do processamento de destanização	40
Figura 8. Ficha de avaliação sensorial para o teste de limiar de detecção	42
Figura 9. Teores médios de acidez total titulável de frutos de caqui 'Mikado' submetidos a diferentes tempos de exposição do vapor de álcool a 70% ao longo dos tempos de tratamentos	43
Figura 10. Teores médios de sólidos solúveis totais ao longo dos tratamentos de frutos de caqui 'Mikado' submetidos a diferentes tempos de exposição do vapor de álcool a 70%	43
Figura 11. Teores médios da firmeza da polpa de frutos de caqui 'Mikado' submetidos a diferentes tempos de exposição do vapor de álcool a 70% ao longo dos tempos de tratamentos	44
Figura 12. Teores da concentração de taninos de frutos de caqui 'Mikado' submetidos a diferentes tempos de exposição do vapor de álcool a 70% ao longo dos tratamentos	44
Figura 13. Ocorrência da primeira detecção comparada com teores de taninos condensados presentes na polpa do caqui submetidos a diferentes tempos de destanização (caixa da posição inferior)	45
Figura 14. Ocorrência da primeira detecção comparada com teores de taninos condensados presentes na polpa do caqui submetidos a diferentes tempos de destanização (caixa da posição superior)	45
Figura 15. Equipamento de proteção individual (EPI), formado por touca, máscara, luvas, avental de manga comprida, avental de plástico e bota	51
Figura 16. Analisador de Gases conectado ao recipiente de vidro para se fazer a leitura da amostra	54
Figura 17. Aparelho PIB – Dansensor conectado à barquete para se fazer a leitura da amostra	55
Figura 18. Ficha de avaliação sensorial para o teste de levantamento de atributos	56
Figura 19. Ficha para o provador definir se iria fazer a primeira ou a segunda duplicata (A) e ficha de avaliação sensorial para o teste de comparação múltipla para uma amostra (atributos de aparência) (B)	57

Figura 20. Ficha de avaliação sensorial para o teste de comparação múltipla para uma amostra (atributos de textura) (A) e ficha de avaliação sensorial para o teste de comparação múltipla para uma amostra (atributo de sabor) (B)	58
Figura 21. Fluxograma do processamento mínimo definido	60
Figura 22. Média da acidez titulável total dos tratamentos ao longo do armazenamento (5°C) de frutos de caqui ‘Mikado’ minimamente processados (médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Fisher (LSD) a 5%)	62
Figura 23. Concentração de O₂ ao longo do armazenamento no interior das barquetes contendo frutos de caqui ‘Mikado’ minimamente processados ao longo do armazenamento (5°C) e limite de O₂ que pode causar desordem fisiológica	66
Figura 24. Concentração de CO₂ ao longo do armazenamento no interior das barquetes contendo frutos de caqui ‘Mikado’ minimamente processados ao longo do armazenamento (5°C) e limite de CO₂ que pode causar desordem fisiológica	66
Figura 25. Taxa respiratória dos frutos de caqui ‘Mikado’ minimamente processados submetidos ao tratamento controle (T1) ao longo do armazenamento (5°C)	67
Figura 26. Taxa respiratória dos frutos de caqui ‘Mikado’ minimamente processados submetidos ao tratamento com revestimento a base de amido (T2) ao longo do armazenamento (5°C)	67
Figura 27. Taxa respiratória dos frutos de caqui ‘Mikado’ minimamente processados submetidos ao tratamento com revestimento a base de CMC (T3) ao longo do armazenamento (5°C)	67
Figura 28. Razão da taxa respiratória (CO₂/O₂) dos frutos de caqui ‘Mikado’ minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos ao longo do armazenamento (5°C)	67

IV. LISTA DE SÍMBOLOS

A	
AM	Atmosfera modificada
A_w	Atividade de água
CC	Celsius
CMC	Carboximetilcelulose
CNTP	Condições normais de temperatura e pressão
CO₂	Gás carbônico
COPPE	
D	
DMF	Dimetilformamida
D.	Dona
E	
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPI	Equipamento de proteção individual
H	
ha	Hectare
I	
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
K	
Kg	Quilograma
Kgf	Quilograma força
KI	Iodeto de potássio
L	
l₀	Distancia Inicial
M	
m	Metro
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MP	Minimamente processado
N	
N	Newton
P	
PAM	Laboratório de Processos com Membranas
PEG 400	Polyethylene Glicol 400
PEG	Polietilenoglicol
PICaqui	Produção Integrada de Caqui
PM	Processamento Mínimo

PVC	Polyvinyl chloride (Poli cloreto de vinila)
R	
R	Referencia
RJ	Rio de Janeiro
T	
t	Tonelada
U	
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

1. Introdução geral

O caquizeiro (*Diospyros kaki*) é uma espécie de origem subtropical altamente produtiva e rústica. Apesar de requerer poucos tratamentos culturais, é aconselhável que se tenha cuidados na fase pré-colheita para que os frutos tenham qualidade na pós-colheita.

A pesar do caqui 'Mikado' ser uma variedade de grande potencial, problemas com a destanização e a concorrência com outras variedades de caqui, como o 'Rama-Forte', dificultam sua comercialização.

Em 2004 os principais países produtores de caqui no mundo eram o Japão, China, Israel, Brasil, Itália e França. No Brasil, apesar da produção nacional ter crescido 20,6% no período de 1997 a 2000, essa fruta ainda é desconhecida na maior parte do país. Dependendo da variedade, o caqui encontra mercado para consumidores de várias classes sociais e tem, por essa razão, bastante espaço para crescer (Corsato, 2004).

Segundo o IBGE (2009), em 2007 a produção de caqui no Brasil foi de 159.851 toneladas, com valor da produção de 127.588 mil reais, com área de 8.082 hectares plantados e com rendimento médio de 19.820,33Kg.ha⁻¹. São Paulo foi o maior estado produtor, seguido pelo Rio Grande do Sul, Paraná e Rio de Janeiro. Contudo o estado do Rio de Janeiro foi o que apresentou a maior produtividade, sendo esta de 29.537,27Kg.ha⁻¹.

No estado do Rio de Janeiro, em 2005, os municípios que tiveram a maior produção foram os de São José do Vale do Rio Preto, Sumidouro e Trajano de Moraes, sendo respectivamente por 50,23%, 27,23% e 10,72% da produção do estado (IBGE, 2009).

O Município de Sumidouro em 2007 foi o oitavo maior município na produção de caqui no Brasil, de um total de 635 municípios, sendo Mogi das Cruzes – SP o maior. Este município está localizado na região serrana fluminense, possuindo quatro distritos: Centro; Campinas; Dona Mariana e Soledade. Apresentando relevo montanhoso e clima tropical de altitude, estando a 355 metros de altitude. Apesar de Sumidouro ser responsável por pouco mais de 27% da produção de caqui do estado, este possui uma produtividade de 28.000 Kg.ha⁻¹, 5,20% menor do que a média do estado do Rio de Janeiro e 5,77% menor do que o município de Mogi das Cruzes – SP (Sumidouro – RJ, 2008; IBGE, 2009). Neste município, para a maioria dos produtores desta fruta, o caqui se destaca como uma das principais atividades das propriedades rurais, em relação à área plantada, tempo dedicado e remuneração de atividade. O perfil é em maioria de agricultores de base familiar. As principais cultivares produzidas na região são 'Rama Forte' e 'Mikado' (Neves Junior et al., 2006). Os produtores também possuem pouco controle da produção, além de baixa capacidade tecnológica na pós-colheita. Praticamente todos utilizam caixa K de madeira para embalar os frutos, sendo os mesmos, em sua maioria, comercializados *in natura* para centrais de abastecimento e transportados em caminhões lonados, sendo apenas 15% transportados em caminhão baú (Neves Junior et al., 2007).

A maturação do caqui ocorre de fevereiro a maio, dependendo da cultivar e neste período ocorre grande oferta no mercado, obrigando os produtores a venderem o fruto por preços pouco rentáveis (Brackmann et al., 1997). Segundo Gonzalez et al. (2005), fora da época normal da colheita os preços aumentam, atingindo em alguns casos incrementos de até 300%. Contudo um dos pontos de estrangulamento da cadeia produtiva é a dificuldade de manter a qualidade dos frutos até essa época ou possuir esse fruto nesta época. Além disso, o caqui enfrenta a concorrência com frutas mais tradicionais tais como laranja, banana e maçã (Muñoz, 2002).

A destanização adequada dos frutos de variedades taninosas, como o ‘Mikado’ e o ‘Taubaté’, ou variáveis, como o ‘Rama-forte’ e o ‘Giombo’, é uma grande dificuldade para a manutenção da pós-colheita do caqui. O fruto de caqui imaturo é adstringente devido ao tanino solúvel presente em células especializadas. A redução da adstringência durante o desenvolvimento e amadurecimento de cultivares adstringentes e o desaparecimento da adstringência de cultivares não adstringentes está relacionado com a capacidade natural de remover o conteúdo de tanino existentes na polpa do fruto (Campo-Dall’ et al., 1996).

Existem várias técnicas para a retirada da adstringência de frutos de caqui, como a utilização de álcool, carbureto, gás carbônico, entre outros. Entretanto o que vai caracterizar um bom processo de destanização é a quantidade de tempo que o fruto ficará exposto a este princípio ativo. Se o fruto ficar exposto tempo demais provavelmente irá perder qualidade, como a firmeza, e se ficar exposto por tempo menor que o necessário, não haverá perda de adstringência. Geralmente, quanto maior a quantidade de princípio ativo, menor tempo os frutos devem ser expostos a estes. Para se conseguir uma destanização adequada estes dois fatores devem ser bem controlados. Contudo, outros fatores também interferem neste processo, como a temperatura, maturação do fruto, presença de injúrias mecânicas e ou contaminações, entre outros.

O caqui minimamente processado pode vir a ser uma alternativa para agregar valor ao fruto e compensar a baixa do preço do caqui *in natura* no período da safra. Já para produtos hortícolas, por exemplo, segundo Perez et al. (2008), o processamento mínimo é uma boa opção. A atividade normalmente mal remunerada de produção e venda de produtos hortícolas *in natural* ganha especial incremento com a agregação de valor que o processamento mínimo proporciona ao produto. Já o consumidor ganha em comodidade e praticidade devido a embalagens convenientes e um produto pronto para o preparo ou até mesmo para o consumo.

Apesar de ainda não haver caqui minimamente processado em grande escala e com frequência no mercado, este também pode vir a encontrar um bom mercado consumidor em hotéis, lanchonetes, restaurante e cozinhas industriais.

O melão, por exemplo, apesar de ainda não ser encontrado em grande escala e com frequência, no mercado na forma pré-cortada ou minimamente processada, apresenta grande potencial. Sendo este largamente utilizado por hotéis, lanchonetes, restaurantes e cozinhas industriais, na elaboração de refeições e sobremesas (Figueiredo et al., 2007).

No caso do caqui minimamente processado, a destanização se torna um ponto chave para variedades que possuam adstringência. Por se tratar de um produto de conveniência e de pronto consumo este não pode conter adstringência após o processamento. As características de qualidade devem ser semelhantes ao fruto *in natura*, como o sabor, a cor e a firmeza, sendo esta última fundamental, pois sem firmeza não se tem como processar o fruto. Portanto, processos de destanização como o carbureto são inviáveis para este fim, uma vez que apesar de retirar a adstringência, acaba por comprometer a firmeza dos frutos.

Os frutos e hortaliças minimamente processados possuem uma vida útil menor do que os mesmos produtos *in natura* por possuírem o metabolismo mais ativo. O metabolismo dos produtos minimamente processados são mais ativos porque estes apresentam o metabolismo de tecidos submetidos a um estresse, principalmente em função das etapas do corte e descascamento (Kluge et al., 2006; Vanetti, 2004).

Desta forma a utilização do revestimento comestível pode auxiliar na manutenção da vida útil, podendo estendê-la, possibilitando assim uma melhor logística para a venda do produto minimamente processado.

Associado ao armazenamento refrigerado, os revestimentos comestíveis, ao serem utilizados sobre os produtos minimamente processados ou os frutos *in natura*, podem vir a prolongar a vida útil de ambos. Uma vez que estes revestimentos formam barreiras que dificultam a perda de água, a troca gasosa e proporciona também uma maior proteção física aos produtos para serem manuseados e/ou transportados.

A utilização de revestimentos comestíveis tem sido bastante explorada para revestir frutas e hortaliças frescas, visando minimizar a perda de umidade e reduzir as taxas de respiração, além de conferir aparência brilhante e atraente. O uso de revestimentos com este propósito constitui vantagem econômica, sendo uma alternativa ao armazenamento sob atmosfera controlada que implicaria em custos operacionais e de equipamento (Azeredo, 2003).

Este trabalho foi desenvolvido em parceria entre a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, a Embrapa Agroindústria de Alimentos, o laboratório de membranas da Escola de Química Federal do Rio de Janeiro, laboratório PAM membranas do COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ e produtores do distrito de D. Mariana, município de Sumidouro – RJ.

A determinação dos revestimentos a serem testados no armazenamento do caqui ‘Mikado’ minimamente processado é apresentada no Capítulo 1, sendo que a avaliação do melhor tempo de exposição ao vapor de álcool para uma destanização adequada para o caqui ‘Mikado’ que será submetido ao processamento mínimo é abordada no Capítulo 2. E no Capítulo 3 avaliou-se o processamento mínimo de caqui com a aplicação dos melhores revestimentos combinados com o tempo de destanização mais apropriado para o caqui minimamente processado, levando-se em conta o armazenamento refrigerado.

Os objetivos do presente trabalho foram:

- a) identificar pelo menos uma formulação de revestimento comestível que apresente espessura, permeabilidade gasosa, e propriedades mecânicas satisfatórias para que este seja utilizado como revestimento;
- b) estimar a quantidade de ácido tânico solúvel presente na polpa do fruto que seja imperceptível sensorialmente e o tempo necessário de exposição ao vapor de álcool para que a concentração de ácido tânico solúvel na polpa do fruto não seja notada sensorialmente pelos provadores;
- c) elaborar um fluxograma para o processamento mínimo de caqui e avaliar a qualidade do produto, possibilitando uma alternativa para a comercialização do caqui ‘Mikado’, agregando valor a este através do processamento mínimo.

RESUMO

NEVES JUNIOR, Augusto César Vieira. **Aplicação de Revestimentos Comestível em Caqui ‘Mikado’ (*Diospyros kaki*) Minimamente Processado**. Seropédica: UFRRJ, 2009. 77p Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2009.

Produtos minimamente processados são produtos seguros e de pronto consumo, que apesar de agregar valor, possui uma vida útil mais reduzida. Os revestimentos comestíveis podem se constituir em importante ferramenta para garantir a qualidade e estender a vida útil de produtos minimamente processados, entre eles, o caqui. O caqui ‘Mikado’ por ser adstringente necessita de um processo adequado de destanização para gerar um produto minimamente processado de qualidade. Diante disto, este trabalho teve como objetivos o desenvolvimento e caracterização de revestimentos comestíveis para a utilização em caqui ‘Mikado’ minimamente processado, determinação do tempo necessário de exposição ao vapor de álcool para que o fruto não apresente adstringência e elaboração de um fluxograma para o processamento mínimo de caqui com avaliação da qualidade do produto final. Para o desenvolvimento e caracterização dos revestimentos foram realizadas avaliações de espessura, permeabilidade gasosa, propriedades mecânica e prévia sensorial do caqui ‘Mikado’ minimamente processado tratados com os revestimentos comestíveis. Definiram-se dois revestimentos [amido de mandioca e carboximetilcelulose (CMC)], a partir de quatro revestimentos (amido de mandioca, alginato de sódio, CMC e gelatina bovina) para serem testados em caqui minimamente processado. Foi também avaliado o tempo de exposição ao vapor de álcool a 70% (7mL de álcool.Kg⁻¹ de fruto), por meio de análises físicas, químicas e sensoriais. Tais análises foram necessárias para determinar o tempo de exposição ao vapor de álcool que diminuiria a concentração de ácido tânico solúvel nos frutos até que este não fosse mais sensorialmente perceptível, determinando esta concentração e verificando-se se o fruto tinha firmeza adequada ao minimamente processado. Desta forma, foi possível determinar o limiar de detecção dos taninos solúveis (0,8161µg.100g⁻¹) e o tempo de exposição ao vapor de álcool mais adequado para o processamento mínimo, que provavelmente estava entre 55 e 83 horas, sendo que os tempos testados foram de: 10 horas; 36 horas; 55 horas; 83 horas; 107 horas; 130 horas; e 155 horas. A firmeza dos frutos se manteve adequada até as 55 horas de exposição ao álcool, sendo que um tempo igual ou superior a 83 horas de exposição causou perda de firmeza a um nível abaixo do tolerado comercialmente. Por fim foi obtido um fluxograma da produção de caqui ‘Mikado’ minimamente processado e avaliado o armazenamento com e sem revestimentos, sendo realizado para isto análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais ao longo do período de armazenamento de 10 dias. Para a realização deste experimento (processamento mínimo de caqui) utilizou-se revestimentos de amido de mandioca e de CMC, e o tempo de destanização foi de 70 horas. Verificou-se que a destanização neste tempo pode não ser a mais adequada devido às altas perdas verificadas nesta etapa (21,76% dos frutos não se mostraram adequados ao processamento mínimo). Os frutos minimamente processados tratados com revestimento de CMC apresentaram-se com menos manchas na polpa que os demais tratamentos e todos os tratamentos mostraram-se adequados microbiologicamente.

Palavras chave: processamento mínimo; destanização; filme comestível.

ABSTRACT

NEVES JUNIOR, Augusto César Vieira. **Evaluation of application of edible coatings in persimmon 'Mikado' (*Diospyros kaki*) minimally processed and *in nature* in relation to cold storage.** Seropédica: UFRRJ, 2009. 77p. Dissertation (Master in Plant Science). Institute of Agronomy, Crop Science Department, Federal Rural University of Rio de Janeiro. Seropédica, 2009.

Minimally processed products are safe and ready to eat, in spite of adding value, has a short life. Edible coatings can be an important tool to ensure the quality and increase the shelf life of minimally processed products, including persimmon. The 'Mikado' variety Persimmon has astringency and need a specific astringency process to get a minimally processed product with quality. Therefore, the objective of this work was to develop and characterize the edible coatings for use in 'Mikado' minimally processed persimmon. It was necessary to determine the exposure time of the fruit to alcohol vapor until the decrease of astringency. It was performed the flowchart for the fresh-cut of persimmon evaluating the quality of the final product. Evaluations of thickness, gas permeability, mechanical properties of coatings applied were also performed. It was also verified the efficiency of use 70% alcohol (7.00 mL álcool.Kg-1 fruit) to reduce astringency. There were performed the following analysis: firmness, pH, total soluble solids (° Brix), total titratable acidity, total tannins and weight loss and sensory analysis during the process. These analyses were necessary to determine the time of exposure to the alcohol vapor to decrease the concentration of soluble tannic acids in fruit that it was not tasted by panelists and determine that concentration. It was evaluated persimmon storage with and without coatings. Three experiments were conducted during this work. In the first experiment, it was set up two coatings which were used in the second trial of minimally processed. It was evaluated four different types of coatings: cassava starch, sodium alginate, carboxymethyl cellulose (CMC) and bovine gelatin. In the first experiment (edible coating), it was set up two coatings which were used in the experiment of minimally processed. Four different types of coatings were evaluated: cassava starch, sodium alginate, carboxymethyl cellulose (CMC) and bovine gelatin. In the second experiment (astringency reduction) it was defined the time required to keep the fruits in alcohol atmosphere to reduce total soluble tannins tasted by panelists. The times tested were: 10 hours, 36 hours, 55 hours, 83 hours, 107 hours, 130 hours and 155 hours. It was defined a flowchart for persimmon minimally processed. The best coatings applied in minimally processed persimmon were the cassava starch and CMC. The firmness of the fruit remained until to 55 hours of exposure to alcohol vapor. Fruits were exposure to 83 hours or up caused loss firmness below that it is commercially tolerated. The astringency was not tasted by panelists from 55 hours exposure of alcohol vapor. The threshold detection of total soluble tannin in the pulp of fruit was $0.8161 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$. The tannins content decrease with the increasing exposure of fruit to alcohol vapor. The reduction of astringency with 70% alcohol vapor may not be the most indicated method due to high losses in this step (21.76%). The minimally processed fruits treated with CMC coating showed less dark spots in the pulp than the other treatments and all treatments were microbiological adequates.

Keywords: minimal processing; astringency reduction, edible coating.

2. CAPÍTULO I

Caracterização de revestimentos comestíveis para uso em caqui minimamente processado

Resumo

Os revestimentos comestíveis podem se constituir em importante ferramenta para garantir a qualidade e estender a vida útil de produtos minimamente processados, entre eles, o caqui. Conduziu-se o experimento nos laboratórios de Fisiologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças e de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos, e no Laboratório de Membranas da Escola de Química e Laboratório PAM membranas do COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Foram analisados quatro tipos diferentes de revestimentos, a saber: amido de mandioca, alginato de sódio, carboximetilcelulose (CMC) e gelatina bovina. Avaliou-se qual formulação, qual modo de preparo e qual alíquota de revestimento necessário para produzir um revestimento adequado para ser caracterizado. Após a escolha de uma formulação e alíquota para cada revestimento, avaliou-se: espessura dos revestimentos, permeabilidade à água, oxigênio e gás carbônico, tensão de deformação na ruptura, módulo de elasticidade e foi realizada prévia sensorial para seleção dos revestimentos aplicados no caqui minimamente processado. Verificou-se que o revestimento de amido de mandioca foi o mais resistente e o alginato de sódio mais elástico. A análise sensorial indicou que os revestimentos mais adequados sensorialmente para serem utilizados no processamento mínimo do caqui foram de amido de mandioca e CMC.

Palavras chave: amido de mandioca; alginato de sódio; carboximetilcelulose; gelatina bovina.

Abstract

Edible coatings can be an important tool to ensure the quality and increase the shelf life of minimally processed products, including persimmon. The experiment was conducted in the following laboratories: Postharvest Physiology of fruit and vegetables and Sensory Analysis of Embrapa National Research Centre for Food Technology, Membranes laboratory of the Chemistry School and PAM membranes Laboratory of COPPE Federal University of Rio de Janeiro. There were analyzed four different types of coatings: cassava starch, sodium alginate, carboxymethyl cellulose (CMC) and bovine gelatin. It was evaluated which formulation, which preparation method and which amount should be placed in Petri dishes of 14.2 cm diameter to produce a coating that could be handled and which can be characterized. After chose the formulation for each coating, and its amount, the thickness of each coating, the permeability to water, oxygen and carbon dioxide, the stress, strain at break point and the elasticity was evaluated. It was performed preliminary sensory test of coatings applied on the persimmon minimally processed. The cassava starch coating was more resistant and sodium alginate coating more elastic. The sensory analysis indicated that the cassava starch and CMC coatings were the best for use in the persimmon minimally processed.

Keywords: cassava starch; sodium alginate; carboxymethyl cellulose; bovine gelatin.

2.1. INTRODUÇÃO

Os produtos minimamente processados possuem o metabolismo mais ativo do que os *in natura*, uma vez que apresentam metabolismo de tecidos submetidos a estresse, fazendo com que sua vida útil seja menor.

O uso de revestimentos comestíveis associado ao armazenamento refrigerado pode vir a prolongar a vida útil dos produtos minimamente processados. Isso se deve à formação de barreira que dificultam a perda de água, a troca gasosa e proporciona também maior proteção física.

A concentração de gases no interior de cada fruto minimamente processado provavelmente irá variar dependendo do revestimento que for utilizado. Cada revestimento irá permitir taxas de transferências de gases diferentes. Caso a concentração de oxigênio fique muito baixa no interior do produto poderá ocorrer fermentação, o que tornará o produto inviável comercialmente. Contudo, se o revestimento comestível for capaz de reduzir a concentração de oxigênio e aumentar a concentração de gás carbônico, para níveis que não acarrete este problema, isso poderá auxiliar na redução do metabolismo, possibilitando assim maior vida útil para os produtos minimamente processado.

O objetivo deste trabalho foi identificar pelo menos uma formulação de revestimento comestível, que apresente espessura, permeabilidade gasosa, propriedades mecânicas e sensoriais satisfatórias para ser utilizado como revestimento de caqui 'Mikado' minimamente processado.

2.2. Revisão de Literatura

As formulações de filmes comestíveis e/ou biodegradáveis envolvem a utilização de diversos componentes, cada qual com uma finalidade específica. Tais formulações são constituídas de pelo menos um agente formador de filme (macromoléculas), solvente (água, etanol, água/etanol, entre outros), plastificante (glicerol, sorbitol, etc.) e agente ajustador de pH (ácido acético, NH_4OH , etc.) (Rigo, 2006).

Uma das propostas para a utilização de filmes biodegradáveis é o aumento da vida útil de frutos e hortaliças *in natura* ou minimamente processadas. O controle das transformações durante o amadurecimento pode ocorrer através da modulação seletiva da transferência de massa, incluindo trocas gasosas de O_2 , CO_2 e de etileno, e limitação da desidratação através do controle de permeabilidade à água (Yamashita et al., 2006).

O potencial dos recobrimentos comestíveis na retenção do aroma e como barreira ao oxigênio faz deles uma promissora fonte de estudos nas áreas de tecnologia de alimentos e embalagens (Botrel et al., 2007). Revestimentos podem conter agentes conservadores comumente utilizados em alimentos para retardar o crescimento de microrganismos podendo ser aplicados aos frutos por imersão ou pulverização. As propriedades mecânicas, sensoriais, funcionais e permeabilidade do revestimento dependerão do material utilizado (Meneghel et al., 2008).

Diversos polissacarídeos e derivados têm sido testados como revestimentos comestíveis, incluindo alginato, pectina, amido e celulose. Revestimentos a base de polissacarídeos, por sua natureza hidrofílica, oferecem pouca barreira à perda de umidade. No entanto, certos polissacarídeos podem retardar a perda de umidade desidratando-se antes do produto. O alginato, comercialmente disponível como um sal de sódio do ácido alginico, é um polissacarídeo linear formado por ácido poliurônico de cadeia linear. A propriedade de geleificação do alginato na presença de cátions

polivalentes é útil na formulação do filme, sendo os sais de cálcio os agentes geleificantes mais efetivos (quando a solução de alginato e o cálcio entram em contato, um gel instantâneo é formado na interface) (Meneghel et al., 2008).

O cálcio é um mineral que se liga às substâncias pécticas, dando origem aos pectatos de cálcio, estruturas que conferem estabilidade à parede celular. O uso de cálcio por meio de soluções aquosas de seus sais, como cloreto de cálcio e lactato de cálcio, tem sido eficaz na prevenção do amaciamento de uma série de frutas (Reis et al., 2004).

Revestimentos de alginato reduziram o crescimento microbiano em vários alimentos, entretanto esta ação ainda não está bem explicada, podendo ser em parte devido à presença do cloreto de cálcio (Meneghel et al., 2008).

Segundo Fontes et al. (2008), o uso de solução conservadora (1% de ácido ascórbico, 0,5% de ácido cítrico, 0,25% de cloreto de cálcio e 0,7% de cloreto de sódio) e películas comestíveis (alginato de sódio e fécula de mandioca) reduziram o processo respiratório e a produção de etileno em maçãs em relação ao tratamento controle, com melhor destaque para o tratamento com alginato de sódio. As maçãs minimamente processadas revestidas com essas películas apresentaram taxas respiratórias, em média, 1,6 vezes menor e redução de mais que 50% de produção de etileno que o tratamento controle (sem revestimento).

O uso do amido pode constituir uma interessante alternativa para filmes e revestimentos comestíveis pelo seu baixo custo, abundância, biodegradabilidade, comestibilidade e fácil manipulação (Botrel et al., 2007). O amido constitui a mais importante reserva de nutrição de todos os vegetais superiores, ocorrendo principalmente em sementes, tubérculos, rizomas, bulbos e também em algas e. Pelo fato de ser facilmente hidrolisado e digerido é um dos elementos mais importantes na alimentação humana (Rigo, 2006).

O amido é constituído por uma mistura de vários tipos de polímeros dos quais predominam dois polissacarídeos denominados de amilose e amilopectina. Estas duas frações se apresentam em proporções que variam entre os amidos procedentes de diferentes espécies vegetais. E mesmo entre amidos provenientes da mesma espécie, variam de acordo com o grau de maturação das plantas. As proporções de amilose e amilopectina influem na viscosidade e no poder de gelificação do amido (Rigo, 2006).

De acordo com Bolzan (2008), a utilização de revestimentos comestíveis a base de fécula de mandioca ou carboximetilcelulose (CMC) oferecem potencial de aplicação em tomate *in natura*, podendo ser utilizados para aumentar a estabilidade física e química de tal produto. Além disso, podem aumentar sua aceitação por meio da melhoria da aparência por apresentar menor perda por murchamento e retenção de suas propriedades de sabor e firmeza de polpa.

A aplicação de filmes de celulose como a CMC tem sido freqüente em muitos alimentos. Estes filmes tendem a apresentar resistência moderada, são resistentes a óleos e gorduras, são flexíveis, transparentes, sem odor, solúveis em água e com barreira moderada à umidade e ao O₂ (Carvalho Filho, 2000).

A CMC é produzida pelo tratamento de celulose com ácido monocloroacético, na presença de excesso de NaOH, resultando no produto geralmente comercializado como sal de sódio. Sendo, portanto, um polímero aniônico solúvel em água (Soares & Fonseca, 2008).

Já as gelatinas são polímeros biodegradáveis, consistindo de proteínas do tipo animal, com grande aplicação industrial, farmacêutica e biomédica (Franchetti & Marconato, 2006). Estas reduzem a migração de oxigênio, umidade e óleo ou podem

carrear agentes antioxidantes ou antimicrobianos (Maia et al., 2000). Essas proteínas do tipo animal são obtidas a partir da hidrólise enzimática do colágeno. A gelatina possui cor branca ou levemente amarelada, sabor e odor característico pouco pronunciável, resultando na formação de filmes claros, flexíveis, resistentes e impermeáveis ao oxigênio quando preparados com glicerina ou sorbitol. Esses filmes possuem também grande permeabilidade ao vapor de água por possuírem caráter hidrofílico (Soares & Fonseca, 2008).

Segundo Lemos (2006), revestimentos a base de gelatina não promoveram uma barreira contra as perdas pós-colheita de frutos de pimentão Magali R armazenados em temperatura ambiente. E os revestimentos associados à refrigeração também não potencializaram a conservação pós-colheita do pimentão.

Vários materiais podem ser incorporados nos filmes comestíveis para melhorar suas propriedades mecânicas, de proteção, sensoriais ou nutricionais. Com base nessas informações é importante lembrar que estes aditivos podem alterar adversamente a resistência ao vapor de água, gás ou transporte de solutos dos filmes. A influência de um aditivo nas propriedades de filmes dependerá de sua concentração no filme, da estrutura química, do seu grau de dispersão do filme, e da extensão com o polímero (Rigo, 2006).

O etileno é um composto liberado durante o metabolismo das frutas, que estimula a maturação, o amadurecimento e a senescência (Jeronimo et al., 2007). Qualquer tipo de estresse fisiológico pode induzir a biossíntese do etileno, como por exemplo resfriamento excessivo ou altas temperaturas, assim como qualquer tipo de lesão (Taiz & Zeiger, 2004), o que torna fundamental o controle deste em produtos minimamente processados. O permanganato de potássio (KMnO_4) é um composto químico inorgânico, sendo um forte agente oxidante. Tanto sólido como em solução aquosa apresenta coloração violeta bastante intensa. Sendo um forte agente oxidante, o permanganato oxida o etileno liberado pelo fruto durante o amadurecimento. A oxidação do etileno leva à formação inicialmente de acetaldeído, sendo este oxidado a ácido acético, e havendo permanganato de potássio suficiente, este ácido será convertido em água e gás carbônico (Corrêa et al., 2003). O permanganato de potássio, geralmente incorporado ao sistema na forma de sachês com alta permeabilidade ao etileno, ou adicionado diretamente ao material de embalagem, remove o etileno do sistema atuando como um agente oxidante.

O ácido ascórbico ou vitamina C ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$, ascorbato, quando na forma ionizada) é uma molécula usada na hidroxilação de várias outras em reações bioquímicas nas células. É um poderoso antioxidante, sendo usado para transformar os radicais livres de oxigênio em formas inertes, sendo um sólido cristalino de cor branca, inodoro, e bem hidrossolúvel. Está presente em frutas e hortaliças pode ser destruído por temperaturas altas, também sofre oxidação irreversível, perdendo a sua atividade biológica, em alimentos frescos guardados por longos períodos (Nelson & Cox, 2005).

Outro fator importante para produtos minimamente processados é o controle microbiológico, uma vez que estes são produtos prontos para o consumo, devendo portanto ser microbiologicamente seguros. O sorbato de potássio é considerado um conservante fungicida, inibidor de crescimento de bolores e leveduras e amplamente utilizado na indústria de alimentos como conservante. Apesar do ácido sórbico se encontrar na forma natural em alguns frutos, geralmente, utiliza-se o sorbato de potássio pois é mais solúvel em água que o ácido sórbico (Lima et al., 2005). Já o ácido cítrico além de contribuir para o controle microbiano, diminuindo o pH, também contribui para inibir o escurecimento enzimático (Hernandes, 2006).

Os plastificantes reduzem as forças de ligação entre moléculas em sistemas de baixa umidade, aumentando a flexibilidade do filme. Permitem a obtenção de filmes menos frágeis, mais flexíveis, mais suaves, e eventualmente mais duros e resistentes, dependendo do plastificante. A redução das forças intermoleculares entre as cadeias do polímero e em consequência da coesão do conjunto facilita a elongação do filme e diminui sua temperatura de transição vítrea, porém, pelo contrário, faz com que diminua as propriedades de barreiras frente aos gases, vapores e solutos (Rigo, 2006).

O glicerol ou propano-1,2,3-triol é um composto orgânico que pertence à função álcool. Sendo líquido à temperatura ambiente (25°C), higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado (IUPAC, 1993). O termo glicerina refere-se ao produto na forma comercial, com pureza acima de 95% (Jungermann & Sontad 1991). Pode ser usado como umectante e para conservar bebidas e alimentos tais como refrigerantes, balas, bolos, pastas de queijo, carne e ração animal seca. Todas estas aplicações utilizam hoje principalmente o sorbitol, que por ser um componente estrutural de lipídeos tem sido utilizado em preparações de molho para salada, coberturas de doces e sobremesas geladas. Na indústria de alimentos o glicerol é utilizado como aditivo alimentar em função de suas propriedades estabilizantes, antioxidantes, emulsificantes e umectantes (Arruda et al., 2007).

O polietilenoglicol (PEG) se caracteriza como líquido claro e viscoso. É mais solúvel em solventes orgânicos, tais como o benzeno, tetracloreto de carbono, clorofórmio, dimetilformamida (DMF) e acetonitrila. Este é perfeitamente solúvel em água, mas a solubilidade diminui com o aumento da massa molecular do polímero. O PEG é um polímero hidrofílico não iônico utilizado em muitas aplicações biomédicas e industriais. É formado por unidades de óxido etileno e contém em suas extremidades dois grupos hidroxila, os quais são responsáveis por seu caráter hidrofílico. Devido a sua não toxicidade, boa solubilidade em água e em outros solventes comuns e a grande diversidade de pesos moleculares, este polímero pode ser utilizado em produtos farmacêuticos e como aditivos em alimentos (Annunziata et al., 2002).

Segundo Rigo (2006), os plastificantes mais utilizados são mono-, di- e oligossacarídeos (geralmente xaropes de glicose ou de glicose-frutose, mel), polióis (glicerol e derivados, polietilenglicol, sorbitol), lipídios e derivados (ácidos graxos, monoglicérides e seus ésteres, acetoglicérides, fosfolipídios e outros emulsionantes). Um dos ácidos graxos usado para este propósito é o ácido esteárico (Romero-Bastida et al., 2004).

2.3. Material e Métodos

2.3.1. Teste Preliminar

O experimento foi conduzido no laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de frutas e hortaliças da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Foram testados quatro tipos de polímeros: amido de mandioca, alginato de sódio, carboximetilcelulose e gelatina bovina, para se chegar a quatro revestimentos.

Após a elaboração das soluções filmogênicas, essas foram vertidas em placas de petri de 14,2cm de diâmetro, sendo vertidas alíquotas de 20, 25, 30, 35, 40 e 50 mL de solução em cada placa. As placas com os revestimentos foram então colocadas em bancadas totalmente niveladas com temperatura de aproximadamente 20°C e circulação de ar forçado, permanecendo nestas condições por pelo menos 24 horas. Após este período verificou-se a formação ou não de filmes. Quando houve formação de filmes, foram realizadas as avaliações, sendo estas: **a)** a formação de filmes; **b)** o modo de

preparo; **c)** a alíquota necessária para que cada solução filmogênica gerasse um revestimento passível de manipulação, permitindo assim a realização das análises de caracterização; **d)** a facilidade ou não de espalhamento da alíquota na placa; **e)** a homogeneidade da cor e espessura, sendo estas apenas visuais; **f)** o desprendimento dos filmes da placa; **g)** e a maleabilidade. Foi determinado as melhores formulações e estas realizadas em replicata.

Foram realizadas quatro tentativas de formulações para os revestimentos de amido de mandioca, alginato de sódio e carboximetilcelulose (CMC) e duas formulações para o revestimento de gelatina bovina. O modo de preparação das formulações também foi testado conforme as formulações foram sendo alteradas.

2.3.1.1. Modo de Preparo das Formulações a Base de Amido de Mandioca

A primeira formulação (Amido 1) foi preparada adicionando-se primeiro o amido de mandioca, sendo este diluído sob agitação magnética, seguido pelo glicerol. Em seguida adicionou-se o permanganato de potássio e o lactato de cálcio. Já na segunda formulação (Amido 2) o amido de mandioca foi diluído em aproximadamente metade da água destilada do total a ser utilizado no revestimento, e aquecido até a temperatura de 70°C até formar uma liga, desligando-se então a fonte de calor e então foi adicionado o glicerol. Em seguida foram adicionados o permanganato de potássio e o lactato de cálcio. A terceira formulação (Amido 3) foi preparada da mesma forma que do Amido 2, já na quarta formulação (Amido 4) o PEG 400 foi adicionado logo após o glicerol e o permanganato de potássio e o lactato de cálcio foram diluídos antes de serem acrescentado ao revestimento (Tabela 1).

Tabela 1. Formulações de revestimentos de amido de mandioca.

Reagentes	Formulações de Amido de Mandioca			
	Amido 1	Amido 2	Amido 3*	Amido 4
<i>Amido de Mandioca</i>	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%
<i>Permanganato de Potássio</i>	0,0135%	0,0135%	0,0135%	0,0135%
<i>Lactato de Cálcio</i>	0,0135%	0,0135%	0,0135%	0,0135%
<i>Glicerol</i>	1%	5%	1%	1%
<i>PEG 400</i>	0%	0%	0%	5%**

*A formulação Amido 3 difere da formulação Amido 1 no modo de preparação.

**Em relação ao peso do polímero principal.

2.3.1.2. Modo de Preparo das Formulações a Base de Alginato de Sódio

A primeira formulação (Alginato 1) foi preparada dissolvendo-se primeiro o sorbato de potássio em água previamente aquecida à 70°C até completa diluição, adicionou-se então o alginato de sódio lentamente, para que não fossem formados grumos. Durante a diluição deste adicionou-se o glicerol e, após total diluição, adicionou-se em seguida o cloreto de cálcio. A segunda formulação (Alginato 2), a terceira (Alginato 3) e a quarta (Alginato 4) foram preparadas da mesma forma que a formulação Alginato 1, sendo que na Alginato 4 o PEG 400 foi adicionado logo depois do glicerol, antes da total diluição do alginato (Tabela 2).

Tabela 2. Formulações de revestimentos de alginato de sódio.

Reagentes	Formulações de Alginato de Sódio			
	Alginato 1	Alginato 2	Alginato 3	Alginato 4
<i>Alginato de Sódio</i>	0,15%	0,20%	1%	1%
<i>Sorbato de Potássio</i>	1500mg.g ⁻¹	1500mg.g ⁻¹	1500mg.g ⁻¹	1500mg.g ⁻¹
<i>Solução de Cloreto de Cálcio a 0,4%</i>	30mL.L ⁻¹	30mL.L ⁻¹	30mL.L ⁻¹	30mL.L ⁻¹
<i>Glicerol</i>	1%	2%	0,5%	0,5%
<i>PEG 400</i>	0%	0%	0%	5%*

*Em relação ao peso do polímero principal.

2.3.1.3. Modo de Preparo das Formulações a Base de Carboximetilcelulose (CMC)

A primeira formulação (CMC 1) foi preparada dissolvendo-se primeiro a CMC, bem lentamente para evitar a formação de grumos, seguido de ácido cítrico, ácido esteárico e o ácido ascórbico. A segunda formulação (CMC 2) foi preparada dissolvendo-se primeiramente a CMC, bem lentamente, seguido do glicerol, ácido cítrico e ácido esteárico, aquecendo este até 70°C, após resfriamento acrescentou-se o ácido ascórbico. A terceira formulação (CMC 3) foi preparado sem aquecimento, onde adicionando-se primeiro o ácido cítrico seguido da CMC, sem utilizar aquecimento, e a quarta (CMC 4) foi preparado diluindo-se o ácido cítrico seguido da CMC e após a diluição completa deste foi acrescentado-se o PEG 400, não sendo este aquecido (Tabela 3).

Tabela 3. Formulações de revestimentos de carboximetilcelulose.

Reagentes	Formulações de CMC			
	CMC 1	CMC 2	CMC 3	CMC 4
<i>CMC</i>	1%	1%	1%	1%
<i>Ácido Cítrico</i>	0,5%	0,5%	1%	0,25%
<i>Ácido Esteárico</i>	0,05%	0,05%	0%	0%
<i>Ácido Ascórbico</i>	0,5%	0,5%	0%	0%
<i>Glicerol</i>	0%	5%*	0%	0%
<i>PEG 400</i>	0%	0%	0%	5%*

*Em relação ao peso do polímero principal.

2.3.1.4. Modo de Preparo das Formulações a Base de Gelatina Bovina

A primeira formulação (Gelatina 1) foi preparada hidratando-se a gelatina previamente em água destilada. Após a hidratação, o gel foi levado ao banho-maria até a sua diluição completa. Em placa de aquecimento, parte da água destilada foi aquecida até 40°C antes da adição da gelatina já dissolvida sob lenta agitação. Adicionou-se o glicerol e o PEG 400, mantendo a agitação até completa homogeneização e em seguida o sorbato de potássio. A segunda formulação (Gelatina 2) foi preparada da mesma forma da Gelatina 1, com uma pequena diferença. O sorbato de potássio foi diluído antes de ser acrescentado ao revestimento (Tabela 4).

Tabela 4. Formulações de revestimentos de gelatina bovina.

Reagentes	Formulações de Gelatina	
	Gelatina 1	Gelatina 2
<i>Gelatina Bovina</i>	5%	5%
<i>Sorbato de Potássio</i>	1500mg.g ⁻¹	1500mg.g ⁻¹
<i>Glicerol</i>	15%*	15%*
<i>PEG 400</i>	10%*	5%*

*Em relação ao peso do polímero principal.

2.3.2. Caracterização dos revestimentos

Os revestimentos foram testados no laboratório de membranas da Escola Federal de Química do Rio de Janeiro sendo avaliada a permeabilidade dos revestimentos ao vapor de água; permeabilidade a oxigênio; e permeabilidade à gás carbônico. No laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos foi realizado o teste de tração e prévia sensorial.

2.3.2.1. Permeabilidade ao vapor de água

Os revestimentos tiveram suas espessuras medidas por micrometro digital Fowler IP 54, medindo-se em 5 pontos diferentes nos filmes. Estes foram colocados em recipientes de vidro próprios para este tipo de análise, contendo em seu interior sílica previamente seca. Todo o vapor de água absorvido pela sílica entrava no recipiente através do revestimento. A permeabilidade ao vapor de água foi estudada utilizando duas diferentes atividades de água (A_w): 0,999 e 0,695 unidade de atividade de água; em uma temperatura de 22°C. Os recipientes de vidro com os revestimentos foram colocados dentro de dessecadores contendo, respectivamente, água destilada e uma solução saturada de iodeto de potássio (KI) que alcançavam as atividades de água descritas acima (Figura 1).

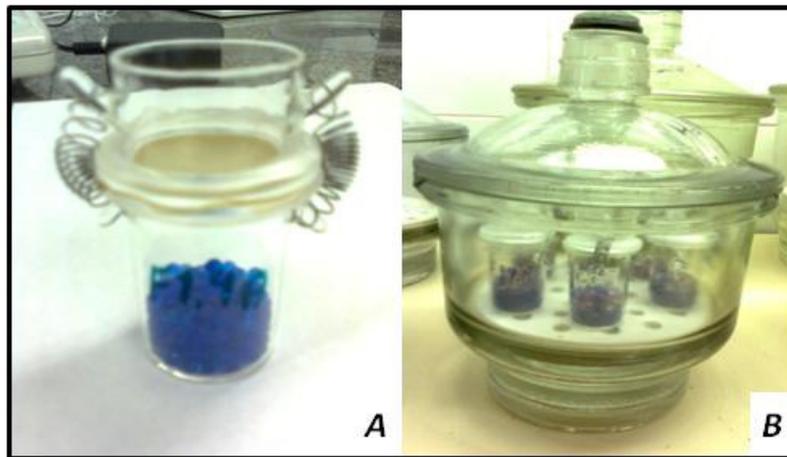


Figura 1. Revestimento de amido de mandioca preso em recipiente contendo sílica para se realizar análise de permeabilidade de água (A) e recipientes de vidro acondicionados em dessecador contendo água destilada (B).

A permeabilidade foi calculada levando-se em conta a espessura do revestimento, o diâmetro da entrada do recipiente e o ganho de peso da sílica dentro do recipiente. Os recipientes foram pesados durante três dias, sendo uma pesagem por dia. A formula utilizada foi da lei de Fick (transferência de massa):

$$J = K * \frac{dp}{dx}$$

onde:

- ✓ J = Fluxo;
- ✓ dx = espessura média do filme;
- ✓ dp = diferença de pressão (foi utilizado a atividade de água (A_w));
- ✓ K = Coeficiente de permeabilidade

Para se obter os resultados:

1°. Fez-se um gráfico de [massa/área] por [Tempo], fazendo-se um curva de regressão linear, onde o coeficiente angular da função será o fluxo (J), sendo este feito para cada atividade de água;

2°. Cada J encontrado foi multiplicado pela espessura média do filme;

$$J^* = J \cdot dx$$

3°. Dividiu-se então o J* pela [A_w], obtendo-se assim a permeabilidade a vapor de água do filme [K].

O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso, onde as amostras foram analisadas em triplicatas. Os resultados foram analisados por análise de variância (ANOVA) considerando-se os diferentes revestimentos, a atividade de água que estes foram submetidos e a interação entre estes. Foi aplicado o teste de Fisher (LSD) para verificar as diferenças entre as médias ao nível de 1% e 5% de probabilidade. Foi utilizado o software STATISTICA versão 5.1 da StatSoft.

2.3.2.2. Permeabilidade ao oxigênio e gás carbônico:

Para medir a permeabilidade ao oxigênio e gás carbônico utilizou-se uma unidade de permeação de gases (Figura 2). Utilizou-se apenas um gás por vez para determinar a permeabilidade deste. Foram utilizados oxigênio e gás carbônico com teor de pureza de 99,8% e 99,9% respectivamente, sendo que os revestimentos foram analisados em amostras simples.

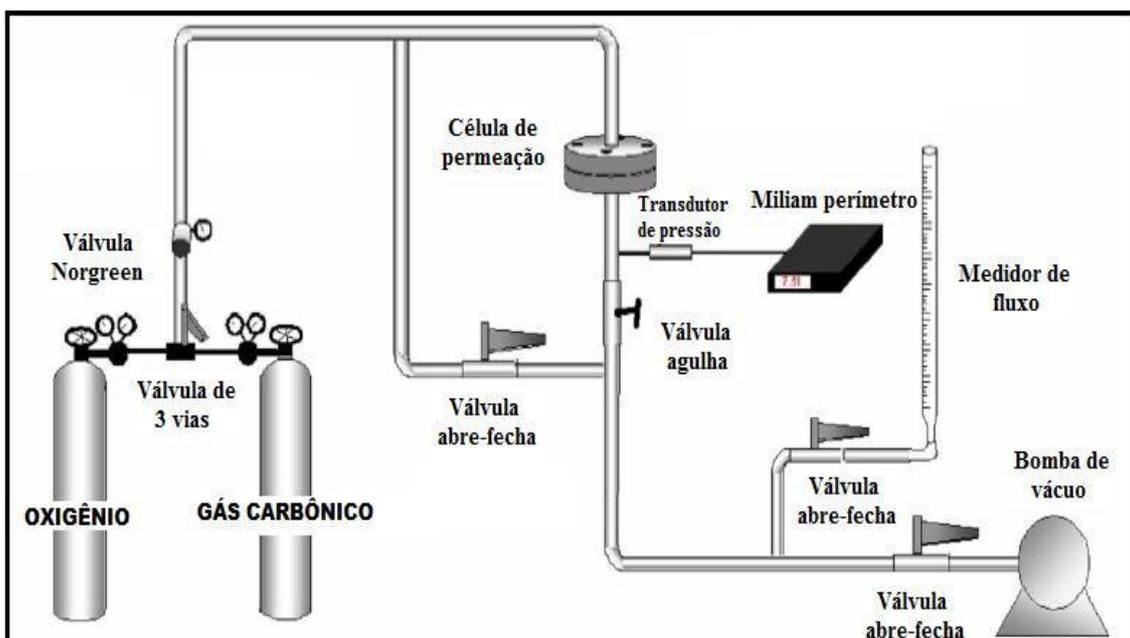


Figura 2. Representação esquemática do sistema de permeação de gases, adaptado de Pollo (2008).

A membrana foi cuidadosamente colocada na célula de permeação e, em seguida, fechada hermeticamente. O sistema foi submetido ao vácuo durante 10 minutos antes de iniciar a aquisição de dados do permeado. Após o ajuste de pressão de alimentação do gás, o aumento de pressão do lado permeado era monitorado por meio de um transdutor de pressão, armazenando os dados de corrente elétrica em um sistema de aquisição de dados IQ Logger VmA-40. Esses dados foram então convertidos em pressão através de uma curva de calibração do sistema. O cálculo da permeabilidade foi feito como no trabalho de Pollo (2008).

A permeabilidade de uma membrana, padronizada para as condições padrões de temperatura e pressão, pode ser calculada, segundo trabalho de Pollo (2008), pela seguinte equação:

$$\frac{P}{l} = \frac{dp}{dt} \left(\frac{V_{sistema}}{A \cdot \Delta p} \right) \left(\frac{T_{CNTP}}{T_{amb} \cdot P_{CNTP}} \right)$$

onde:

- ✓ $\frac{P}{l}$ é a permeabilidade da membrana por unidade de espessura l , frequentemente denominada como coeficiente de permeabilidade, expressa em GPU (Gas Permeation Units, $1 \text{ GPU} = 1 \times 10^{-6} \text{ cm}^3 \text{ (CNTP)/cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg}$);
- ✓ dp/dt é a variação da pressão com o tempo, obtida por uma curva de calibração;
- ✓ Δp é a diferença de pressão através da membrana;
- ✓ A é a área da célula de permeação da membrana;
- ✓ p_{CNTP} e T_{CNTP} , são a pressão e a temperatura nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP);
- ✓ $V_{sistema}$ é o volume do sistema;
- ✓ T_{amb} é a temperatura nas condições de operação.

2.3.2.3. Teste de Tração

No teste de tração determinou-se a tensão e a deformação na ruptura e o módulo de elasticidade (Modulo de Young), sendo estes determinados baseando-se no método padrão D 828-95a da American Society for Testing and Materials (ASTM, 1995). Após a secagem, os filmes foram destacados manualmente das placas e armazenados em câmaras herméticas (Figura 3), com umidade relativa do ar controlada a 52% obtida com o uso de uma solução saturada de nitrato de magnésio $[\text{Mg}(\text{NO}_3)_2]$ por 6 dias de forma a alcançar o equilíbrio do teor de umidade dos filmes, colocando-se papel de seda entre os filmes para que estes não aderissem entre si.

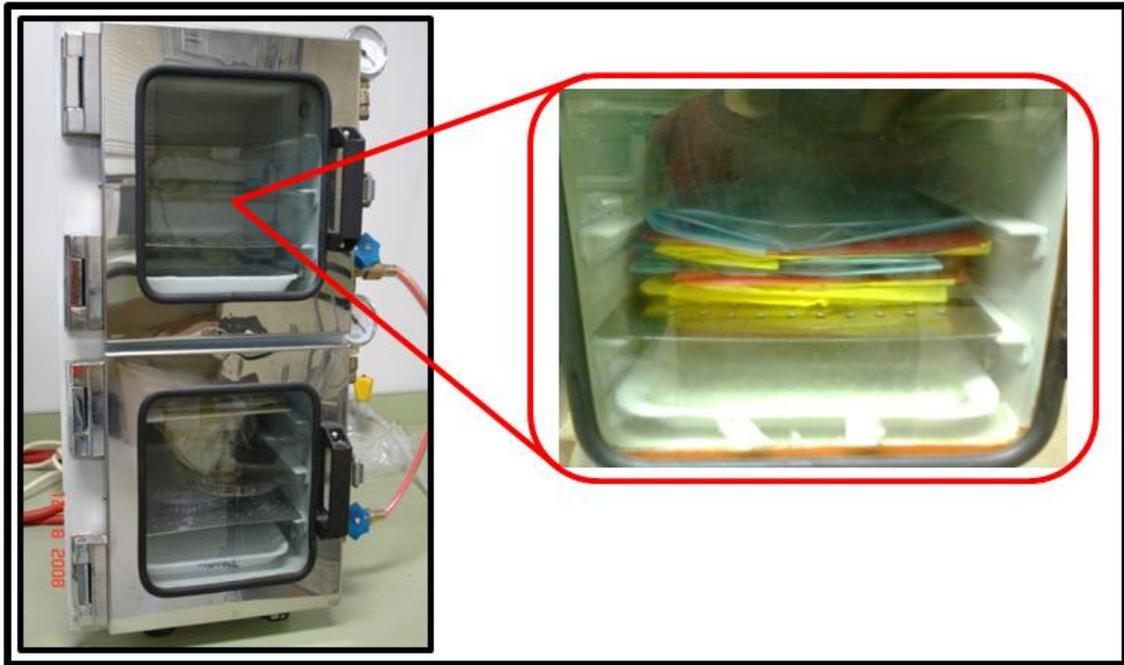


Figura 3. Câmaras herméticas onde os filmes ficaram armazenados.

Os filmes foram então cortados em corpos de prova com 15mm de largura e 35mm de comprimento e fixados em um analisador de textura Texture Analyser TA HDi (Stable Microsystems, Surrey, Inglaterra). A distância inicial (l_0) entre as garras foi de 30 mm e a velocidade de tração 0,9 mm/s. A tensão na ruptura foi calculada pela relação entre força e área da seção transversal inicial do filme, e a deformação na ruptura, considerada como deformação linear $[(l - l_0) / l_0]$, foram determinadas através da curva de tensão x deformação. O módulo da elasticidade (módulo de Young) foi calculado como sendo a inclinação da região linear da curva de tensão em função da deformação.

2.3.3. Prévia sensorial para seleção dos revestimentos

A prévia sensorial foi realizada no laboratório de análise sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Sendo realizada com a aplicação dos revestimentos em frutos de caqui 'Mikado' minimamente processado, onde os tratamentos foram os quatro revestimentos, além do controle. As formulações utilizadas para os revestimentos foram as definidas no teste preliminar (Amido 4, Alginato 4, CMC 4 e Gelatina 2). Para determinar qual revestimento se mostrava mais adequado sensorialmente nos frutos minimamente processados de caqui 'Mikado', a prévia de seleção foi realizada nos moldes do teste de ordenação de preferência (Modesta,1994). Ao se realizar esta prévia verificou-se o rendimento dos revestimentos ao serem utilizados no caqui minimamente processado. Os revestimentos foram aplicados por meio de imersão dos frutos minimamente processados por um período de 1 minuto. Verificou-se o rendimento dos revestimentos medindo-se o volume inicial dos revestimentos e o volume final dos revestimentos após a imersão. Aplicou-se em média 952,5mL de cada revestimento em aproximadamente 1,3Kg de caqui processado para se calcular este rendimento.

As amostras foram armazenadas durante dois dias, em câmara refrigeradora a 5°C, antes de se realizar a prévia sensorial. Estas foram então codificadas e apresentadas aos provadores sem quaisquer informações sobre elas. Foi fornecido aos provadores uma ficha para ordenação de preferência das amostras (Figura 4), sendo solicitado ao julgador que ordenassem as amostras da mais preferida para a menos preferida, da

esquerda para direita, em relação a aparência e o sabor, sendo possível também escrever algum comentário sobre as amostras. Estas foram apresentadas aos provadores em duas etapas, primeiro para a avaliação da aparência e depois para a avaliação do sabor.

	 <i>Embrapa</i> <hr/> <i>Agroindústria de Alimentos</i>
TESTE DE ORDENAÇÃO DE PREFERÊNCIA	
NOME: _____	
DATA: _____	
Por favor, ordene as amostras de acordo com a preferência quanto a aparência e ao sabor. Ordenar da Mais preferida para a Menos preferida (da esquerda para direita).	
APARÊNCIA	

SABOR	

Comentários:	

Figura 4. Ficha de avaliação sensorial para o teste de ordenação de preferência.

Após a entrega dos resultados foi atribuído nota às amostras, na qual a mais preferida recebeu nota 5 e a menos preferida recebeu nota 1. Somando-se as notas de cada revestimento chegou-se aos valores de “totais de ordenação”, selecionando-se os dois melhores revestimentos.

2.4. Resultados e Discussão

2.4.1. Teste preliminar

Foram elaboradas quatro formulações do revestimento de amido de mandioca até se chegar a mais adequada. O revestimento Amido 1 não formou filme, uma vez que não houve a gelatinização do amido. Verificou-se também a formação de duas fases na solução filmogênica devido a precipitação do amido. O recobrimento da placa de petri ao verter a solução filmogênica foi fácil para todas as alíquotas, possuindo um aspecto visual uniforme de uma placa para outra e tendo uma aparência opaca (Tabela 5). Esta coloração opaca se deve à presença do permanganato de potássio. O fato do amido não ter gelatinizado e ter precipitado pode ser explicado pelo modo de preparo desta formulação que foi sem aquecimento.

O amido de mandioca apresenta características físicas e químicas de grande interesse industrial. Quando este é extraído das plantas, sem alteração denomina-se nativo, podendo ser modificado física ou quimicamente. Amidos de mandioca podem

ser matérias primas para a obtenção de filmes biodegradáveis, sendo que para a formação é necessária a elaboração de suspensões felogênicas. Alguns processos de modificação do amido podem torná-lo miscível em água fria, e outros processos de modificação podem alterar as propriedades dos filmes, tornando-os mais fortes e flexíveis. O amido é constituído por uma mistura de vários tipos de polímeros dos quais predominam dois polissacarídeos denominados de amilose e amilopectina. Após a gelatinização, as moléculas de amilose, devido à sua linearidade, tendem a se orientar paralelamente, aproximando-se o suficiente para que se formem pontes de hidrogênio entre as hidroxilas de polímeros adjacentes (retrogradação). Com isso há diminuição de volume e a afinidade do polímero pela água é reduzida, podendo o amido gelatinizado formar filmes estáveis e flexíveis (Aplevicz & Demiate, 2007; Henrique et al., 2008 ;Rigo, 2006).

O processo de gelatinização ocorre quando o amido é aquecido a 60°C, em que a membrana que o envolve se torna permeável (o amido é hidrófilo) absorvendo a água e intumescendo lentamente, até atingir 3 vezes o seu volume inicial. Este processo ocorre em um intervalo de temperatura que inicia em 60°C onde a solução torna-se menos fluida, a 70°C o líquido fica viscoso, a 85°C começa a se solidificar e a 95°C atinge o máximo de gelatinização, originando uma massa translúcida chamada de goma de amido. Continuando o aquecimento, as membranas se rompem e ocorre a liberação de dextrina (substância semi-solúvel), onde a preparação irá se tornar cada vez mais líquida, pois o amido será hidrolisado. Neste intervalo de temperatura (processo de gelatinização), específico para amidos de diferentes origens, as ligações de hidrogênio mais fracas entre as cadeias de amilose e amilopectina são rompidas e os grãos de amido, nessas regiões, começam a intumescer e formar soluções consideravelmente viscosas (Rigo, 2006).

Isso foi confirmado ao se preparar a formulação Amido 2, onde o aquecimento do amido de mandioca durante o preparo evitou a precipitação deste. O recobrimento da placa de petri ao verter a solução filmogênica foi fácil para todas as alíquotas, possuindo aspecto visual uniforme e opaco, e aparentando homogeneidade tanto quanto a cor, quanto a espessura. Entretanto, o filme formado se mostrou muito maleável e muito pouco resistente, não sendo possível a retirada deste da placa de petri (Tabela 5).

Já o revestimento Amido 3 foi capaz de formar filmes que eram possíveis de serem retirados das placas. Contudo, estes ainda eram muito maleáveis, o que fazia com que dobrassem sobre si e aderissem um ao outro, não permitindo manuseio adequado para se realizar as análises de caracterização. Quanto ao recobrimento da placa ao verter a solução filmogênica, o aspecto visual, a coloração e a espessura, obtiveram os mesmos resultados que o anterior (Amido 2), sendo este também fácil de desprender das placas após o filme formado para todas as alíquotas, com exceção da alíquota de 50mL que ainda se apresentava úmida após 24h (Tabela 5). A pequena melhoria da resistência e o aumento da flexibilidade do filme Amido 3, quando comparado à formulação Amido 2, se deve provavelmente ao aumento do conteúdo de glicerol, que é um plastificante. Os plastificantes permitem a obtenção filmes menos frágeis, mais flexíveis, mais suaves, e eventualmente mais duros e resistentes, o que irá depender de cada plastificante utilizado (Rigo, 2006). Entretanto, este aumento de flexibilidade detectado, prejudicou o manuseio do filme.

A formulação Amido 4 foi considerada como melhor formulação encontrada para o revestimento de amido de mandioca. Quanto ao recobrimento da placa ao verter a solução filmogênica, o aspecto visual, a coloração e a espessura, obtiveram os mesmos resultados que os anteriores (Amido 2; Amido 3). Já em relação ao desprendimento e o

manuseio o filme Amido 4 demonstrou fácil desprendimento e manuseio para todas as alíquotas. Contudo a alíquota de 20mL se mostrou fina demais, o que poderia acarretar dificuldades durante as análises posteriores, optando-se portanto em se utilizar a alíquota de 25mL para ser feito a caracterização deste revestimento. Na tabela 5 pode-se observar dos resultados das formulações dos revestimentos de amido de mandioca. A diminuição da flexibilidade, provavelmente, se deu pela adição do PEG 400 à formulação.

Tabela 5. Resumo dos resultados das formulações dos revestimentos de amido de mandioca.

Alíquota (mL)	Amido 1					Amido 2					Amido 3					Amido 4				
	Avaliação					Avaliação					Avaliação					Avaliação				
	1*	2*	3*	4*	5*	1*	2*	3*	4*	5*	1*	2*	3*	4*	5*	1*	2*	3*	4*	5*
20	Não	sim	opaco	sim	-	sim	sim	opaco	sim	não*	sim	sim	opaco	sim	fácil**	sim	sim	opaco	sim	fácil***
25	Não	sim	opaco	sim	-	sim	sim	opaco	sim	não*	sim	sim	opaco	sim	fácil**	sim	sim	opaco	sim	fácil
30	Não	sim	opaco	sim	-	sim	sim	opaco	sim	não*	sim	sim	opaco	sim	fácil**	sim	sim	opaco	sim	fácil
35	Não	sim	opaco	sim	-	sim	sim	opaco	sim	não*	sim	sim	opaco	sim	fácil**	sim	sim	opaco	sim	fácil
40	Não	sim	opaco	sim	-	sim	sim	opaco	sim	não*	sim	sim	opaco	sim	fácil**	sim	sim	opaco	sim	fácil
50	Não	sim	opaco	sim	-	sim	sim	opaco	sim	não*	sim	sim	opaco	sim	fácil**	sim	sim	opaco	sim	fácil

1* Formação de filme após 24 horas; 2* Recobrimento da placa de petri ao verter o revestimento; 3* Aspecto visual do revestimento após ser vertido; 4* Homogeneidade da cor e da espessura (visualmente); 5* Desprendimento do filme formado da placa de petri; * Não foi possível desprender o filme inteiro por ser muito maleável; ** Filme ainda muito maleável, o que permitia que dobrassem sobre si e aderissem um ao outro, não possibilitando um manuseio adequado; *** Muito fina, o que poderia vir a causar dificuldades.

O revestimento Alginato 1 formou filme, contudo o mesmo era muito maleável, não permitindo assim a retirada deste da placa. O recobrimento da placa de petri ao verter a solução filmogênica foi fácil para todas as alíquotas, possuindo um aspecto visual uniforme e incolor, e aparentando homogeneidade tanto em relação a cor, quanto a espessura. Tal filme poderia perfeitamente ser utilizado como tratamento em frutos minimamente processados. Contudo esta maleabilidade não permitiria o manuseio do filme para a sua caracterização. Provavelmente esta grande maleabilidade se deu devido à maior concentração de glicerol e a baixa concentração do alginato de sódio (Tabela 6).

A propriedade de geleificação do alginato na presença de cátions polivalentes é útil na formação do filme, sendo os sais de cálcio os agentes geleificantes mais efetivos (quando a solução de alginato e o cálcio entram em contato, um gel instantâneo é formado na interface) (Meneghel et al., 2008). O filme de alginato de cálcio se adere fortemente ao tecido vegetal, unindo o alginato, o cálcio e a pectina por ligações cruzadas, tornando uma escolha excelente para frutas minimamente processadas (Rigo, 2006).

A formulação Alginato 2 teve resultados similares ao da formulação Alginato 1. Apesar do aumento na concentração do alginato de sódio, o aumento do glicerol manteve a característica da maleabilidade do filme, impedindo assim a possibilidade de retirá-lo da placa. No que se refere ao recobrimento da placa ao verter a solução filmogênica, o aspecto visual, a coloração e a espessura, obtiveram os mesmos resultados que a formulação anterior (Amido 1) (Tabela 6).

Com a redução do glicerol para a metade da concentração utilizada na formulação Alginato 1 e o aumento do alginato de sódio em cinco vezes a da utilizada na formulação Alginato 2, a formulação Alginato 3 foi capaz de formar um filme que era possível de ser retirado da placa. Contudo, apesar desta formulação permitir a retirada dos filmes das placas, estes ainda eram muito maleáveis, permitindo que estes dobrassem sobre si e aderissem um ao outro, o que dificultaria a manipulação deste nas análises de caracterização. Quanto ao recobrimento da placa ao verter a solução filmogênica, o aspecto visual, a coloração e a espessura, obtiveram os mesmos resultados que os anteriores (Alginato 1; Alginato 2) (Tabela 6).

A formulação Alginato 4 foi a melhor formulação encontrada para o revestimento de alginato de sódio. Ao verter a solução filmogênica, o aspecto visual, a coloração e a espessura, obtiveram os mesmos resultados que todas as formulações anteriores. Já em relação ao desprendimento e o manuseio, o filme Alginato 4 mostrou-se difícil de ser retirado da placa e muito difícil de ser manuseado na alíquota de 20mL, rompendo-se com facilidade. Verificou-se facilidade de retirada da placa para as alíquotas de 25,30, 35 e 40mL, contudo esses revestimentos mostraram-se muito finos, rasgando com facilidade. Apenas a alíquota de 50mL se mostrou adequada para manuseio do filme para a realização das análises de caracterização, sendo escolhida esta alíquota (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo dos resultados das formulações dos revestimentos de alginato de sódio.

Alíquota (mL)	Alginato 1					Alginato 2					Alginato 3					Alginato 4				
	Avaliação					Avaliação					Avaliação					Avaliação				
	1*	2*	3*	4*	5*	1*	2*	3*	4*	5*	1*	2*	3*	4*	5*	1*	2*	3*	4*	5*
20	Sim	sim	incolor	sim	não*	sim	sim	incolor	sim	não*	sim	sim	incolor	sim	fácil***	sim	sim	incolor	sim	difícil*****
25	Sim	sim	incolor	sim	não*	sim	sim	incolor	sim	não*	sim	sim	incolor	sim	fácil***	sim	sim	incolor	sim	fácil****
30	Sim	sim	incolor	sim	não*	sim	sim	incolor	sim	não*	sim	sim	incolor	sim	fácil***	sim	sim	incolor	sim	fácil****
35	Sim	sim	incolor	sim	não*	sim	sim	incolor	sim	não*	sim	sim	incolor	sim	fácil***	sim	sim	incolor	sim	fácil****
40	Sim	sim	incolor	sim	não*	sim	sim	incolor	sim	não*	sim	sim	incolor	sim	fácil***	sim	sim	incolor	sim	fácil****
50	não**	-	incolor	-	-	sim	sim	incolor	sim	não*	sim	sim	incolor	sim	fácil***	sim	sim	incolor	sim	fácil

1* Formação de filme após 24 horas; 2* Recobrimento da placa de petri ao verter o revestimento; 3* Aspecto visual do revestimento após ser vertido; 4* Homogeneidade da cor e da espessura (visualmente); 5* Desprendimento do filme formado da placa de petri.* Não foi possível desprender o filme inteiro por ser muito maleável; **Revestimento ainda úmido após 24 horas; ***Filme ainda muito maleável, o que permitia que dobrassem sobre si e aderissem um ao outro, não possibilitando um manuseio adequado;**** Muito fino, rasgando com facilidade.

A formulação CMC 1 não formou filme, sendo que durante o preparo houve a precipitação do ácido esteárico. O recobrimento da placa de petri ao verter a solução filmogênica foi fácil para todas as alíquotas, possuindo um aspecto visual uniforme e incolor, com exceção dos precipitados, e aparentando homogeneidade para a cor e a espessura (Tabela 7).

O acréscimo do glicerol na formulação CMC 2 permitiu a formação de filme. Entretanto este se mostrou muito maleável, não sendo possível de ser retirado da placa de petri. Verificou-se também que o ácido esteárico mais uma vez precipitou, mesmo aquecendo a solução filmogênica à 70°C. No que se refere ao recobrimento da placa a solução filmogênica apresentou o aspecto visual, a coloração e a espessura, semelhantes à formulação anterior (CMC 1) (Tabela 7).

No preparo da formulação CMC 3 optou-se por não se usar o ácido esteárico, o ácido ascórbico e o glicerol para verificar se haveria a formação de filme. Verificou-se então a formação de filme sem precipitado que proporcionou um recobrimento da placa de petri ao verter a solução filmogênica fácil para todas as alíquotas, possuindo um aspecto visual uniforme, incolor e homogêneo, tanto para a cor, quanto para a espessura. Em relação ao desprendimento da placa o filme foi de difícil retirada para todas as alíquotas, sendo este muito frágil e maleável, rasgando com facilidade e dobrando-se sobre si mesmo, não permitindo assim um manuseio para as análises de caracterização (Tabela 7).

A formulação CMC 4 foi a melhor encontrada para o revestimento de CMC. Quanto ao recobrimento da placa ao verter a solução filmogênica, o aspecto visual, a coloração e a espessura, obteve-se os mesmos resultados que a formulação anterior (CMC 3). Já em relação ao desprendimento da placa o filme demonstrou-se fácil de retirado das placas para todas as alíquotas, contudo difícil de ser manuseado, por ser fino e rasgar com facilidade, para quase todas as alíquotas. Seu manuseio só foi possível para a alíquota de 50mL. O aumento da resistência e a diminuição da maleabilidade desta formulação provavelmente, aconteceu devido ao acréscimo do PG 400, que é um plastificante. A concentração de ácido cítrico foi diminuída, de modo a que acidez deste revestimento não interferisse na análise sensorial do caqui (Tabela 7).

A CMC é um polímero muito utilizado para formação de filmes por forma filmes resistentes a óleos e é muito solúvel em água fria ou quente, sendo fisiologicamente inerte. Este polímero é um agente espessante, ligante, estabilizante, e de retenção de água (Soares & Fonseca, 2008).

Tabela 7. Resumo dos resultados das formulações dos revestimentos de carboximetilcelulose.

Alíquota (mL)	CMC 1					CMC 2					CMC 3					CMC 4				
	Avaliação					Avaliação					Avaliação					Avaliação				
	1*	2*	3*	4*	5*	1*	2*	3*	4*	5*	1*	2*	3*	4*	5*	1*	2*	3*	4*	5*
20	<i>Não</i>	<i>Sim</i>	<i>incolor*</i>	<i>sim</i>	-	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor*</i>	<i>sim</i>	<i>não**</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>difícil****</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>fácil****</i>
25	<i>não</i>	<i>Sim</i>	<i>incolor*</i>	<i>sim</i>	-	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor*</i>	<i>sim</i>	<i>não**</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>difícil****</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>fácil****</i>
30	<i>não</i>	<i>Sim</i>	<i>incolor*</i>	<i>sim</i>	-	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor*</i>	<i>sim</i>	<i>não**</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>difícil****</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>fácil****</i>
35	<i>não</i>	<i>Sim</i>	<i>incolor*</i>	<i>sim</i>	-	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor*</i>	<i>sim</i>	<i>não**</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>difícil****</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>fácil****</i>
40	<i>não</i>	<i>Sim</i>	<i>incolor*</i>	<i>sim</i>	-	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor*</i>	<i>sim</i>	<i>não**</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>difícil****</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>fácil****</i>
50	<i>não</i>	<i>Sim</i>	<i>incolor*</i>	<i>sim</i>	-	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor*</i>	<i>sim</i>	<i>não**</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>difícil****</i>	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>fácil</i>

*1** Formação de filme após 24 horas; *2** Recobrimento da placa de petri ao verter o revestimento; *3** Aspecto visual do revestimento após ser vertido; *4** Homogeneidade da cor e da espessura (visualmente); *5** Desprendimento do filme formado da placa de petri; *** Presença de precipitado; **** Não foi possível desprender o filme inteiro por ser muito maleável; ***** Filme ainda muito maleável, o que permitia que dobrassem sobre si e rasgasse, não possibilitando um manuseio adequado; ****** Muito fino, rasgando com facilidade.

A formulação Gelatina 1 formou um filme possível de ser manuseado e ser analisado, contudo este demonstrava ser muito rígido. O recobrimento da placa de petri ao verter a solução filmogênica foi fácil para todas as alíquotas, possuindo aspecto visual uniforme e incolor, e aparentando homogeneidade tanto para a cor, quanto para a espessura. Já em relação ao desprendimento da placa, com exceção das alíquotas de 40 e 50 mL, que após 24h ainda apresentavam-se úmidas, o filme mostrou-se fácil de desprender e de manusear para todas as demais alíquotas (Tabela 8).

A redução do PEG 400 na formulação Gelatina 2 foi para diminuir a rigidez do filme. Quanto ao recobrimento da placa ao verter a solução filmogênica, o aspecto visual, a coloração e a espessura, obtiveram os mesmos resultados que a formulação anterior (Gelatina 1). O filme se mostrou de fácil desprendimento para todas as alíquotas e de fácil manuseio para as alíquotas de 20 a 35mL, sendo de muito fácil manuseio nas alíquotas de 40 e 50mL. Sendo escolhida a alíquota de 20mL para ser utilizada nos experimentos de caracterização deste revestimento (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo dos resultados das formulações dos revestimentos de gelatina bovina.

Alíquota (mL)	Gelatina 1					Gelatina 2				
	Avaliação					Avaliação				
	1*	2*	3*	4*	5*	1*	2*	3*	4*	5*
20	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>Sim</i>	<i>fácil**</i>	<i>Sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>fácil</i>
25	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>Sim</i>	<i>fácil**</i>	<i>Sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>fácil</i>
30	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>Sim</i>	<i>fácil**</i>	<i>Sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>fácil</i>
35	<i>sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>Sim</i>	<i>fácil**</i>	<i>Sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>fácil</i>
40	<i>não*</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>Sim</i>	<i>fácil**</i>	<i>Sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>muito fácil</i>
50	<i>não*</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>Sim</i>	<i>fácil**</i>	<i>Sim</i>	<i>sim</i>	<i>incolor</i>	<i>sim</i>	<i>muito fácil</i>

1 Formação de filme após 24 horas; 2* Recobrimento da placa de petri ao verter o revestimento; 3* Aspecto visual do revestimento após ser vertido; 4* Homogeneidade da cor e da espessura (visualmente); 5* Desprendimento do filme formado da placa de petri; * Revestimento ainda úmido após 24 horas; ** Revestimento muito rígido.*

As gelatinas são boas formadoras de filmes e muitas vezes são usadas em formulações de cobertura para frutas e vegetais frescos. A gelatina tem sido utilizada na fabricação de coberturas comestíveis, como barreira à migração de oxigênio, umidade e óleo, ou ainda como meio de fixação de agentes antimicrobianos ou antioxidantes (Lemos, 2006). É conhecida por formar filmes claros, flexíveis, resistentes, impermeáveis ao oxigênio, quando

preparada em solução aquosa com plastificante glicerina ou sorbitol e possuem grande permeabilidade ao vapor de água, por possuírem (Moreira, 2004).

Ao final dos testes preliminares selecionou-se então as formulações Amido 4, Alginato 4, CMC 4 e Gelatina 2, com as respectivas alíquotas de 25, 50, 50 e 20 mL.

2.4.2. Caracterização dos revestimentos

O revestimento que apresentou a maior permeabilidade ao gás carbônico (CO₂) foi o CMC 4, e o que apresentou menor permeabilidade de O₂ foi o Alginato 4 (Tabela 9).

Tabela 9. Permeabilidade de oxigênio e gás carbônico dos diferentes revestimentos.

Revestimento	Permeabilidade (Barrer)*		
	O ₂	CO ₂	CO ₂ /O ₂
Amido 4	0,41777	0,08632	0,20661
Alginato 4	0,24289	0,11509	0,47383
CMC 4	0,46311	18,55776	40,07220
Gelatina 2	0,40481	0,17263	0,42644

* $Barrer = [10^{10} \text{ (cm}^3 \text{ cm}^3\text{)}]/(\text{cm}^2 \text{ s cmHg})$.

O revestimento de CMC (CMC 4) foi o que apresentou a razão de CO₂/O₂ mais elevada, enquanto que o de amido de mandioca (Amido 4) foi o que apresentou a razão de CO₂/O₂ mais reduzida. O efeito positivo de uma maior relação CO₂/O₂ se justifica porque este revestimento irá permitir a passagem do CO₂, produzido pela respiração celular, e reduzirá a entrada do O₂. Altas concentrações de CO₂ na polpa do fruto poderiam acarretar o acúmulo do succinato devido a inativação da succinato desidrogenase. O acúmulo de succinato em níveis tóxicos aos tecidos pode causar danos irreversíveis, ocorrendo uma desordem fisiológica, que se refletiria principalmente por alterações no sabor, na cor, na textura e nas características químicas do produto. Já a baixa concentração do O₂ na polpa do fruto é favorável na diminuição do metabolismo, contudo se esta concentração for muito baixa isto favorecerá a respiração anaeróbica, produzindo alteração no sabor e no aroma do produto (Chitarra & Chitarra, 2005).

O permanganato de potássio têm influencia sobre as propriedades mecânicas, solubilidade e permeabilidade ao vapor de água dos filmes de amido. O amido sofre oxidação na presença do permanganato de potássio, que vem acompanhada da quebra de ligações glicosídicas, despolimerização do amido e exposição de grupos carbonil e carboxil, alterações estas que são dependentes do grau de oxidação. Este composto provavelmente influencia a permeabilidade a gases dos filmes, pois as cadeias de amido oxidado apresentam maiores possibilidades de ligações cruzadas, produzindo filmes mais densos e menos permeáveis (Yamashita et al., 2006).

As características requeridas da película comestível depende, principalmente, do tipo de alimento. Assim, para produtos suscetíveis à oxidação, as películas devem apresentar baixa permeabilidade a O₂. Frutas e hortaliças frescas requerem películas que permitam

transferência moderada de gases para reduzir (mas não inibir) a respiração e evitar processos fermentativos resultantes de anaerobiose (Azeredo, 2003).

Coberturas e revestimentos elaborados a partir de polissacarídeos (celulose, pectina, amido, alginatos, quitosana e gomas) apresentam boa barreira a gases (O_2 e CO_2), mas não a água, provavelmente relacionada à alta polaridade deste tipo de filme. Já aqueles elaborados a partir de proteínas (caseína, gelatina, soja, zeína, glúten e albumina de ovo) são boas barreiras ao O_2 e CO_2 em ambientes com baixa umidade relativa, mas não em alta umidade devido à susceptibilidade do filme em absorver umidade e se dissolver (Davanço et al., 2007).

As espessuras médias dos revestimentos para realizar o teste de permeabilidade ao vapor de água foram bem próximas. O filme Amido 4 foi o que permitiu a maior permeabilidade ao vapor de água, sendo o filme CMC 4 o que se mostrou mais impermeável. A permeabilidade foi maior também quando os revestimentos foram avaliados em uma maior atividade de água (Tabela 10).

Tabela 10. Permeabilidade ao vapor de água dos diferentes revestimentos, em diferentes atividades de água e suas respectivas espessuras.

Revestimento	H_2O (A_w 0,999)		KI (A_w 0,699)		Média de Permeabilidade (Kg/m.s.Pa)
	Espessura (mm)	Permeabilidade (Kg/m.s.Pa)	Espessura (mm)	Permeabilidade (Kg/m.s.Pa)	
Amido 4	0,049	$13,1471 \times 10^{-7}$	0,038	$10,6511 \times 10^{-7}$	$11,8991 \times 10^{-7} a$
Alginato 4	0,036	$10,1216 \times 10^{-7}$	0,044	$9,6254 \times 10^{-7}$	$9,87350 \times 10^{-7} b$
CMC 4	0,043	$6,67373 \times 10^{-7}$	0,040	$3,16871 \times 10^{-7}$	$4,92122 \times 10^{-7} c$
Gelatina 2	0,041	$8,63595 \times 10^{-7}$	0,052	$9,77086 \times 10^{-7}$	$9,20341 \times 10^{-7} b$
Média		$9,64460 \times 10^{-7} A$		$8,30402 \times 10^{-7} B$	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Fisher (LSD) a 5%.

Segundo Carvalho Filho (2000), o filme ou cobertura comestível ideal deve criar barreira para retardar a perda de voláteis desejáveis e vapor de água, enquanto restringe a troca de CO_2 e O_2 , criando assim, uma atmosfera modificada. Com a diminuição da respiração, ocorrerá também queda na produção de etileno e inibição de sua ação. Esta atmosfera modificada formada, entretanto, não deve criar condições para o desenvolvimento da respiração anaeróbica, pois poderá causar sabores desagradáveis, alterar a textura dos produtos e favorecer o crescimento de microrganismos anaeróbios.

As espessuras médias dos revestimentos para realizar o teste de tração também foram bem próximas, sendo que o revestimento de gelatina bovina (Gelatina 2) foi o que apresentou maior espessura, seguido pelo de amido de mandioca (Amido 4), CMC (CMC 4) e alginato de sódio (Alginato 4), sendo estas: 0,052 mm; 0,049mm; 0,042mm; 0,041mm.

O revestimento Amido 4 foi o que apresentou maior resistência a deformação. Foi necessário aplicar uma maior força para se realizar a deformação. Entretanto o revestimento que demonstrou uma maior deformidade foi o revestimento Alginato 4, apresentando-se assim

mais elástico. Enquanto que os revestimentos CMC 4 e Gelatina 2 apresentaram a mesma elasticidade, sendo o revestimento Gelatina 2 um pouco mais resistente (Figura 5).

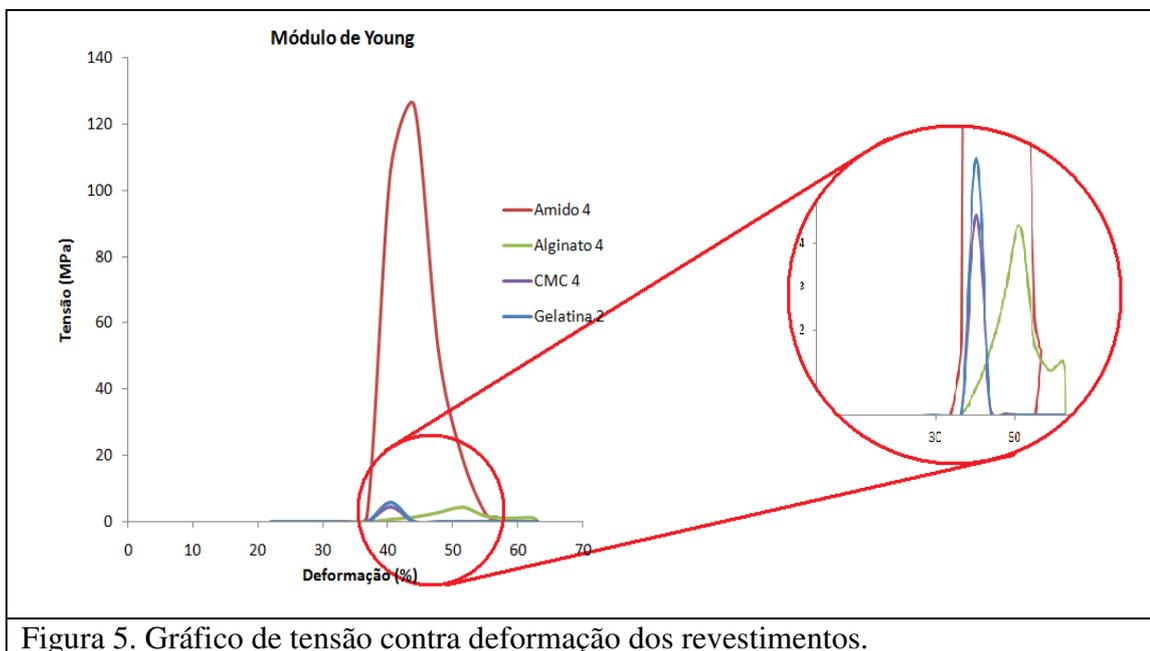


Figura 5. Gráfico de tensão contra deformação dos revestimentos.

As propriedades de tração são úteis para identificação e caracterização de filmes flexíveis e expressam a resistência do material ao alongamento e mesmo ao rompimento, quando submetidos à tração. Inicialmente, o material oferece resistência crescente à solicitação de tração, a qual provoca seu alongamento. A partir de certo ponto, o aumento de resistência passa a ser menor para um mesmo aumento de deformação até o ponto de escoamento, a partir do qual é possível alongar o filme sem que este responda com um aumento de resistência. Continuando o alongamento, o material resiste até que ocorre sua ruptura (Rigo, 2006).

O módulo de elasticidade ou módulo de Young é um indicador de rigidez do filme, sendo que, quanto maior o módulo, mais rígido é o material (Rigo, 2006). O revestimento que apresentou o módulo de Young (módulo de elasticidade) mais elevado foi o revestimento de amido de mandioca (Amido 4), e o menor, o de alginato de sódio (Alginato 4) (Tabela 11).

Tabela 11. Módulo de Young dos revestimentos caracterizados.

Revestimento	Módulo de Young (Mpa)
Amido 4	$2959,1763 \times 10^{-5}$
Alginato 4	$1,1516 \times 10^{-5}$
CMC 4	$117,7988 \times 10^{-5}$
Gelatina 2	$117,2790 \times 10^{-5}$

2.4.3. Prévia sensorial para seleção dos revestimentos:

O caqui tratado com o revestimento de CMC (CMC 4) foi o que recebeu a maior pontuação em relação a aparência. Já o caqui tratado com o revestimento de amido de mandioca (Amido 4) e o controle apresentaram a mesma pontuação, sendo o que obtiveram valores intermediários, e o tratamento com gelatina foi o que alcançou a pior pontuação. Para o sabor, o melhor tratamento aplicado sobre o caqui foi o revestimento de gelatina bovina (Gelatina 2), o segundo melhor foi o de amido e o CMC foi o que alcançou a terceira maior pontuação, juntamente com o alginato (Tabela 12).

Tabela 12. Totais de ordenação atribuídos pelos provadores para amostras armazenadas durante 2 dias sob refrigeração ($\pm 5^{\circ}\text{C}$).

Análise	Tratamento				
	Controle	Amido 4	Alginato 4	CMC 4	Gelatina 2
Aparência	21	21	11	30	7
Sabor	15	20	11	11	18

Apesar do caqui ‘Mikado’ tratado com o revestimento de gelatina bovina ter sido escolhido como o melhor tratamento para o sabor, este foi o que alcançou menor pontuação na aparência. Como a aparência é primordial em produto minimamente processado, sendo a primeira avaliação que um consumidor faz, optou-se por não se recomendar o revestimento de gelatina.

O caqui ‘Mikado’ tratado com o revestimento de alginato de sódio (Alginato 4) apresentou notas inferiores tanto na aparência quanto no sabor quando comparado com o controle. Em laranja minimamente processada, segundo Groppo et al. (2009), o tratamento com revestimento de alginato de sódio apresentou maiores médias de aparência que o tratamento controle, sendo esta diferença significativa. Já em melão ‘Amarelo’ minimamente processado, de acordo com Miguel et al. (2008), o uso de película à base de alginato de sódio resultou em melões de coloração da polpa mais escura, em decorrência da cor da solução filmogênica.

Contudo, para maçãs minimamente processadas, segundo Fontes et al. (2008), o tratamento com revestimento de alginato de sódio, associado a uma aplicação anterior de solução conservadora (1% de ácido ascórbico, 0,5% de ácido cítrico, 0,25% de cloreto de cálcio e 0,7% de cloreto de sódio) sobre os frutos minimamente processados, não apresentaram características de produto *in natura*. O que poderia acarretar na rejeição pelos consumidores.

A qualidade sensorial para os produtos minimamente processados tem como referência, entre outros aspectos, a aparência e cor aceitáveis. Estes são os atrativos que despertam a atenção do consumidor levando-o a escolher o produto. Uma vez escolhido, o produto ao ser consumido, deve ter sabor e textura agradáveis, que se aproximem o máximo ao do produto fresco (Santos & Valle, 2005).

Com relação ao rendimento o revestimento CMC 4 foi o que mais rendeu, seguido pelo Alginato 4, Gelatina 2 e Amido 4, sendo que este perderam durante o processo respectivamente: 5,21%; 8,60%; 9,18%; e 10,63%. Para recobrir aproximadamente 1,3Kg de frutos de caqui ‘Mikado’ minimamente processado perdeu-se durante o processo 100 mL do revestimento de amido de mandioca, 80 mL do revestimento de alginato de sódio, 50 mL do

revestimento de CMC e 90 mL do revestimento de gelatina. Com isto verifica-se que para cada quilograma de fruto minimamente processado é necessário gastar 76,923 mL de solução felogênica do revestimento de amido de mandioca (Amido 4), 61,538 mL do revestimento de alginato de sódio (Alginato 4), 38,462 mL do revestimento de CMC (CMC 4) e 62,231 mL do revestimento de gelatina bovina (Gelatina 4). Mais a quantidade necessária de cada solução felogênica para recobrir os frutos que serão tratados, uma vez que o tratamento é feito através da imersão dos frutos já processados nestas soluções.

2.5. Conclusões

As formulações mais adequadas para serem caracterizadas que resultaram em filmes passíveis de serem manuseados fora da placa de petri foram: Amido 4, com alíquota de 25mL por placa de petri; Alginato 4, com alíquota de 50mL; CMC 4, com alíquota de 50mL; e Gelatina 2, com alíquota de 20mL.

Os filmes selecionados para serem utilizados no processamento mínimo de caqui foram o de amido de mandioca (Amido 4) e CMC (CMC 4). Como a análise sensorial é um fator primordial para qualquer produto, este teste preliminar foi o principal responsável pela escolha dos revestimentos que seriam utilizados no caqui minimamente processado.

Os resultados de maior razão de permeabilidade CO_2/O_2 , menor permeabilidade ao vapor de água e o de maior rendimento de revestimento a ser aplicado em caqui minimamente processado corroboram para a escolha do revestimento CMC 4. Enquanto que o resultado de maior resistência corroborou para a escolha do Amido 4. Contudo, apesar do revestimento de amido de mandioca ter apresentado resultados desfavoráveis para sua utilização, como sendo o revestimento que apresentou menor razão CO_2/O_2 e o revestimento que apresentou maior permeabilidade ao vapor de água, a prévia sensorial teve uma maior importância na escolha, favorecendo assim a escolha deste.

2.6. Referências Bibliográficas

American Society for Testing and Materials (ASTM) **Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting (D 828-95a)** In: Annual Book of ASTM Standards (CD ROOM), Philadelphia, ASTM, 1995.

Annunziata, O.; Asherie, N.; Lomakin, A.; Pande, J.; Ogun, O.; Benedek, George, B. **Effect of polyethylene glycol on the liquid-liquid phase transition in aqueous protein solutions.** Proceedings of the National Academy of Sciences, California, v.99, p.14165-14170, 2002.

Aplevicz, K.S.; Demiate, I.M. **Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.27, n.3, p.478-484, 2007,

Azeredo, H.M.C. **Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação.** Boletim do CEPPA, Curitiba, v.21, n.2, p.267-278, jul./dez., 2003.

Ball, J.A. **Evaluation of two lipid-based edible coatings for their ability to preserve post harvest quality of Green Bell peppers** Thesis (masters) – Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, p.89, August 29, 1997.

- Bolzan, R.P. **Biofilmes comestíveis para conservação Pós-Colheita de tomate ‘Dominador’.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p.167, 2008.
- Botrel, D.A.; Soares, N.F.; Geraldine, R.M.; Pereira, R.M.; Fontes, E.A. **Qualidade de alho (*Allium sativum*) minimamente processado envolvido com revestimento comestível antimicrobiano.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.27, n.1, p.32-38, Janeiro-Março, 2007.
- Carvalho Filho, C.D. **Conservação de cerejas (*Prunus avium* L.), cv. ‘Ambrunés’, utilizando coberturas comestíveis.** Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, p.108, Dezembro, 2000.
- Chitarra, M.I.F. & Chitarra, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças – Fisiologia e manuseio** Editora UFLA, 2ªed, p.785, 2005.
- Corrêa, S.F.; Filho, M.B.; Silva, M.G.; Oliveira, J.G.; Aroucha, E.M.M.; Silva, R.F.; Gonzafa, M.P.; Vargas, H. **Sensibilidade ao permanganato de potássio na emissão de etileno em frutos de mamão (*Carica papaya*, L.): Tempo de ocorrência e amplitude do pico climático.** Brazilian Journal of Plant Physiology, v.15, 2003.
- Davanço, T.; Tanada-Palmu, P.; Grosso, C. **Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou capróico: efeito do pH e da adição de surfactantes sobre a funcionalidade dos filmes.** Ciência e tecnologia de Alimentos, Campinas, v.27, n.2, p.408-416, abr.-jun., 2007.
- Fontes, L.C.B.; Sarmiento, S.B.S.; Spot, M.H.F.; Dias, C.T.S. **Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.28, n.4, p.872-880, 2008.
- Franchetti, S.M.M & Marconato, J.C. **Polímeros Biodegradáveis – Uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos** Química Nova, v.29, n.4, p.811, 2006.
- Grosso, V.D.; Spoto, M.H.F.; Gallo, C.R.; Sarmiento, S.B.S. **Efeito do cloreto de cálcio e da película de alginato de sódio na conservação de laranja ‘Pera’ minimamente processada.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.29, n.1, p.107-113, 2009.
- Henrique, C.M.; Cereda, M.P.; Sarmiento, S.B.S. **Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.28, n.1, p.231-240, 2008.
- Hernandes, N.K. **Aplicação de baixas doses de radiação gama para extensão da vida útil de beterraba vermelha (*Beta vulgaris* ssp. *Vulgaris* L.), cv. ‘Early Wonder’, minimamente processada** Tese (doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Pós-graduação em Fitotecnia, Seropédica, p.90, Dezembro, 2006.

IUPAC **International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) “Nomenclatura de Compostos Orgânicos”** Tradução Portuguesa na variants Européia e Brasileira de “A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds – Recommendations 1993”, original em inglês preparado por R. Pânico, W.H. Powell e J.C.Richer, 1993.

Jeronimo, E.M.; Brunini, M. A.; Arruda, M.C.; Cruz, J.C.S.; Fischer, I.H.; Gava, G.J.C. **Conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob atmosfera modificada** Semina: Ciência Agrária, Londrina, v.28, n.3, p.417-426, jul./set., 2007.

Jungermann, E.; Sonntag, N.O.V. **Glycerine: a key cosmetic ingredient.** Cosmetic science and technology, series 11, New York: Marcel Dekker, p.460, 1991.

Lemos, O.L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão ‘Magali R’.** Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Vitória da Conquista – BA, p.115, 2006.

Lima, A.S.; Ramos, A.L.D.; Marcellini, P.S.; Batista, R.A.; Faraoni, A.S. **Adição de agentes antiescurecimento, antimicrobiano e utilização de diferentes filmes plásticos, em mamão minimamente processado.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, v.27, n.1, p.149-152, Abril, 2005.

Maia, L.H.; Porte, A.; Souza, V.F. **Filmes comestíveis: Aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio** B. CEPPA, Curitiba, v.18, n.1, p.105-128, jan./jun., 2000.

Meneghel, R.F.A; Benassi, M.T.; Yamashita, F. **Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora-preta (*Rubus ulmifolius*).** Semina: Ciência Agrária, Londrina, v.29, n.3, p.609-818, Julho-Setembro, 2008.

Miguel, A.C.A.; Begiato, G.F.; Dias, J.R.S.; Albertini, S.; Spoto, M.H.F. **Efeito de tratamento químico na respiração e parâmetros físicos de melão ‘Amarelo’ minimamente processado.** Horticultura Brasileira, v.26, n.4, p.458-463, 2008.

Modesta, R.C.D. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas: prática** Embrapa – CTAA, t.3, p.78, 1994.

Moreira, R.C. **Processamento mínimo de Tangor ‘Murcott’ caracterização fisiológica e recobrimentos comestíveis.** Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, p.72, 2004.

Nelson, D.L. & Cox, M.M. **Lehninger Principles of Biochemistry** 4^a edição, W. H. Freeman, 2005.

Pollo, L.D. **Síntese e caracterização de membranas de poliuretano contendo transportadores metálicos para a separação da mistura proeno/propano.** Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Engenharia de Química, Rio de Janeiro, RJ, 2008.

Reis, C.M.F.; Boas, E.V.B.V.; Boari, C.A.; Píccoli, R.H. **Comunicação: Qualidade e vida de prateleira de banana ‘Prata’ minimamente processada** Ciência Agrotecnica, Lavras, v.28, n.3, p.696-702, maio./jun.,2004

Rigo, L.N. **Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis** Dissertação (mestrado) – Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim – RS, p.130, 2006.

Romero-Bastida, C.A.; Martin-Polo, M.O.; Velazquez, G.; Torres, J.A. **Effect of plasticizer, pH and hydration on the mechanical and barrier properties of zein and ethylcellulose films.** Ciencia y Tecnología Alimentaria, vol.4, n.4, p.251-256, 2004.

Santos, H.P. & Valle, R.P.S. **Influência da sanificação sobre a qualidade de melão ‘amarelo’ minimamente processado: parte II** Ciência agrotecnica, Lavras, v.29, n.5, p.1034-1038, set./out., 2005.

Soares, A.G. & Fonseca, M.J.O. **Alimentos minimamente processados e filmes comestíveis.** Cap.9, In: Tecnologia de alimentos e inovação: tendências e perspectivas, editor técnico, Rosenthal, A., Brasília – DF, Embrapa Informações Tecnológica, 2008.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal** Arned Editora, 3ªEdição, p.541-559, 2004.

Yamashita, F.; Nakagawa, A.; Veiga, G.F.; Mali, S.; Grossmann, M.V.E. **Embalagem ativa para frutos de acerola.** Brazilian Journal of food technology, Campinas, v.9, n.2, p.95-100, abr./jun., 2006.

3. CAPÍTULO II

Definição e caracterização do processo de destanização do caqui 'Mikado' com a utilização de álcool a 70%

RESUMO

O caqui 'Mikado' por ser adstringente necessita de um processo adequado de destanização para gerar um produto minimamente processado de qualidade, tendo este que ser seguro e de pronto consumo. Para isso avaliou-se o tempo de exposição ao vapor de álcool a 70% (7,00mL de álcool.Kg⁻¹ de fruto). Realizou-se o experimento no distrito de D. Mariana, município de Sumidouro – RJ, sendo os frutos transportados para a Embrapa Agroindústria de Alimentos. Os tratamentos foram: D1 – 10 horas; D2 – 36 horas; D3 – 55 horas; D4 – 83 horas; D5 – 107 horas; D6 – 130 horas; e D7 – 155 horas. Os frutos foram colhidos durante sete dias, a cada colheita estes foram selecionados, limpo e tratados com vapor de álcool. Após a destanização os frutos foram transportados durante a madrugada evitando-se assim altas temperaturas. Avaliou-se a firmeza, o pH, acidez titulável total, sólidos solúveis totais e tanino total. Realizou-se também análise sensorial, para determinar o limiar de detecção da adstringência em função da concentração de tanino solúvel na polpa. Verificou-se que quanto maior foi o tempo de exposição, menor foi a firmeza e menor foi a concentração de tanino solúvel na polpa, o limiar de detecção foi de 0,8161 µg.100g⁻¹ de tanino solúvel.

Palavras chave: adstringência; qualidade; *Diospyros kaki*.

ABSTRACT

The 'Mikado' variety Persimmon need a specific process to reduce astringency to get a minimally processed product with quality and ready to eat. It was evaluated the time of exposure to 70% alcohol vapor (7,00mL de álcool.Kg⁻¹ of fruit) needed to reduce the its astringency. The experiment was conducted in D. Mariana location the district of Sumidouro-RJ. After that, the fruit were transported to Embrapa National Research Centre for Food Technology. The treatments were: D1 - 10 hours, D2 - 36 hours; D3 - 55 hours; D4 - 83 hours; D5 - 107 hours; D6 - 130 hours, and D7 - 155 hours. The fruits were collected for seven days. All fruits were selected, cleaned and treated with vapor of alcohol. After the process of reduction astringency fruits were transported, to Embrapa, during the night to avoid high temperatures. It was evaluated the firmness, pH, total titratable acidity, total soluble solids and total tannin. Sensory analysis was also performed to determine the threshold detection of astringency based on soluble tannin content in the pulp. The tannins content decrease with the increasing exposure of fruit to alcohol vapor. The threshold detection of total soluble tannin in the pulp of fruit was 0.8161 µg.100g⁻¹.

Keywords: astringency; quality; *Diospyros kaki*.

3.1. INTRODUÇÃO

O fruto de caqui imaturo é adstringente devido ao tanino solúvel presente no interior das células. A redução da adstringência durante o desenvolvimento e amadurecimento está relacionada com a capacidade natural de remover o conteúdo de tanino existente na polpa do fruto.

Existem varias técnicas para a retirada da adstringência de frutos de caqui, como vapor de álcool, carbureto, gás carbônico, entre outras. A utilização incorreta, por falta de conhecimento ou esclarecimento pelos produtores, pode acarretar perda de qualidade dos frutos como a perda firmeza ou até mesmo ser insuficiente para a retirada da adstringência do fruto. Para o caqui minimamente processado é imprescindível que o fruto que será processado possua boa firmeza e que não apresente adstringência, uma vez que os produtos minimamente processados são de pronto consumo.

Existem poucos trabalhos sobre a remoção da adstringência dos frutos de caqui, relacionando o processo de destanização com parâmetros sensoriais de análise. Com este trabalho espera-se estimar o tempo necessário de exposição ao vapor de álcool para que a concentração de ácido tânico solúvel na polpa do fruto diminua até ser sensorialmente imperceptível.

3.2. Revisão de Literatura

Apenas na Ásia, centro de origem do caqui, existem mais de 2000 cultivares, das quais, a maioria é adstringente. Diante de tamanha variabilidade, existem diferentes métodos de remoção de adstringência, de tal forma que cada um deve ser adaptado a cada cultivar e local de produção. Tais métodos de destanização objetivam promover um acúmulo de acetaldeído na polpa dos frutos, o qual provoca a polimerização das moléculas de taninos solúveis, responsáveis pela adstringência, transformando-os num composto com consistência de gel, insolúvel e, assim, não adstringente (Edagi & Kluge, 2009).

As variedades de caqui são reunidas em três grupos: Sibugaki, variedades cujas polpas são sempre taninosas, de cor amarela, com o fruto contendo ou não sementes, tendo como principais cultivares: ‘Taubaté’, ‘Pomelo’, ‘Rubi’, ‘Mikado’, ‘Regina’, ‘Mazelli’, ‘Hachiya’, ‘IAC-5’, ‘Costa’ e outras; Amagaki, variedades cuja polpa não apresenta tanino e é de cor amarela, contendo ou não sementes, são chamadas variedades de frutos doces ou duros, tendo como principais cultivares: ‘Fuyu’, ‘Fuyuhana’, ‘Jiro’, ‘Fuyugaki’ (‘Hannagoshō’) e outras; e Variável, como o próprio nome indica, reúne as variedades cujos frutos alteram sua composição e cor quando possuem ou não sementes. Quando sem sementes, a polpa é amarela e rica em tanino, quando apresenta sementes, a polpa é de cor escura (chocolate) e sem tanino, tendo como principais cultivares: ‘Rama-forte’, ‘Giombo’, ‘Luiz-de-Queiroz’, ‘Chocolate’ e outras (Biasi et al., 1998; Simão, 1998).

Um dos problemas pós-colheita da cultura de caqui é a destanização dos frutos de variedades taninosas ou variáveis à época de colheita (Shimizu et al., 2002). A falta de conhecimento e tecnologia disponível aos produtores faz com que sejam aplicadas técnicas rudimentares que, eliminam a adstringência, mas promovem amolecimento do fruto, impedindo sua conservação por período prolongado (Muñoz, 2002).

O fruto de caqui imaturo é adstringente devido ao tanino solúvel presente em células especializadas. A redução da adstringência durante o desenvolvimento e amadurecimento de cultivares adstringentes e o desaparecimento da adstringência de cultivares não adstringentes está relacionado com a capacidade natural de remover o conteúdo de tanino existentes na polpa do fruto. Sugere-se que esta capacidade natural depende da quantidade de compostos voláteis, tais como etanol e acetaldeído produzidos pela semente durante o desenvolvimento

do fruto. A produção de etanol pela semente é provavelmente iniciada pela condição de anaerobiose e altas concentrações de CO₂ no período de desenvolvimento do fruto (Muñoz, 2002). Durante o processo de amadurecimento dos frutos, o etileno induz a formação de compostos, responsáveis pelo aroma do fruto como o acetaldeído e o etanol. O acetaldeído pode ser utilizado na polimerização das moléculas de tanino, enquanto o etanol pode ser transformado em acetaldeído pela enzima álcool desidrogenase, auxiliando no processo de destanização (Edagi & Kluge, 2009).

Existem três formas de induzir o acúmulo de acetaldeído na polpa de frutos de caquizeiro e promover a remoção da adstringência, que são: acelerar o amadurecimento dos frutos, armazená-los em ambiente anaeróbico, ou submetê-los a aplicações de etanol. O acetaldeído é uma molécula muito reativa, tem a capacidade de reagir aos grupos fenóis que são hidroxilas ligadas a anéis aromáticos. Os grupos fenóis estão presentes em grande número em compostos fenólicos, como é o caso dos taninos. O acetaldeído pode também ter a liberação de um átomo de oxigênio, que apresenta uma dupla ligação covalente com o carbono desta molécula, possibilitando esta se ligar a duas moléculas de taninos, liberando uma molécula de água (Edagi & Kluge, 2009).

Entre as várias técnicas disponíveis para esta finalidade, estão aquelas que empregam o etanol, etileno ou CO₂, sendo usadas também, pelos produtores, técnicas que empregam o acetileno (carbureto), ácido acético (vinagre), ethephon (2-cloretil fosfônico) ou monóxido de carbono, produzido pela combustão de madeira. Entretanto, existe muito empirismo nas práticas de destanização utilizadas pelos produtores brasileiros. A utilização não adequada dessas técnicas pode causar perdas significativas na qualidade do fruto. Dentre os principais parâmetros para obtenção de frutos de qualidade estão os níveis de concentração e tempos de exposição às substâncias ativas (Biasi et al., 1998; Martins & Pereira, 1989; Muñoz, 2002). Tanto dosagens quanto tempo de exposição dos frutos aos tratamentos de destanização são variáveis na eficiência de uma cultivar para outra. Existem cultivares que apresentam maior eficiência no processo de destanização com atmosfera anaeróbica, outras apresentam maior facilidade de remoção da adstringência com aplicação de vapor de álcool etílico, enquanto outras não apresentam diferenças. Acredita-se que o motivo dessa diferença esteja na atividade das enzimas piruvato descarboxilase e álcool desidrogenase (Edagi & Kluge, 2009).

Segundo Antonioli et al. (2002), a temperatura influencia no processo de destanização de caqui 'Giombo'. A utilização de temperaturas iguais ou superiores a 30°C favorece a rápida destanização, mas a firmeza da polpa nessa temperatura é afetada negativamente. Já em temperaturas de 10 e 20°C, com exposição ao vapor de álcool etílico durante 42 horas, promove a destanização dos frutos levando um tempo maior que os expostos a 30°C, porém os frutos mantêm uma maior firmeza.

A aplicação de álcool etílico (aplicação de etanol) ativa a enzima álcool desidrogenase com subsequente acúmulo de acetaldeído. Já a aceleração do amadurecimento (aplicação de etileno) induz a formação de acetaldeído e etanol. Na aplicação do etileno também ocorre o amolecimento do fruto devido à atividade das celulasas degradando a parede celular e liberando pectinas solúveis que vão ao citosol, onde estas podem sofrer interações não covalentes com as moléculas de tanino, realizando uma função similar ao acetaldeído. Estas podem ainda competir com as moléculas de glicoproteínas presentes na saliva da boca, pela reação às moléculas de tanino, diminuindo assim a sensação de adstringência. E a aplicação de CO₂ induz a transformação do piruvato em acetaldeído em uma reação catalisada pela enzima piruvato descarboxilase (Figura 6) (Edagi & Kluge, 2009).

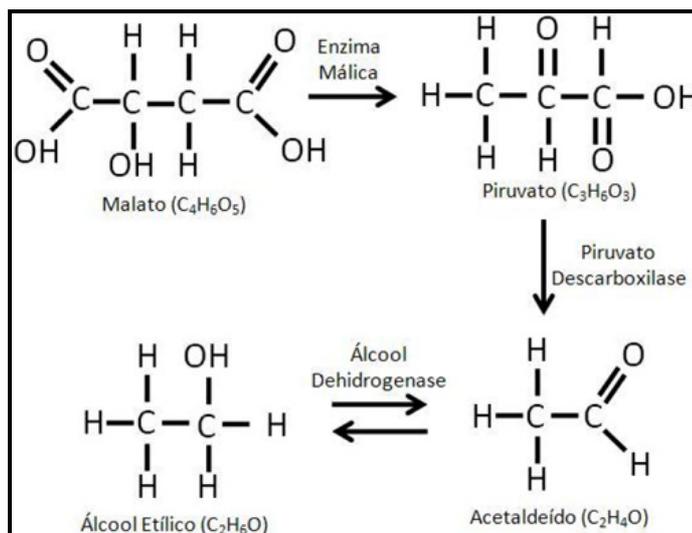


Figura 6. Processo de formação do acetaldeído através do piruvato e do álcool etílico (Edagi & Kluge, 2009).

Cada método apresenta vantagens e desvantagens, cabendo ao produtor incluir em seu sistema de produção o método que se adapte melhor às suas condições, visando a obtenção de um fruto não adstringente, de boa qualidade e com um custo acessível (Edagi & Kluge, 2009).

Os produtores de caqui do distrito de D. Mariana, município de Sumidouro – RJ, utilizam o álcool etílico 96°GL para realizar a destanização dos frutos de caqui ‘Mikado’ (Neves Junior et al., 2007). A destanização com a utilização do etanol consiste em vaporizar álcool etílico sobre os frutos já colocados no interior de câmaras a 25°C, onde permanecem entre três a cinco dias. A quantidade de etanol que penetra no fruto é cerca de 80% do etanol adicionado. Para se evitar descoloração da casca, deve-se manter a temperatura o mais constante possível (Muñoz, 2002).

Conforme as normas técnicas específicas par a produção integrada de caqui (PICAqui), Instrução normativa nº 04 de Julho de 2005, recomenda-se proceder, preferencialmente, aos tratamentos nos caquis que não causem riscos à saúde humana e não comprometam a preservação do meio ambiente, o que é o caso da utilização do álcool para a destanização dos frutos taninosos.

Recomenda-se também proceder à secagem dos frutos previamente ao processo de destanização ou embalagem e realizar o polimento dos frutos de modo adequado, evitando-se danos mecânicos (Instrução normativa nº 04 de Julho de 2005).

3.3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no distrito de D. Mariana, município de Sumidouro – RJ, onde os frutos de caqui cv. ‘Mikado’ foram colhidos com a utilização de tesoura de poda e acondicionados em uma única camada em caixas plásticas revestidas com plástico bolha e retirados do pomar. Os caquis foram colhidos durante sete dias, no período da tarde, sendo então selecionados e “polidos” para a retirada de sujidades e quando preciso secos para remoção de umidade excessiva.

Os frutos foram acondicionados em caixas plásticas com o cálice voltado para baixo, evitando-se assim que estes rolassem. Foram pesados e acondicionados em um isopor de 116,29L (duas caixas por isopor e um isopor por dia, já que o tratamento testado foi o tempo de exposição dos frutos ao vapor de álcool), onde foi aplicado álcool a 70% em uma concentração de 7,00mL de álcool.Kg⁻¹ de fruto, segundo trabalho de Shimizu et al. (2002).

Os frutos foram expostos ao vapor de álcool por períodos de tempo diferentes, onde os tratamentos foram de: **D1** – 10 horas; **D2** – 36 horas; **D3** – 55 horas; **D4** – 83 horas; **D5** – 107 horas; **D6** – 130 horas; **D7** – 155 horas.

O álcool foi pulverizado nas paredes do isopor antes do acondicionamento das caixas de plástico. Desta forma, foi possível evitar o contato direto do álcool com os frutos. Em seguida, os frutos foram acondicionados dentro dos isopores no vapor do álcool. Após a colocação dos frutos os isopores foram imediatamente lacrados com plástico de PVC (com espessura de 0,010mm), permanecendo totalmente lacrados até o final do experimento. A temperatura e umidade relativa ao longo do processo de destanização foram de, respectivamente, 21,3°C ($\pm 1,43^\circ\text{C}$) e de 90,1% no início do processo e após cerca de duas horas de 99,9%, mantendo-se assim até o fim do processo.

Após os tratamentos com álcool, os frutos foram retirados dos isopores, embalados individualmente com papel toalha, para evitar injúrias durante o transporte, e acondicionados em caixas plásticas revestidas com plástico bolha, sendo então transportados até a Embrapa Agroindústria de Alimentos para realização das análises físicas, químicas e sensorial. As atividades foram realizadas conforme fluxograma abaixo (Figura 7).

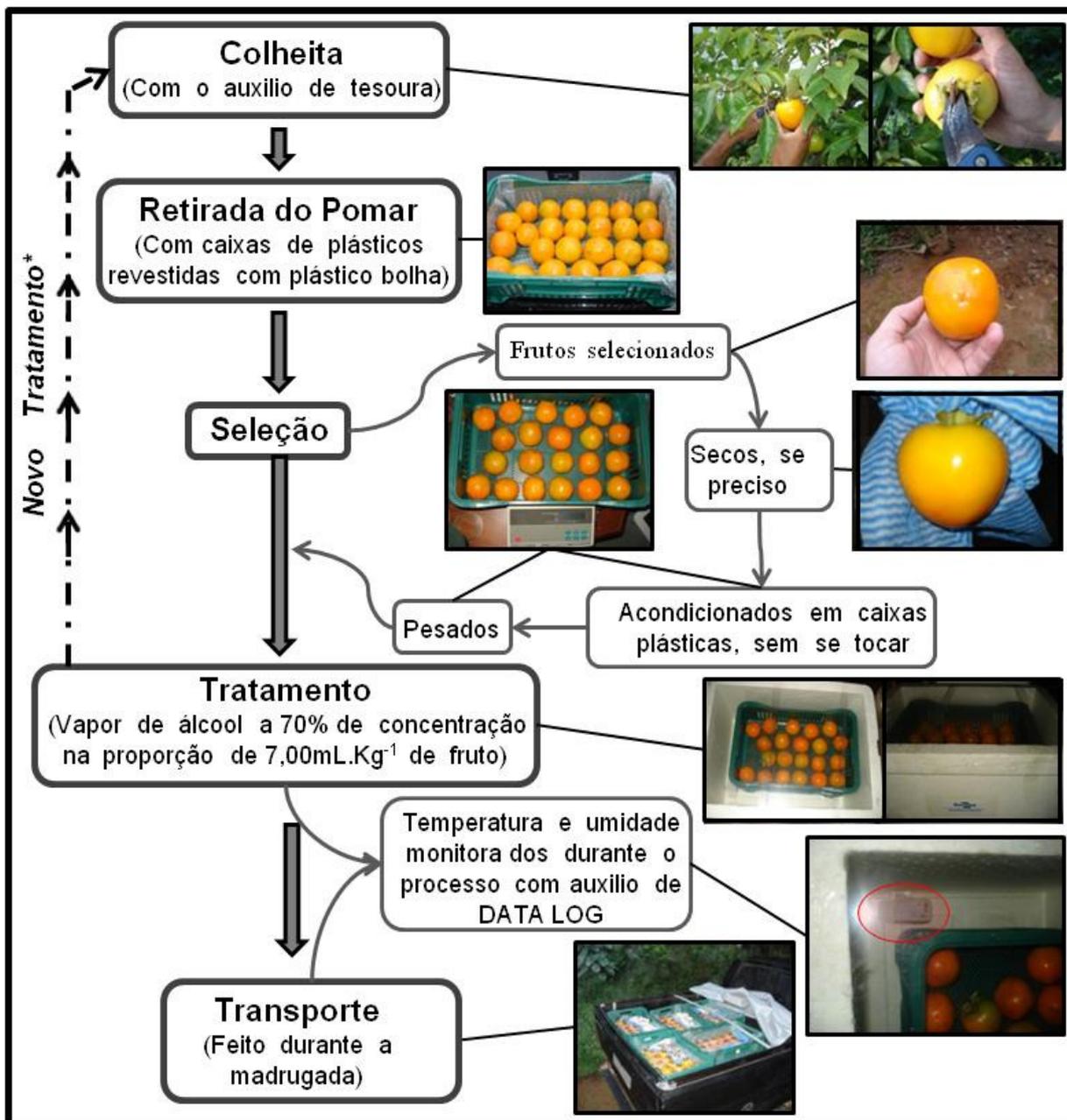


Figura 7. Fluxograma do processo de destanização.

* Como o que se avaliou foi o período de exposição dos frutos ao vapor de álcool a 70%, após os frutos receberem o tratamento, estes foram lacrados nos isopores até o término do experimento. A cada dia (durante 7 dias) era realizado uma nova colheita e todo o processo se repetia. Ao fim os frutos foram retirados do vapor de álcool e transportados para a realização das análises.

As amostras foram preparadas a partir de 4 frutos por caixa, sendo retirado um total de 8 frutos por isopor para as análises físicas e químicas. Após a análise de firmeza os frutos foram triturados e homogêneos em liquidificador. Determinou-se:

- pH: onde se pesou 10 g de amostra até a 4^a casa decimal em bécher de 100 mL, adicionando-se 50 mL de água destilada, deixando sob agitação magnética. A leitura foi então realizada com o uso de titulador automático (ISO 1842, 1991);
- Acidez titulável total: a amostra foi preparada da mesma forma da análise de pH, onde titulou-se com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N em titulador automático

programado para ponto de virada em pH 8,1, sendo os resultados expressos em porcentagem massa/massa de ácido cítrico (ISO 750, 1998);

- Sólidos solúveis totais: colocou-se uma ou mais gotas de amostras no refratômetro eletrônico até cobrir totalmente a superfície do prisma, efetuando-se assim a leitura do aparelho. Realizou-se no mínimo 2 leituras por amostra com diferença máxima entre as leituras de 0,2 °BRIX, caso esta diferença fosse maior repetia-se a análise até que duas leituras em sequência apresentassem no máximo esta diferença (ISO 2173, 1978);
- Firmeza: sendo esta realizadas com penetrômetro com ponteira de 8 mm de diâmetro, com retirada da epiderme antes da leitura;
- Tanino total: pesou-se de 0,75 g a 5 g de amostra (para que a absorvância permanecesse entre 0,2 e 0,8) em frasco de plástico adicionando-se 15 mL de metanol contendo 10% v/v de ácido clorídrico (HCl), sendo então homogeneizado e armazenado em geladeira durante 8 horas. Após a extração filtrou-se as amostras para balão volumétrico de 25 mL, avolumando estes com metanol contendo 10% v/v de HCl. Para cada amostra preparou-se um tubo de ensaio contendo 1 mL de amostra e 5 mL de solução de vanilina 4% m/v em solução de metanol contendo 10% v/v de HCl. Sendo que para cada amostra preparou-se um branco contendo 1 mL de amostra e 5 mL de metanol 10% v/v de HCl. Após 20 minutos realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 5 nm. A cada dia que se realizou esta análise preparou-se uma curva de calibração, onde se utilizou solução de catequina 0,3% m/v em solução metanólica de 80% v/v em concentrações diferentes gerando uma leitura no espectrofotômetro equivalente ao ácido tânico. Adicionando-se metanol 80% de tal forma que a soma da solução de catequina com a de metanol a 80% resultasse em 1mL, colocando-se sempre 5,0 mL da mesma solução de vanilina utilizada no preparo das amostras. Realizou-se leitura desta no espectrofotômetro 20 minutos após a sua preparação (Deschamps and Cheryan, 1987);
- Perda de massa fresca: os frutos foram pesados antes e depois de submetidos aos tratamentos;
- Análise sensorial (detecção de tanino): o limiar de detecção da adstringência da polpa do fruto de caqui 'Mikado' em função do tempo de exposição ao vapor de etanol, na análise sensorial, foi verificado por 28 provadores através do teste de limites, em duas repetições, segundo descrito por Meilgaard et al. (1991). A ficha de avaliação sensorial utilizada possuía a opção de "não detecto" e "detecto", utilizando-se uma ficha manual para coleta de dados (Figura 8). Um segmento correspondente a oitava parte do fruto foi apresentado aos provadores, em pires de louça branca codificado com números de três dígitos, em cabines individuais. A ordem de apresentação foi em uma série crescente de concentração de tanino, do fruto menos taninoso para o mais taninoso, e decrescente no tempo de exposição ao tratamento de destanização (começando pela amostra do tratamento D7 para o D1). A série de sete amostras foi apresentada monadicamente aos provadores, previamente treinados para reconhecer a sensação adstringente. O limiar para cada julgador foi a média geométrica da maior concentração de "não detectada" e a concentração seguinte. O limiar final de adstringência no caqui foi detectado como a média dos limiares de todos os provadores.

Foi realizada análise de variância (ANOVA), sendo 7 tratamentos de destanização (tempos de exposição) e duas posições no isopor, inferior (caixa que ficou na parte de baixo do isopor) e superior (caixa que ficou na parte de cima do isopor). O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso, onde foi considerando diferença significativa entre os tratamentos quando $p < 0,05$. Foi aplicado o teste de Fisher (LSD) para verificar as diferenças entre as

médias ao nível de 1% e 5% de probabilidade. O software utilizado foi Statistica para Windows, versão 5.0 da StatSoft.




Nome: _____
 Data: _____

Você está recebendo amostras do fruto de caqui da variedade “Mikado”. Por favor, indique, para cada uma delas, se você **detecta** ou **não detecta** a presença do estímulo **adstringência**.

Nº Amostra	NÃO DETECTO	DETECTO
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 8. Ficha de avaliação sensorial para o teste de limiar de detecção.

Um segmento correspondente a oitava parte do fruto foi apresentado aos provadores, em pires de louça branca codificado com números de três dígitos, em cabines individuais no laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos. A ordem de apresentação foi em uma série crescente de concentração de tanino, do fruto menos taninoso para o mais taninoso, e decrescente no tempo de exposição ao tratamento de destanização (começando pela amostra do tratamento D7 para o D1). A série de sete amostras foi apresentada monadicamente aos provadores, previamente treinados para reconhecer a sensação adstringente.

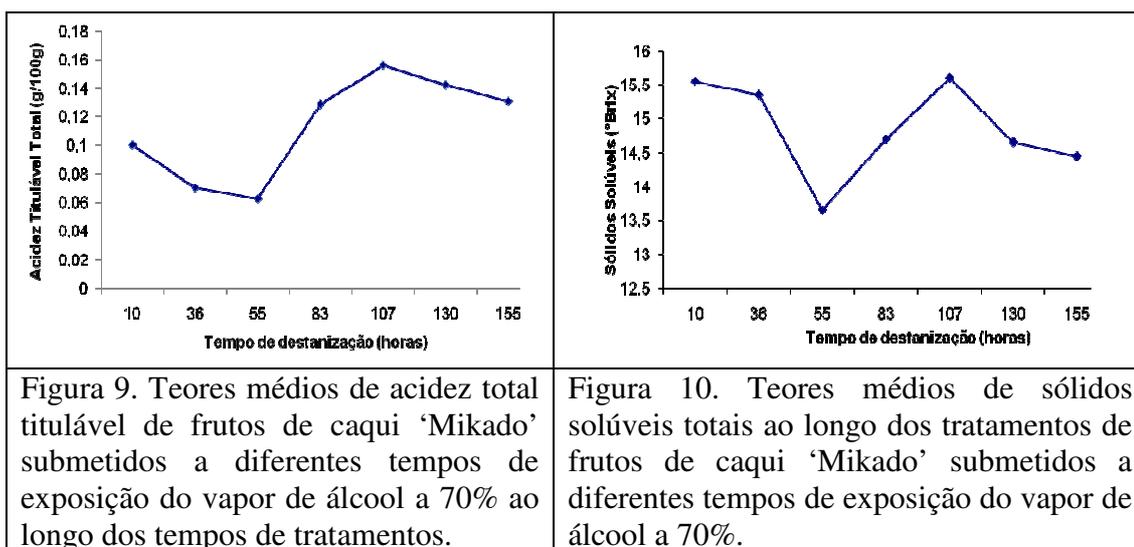
O limiar para cada julgador foi a média geométrica da maior concentração “não detectada” e a concentração seguinte. O limiar final de adstringência no caqui foi detectado como a média dos limiares de todos os provadores.

3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve variação significativa para o pH dos frutos em relação ao tempo de exposição ao álcool ($p > 0,55$) e nem em relação a posição da caixa ($p > 0,42$). Contudo, segundo Shimizu e colaboradores (2002), para o caqui ‘Mikado’, utilizando a mesma concentração de vapor de álcool a 70 % (7,0 mL/Kg de fruto), foram observadas mudanças significativas no pH da polpa dos frutos, onde houve decréscimo após 72 horas do tratamento de destanização. Blum e colaboradores (2008) também determinaram que, em caqui ‘Giombo’ submetido a tratamento de destanização por rápida imersão em solução de álcool (25% e

50%) e armazenado a 18°C, teve diminuição do pH dos frutos para ambos os tratamentos ao longo de 12 dias de armazenamento.

Verificou-se diferença significativa para acidez titulável total e sólido solúveis totais dos frutos apenas em relação ao tempo de exposição ao vapor de álcool ($p < 0,001$), não havendo diferença em relação a posição das caixas ($p > 0,30$). A acidez titulável dos frutos diminuiu até o tempo D3 (55 horas), aumentando até o tempo D5 (107 horas), voltando a diminuir (Figura 9). Os sólidos solúveis também diminuíram até o tempo D3 e aumentaram até o tempo D5, voltaram então a diminuir (Figura 10). Tal fato se deve, provavelmente porque os frutos metabolizaram os ácidos e os sólidos solúveis na respiração até o ponto D3. A partir do ponto D3 o aumento dos sólidos solúveis pode ser atribuído à quebra dos polissacarídeos (amido) em açúcares para serem utilizados na respiração. O aumento da acidez a partir do ponto D3 pode ser devido a intensa atividade metabólica do fruto, além da produção de intermediários do ciclo de Krebs e ácidos provenientes da degradação das paredes celulares (Antoniolli et al., 2000). Provavelmente, a partir do ponto D5 a diminuição da acidez titulável e dos sólidos solúveis pode estar indicando que o fruto está entrando em senescência, consumindo todas as suas reservas. De acordo com Shimizu et al. (2002), também para o caqui 'Mikado' e utilizando a mesma concentração de vapor de álcool a 70% (7,0 mL/Kg de fruto), não houve mudanças significativas em relação à acidez total titulável e os sólidos solúveis totais em um período de 96 horas após o tratamento.



A firmeza apresentou diferença significativa em relação ao tempo de exposição ao vapor de álcool ($p < 0,001$), não havendo diferença em relação a posição das caixas ($p > 0,30$). Quanto maior o tempo de exposição dos frutos ao vapor de álcool, menor foi a firmeza e a concentração de taninos dos mesmos. De acordo com Blum et al. (2008), a firmeza é a característica de maior importância após a remoção da adstringência na conservação dos frutos de caqui. Segundo Girardi et al. (2003), para que os frutos da cv. 'Fuyu' tenham boa aceitabilidade para o consumo *in natura*, a firmeza de polpa deve estar entre 20 e 60N ou 2,04 e 2,12Kgf. A firmeza dos frutos se manteve até o tempo D3 (55 horas), sendo já inferior ao aceitável no tempo D4 (83 horas), indicando um possível período climatérico entre o ponto D3 e D5 (107 horas) (Figura 11). De acordo com Dussán-Sarria et al. (2008), para caqui 'Fuyu' o pico climatérico, em armazenamento a temperatura ambiente (22°C, $\pm 3^\circ\text{C}$) ocorreu no 13º dia após a colheita. A diminuição na resistência da polpa da

caqui ‘Fuyu’ se acentuou a partir do 5º dia a partir da colheita, praticamente ao mesmo tempo que começou a ascensão climatérica. Paralelamente houve um aumento da taxa de produção de etileno, que entre o 6º e 7º dias já havia praticamente dobrado a taxa de produção, certamente exercendo um efeito sobre a firmeza do caqui.

Durante o período de destanização os frutos de caqui ‘Mikado’ permaneceram em um ambiente fechado para absorverem o vapor de álcool. Estas condições podem ter favorecido o acúmulo de etileno e assim adiantado o pico climatérico. Estes resultados corroboram com os resultados esperados.

Constatou-se também diferença significativa em relação ao tempo de exposição e em relação à posição da caixa ($p < 0,001$) para a concentração de taninos totais. A concentração de tanino apresentou uma maior queda a partir do tempo D3 (55 horas), alcançando concentrações imperceptíveis a partir do tempo D6 (130 horas). Os frutos contidos na caixa na parte superior do isopor apresentaram redução da concentração do tanino mais acentuada no tempo D3 para o D4 (83 horas), provavelmente devido à concentração do vapor de álcool na parte superior do isopor (Figura 12). Muñoz (2002) observou que em caqui Rama Forte não existe relação entre o processo de destanização e a perda de resistência da polpa utilizando CO₂ para realizar a destanização.

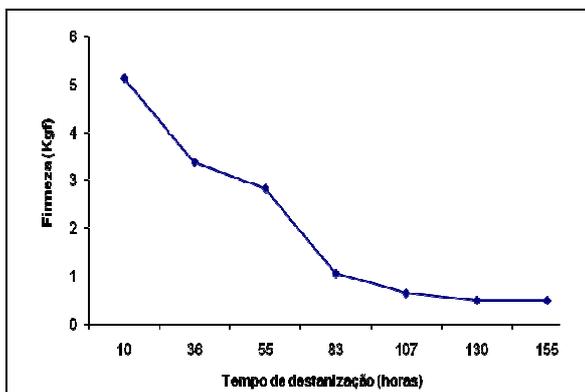


Figura 11. Teores médios da firmeza da polpa de frutos de caqui ‘Mikado’ submetidos a diferentes tempos de exposição do vapor de álcool a 70% ao longo dos tempos de tratamentos.

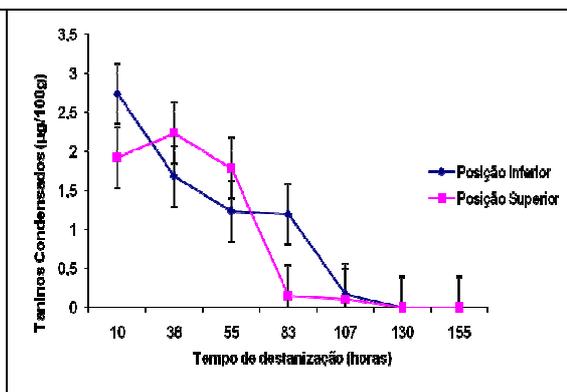


Figura 12. Teores da concentração de taninos de frutos de caqui ‘Mikado’ submetidos a diferentes tempos de exposição do vapor de álcool a 70% ao longo dos tempos de tratamentos.

O acetaldeído é o composto responsável pela polimerização das moléculas de tanino. A penetração do etanol no fruto ocorre principalmente através da superfície da casca, aumentando proporcionalmente em função de sua concentração na atmosfera, sendo preferível aplicar o álcool ao invés de aplicar diretamente o acetaldeído porque os frutos possuem uma maior eficiência em absorver o etanol em comparação com o acetaldeído. Ao ser absorvido o etanol é transformado em acetaldeído pela ação da enzima álcool desidrogenase (Edagi & Kluge, 2009).

Segundo Taira et al. (1997), conforme ocorre o amadurecimento do fruto de caqui há a liberação de pectinas solúveis que auxiliam o acetaldeído na precipitação do tanino solúvel devido a formação de complexos entre a pectina solúvel e os taninos solúveis. Provavelmente é o que está ocorrendo já que quanto maior o período de exposição ao vapor de álcool, menor foi a firmeza e a concentração de taninos solúveis.

Por análise sensorial verificou-se que a primeira detecção sensorial da adstringência ocorreu com 55 horas de tratamento (D3), tanto para a posição inferior da caixa no isopor (Figura 13), quanto para a posição superior (Figura 14), com ocorrência de 45,80 e 61,54% respectivamente. O tanino não foi detectado sensorialmente após 130 horas de exposição ao álcool.

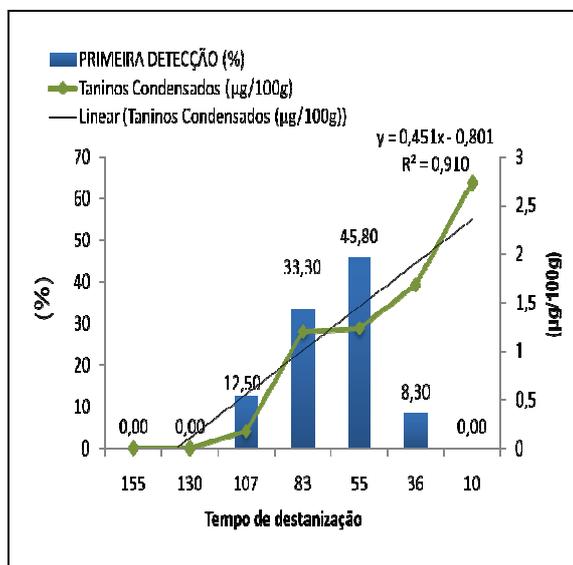


Figura 13. Ocorrência da primeira detecção comparada com teores de taninos condensados presentes na polpa do caqui submetidos a diferentes tempos de destanização (caixa da posição inferior).

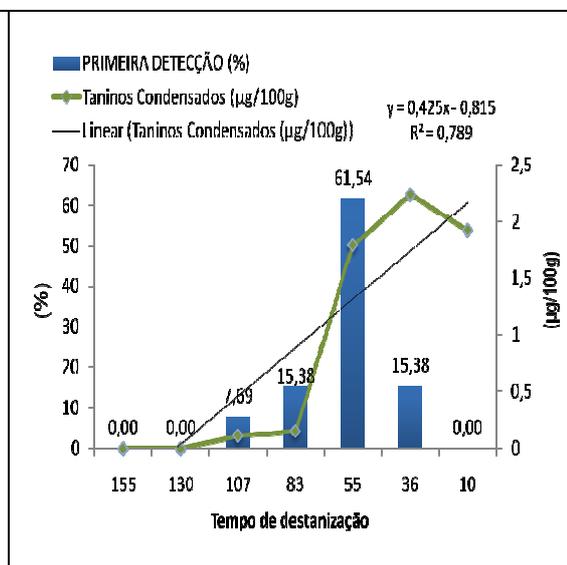


Figura 14. Ocorrência da primeira detecção comparada com teores de taninos condensados presentes na polpa do caqui submetidos a diferentes tempos de destanização (caixa da posição superior).

Na boca, os taninos precipitam as proteínas presentes na saliva, principalmente a amilase, a qual uma vez ligada aos receptores de sabor causa uma sensação de secura no palato, característica de alimentos adstringentes (Edagi & Kluge, 2009).

Verificou-se que o limiar de detecção do tanino solúvel nos frutos das caixas da posição inferior foi de $0,8161 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, enquanto que para a posição superior foi de $0,9725 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, provavelmente esta diferença se deu devido a dificuldade de se padronizar resultados sensoriais por se tratar de uma avaliação empírica de cada provador.

O melhor tempo de destanização, em vapor de álcool a 70%, em relação a firmeza dos frutos para o processamento mínimo de caqui 'Mikado' foi o de 55 horas (D3). Os frutos expostos a tempos superiores a 55 horas ao vapor de álcool apresentaram-se inadequados, à comercialização devido a perda de firmeza. Contudo o melhor tempo de destanização, nessas condições, para a parte sensorial foi o de 83 horas (D4).

Verificou-se também que não houve perda de massa fresca detectável dos frutos em nenhum dos tratamentos durante o processo de destanização. Isto provavelmente porque, logo após cerca de duas horas destes serem lacrados, a umidade relativa alcançou 99,9%, mantendo-se assim até a abertura dos isopores.

3.5. CONCLUSÕES

Uma vez que o limiar de detecção do tanino solúvel presente na polpa do fruto de caqui 'Mikado' foi determinado por análise sensorial, que é uma avaliação empírica,

constatou-se dois resultados de limiar de detecção ($0,8161\mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$ e $0,9725\mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$). Como o limiar de detecção deve ser a menor concentração possível de ácido tânico solúvel presente na polpa da fruta que pode ser percebido sensorialmente, este foi definido como de $0,8161\mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$ de taninos condensados.

O tempo de exposição ao vapor de álcool mais adequado para o processamento mínimo em relação a firmeza foi o D3 (55 horas). Porém, este foi também o tempo que a maioria dos provadores detectaram pela primeira vez a presença sensorial do tanino. De acordo com análise sensorial, o melhor seria o tempo D4 (83 horas), uma vez que para ser utilizado no processamento mínimo o caqui não pode possuir adstringência, pois este tem que ser um produto de pronto consumo. Contudo, neste período os frutos não apresentaram firmeza para serem minimamente processados. Provavelmente o melhor tempo de exposição ao vapor de álcool para se proporcionar uma destanização onde o fruto fique sem adstringência e firme seja entre 55 horas (D3) e 83 horas (D4).

3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antoniolli, L.R.; Castro, P.R.C.; Kluge; Filho, J.A.S. **Remoção da adstringência de frutos de caquizeiro ‘Giombo’ sob diferentes períodos de exposição ao vapor de álcool etílico.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.10, p.2083-2091, Outubro, 2000.

Antoniolli, L.R.; Castro, P.R.C.; Kluge, R.A.; Scarpate Filho, J.A. **Remoção da adstringência de frutos de caquizeiro ‘Giombo’ sob diferentes temperaturas.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.5, p.687-691, 2002.

Biasi, L.A.; Morimoto, F.; Carvalho, R.I.N.; Zanette, F. **Trabalhador na fruticultura – Cultivo do caquizeiro.** Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) – Administração regional do estado do Paraná, Curitiba, p.35, 1998.

Blum, J.; Hoffmann, F.B.; Ayub, R.A.; Prado, P.V.B.; Malgarim, M.B. **Destanização do caqui ‘Giombo’ com etanol e ethephon.** Revista Ceres, Viçosa – MG, v.55, n.1, p.54-59, 2008.

Deschamps, S.S. & Cheruan, M.J. **Determination of phenolic compounds of dry beans using vanillin, redox and precipitation assays.** Food Science, v.52, n.2, p.332-341, 1987.

Dussán-Sarria, S.; Honário, S.L.; Matias, M.L. **Resistencia mecânica, tasa respiratória y producción de etileno de caqui ‘Fuyu’ durante el almacenamiento.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.5, p.498-502, 2008.

Edagi, F.K. & Kluge, A.K. **Remoção de adstringência de caqui: um enfoque bioquímico, fisiológico e tecnológico – Revisão Bibliográfica** Revista Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.2, p.585-594, mar-abr, 2009.

Girardi, C.L.; Parussolo, A.; Danieli, R.; Corrent, A.R.; Rombaldi, C.V. **Conservação de caqui (*Diospyros kaki*, cv. Fuyu, pela aplicação de 1-Metilciclopropano.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, v.25, n.1, p.54-56, Abril, 2003.

Instrução Normativa N° 4 – Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Caqui – NTEPIC Caqui, 19 de Julho de 2005.

International Standar ISO 750:1998 (E) segunda edição **Fruit and vegetable products Determenation of titrable acidity**, 1998.

International Standar ISO 1842:1991 (E) segunda edição **Fruit and vegetable products Determination of pH**, 1991.

International Standard ISO 2173:1978 (E) primeira edição **Fruit and vegetable products Determenation of soluble solids content – Refractometric method**, 1978.

Martins, F.P. & Pereira, F.M. **Cultura do Caquizeiro**. Jaboticabal, FUNEP, 1989. 130p.

Meilgaard, M; Civille, G.V.; Carr, B.T. **Sensory Evaluation Techniques** 2 Edição. Boca Raton: CRC Press, Inc., 1991.

Muñoz, V.R.S. **Destanização do caqui (*Diospyrus kaki* L.) ‘Rama Forte’** Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, p.164, Dezembro, 2002.

Neves Junior, A.C.V.; Soares, A.G.; Fonseca, M.J.O.; Goldenstein, J.L.; Costa, M.G.S. **Levantamento de dados de manipulação e comercialização do caqui produzido no Distrito de D. Mariana, município de Sumidouro – RJ** II Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita – Frutas, Hortaliças e Flores, Viçosa – MG, p.265-265, 2007.

Shimizu, M.K.; Coneglian, R.C.C; Busquet, R.N.B; Castricini, A. **Avaliação do efeito de diferentes concentrações de álcool na destanização e amadurecimento de caqui** Agronomia, v.36, n. ½, p.11-16, 2002.

Simão. S. **Tratado de Fruticultura** Piracicaba, FEALQ, p.760, 1998.

Taira, S.; Ono, M.; Matsumoto, N. **Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins**. Postharvest Biology and Technology, v.12, p.265-271, 1997.

4. CAPÍTULO III

Caracterização e definição de fluxograma do processamento mínimo de caqui 'Mikado'

RESUMO

Produtos minimamente processados (MP) são seguros e de pronto consumo. Apesar de agregar valor ao produto, sendo uma alternativa a baixa dos preços do caqui *in natura* devido a concentração de safra, possui uma vida útil mais reduzida. Visando possibilitar uma alternativa de comercialização avaliou-se a qualidade do caqui 'Mikado' MP armazenado a 5°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) com a aplicação de dois revestimentos comestíveis e sem a aplicação de revestimentos. Colheu-se o caqui no distrito de D. Mariana, município de Sumidouro – RJ, sendo transportados para a Embrapa Agroindústria de Alimentos. Estes foram selecionados, limpos, destaninizados (durante 70 horas), novamente selecionados, tiveram as sépalas dos cálices removidas, sanitizados, processados e novamente sanitizados. Submetendo-se estes aos tratamentos: **T1** – controle; **T2** – revestimento de amido de mandioca; **T3** – revestimento de carboximetilcelulose. Colocados então em túnel de vento, embalados e acondicionados em câmara de refrigeração. Avaliaram-se física, química, sensorial e microbiologicamente as amostras no 3º, 7º e 10º dia após o processo. Verificou-se que para o caqui MP a destanização com álcool a 70% pode não ser a mais indicada devido às altas perdas nesta etapa (21,76%). Os frutos MP do T3 apresentaram menos manchas na polpa que os demais e todos apresentaram-se adequados microbiologicamente.

Palavras chave: minimamente processado; destanização; filme comestível.

ABSTRACT

Minimally processed products (MP) are safe, ready to eat and have a short life, besides adding value and being an alternative to lower prices for fresh persimmon. It was evaluated the quality of persimmon 'Mikado' minimally processed (MP) stored at 5 ° C ($\pm 2^\circ\text{C}$), during 10 days, with and without coatings. The persimmon was harvested in D. Mariana location the district of Sumidouro-RJ city. After that, the fruits were transported to Embrapa National Research Centre for Food Technology. The fruits were selected, cleaned and treated with 70% alcohol vapor (7.00 mL álcool.Kg of fruit) for 70 hours. After the reducing astringency fruits were selected and had the sepals of chalices remove, were sanitized and processed. Fruits were submitted to the following treatments: T1 - control, T2 - cassava starch coating, T3 – carboxymethyl cellulose coating (CMC). It was used an air tunnel to remove the moisture content excess. Then, packed and stored in the cooling chamber. Samples were evaluated on day zero (the process day), 3, 7 and 10 through physical, chemical, sensory and microbiological analysis. The use of 70% alcohol vapor may be not the most indicated process due to high losses in this step (21.76%). Fruits from T3 showed less dark spots in the pulp than the other treatments. All treatments were microbiological adequate.

Keywords: minimally processed; astringency reduction; edible film.

4.1. INTRODUÇÃO

Devido ao seu metabolismo mais ativo os produtos minimamente processados possuem uma menor vida útil, que os íntegros. Entretanto, por ser um produto de pronto consumo, microbiologicamente seguro e com características do produto fresco pode vir a ser uma opção para se agregar valor a produtos como o caqui, que possuem problemas de preço por terem uma safra concentrada em um determinado período do ano.

Por se tratar de um produto de pronto consumo, cuidados devem ser tomados em relação ao caqui para processamento mínimo. Variedades adstringentes, como o caqui 'Mikado', necessitam passar por um processo adequado de destanização para a retirada da adstringência e evitar ao máximo possível à perda de firmeza do fruto.

A utilização de revestimentos comestíveis pode ser também uma alternativa para retardar o metabolismo do caqui minimamente processado, agindo como uma barreira e dificultando assim a perda de água e as trocas gasosas do produto com a atmosfera ambiente. O produto minimamente processado associado com revestimento pode apresentar uma maior vida útil e com isso facilitar a logística de comercialização do caqui.

Espera-se elaborar um fluxograma para o processamento mínimo de caqui, o qual será submetido ao tratamento com revestimento comestível para prolongamento de sua vida útil.

4.2. REVISÃO DE LITERATURA

A produção de frutos e hortaliças minimamente processados vem experimentando crescimento relevante nos últimos anos, em razão de acentuadas mudanças no estilo de vida do consumidor como redução das famílias, busca de conveniência, conscientização da necessidade de uma dieta alimentar saudável e que atenda às exigências de segurança alimentar, o ritmo atual, que obriga a se destinar cada vez menos tempo às atividades de preparo de refeições, o acesso cada vez maior das mulheres ao mercado de trabalho e o aumento da renda real dos trabalhadores com a estabilização da inflação (Paula et al., 2009; Aguila et al., 2007; Sato et al., 2007). Esses fatores exercem forte influência sobre a opção do consumidor na compra destes produtos. Entretanto, a continuidade da expansão desse mercado dependerá da oferta de produtos diversificados e a manutenção da qualidade e da segurança, que garantirá a confiança do consumidor (Pinto, 2007).

Embora o processamento seja mínimo e a tecnologia aparentemente simples, há uma série de cuidados para que os produtos minimamente processados apresentem o frescor esperado, sejam seguros e tenham vida útil comercialmente viável. Frutas e hortaliças minimamente processadas são perecíveis e demonstram rápida perda de qualidade, como consequência de injúrias aos tecidos decorrentes das operações como descascamento, corte, fracionamento, etc. (Carvalho et al., 1998; Kluge et al., 2006; Mamede, 2007; Vanetti, 2004). Estes produtos necessitam ainda especial atenção quanto ao controle de temperatura e o tempo de armazenamento. Entretanto muitas vezes, somente o uso de temperatura baixa não impede o desenvolvimento de microrganismos (Basic et al., 1996; Nunes, 2007).

Operações inevitáveis ao preparo de produtos minimamente processados tais como a retirada das cascas e a redução do tamanho, resultam em perda de água e aceleração da ação enzimática, principalmente pelo rompimento do sistema de membranas das células adjacentes ao corte. O processamento contribui também para o aumento na taxa respiratória e da produção de etileno, ao mesmo tempo em que expõe o produto à contaminação pela remoção da epiderme protetora, favorecendo o crescimento de microrganismos. Este favorecimento se deve pelo fornecimento de substrato proveniente dos exsudatos celulares na superfície cortada. Desta forma, o fruto cortado torna-se ainda mais perecível do que o intacto (Machado et al., 2008).

O aumento da taxa respiratória se deve à resposta dos tecidos à injúria do processamento, como forma de reparar os danos sofridos pelos tecidos, por meio da síntese de compostos cicatrizantes, cuja biossíntese está ligada aos metabolismos respiratórios e secundários (Kluge et al., 2006).

Os benefícios potenciais de filmes comestíveis ou revestimentos para produtos minimamente processados são os de estabilizar o produto e, assim, aumentar a vida útil dos mesmos. Filmes comestíveis podem atrasar o amadurecimento de frutos climatéricos, retardar mudanças na cor de frutos não climatéricos, reduzir a perda da água, reduzir a degradação e melhorar a aparência. Estes podem criar uma atmosfera modificada no interior do produto, que dependerá da permeabilidade gasosa do revestimento e da taxa respiratória do fruto (Freire Junior et al., 2005). Os filmes comestíveis são películas de variadas espessuras constituídas por diferentes substâncias naturais e ou sintéticas que se polimerizam e isolam o alimento, sem riscos à saúde do consumidor (Maia et al., 2000).

Embora o uso de filmes e recobrimentos comestíveis para preservar a qualidade dos alimentos não seja um conceito moderno, pesquisas neste campo têm se intensificado recentemente. Os fatores que contribuem pelo renovado interesse no desenvolvimento de recobrimentos comestíveis incluem demanda do consumidor por alimentos de alta qualidade, preocupações ambientais em relação ao acúmulo de embalagens não biodegradáveis e oportunidades para criar alternativas de mercado para produção de filmes de fontes renováveis (Botrel et al., 2007).

O uso do amido pode ser uma interessante alternativa para filmes e revestimentos comestíveis pelo seu baixo custo, abundância, biodegradabilidade, comestibilidade e fácil manipulação (Botrel et al., 2007). O amido constitui a mais importante reserva de nutrição de todos os vegetais superiores, ocorrendo principalmente em sementes, tubérculos, rizomas e bulbos. Ocorre também em algas e, pelo fato de ser facilmente hidrolisado e digerido é um dos elementos mais importantes na alimentação humana (Rigo, 2006).

Já a aplicação de filmes de celulose como a carboximetilcelulose (CMC) tem sido freqüente em muitos alimentos. Estes filmes tendem a apresentar resistência moderada, são resistentes a óleos e gorduras, são flexíveis, transparentes, sem odor, solúveis em água e com barreira moderada à umidade e ao O₂ (Carvalho Filho, 2000).

4.3. MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1. Colheita e destanização

O caqui foi colhido no distrito de D. Mariana, município de Sumidouro – RJ, no período de final de Março de 2009, onde durante a colheita sofreram uma pré-seleção. Estes então foram embalados individualmente com papel toalha e acondicionados em caixas plásticas revestidas com plástico bolha de tal forma que os frutos formavam apenas uma camada. O transporte foi realizado durante a madrugada para a Embrapa Agroindústria de Alimentos, a fim de se evitar temperaturas elevadas durante o transporte.

Após o transporte os frutos sofreram nova seleção, evitando-se os que apresentaram qualquer tipo de injúria, para se definir as perdas no transporte. Os frutos então foram “polidos” retirando-se qualquer sujidade e acondicionados em caixas plásticas com o cálice voltado para baixo, evitando-se assim que se movessem, e de tal forma que um fruto não ficasse encostando uns aos outros. As caixas plásticas com os frutos foram pesadas e acondicionadas em isopor de 116,29L (duas caixas por isopor), sendo utilizados seis isopores para este experimento, onde se aplicou álcool 70% em concentração de 7,00mL de álcool.Kg⁻¹ de fruto, segundo trabalho de Shimizu et al. (2002). O álcool foi pulverizado nas paredes do

isopor antes do acondicionamento das caixas de plástico, evitando-se o contato direto do álcool com o fruto. Em seguida, as caixas plásticas com os frutos foram acondicionados dentro dos isopores no vapor do álcool, sendo imediatamente lacrados com plástico de PVC (com espessura de 0,010mm), e assim permanecendo totalmente lacrados por um período de 70 horas. Este período de destanização foi estipulado com base no capítulo 2, uma vez que sensorialmente o melhor período de destanização seria 83 horas, porem neste período os frutos não apresentam firmeza para ser realizado o processamento mínimo. Já no período de 55 horas os caquis se apresentaram firmes, contudo foi onde a maioria dos provadores detectaram pela primeira vez a presença de tanino na polpa dos frutos. Sendo assim optou-se por um tempo intermediário no intuito de se ter um fruto firme e sem adstringência.

Após este período os isopores foram abertos e os caquis sofreram nova seleção, avaliando-se assim as perdas durante o processo de destanização (perda de firmeza), sendo descartados apenas os frutos que ao serem manuseados não apresentavam firmeza necessária para o processamento.

4.3.2. Fluxograma do processamento mínimo

O processamento mínimo foi conduzido na planta de processamento da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Esta é dividida em área suja, onde se recebeu o produto que foi processado e a área limpa, onde se processa o produto. A área limpa é a própria sala de processamento, onde todos os equipamentos que foram utilizados, assim como a própria sala, foram devidamente sanitizados, utilizando-se solução clorada a 100mg/L (Sumaveg), Sendo o ambiente mantido sob refrigeração e todos que participaram do processo estavam devidamente equipados com EPI (Equipamento de proteção individual) (Figura 15) a fim de manter toda a sanidade do processo.



Figura 15. Equipamento de proteção individual (EPI), formado por touca, mascara, luvas, avental de manga comprida, avental de plástico e bota.

4.3.2.1. Preparo dos frutos

Na área suja da planta, após a última seleção, foram retiradas as sépalas dos cálices de todos os frutos, sendo estes então encaminhados para a área limpa.

4.3.2.2. Primeira sanitização

Os frutos foram, já na área limpa, imersos em solução clorada de 150mg/L (Sumaveg) durante 20 minutos, em temperatura de aproximadamente 5°C. Sendo então retirados e acondicionados em caixas de plástico previamente sanitizadas, contendo apenas uma camada de frutos por caixa plástica.

4.3.2.3. Corte

Os frutos não descascados foram submetidos a dois cortes perpendiculares no sentido longitudinal. Realizou-se então a remoção dos cálices e dividiu-se mais uma vez cada quarto ao meio, resultando em oito fatias do fruto.

4.3.2.4. Segunda sanitização

Após a etapa de corte os frutos foram novamente sanitizados com solução clorada de 20mg/L (Sumaveg) durante cinco minutos. A temperatura da água de sanitização estava também a aproximadamente 5°C.

4.3.2.5. Aplicação dos revestimentos

Os frutos processados foram submetidos aos tratamentos com revestimentos, ficando imersos por um período de 1 minuto. Aplicaram-se três tratamentos, dois revestimentos comestíveis (determinados no capítulo 1) e um controle. Sendo estes:

T1- Tratamento controle: Água destilada.

T2- Revestimento de amido de mandioca: 3,5% de amido de mandioca; 0,0135% de permanganato de potássio; 0,0135% de lactato de cálcio; 1% de glicerol e 5% de PEG 400, em relação ao peso do polímero principal (formulação Amido 4 do Capítulo 1).

T3- Revestimento de carboximetilcelulose (CMC):1% de CMC; 0,25% de ácido cítrico; 5% de PEG 400, em relação ao peso do polímero principal (formulação CMC 4 do Capítulo 1).

Após a aplicação dos tratamentos com imersão nos revestimentos deixou-se escorrer o excesso. Os frutos minimamente processados foram então acondicionados em barquetes de PVC de 640mL, cujas tampas haviam sido previamente retiradas, e passaram por um túnel de vento para a retirada do excesso de umidade.

4.3.2.6. Embalamento

Após a passagem pelo túnel de vento as barquetes foram vedadas com filme de PVC esticado (com espessura de 0,010mm) e foram encaminhadas para o armazenamento. Separou-se três barquetes de cada tratamento para a realização das análises de teores de O₂ e CO₂ no interior das barquetes lacradas ao longo do armazenamento com o aparelho PBI - Dansensor. Outras três barquetes foram separadas para o monitoramento de perda de massa e duas barquetes de cada tratamento foram separadas para a realização das análises de respiração com o analisador de gases, sendo que estas não foram lacradas para poder permitir a realização da análise de respiração.

4.3.2.7. Armazenamento

O armazenamento se deu em câmara de refrigeração a 5°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) sem controle de umidade, previamente limpa e sanitizada com álcool a 70%. Sendo as barquetes com os frutos minimamente processados armazenadas imediatamente após o embalamento.

4.3.3. Avaliações físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas

O experimento foi conduzido no laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, de Análise Sensorial e de Microbiologia da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Antes do processamento mínimo do caqui 'Mikado', realizou-se a determinação da firmeza (sendo esta antes e depois da destanização), onde avaliou-se a firmeza de 12 frutos, escolhidos de forma aleatória, sendo esta realizada com penetrometro (Mc CORMICK) com ponteira de 8mm de diâmetro, antes de se realizar a leitura retirou-se a epiderme do fruto. Após a destanização, no intuito de caracterizar quimicamente os frutos, selecionou-se 12 frutos de forma aleatória, 2 frutos por isopor, sendo um fruto por caixa plástica. Após a determinação da firmeza dos frutos preparou-se amostras compostas, onde cada amostra era constituída por 4 frutos, sendo estes triturados em liquidificador, originando-se um total de 3 amostras prontas para análise. Determinou-se:

- pH: onde se pesou 10 g de amostra até a 4ª casa decimal em bécher de 100 mL, adicionando-se 50 mL de água destilada, deixando sob agitação magnética. A leitura foi então realizada com o uso de titulador automático (ISO 1842, 1991);
- Acidez titulável total: a amostra foi preparada da mesma forma da análise de pH, onde titulou-se com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N em titulador automático programado para ponto de virada em pH 8,1, sendo os resultados expressos em porcentagem massa/massa de ácido cítrico (ISO 750, 1998);
- Sólidos solúveis totais: colocou-se uma ou mais gotas de amostras no refratômetro eletrônico até cobrir totalmente a superfície do prisma, efetuando-se assim a leitura do aparelho. Realizou-se no mínimo 2 leituras por amostra com diferença máxima entre as leituras de 0,2 °BRIX, caso esta diferença fosse maior repetia-se a análise até que duas leituras em sequência apresentassem no máximo esta diferença (ISO 2173, 1978);
- Açúcares totais: por espectroscopia, onde separou-se um bécher por amostra e em cada um deles, com auxílio de seringa, adicionou-se 10mL de água destilada, 5 gotas de reagente específico para esta análise e 1 mL da amostra. Molhou-se a fita específica do kit para açúcares na solução do bécher ao mesmo tempo em que se apertou a tecla START do aparelho eletrônico, aguardando-se então o tempo de análise de 600 segundos para cada amostra;
- Vitamina C: realizou-se esta análise com o mesmo aparelho utilizado na análise de açúcares totais, onde logo após a trituração e homogeneização da amostra apertou-se no aparelho o botão START ao mesmo tempo em que a fita especificada para análise da vitamina C do kit foi imersa na amostra, após 15 segundos realizou-se a leitura com o aparelho, sendo este procedimento repetido para cada amostra.

Realizou-se também, ao longo dos 10 dias de armazenamento análises de: pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, açúcares totais e vitamina C como descrito acima. Além de perda de massa fresca, onde pesou-se amostras no dia do processamento mínimo (dia 0), sendo as mesmas pesadas ao longo do experimento, determinando assim a perda da massa fresca pela diferença com a do dia 0; foram realizadas determinações de taxa respiratória; análises sensoriais; e análises microbiológicas. As análises de microbiologia foram realizadas nos dias 0, 7 e 10, segundo metodologia da APHA (2001), para *Salmonella* sp. e coliformes a

45°C. Verificou-se também se a atmosfera modificada no interior da barquete ficaria com concentrações adequadas de CO₂ e O₂.

A análise de respiração com as barquetes abertas foram realizadas no Analisador de Gases (Figura 16), com as amostras acondicionadas nas barquetes sem tampas foram colocadas em recipientes de vidro (3265mL), cujas tampas foram adaptadas com válvulas de entrada e saída, para medições de %O₂ e %CO₂. Os recipientes então foram fechados e lacrados com uma fita isolante, anotando-se a hora do fechamento e armazenando-os novamente na câmara fria. As leituras foram realizadas inicialmente após 1 hora e depois após 3 horas do fechamento dos recipientes. Contudo, devido à baixa taxa respiratória do produto o tempo teve que ser ajustado, sendo a primeira leitura feita aproximadamente 4 horas e a segunda leitura com 8 horas depois do fechamento dos recipientes. Após duas leituras, os recipientes eram novamente abertos, sendo mantidos assim por no mínimo um período de 15 horas. As leituras foram realizadas durante todo o período de armazenamento. As amostras só eram retiradas da refrigeração para a realização das leituras, voltando a ser armazenadas sob refrigeração após a leitura, estando os recipientes lacrados ou não.

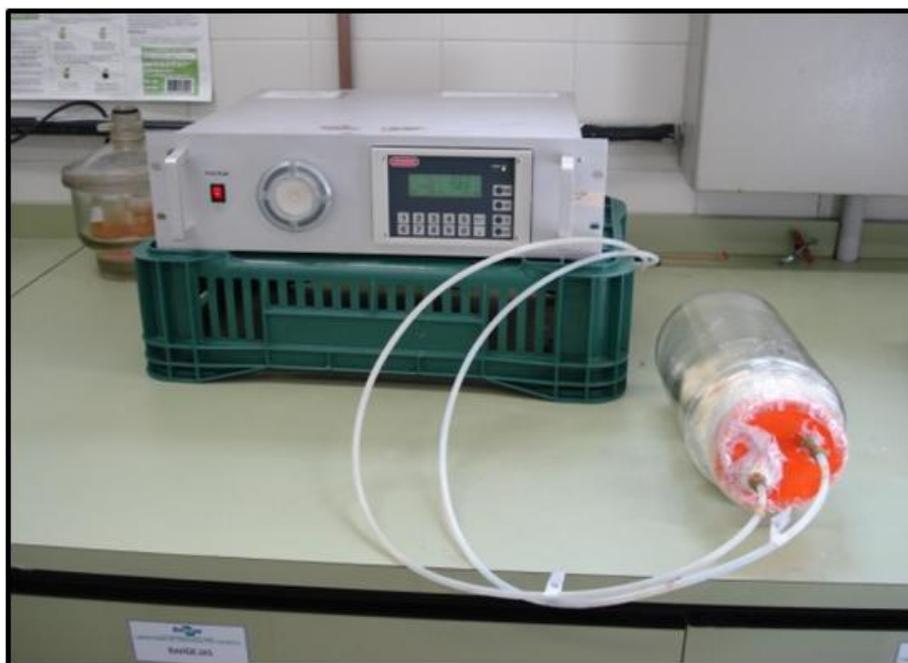


Figura 16. Analisador de Gases conectado ao recipiente de vidro para se fazer a leitura da amostra.

A verificação da atmosfera modificada do interior das barquetes lacrada com PVC (com espessura de 0,010mm) foi realizada no aparelho PIB – Dansensor (Figura 17), em triplicata, onde se utilizou um septo preso ao PVC para introdução da agulha do aparelho e se realizar a leitura (%O₂ e %CO₂).



Figura 17. Aparelho PIB - Dansensor conectado à barquete para se fazer a leitura da amostra.

A avaliação sensorial se iniciou com a etapa de levantamento de atributos, na qual apresentou-se aos provadores as amostras com três e sete dias de armazenamento e estes sinalizaram quais as características mais importantes em relação à aparência, textura e sabor. Para isto, foi utilizada uma ficha onde os provadores poderiam fazer suas anotações (Figura 18). Após o teste, houve um consenso entre os provadores para se definir quais atributos seriam avaliados.

			
LEVANTAMENTO DE ATRIBUTOS			
Nome: _____		Data: _____	
PRODUTO: CAQUI			
- Três dias de armazenamento:			
APARÊNCIA	TEXTURA	SABOR	
1-			
2-			
3-			
- Sete dias de armazenamento:			
APARÊNCIA	TEXTURA	SABOR	
1-			
2-			
3-			

Figura 18. Ficha de avaliação sensorial para o teste de levantamento de atributos.

O caqui minimamente processado foi então avaliado sensorialmente por meio do teste de comparação múltipla (Modesta, 1994). Os provadores receberam uma amostra por vez, dos três tratamentos, acompanhada por uma referência (R), onde estes não sabiam do que se tratava, mas que era constituída pelo tratamento controle. Os atributos avaliados para a aparência foram: cor da casca, cor da polpa e presença de manchas marrons na polpa; a textura, firmeza e suculência; e para o sabor: sabor característico de caqui, gosto doce, gosto salgado e adstringência.

Aos provadores solicitou-se que assinalassem em cada amostra se esta era igual ou diferente da referência e o grau da diferença de acordo com uma escala de categoria que variou de 1 – extremamente menos que R a 9 – extremamente mais que R (5 – igual a R). Para isto foi utilizado o software FIZZ (Dijo, Versão 2,10) para coleta dos dados (Figura 19 e 20). Sendo esta avaliação feita em duas seções, ou seja, duplicata. Os provadores receberam as amostras em ordem balanceada e codificadas com número de três dígitos, acompanhada de água mineral para limpeza do palato.

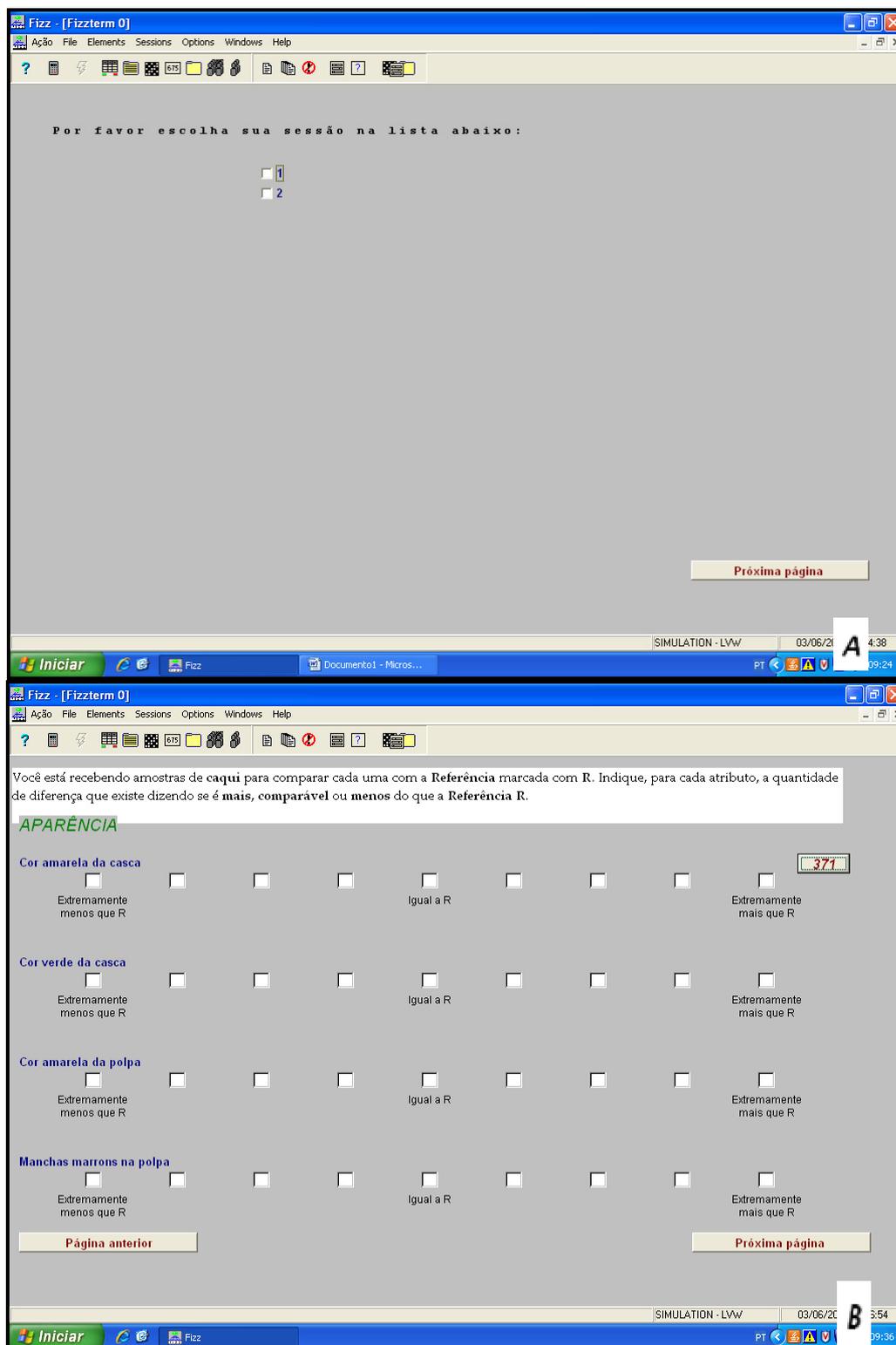


Figura 19. Ficha para o provador definir se iria fazer a primeira ou a segunda duplicata (A) e ficha de avaliação sensorial para o teste de comparação múltipla para uma amostra (atributos de aparência) (B).

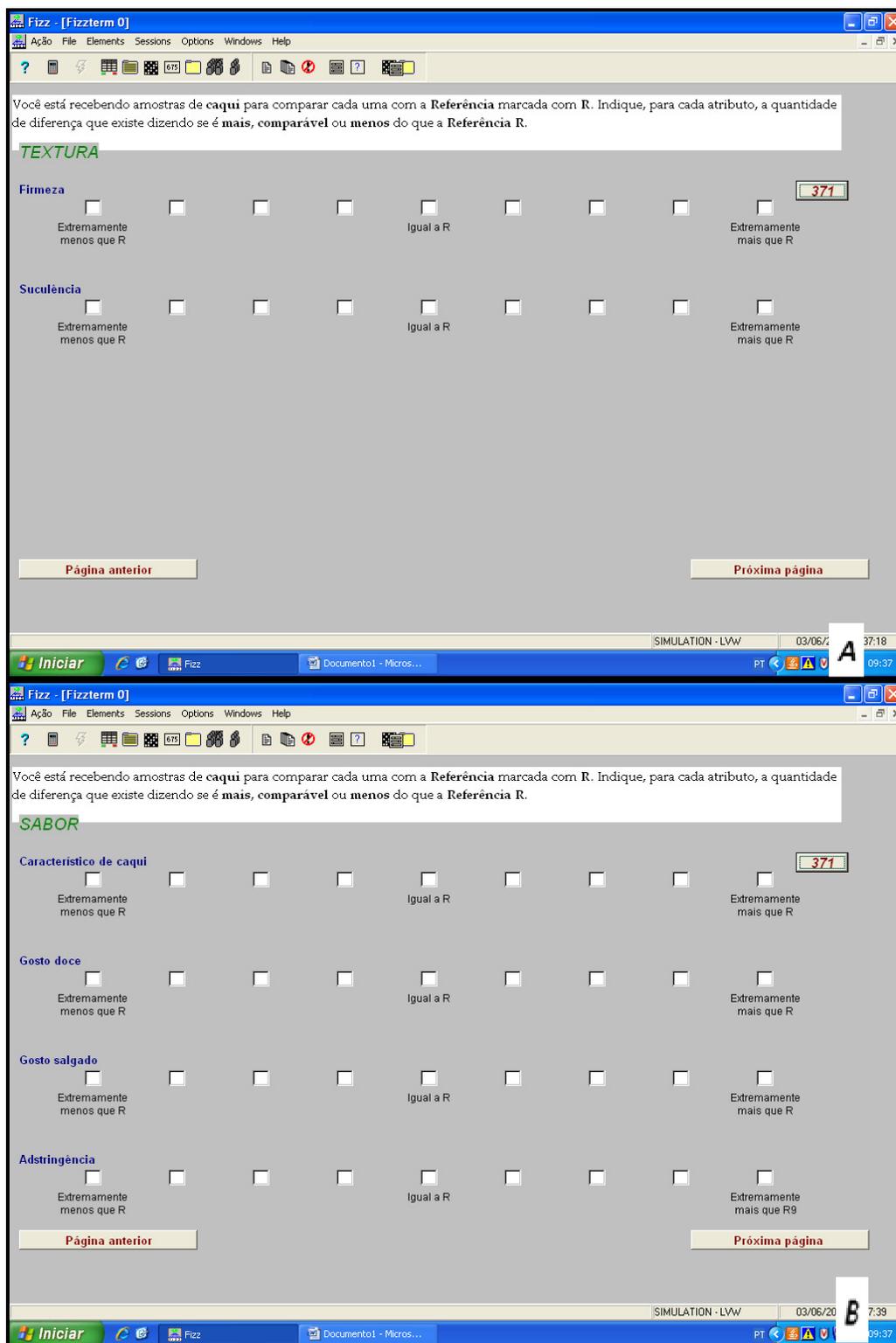


Figura 20. Ficha de avaliação sensorial para o teste de comparação múltipla para uma amostra (atributos de textura) (A) e ficha de avaliação sensorial para o teste de comparação múltipla para uma amostra (atributos de sabor) (B).

O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso. Os resultados foram interpretados por análise de variância (ANOVA) considerando-se os diferentes revestimentos, o tempo de armazenamento e a interação entre estes. Foi aplicado o teste de Fisher (LSD) para verificar as diferenças entre as médias das análises físicas e químicas ao nível de 1% e 5% de probabilidade. Foi utilizado o software STATISTICA versão 5.1 da StatSoft, para as análises sensoriais, quando a diferença foi significativa, foi realizado o teste de Dunnett.

4.4. Resultados e Discussão

4.4.1. Colheita e destanização

Verificou-se que durante o transporte, as perdas de frutos foram de 10,83%. Após o transporte os frutos que se encontravam perfeitos para a destanização foram contabilizados e destanizados, e as perdas durante a destanização foram de 21,76%. Essas perdas provavelmente ocorreram pelo grande período de exposição que os frutos tiveram ao vapor de álcool. Portanto, as perdas totais, nesta etapa, ficaram em 32,59% entre a colheita e o processo de destanização. Fica evidente que o processo de destanização com álcool pode não ser o mais adequado para o processamento mínimo uma vez que representou cerca de 67% das perdas de toda esta etapa.

4.4.2. Processamento mínimo

O processamento mínimo de caqui teve um rendimento de 83,76 %. Este rendimento aparentemente elevado pode estar relacionado com a não retirada da casca durante o processo. O mamão formosa minimamente processado em fatias tem o rendimento de 66%, enquanto que o processado em metades rende 80%, já abacaxi minimamente processado possui rendimento de 61,84% \pm 1,07%, (Sarzi et al., 2002; Souza et al., 2005), enquanto que Soares Junior et al. (2007) relatam rendimento médio de 71,4% em processamento mínimo de araticum (da família Annonaceae).

Para a elaboração do fluxograma decidiu-se retirar as sépalas dos cálices dos frutos antes de se realizar a primeira sanitização, fase anterior ao processamento, para facilitar a ação da solução sanitizante, diminuindo assim a área superficial do produto, e para facilitar o corte dos frutos na hora do processamento. O corte longitudinal em quatro partes, antes de se retirar o cálice, facilitou a remoção deste, causando menor quantidade de injúria possível ao fruto, uma vez que este é inserido dentro do fruto, sendo de difícil a remoção. A retirada por outro modo poderia causar maiores injúrias à polpa do fruto. O corte escolhido foi o longitudinal para tentar homogeneizar ao máximo as unidades (pedaços) dos frutos e a taxa respiratória destas. Ao se cortar longitudinalmente as quatro partes do corte anterior, após a retirada do cálice, geraram-se pedaços não muito grandes, facilitando assim a ingestão destes.

Segundo Brecht et al. (2007), diferentes produtos e/ou tecidos de um mesmo produto podem responder distintamente a diferentes estresses mecânicos. Por exemplo, a extremidade do talo de salsão tem uma taxa metabólica bem menor do que as células associadas com o floema no tecido vascular. A inclusão de pedaços diferentes de frutos numa mesma embalagem pode, portanto, dar origem a produto de qualidade desuniforme.

O fruto de caqui geralmente é consumido sem ser descascado, com isso optou-se em não descascar os frutos, e apenas realizar o corte. Isso causou menos injúrias ao fruto, submetendo estes a uma condição menos estressante do que seria se fossem descascados.

O fluxograma proposto por este trabalho consiste em preparo dos frutos; primeira sanitização; corte; segunda sanitização; tratamento com revestimento; embalagem e armazenamento, como está descrito na Figura 21:

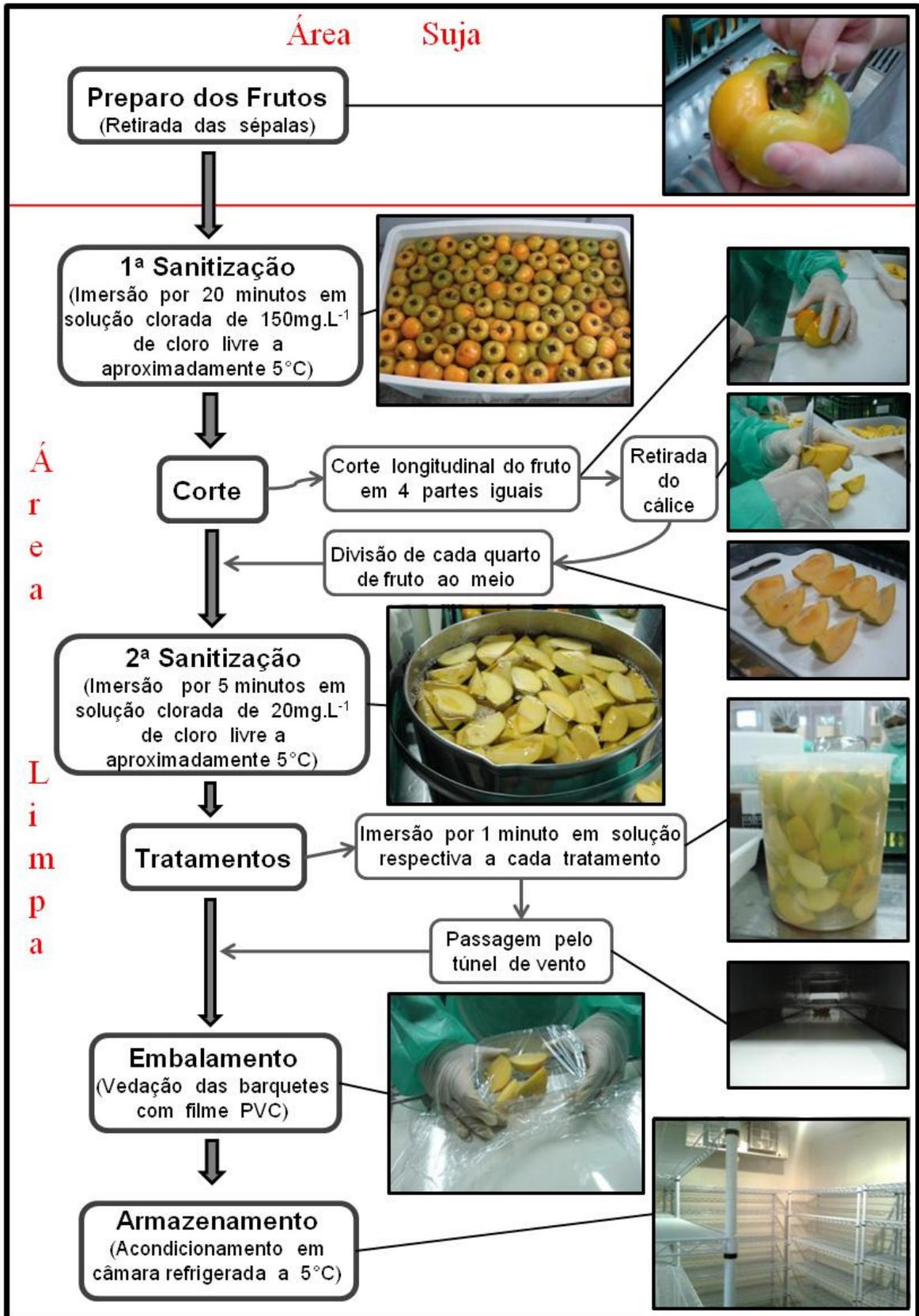


Figura 21. Fluxograma do processamento mínimo definido.

Apesar de todas as exigências do caqui minimamente processado, este tipo de produto pode vir a ser economicamente interessante, uma vez que este pode agregar valor ao caqui 'Mikado', podendo favorecer os produtores. Além disso, o processamento mínimo de caqui 'Mikado' pode ser uma opção de mercado para o período de pico de safra, quando este alcança os menores preços.

4.4.3. Análises físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas

Ao se realizar a caracterização dos frutos antes de serem processados verificou-se que em média a firmeza foi de 5,7 Kgf antes da destanização e de 4,4 Kgf depois da destanização. Apesar da firmeza ter diminuído em média 22,81% devido ao processo de destanização, os frutos ainda possuíam firmeza comercial. Segundo Girard et al. (2003), para que os frutos da cv. 'Fuyu' tenham boa aceitabilidade para o consumo in natura, a firmeza da polpa deve estar entre 20 e 60 N ou 2,04 e 2,12 Kgf.

Os frutos após a destanização apresentavam-se em média com pH de 6,11, acidez titulável total (ATT) de 0,09 g/100g, concentração de sólidos solúveis totais (SST) de 13,7 °BRIX, concentração de açúcares totais de 76 g/L e vitamina C de 273 mg/L (Tabela 13). Os resultados obtidos foram bem próximos aos resultados obtidos por Shimizu et al. (2002), onde os caquis 'Mikado' logo após a destanização apresentaram-se em média com o pH de 5,88, concentração de sólidos solúveis totais de 16,45 °BRIX e acidez titulável total de 0,09 g/100g.

Tabela 13. Resumo das médias da caracterização química dos frutos após a destanização e antes do processamento mínimo.

Caqui Mikado	
pH	<i>6,11</i>
ATT (g/100g)	<i>0,09</i>
SST (°BRIX)	<i>13,7</i>
Açúcares totais (g/L)	<i>76</i>
Vitamina C (mg/L)	<i>273</i>

Verificou-se que os revestimentos não interferiram no pH das polpas dos frutos minimamente processados. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,924$) e nem durante o tempo de armazenamento ($p > 0,123$). Segundo Fontes et al. (2008), em maçã minimamente processada tratada com revestimento a base de amido de mandioca, associado a solução conservadora (1% de ácido ascórbico, 0,5% de ácido cítrico, 0,25% de cloreto de cálcio e 0,7% de cloreto de sódio) aplicada sobre os frutos minimamente processados antes da aplicação do revestimento, só apresentou diferença significativa entre os tratamentos com fécula de mandioca e o controle no 13º dia de armazenamento sob refrigeração (2°C), onde o tratamento com revestimento com fécula de mandioca apresentou um pH mais ácido. Já os

frutos tratados somente com a solução conservadora apresentaram um pH mais ácido em todos os dias quando comparado com o controle e o tratamento com revestimento.

O aumento da acidez titulável total no 3º dia pode indicar um aumento do metabolismo dos frutos minimamente processados (Figura 22). Este aumento pode ser devido à intensa atividade metabólica, onde a quebra da parede celular estará liberando ácidos, além da maior produção de intermediários do ciclo de Krebs (Antoniolli et al., 2000).

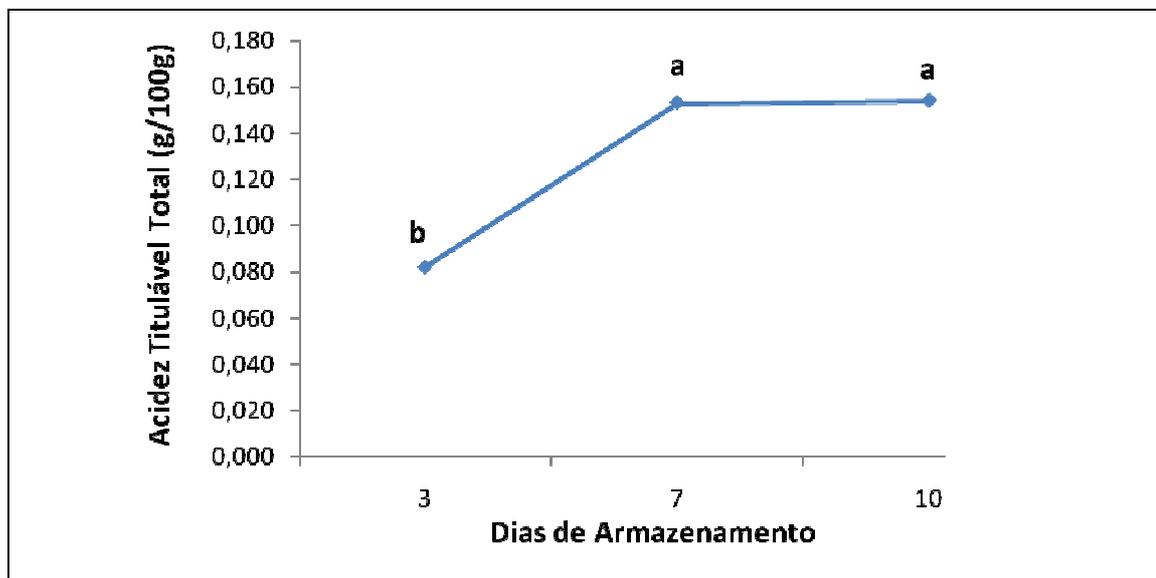


Figura 22. Média da acidez titulável total dos tratamentos ao longo do armazenamento (5°C) de frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados (médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Fisher (LSD) a 5%).

Segundo Souza et al. (2005), mamões minimamente processados, cortados em fatias e ao meio, apresentaram comportamentos distintos quanto a acidez durante o período de armazenamento. Enquanto que o mamão minimamente processado cortado em fatias teve um acréscimo em sua acidez total titulável, o mamão cortado em metade apresentou um decréscimo na acidez. O acréscimo da acidez que foi detectado no mamão cortado em fatias pode estar associado a um maior metabolismo deste fruto minimamente processado em comparação ao que foi cortado ao meio.

Os revestimentos apresentaram-se efetivos na conservação dos sólidos solúveis totais, apresentando níveis superiores que do tratamento controle (Tabela 14). Verificou-se apenas diferença significativa entre os tratamentos, não havendo diferença significativa ao longo do período de armazenamento. Essa maior quantidade de sólidos solúveis totais nos tratamentos com revestimento pode estar relacionado ao fato destes terem diminuído a precipitação dos taninos solúveis presente na polpa, interferindo assim nesta leitura, e/ou da própria constituição dos revestimentos, onde os constituintes destes poderiam estar também interferindo na leitura.

Tabela 14. Média dos resultados de sólidos solúveis totais dos frutos de caqui ‘Mikado’ minimamente processados ao longo do armazenamento a 5°C.

Dia	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)		
	Controle (T1)	Amido (T2)	CMC (T3)
3	12,5	13,0	13,1
7	12,8	13,7	13,1
10	12,6	14,1	13,2
Média	12,6 C	13,6 A	13,1 B

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Fisher (LSD) a 5%.

Os sólidos solúveis geralmente são utilizados como método indireto para quantificação dos açúcares, que constituem normalmente 65 a 85% do teor de sólidos solúveis totais na maioria dos frutos e hortaliças (Shimizu, 2006). Contudo, segundo Muñoz (2002), enquanto existe tanino na polpa do fruto de caqui, a leitura do refratômetro não indica o teor de açúcares no fruto, e sim um somatório do tanino solúvel e açúcares.

Segundo Neves et al. (2006), para carambola minimamente processada não houve diferença significativa entre as concentrações de sólidos solúveis dos tratamentos e ao longo do período de armazenamento.

Ao se comparar o caqui minimamente processado submetido ao tratamento controle com o caqui já destanizado e o não processado, em relação à concentração de sólidos solúveis verifica-se que houve uma redução de quase 1° BRUX, sendo que em relação ao revestimento a base de amido quase não apresentou variação. Já na concentração de açúcares totais, houve um grande aumento, passando de 76 g.L⁻¹ para em média 135 g.L⁻¹ no tratamento controle, o que pode indicar um aumento no metabolismo do fruto após o processamento mínimo, onde as células estariam quebrando os carboidratos de reserva, gerando assim substratos para serem utilizados na respiração. Durante o armazenamento não houve variação significativa entre os tratamentos e o período de armazenamento (p>0,68) para a concentração de açúcares totais.

Provavelmente o tanino solúvel e/ou os constituintes dos revestimentos estão interferindo na leitura dos sólidos solúveis totais, uma vez que não houve diferença significativa entre os tratamentos e nem ao longo do armazenamento.

De acordo com Pereira et al. (2003), as pequenas alterações ocorridas nos teores de açúcares totais das amostras de goiaba minimamente processadas durante o período de armazenamento podem ser atribuídas à variabilidade da matéria-prima.

Verificou-se que, em relação ao ácido ascórbico, houve diferença significativa entre os tratamentos, o período de armazenamento e interação entre estes fatores (Tabela 15). Os revestimentos comestíveis não foram adequados para garantir uma manutenção da concentrações de ácidos ascórbicos (vitamina C) na polpa dos frutos minimamente processados. No caso do revestimento a base de amido de mandioca, a presença do permanganato de potássio, que foi utilizado no intuito de oxida o etileno, pode estar oxidando também ácido ascórbico, uma vez que este composto químico é um forte agente oxidante

(Corrêa et al., 2003). A diminuição da concentração do revestimento ao longo do tempo pode estar ocorrendo devido à oxidação destes por oxigênios ativos produzidos pelo metabolismo das células, já que este é um poderoso antioxidante (Nelson & Cox, 2005).

Tabela 15. Média dos resultados de ácido ascórbico (vitamina C) dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados ao longo do armazenamento a 5°C.

Dia	Ácido Ascórbico (mg/L)		
	Controle (T1)	Amido (T2)	CMC (T3)
3	272 Aa	263 Aa	260 Aa
7	202 Ab	135Bb	138 Bc
10	160 Ac	156 Ab	179 Ab

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Fisher (LSD) a 5%.

Os revestimentos podem conter materiais que melhorem suas propriedades mecânicas, de proteção, sensoriais ou nutricionais (Rigo, 2006). A adição então de ácido ascórbico na formulação do revestimento a base de CMC pode ser uma solução para prevenir a perda natural de ácido ascórbico pelo fruto minimamente processado e também pela perda proporcionada pelo próprio revestimento. Contudo, a adição deste componente pode vir a influenciar nas propriedades mecânicas, sensoriais, funcionais e de permeabilidade do revestimento (Meneghel et al., 2008). A adição do ácido ascórbico na formulação do revestimento a base de amido de mandioca provavelmente não será interessante devido a presença do permanganato de potássio, uma vez que estes dois componentes poderiam acabar por se anular, parcialmente ou totalmente por terem funções antagônicas.

Pereira (2005) verificou que ao longo do período de armazenamento de goiaba *in natura* houve aumento nos teores de ácido ascórbico, que provavelmente está associado à evolução do amadurecimento. Ou seja, frutos num estágio de maturação mais avançado, apresentam maiores teores de vitamina C. Isto ocorreu, provavelmente, devido à necessidade de síntese de compostos antioxidantes para a manutenção do metabolismo do órgão do vegetal.

Verificou-se que, em relação a massa fresca houve diferença significativa entre os tratamentos, o período de armazenamento e interação entre estes fatores. Os frutos submetidos aos diferentes tratamentos perderam massa fresca ao longo do armazenamento, contudo o tratamento com o revestimento de amido foi o que mais perdeu. O tratamento com o revestimento de CMC perdeu massa fresca na mesma proporção que o controle até o dia 7, a partir deste ponto passou a perder menos massa que o controle ao longo do armazenamento. O tratamento de CMC foi o mais efetivo na prevenção da perda de massa fresca. Em contrapartida, o revestimento com amido de mandioca foi o que apresentou a maior perda de massa fresca (Tabela 16).

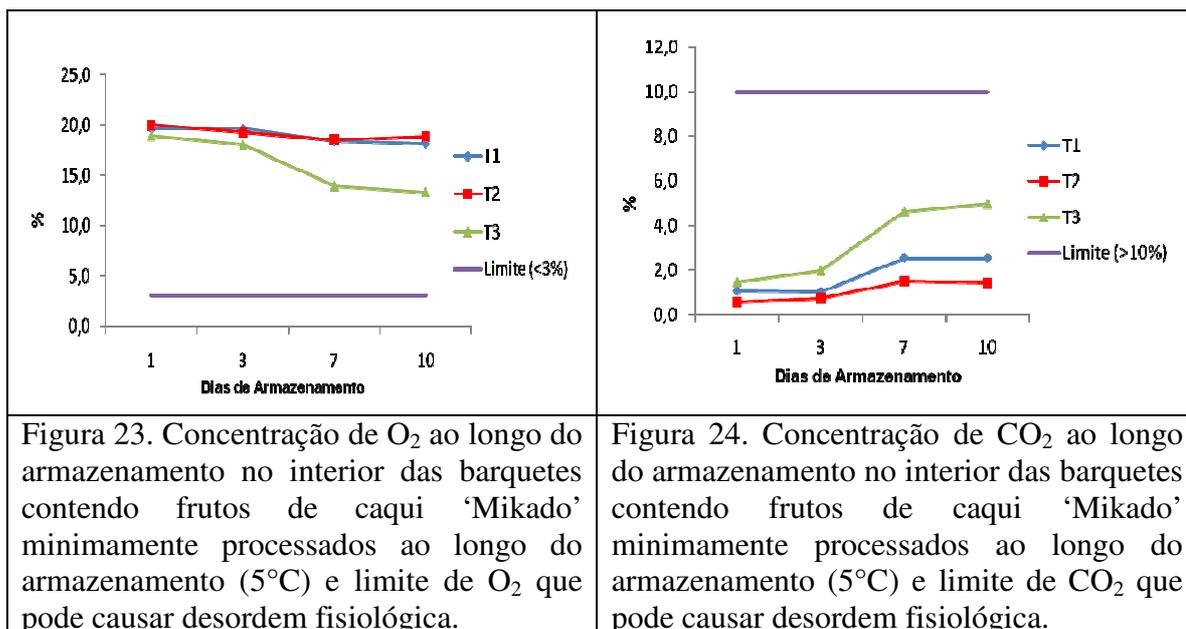
Tabela 16. Perda de massa fresca dos frutos de caqui ‘Mikado’ minimamente processados ao longo do armazenamento a 5°C.

Dia	Perda de Massa Fresca (%)		
	Controle (T1)	Amido (T2)	CMC (T3)
3	0,15 Bc	0,45 Ac	0,10 Bc
7	0,92 Bb	2,17 Ab	0,68 Cb
10	2,15 Ba	4,53 Aa	1,60 Ca

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Fisher (LSD) a 5%.

Já era esperado que o caqui tratado com o revestimento de amido de mandioca apresentasse uma perda de massa maior que o caqui tratado com o revestimento de CMC, já que no capítulo 1 verificou-se que o revestimento de mandioca é mais permeável ao vapor de água do que o de CMC. Contudo, esperava-se também que o controle tivesse uma perda de massa fresca maior que o caqui tratado com o revestimento de amido de mandioca, o que ocorreu. Isto pode ter ocorrido devido a perda de umidade do revestimento para o meio, ao invés de apenas a perda de umidade do produto.

Verificou-se a formação de uma atmosfera modificada no interior das barquetes lacradas com o PVC (com espessura de 0,010mm), onde as concentrações de O₂ e CO₂ aumentaram ao longo do armazenamento, permanecendo dentro de uma margem aceitável (Figuras 23 e 24). Segundo Kader [1997, citado e modificado por Chitarra & Chitarra (2005)], para caqui *in natura* armazenado, a melhor condição de armazenamento é de umidade relativa de 90 a 95%, a faixa de temperatura para armazenamento é de 0 a 5°C, a concentração de O₂ de 3 a 5% e a de CO₂ é de 5 a 8%. Níveis de O₂ menores que 3% e ou níveis de CO₂ maiores que 10% pode ocorrer desordens fisiológicas, como modificações no sabor e falha no amadurecimento.



Como o metabolismo do produto minimamente processado é diferente, estes níveis podem também vir a ser diferentes, contudo ainda não se tem informações para esses níveis de O₂ e CO₂ para o caqui ‘Mikado’ minimamente processado. O metabolismo dos produtos minimamente processados são mais ativos porque estes apresentam o metabolismo de tecidos submetidos a um estresse, principalmente em função das etapas do corte e descascamento (Kluge et al., 2006; Vanetti, 2004).

Verificou-se que a refrigeração foi, por si só, eficaz para manter a taxa respiratória baixa. Devido a baixa taxa respiratória dos frutos, foi preciso alterar o período em que os recipientes ficavam lacrados. Ao aumentar o tempo que estes permaneciam lacrados, permitiu-se que os teores de O₂ e CO₂, no interior deste, aumentassem a níveis que o aparelho pudesse realizar a leitura. Durante o armazenamento foi evidente que os três tratamentos tiveram o mesmo desempenho. A taxa de CO₂ foi aumentando ao longo do armazenamento. Observou-se um pico respiratório perto de 20mL.Kg⁻¹.h⁻¹ de CO₂ no dia 10 para os três tratamentos (Figuras 25, 26, 27 e 28).

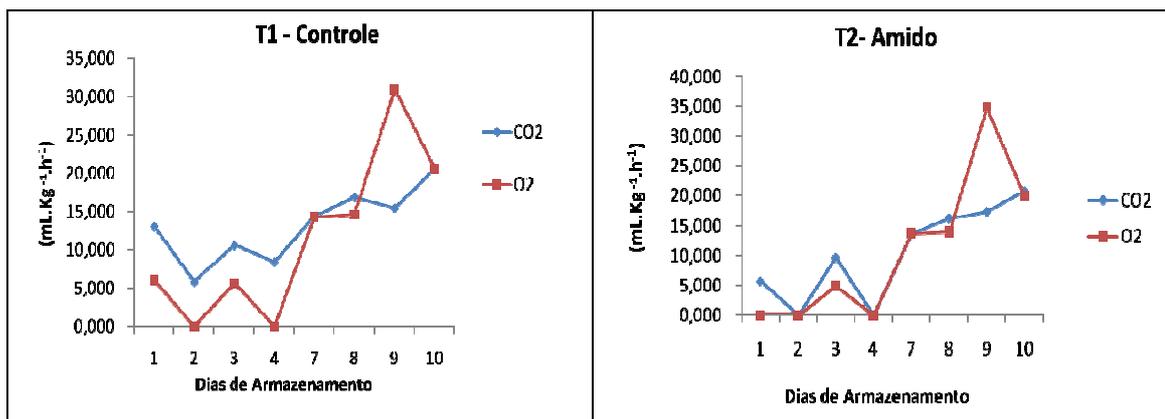


Figura 25. Taxa respiratória dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados submetidos ao tratamento controle (T1) ao longo do armazenamento (5°C).

Figura 26. Taxa respiratória dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados submetidos ao tratamento com revestimento a base de amido (T2) ao longo do armazenamento (5°C).

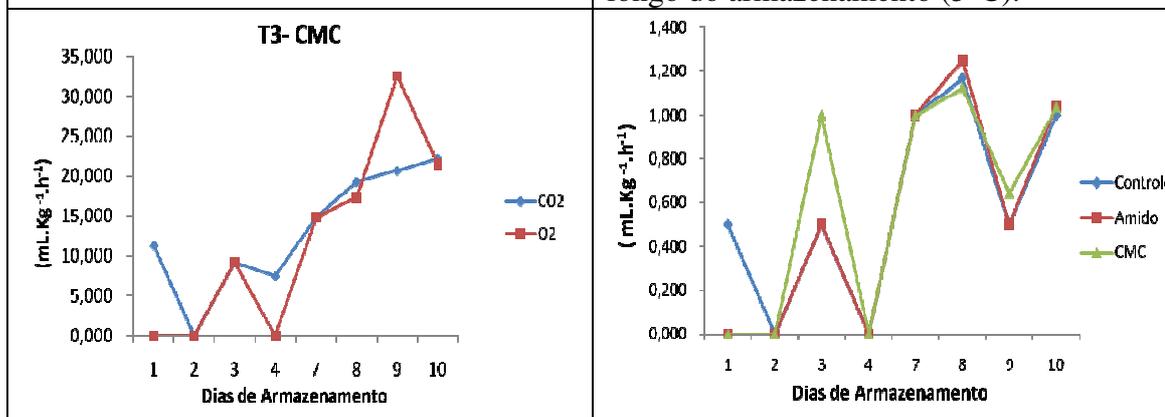


Figura 27. Taxa respiratória dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados submetidos ao tratamento com revestimento a base de CMC (T3) ao longo do armazenamento (5°C).

Figura 28. Razão da taxa respiratória (CO₂/O₂) dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processado submetidos a diferentes tratamentos ao longo do armazenamento (5°C).

O aumento da taxa de CO₂ ocorre pelo estresse provocado pelo corte do produto, a etapa do corte provoca descompartimentalização celular. Desta forma, os substratos do metabolismo respiratório entram em contato com os complexos enzimáticos que acarreta num aumento da taxa respiratória (Purvis, 1997).

A intensidade respiratória é um dos fatores importantes e determinantes na vida útil dos produtos hortifrutícolas após a colheita e principalmente minimamente processado. Considera-se que a respiração é um processo oxidativo das substâncias de reserva, levando o produto a senescência ou degradação (Wills et al., 19981).

Com relação as análises sensoriais não houve variação significativa para cor verde da casca, cor amarela da polpa, firmeza, suculência, característica de caqui, gosto doce, gosto salgado e adstringência segundo o teste de média de Dunnett. Foi encontrada variação significativa aos 10 dias de armazenamento para a cor amarela da casca para o tratamento com CMC(T3), mostrando-se de moderadamente a levemente menos amarela que a referencia (Tabela 17).

Tabela 17. Resultados de comparação múltipla para cor amarela da casca dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados ao longo do armazenamento a 5°C.

Cor Amarela da Casca*			
Dias	Controle (T1)	Amido (T2)	CMC (T3)
3	6,81 A	6,06 A	7,19 A
7	6,33 A	5,50 A	5,00 A
10	4,83 A	5,00 A	3,67 B

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Dunnett a 5%.

** As notas atribuídas variam de 1 a 9, onde 1 é extremamente menos que a referencia, 5 é igual a referencia e 9 é extremamente mais que a referencia.*

Já para o atributo presença de manchas marrons na polpa a alteração durante o armazenamento foi altamente significativa em todos os dias de análises (3, 7 e 10 dias) para o tratamento T3. Este nos dias 3 e 7 se mostrou moderadamente menos manchado do que a referencia (T1), sendo ligeiramente menos manchado no dia 10 (Tabela 18).

Tabela 18. Resultados de comparação múltipla para manchas marrons na polpa dos frutos de caqui 'Mikado' minimamente processados ao longo do armazenamento a 5°C.

Manchas marrons na polpa*			
Dias	Controle (T1)	Amido (T2)	CMC (T3)
3	5,69 A	4,94 A	3,00 B
7	5,08 A	5,25 A	3,42 B
10	5,50 A	5,33 A	4,00 B

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Dunnett a 5%.

** As notas atribuídas variam de 1 a 9, onde 1 é extremamente menos que a referencia, 5 é igual a referencia e 9 é extremamente mais que a referencia.*

Segundo Silva et al. (2009), a manutenção da cor nos vegetais minimamente processados representa aspecto crítico em razão da maioria deles ser suscetível ao escurecimento enzimático, causando pelas enzimas polifenoloxidase e peroxidase, que devem ser controladas sem que ocorram prejuízos sensoriais ou nutricionais aos produtos. O escurecimento enzimático inicia-se em resposta a injúrias físicas e fisiológicas como resultado da oxidação de compostos fenólicos. Diversos métodos têm sido desenvolvidos para inibir o escurecimento enzimático como: baixas temperaturas, modificação da atmosfera, agentes químicos (agentes redutores ou antioxidantes, agentes acidulantes, agentes quelantes e uso de sais de cálcio), irradiação e melhoramento genético dos produtos.

Neuwald et al. (2005) atribuem uma menor incidência de escurecimento em caquis 'Fuyu' armazenados em embalagens de filmes de polietileno, de 60µm de espessura, devido a

níveis baixos de O₂ e altas concentrações de CO₂ que provavelmente estavam envolvidos com a inibição da atividade da enzima polifenoloxidase.

Contudo, de acordo com a permeabilidade dos revestimentos a O₂ e CO₂ o revestimento de mandioca era para não apresentar este escurecimento também, uma vez que ele é mais impermeável a O₂ e CO₂ do que o CMC. Ou seja o revestimento de amido de mandioca irá concentrar mais CO₂ e menos O₂ na polpa do caqui minimamente processado do que o revestimento de CMC. O que pode ter ocorrido é que o ácido cítrico presente na formulação do revestimento de CMC contribuiu para a inibição da atividade da enzima polifenoloxidase, o que pode ter garantido a este tratamento uma melhor aparência. Quanto ao revestimento de amido de mandioca, apesar do nível de oxigênio reduzido, o permanganato de potássio presente neste revestimento pode ter oxidado os fenóis, auxiliando assim para o escurecimento do produto, já que este produto é um forte agente oxidante (Corrêa et al., 2003).

Microbiologicamente todos os tratamentos se mostraram aptos ao consumo. Não foi detectada microbiologicamente a presença de *Salmonella sp.*, sendo constatado a presença de coliformes a 45°C em 4 amostras de um total de 36 amostras analisadas (Tabela 19).

Tabela 19. Resultados microbiológicos dos frutos de caqui ‘Mikado’ minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos ao longo do armazenamento a 5°C.

Tratamento	Repetição	Dia 0		Dia 7		Dia 10	
		1*	2*	1*	2*	1*	2*
Controle (T1)	A	< 3	Ausência	4	Ausência	< 3	Ausência
	B	< 3	Ausência	< 3	Ausência	< 3	Ausência
Amido (T2)	A	< 3	Ausência	< 3	Ausência	< 3	Ausência
	B	< 3	Ausência	< 3	Ausência	< 3	Ausência
CMC (T3)	A	4	Ausência	4	Ausência	< 3	Ausência
	B	4	Ausência	< 3	Ausência	< 3	Ausência

1* *Coliformes a 45°C (NMP/g)*.

2* *Salmonella sp.* (ausência em 25g).

Os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com a RDC n°12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA de 2 de Janeiro de 2001 que estabelece ausência de *Salmonella* em 25g de produto e máximo de 5×10^2 NMP de coliformes a 45°C para frutas frescas, *in natura*, preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto.

Segundo Rezende (2007) não só a polpa, como a casca do caqui, são bons substratos para a sobrevivência e crescimento de *Salmonella enteritidis* e que baixas temperaturas (10°C) retardam, mas não previnem o crescimento dessa bactéria. O gênero *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae*. São bacilos Gram-negativos, não esporulados,

anaeróbios facultativos, intracelulares facultativos, predominantemente moveis devido à presença de flagelos peritríquios. As salmonelas são responsáveis por três grandes síndromes, sendo elas, a Febre Tifóide, Febre Paratífóide e Salmonelose ou Enterocolites (Rezende, 2007).

O grupo dos coliformes inclui um grande número de bactérias aeróbias e anaeróbias facultativas, Gram-negativas, não formadoras de esporos, que fermentam lactose, com produção de gás, quando incubadas à temperatura de 35°C por 24 horas. Membros desse grupo que são capazes de fermentar lactose, com produção de gás, à 44,5°C são chamados de coliformes termotolerantes (Guimarães, 2006). A presença de coliformes em alimentos indica manipulação inadequada durante o processamento, uso de equipamentos em más condições sanitárias ou ainda utilização de matéria-prima contaminada (Arruda, 2007).

4.5. CONCLUSÕES

O fluxograma proposto se mostrou adequado ao processamento mínimo do caqui na maioria de suas etapas. Sendo que o caqui 'Mikado' também apresentou um alto rendimento (83,76%) no processamento mínimo, indicando que esta variedade tem potencial para ser utilizada na produção de produtos minimamente processados.

Devido ao baixo rendimento da destanização do caqui com álcool a 70% na concentração de 7,00mL de álcool.Kg⁻¹ de fruto, este pode não ser o processo mais adequado na utilização em frutos de caqui para o processamento mínimo. Faz-se necessário a avaliação de outros processos de destanização para determinar qual é o que proporciona uma maior perda de adstringência do fruto associado com uma menor perda de firmeza do mesmo.

A utilização do CMC como revestimento comestível no caqui minimamente processado apresentou bons resultados sobretudo na aparência do produto e retenção de massa fresca. Devido as perdas de vitamina C que o produto minimamente processado apresentou com este revestimento, seria interessante a realização de novas pesquisas com o mesmo revestimento acrescentando-se em sua formulação o ácido ascórbico para compensar esta perda.

4.6. Referências Bibliográficas

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA **RDC n°12 de Janeiro de 2001**
http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm (Acesso em 10 de Julho de 2009).

Aguila, J.S.; Sasaki, F.F.; Heiffig, L.S.; Ortega, E.M.M.; Jacomino, A.P.; Kluge, R.A. **Alteração do metabolismo respiração em rabanetes minimamente processados.** Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.2, p.565-568, 2007.

Antoniolli, L.R.; Castro, P.R.C.; Kluge; Filho, J.A.S. **Remoção da adstringência de frutos de caquizeiro 'Giombo' sob diferentes períodos de exposição ao vapor de álcool etílico.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.10, p.2083-2091, Outubro, 2000.

APHA – American public Helth Association **Compedium of Methods for the Microbiological Examination of foods** Edited by: Frances Pouch Pouch Downes Keith Ito, 2001.

Arruda, M.C. **Processamento mínimo de laranja ‘Pêra’** Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

Basic, I.; Roy, S.; Watada, A.E.; Wergin, W.P. **Changes in microbial populations on fresh cut spinach.** International Journal of Food Microbiology, n.31, p.107-119, 1996.

Brecht, J.K.; Salteveit; Saltveit, M.E.; Talcott, S.T.; Moretti, C.L. **Alterações metabólicas** Cap.2, In: Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, editor técnico, Moretti, C.L., Brasília – DF, Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007.

Botrel, D.A.; Soares, N.F.; Geraldine, R.M.; Pereira, R.M.; Fontes, E.A. **Qualidade de alho (*Allium sativum*) minimamente processado envolvido com revestimento comestível antimicrobiano.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.27, n.1, p.32-38, Janeiro-Março, 2007.

Carvalho, A.V.; Daiuto, A.R.; Lima, L.C.O. **Qualidade de mamão (*Carica papaya*) minimamente processado e armazenado em condições refrigeradas.** Revista Unilafenas, Alfenas, v.4, p.137-140, 1998.

Carvalho Filho, C.D. **Conservação de cerejas (*Prunus avium* L.), cv. ‘Ambrunés’, utilizando coberturas comestíveis.** Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, p.108, Dezembro, 2000.

Chitarra, M.I.F. & Chitarra, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças – Fisiologia e manuseio** Editora UFLA, 2ªed, 2005.

Corrêa, S.F.; Filho, M.B.; Silva, M.G.; Oliveira, J.G.; Aroucha, E.M.M.; Silva, R.F.; Gonzafa, M.P.; Vargas, H. **Sensibilidade ao permanganato de potássio na emissão de etileno em frutos de mamão (*Carica papaya*, L.): Tempo de ocorrência e amplitude do pico climatérico.** Brazilian Journal of Plant Physiology, v.15, 2003.

Edagi, F.K. & Kluge, A.K. **Remoção de adstringência de caqui: um enfoque bioquímico, fisiológico e tecnológico – Revisão Bibliográfica** Revista Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.2, p.585-594, mar-abr, 2009.

FIZZ. **Software Solutions for Sensory Analysis and Consumer Test,** version 2.10. Biosystemes, Dijon, France 2007.

Fontes, L.C.B.; Sarmiento, S.B.S.; Spoto, M.H.F.; Dias, C.T.S. **Concervação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis.** Ciência e tecnologia de Alimentos, Campinas, v.28, n.4, p.872-880, out.-dez., 2008.

Freire Junior, M., Ducamp, M.N., Reynes, M. **Evaluation of edible coatings in fresh cuts mango fruits** Information and Technology for Sustainable Fruit and Vegetable Production – FRUTIC, Montpellier, France, 05, p.12-16, Sept., 2005.

Girard, C.L.; Parussolo, A.; Danieli, R.; Corrent, A.R.; Rombalid, C.V. **Conservação de caqui (*Diospyros kaki*) cv. 'Fuyu', pela aplicação de 1-Metilciclopropeno.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, v.25, n.1. p.54-56, Abril, 2003.

Guimarães, A.P.R.C. **Avaliação microbiológica de amostras de água mineral natural, sem gás, envasadas, comercializadas em Goiânia/GO** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Goiânia – GO, 2006.

International Standar ISO 750:1998 (E) segunda edição **Fruit and vegetable products Determenation of titrable acidity**, 1998.

International Standar ISO 1842:1991 (E) segunda edição **Fruit and vegetable products Determination of pH**, 1991.

International Standard ISO 2173:1978 (E) primeira edição **Fruit and vegetable products Determenation of soluble solids content – Refractometric method**, 1978.

Kluge, R.A.; Costa, C.A.; Vitti, M.C.D.; Ongarelli, M.G.; Jacomino, A.P.; Moretti, C.L. **Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de corte.** Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.1, p.263-270, jan.-fev., 2006.

Machado, F.L.C.; Alves, R.E.; Silva, E.O. **Processamento mínimo do melão *Cantaloupe* com uso de doses de cloreto de cálcio e quelato aminocálcico.** Horticultura Brasileira, v.26, n.1, p.56-60, jan.-mar., 2008.

Maia, L.H.; Porte, A.; Souza, V.F. **Filmes comestíveis: Aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio** B. CEPPA, Curitiba, v.18, n.1, p.105-128, jan./jun., 2000.

Mamede, A.M.G.N. **Qualidade e vida útil de milho minimamente processado.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, curso de mestrado em Ciência dos Alimentos, Lavras, MG, 2007.

Meneghel, R.F.A; Benassi, M.T.; Yamashita, F. **Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora-preta (*Rubus ulmifolius*).** Semina: Ciência Agrária, Londrina, v.29, n.3, p.609-818, Julho-Setembro, 2008.

Modesta, R.C.D. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas: prática.** Embrapa – CTAA, t.3, p.78, 1994.

Nelson, D.L. & Cox, M.M. **Lehninger Principles of Biochemistry** 4^a edição, W. H. Freeman, 2005.

Neuwald, D.A.; Giehl, R.F.H.; Sestari, I.; Brackmann, A. **Avaliação de filmes de polietileno para a conservação de caqui 'Fuyu' sob refrigeração** Revista Brasileira de Agrociência, v.11, n.1, p.95-96, jan.mar, 2005.

Neves, L.C.; Prill, M.A.S.; Silva, V.X.; Benedette, R.M.; Vieites, R.L. **Avaliação de diferentes tipos de atmosferas modificadas na vida útil de carambola minimamente processadas.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal-SP, v.28, n.3, p.467-472, 2006.

Nunes, E.E. **Qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada.** Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, curso de mestrado em Ciência dos Alimentos, Lavras, MG, 2007.

Paula, N.R.F.; Vilas Boas, E.V.B.; Rodrigues, L.J.; Carvalho, R.A.; Piccoli, R.H. **Qualidade de produtos minimamente processados e comercializados em gôndolas de supermercados nas cidades de Lavras – MG, Brasília – DF e São Paulo – SP.** Ciência Agrotecnica, Lavras, v.33, n.1, p.219-227, jan.-fev., 2009.

Pereira, L.M.; Rodrigues, A.C.C.; Sarantópoulos, C.I.G.L.; Junqueira, V.C.A.; Cardello, H.M.A.B.; Hubinger, M.D. **Vida-de-Prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.23, n.3, p.427-433, 2003.

Pereira, T.; Carlos, L.A.; Oliveira, J.G.; Monteiro, A.R. **Características físicas e químicas de goiaba cv. Cortibel (*Psidium guajava*) estocadas sob refrigeração em filmes X-TEND** Revista Alimento e Nutrição, Araraquara, v.16, n.1, p.11-16, Jan./Mar., 2005.

Pinto, D.M. **Qualidade de produtos minimamente processados comercializados em diferentes épocas do ano.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, curso de mestrado em Ciência dos Alimentos, Lavras, MG, 2007.

Purvis, A.C. **The role of adaptative enzymes in carbohydrates by stressed and senescing plant tissues** Hortscience, v.32, n.7, p.1165-1168, 1997.

Rezende, A.C.B. **Incidência de *Salmonella* spp. Em caqui (*Diospyrus kaki*) e crescimento de *S. Enteritidis* na casca e na polpa dessa fruta** Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

Rigo, L.N. **Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis** Dissertação (mestrado) – Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim – RS, 2006.

Sarzi, B.; Durigan, J.F.; Rossi Junior, O.D. **Temperatura e tipo de preparo na conservação de produto minimamente processado de abacaxi** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal-SP, v.24, n.2, p.376-380, Agosto, 2002.

Sato, G.S.; Martins, V.A.; Bueno, C.R.F. **Análise exploratória do perfil do consumidor de produtos minimamente processados na cidade de São Paulo.** Informações Econômicas, São Paulo, v.37, n.6, 2007.

Shimizu, M.K. **Influência da idade na variação dos constituintes de frutos de coqueiro anão-verde (*Cocos nucifera* L.) da região de baixada de Seropédica/RJ** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Instituto de Agronomia, Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Seropédica – RJ, Fevereiro, 2006.

Shimizu, M.K.; Coneglian, R.C.C; Busquet, R.N.B; Castricini, A. **Avaliação do efeito de diferentes concentrações de álcool na destanização e amadurecimento de caqui** Agronomia, v.36, n. ½, p.11-16, 2002.

Silva, M.V.; Rosa, C.I.L.F.; Vilas Boas, E.V.B. **Conceitos e métodos de controle do escurecimento enzimático no processamento mínimo de frutas e hortaliças.** Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, v.27, n.1, p.83-96, jan.-jun., 2009.

Soares Junior, M.S.; Caliari, M.; Vera, R.; Melo, C.S. **Filmes plásticos e ácido ascórbico na qualidade de araticum minimamente processado** Ciência Rural, v.37, n.6, nov-dez, 2007.

Souza, B.S.; Durigan, J.F.; Donadon, J.R.; Teixeira, G.H.A. **Conservação de mamão minimamente processado armazenado sob refrigeração** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, v.27, n.2, p. 273-276, Agosto, 2005.

Vanetti, M.C.D. **Segurança microbiológica em produtos minimamente processados.** IN: III Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 30-32, 2004.

Wills, R.H.H.; Lee, T.H.; Graham, D.; Mcglassin, W.B.; Hall, E.G. **Phostharvest: na introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables.** Wesport: AVI, p.163, 1981.

5. CONCLUSÕES GERAIS

As melhores formulações de revestimento para serem utilizadas em caqui 'Mikado' minimamente processado foram a de amido de mandioca (Amido 4) e CMC (CMC 4). Tendo uma maior importância nesta escolha a prévia sensorial dos quatro revestimentos aplicados no caqui minimamente processado. Os resultados de maior razão de permeabilidade CO_2/O_2 , menor permeabilidade ao vapor de água e o de maior rendimento de revestimento a ser aplicado em caqui minimamente processado corroboram para a escolha do revestimento do CMC 4. Enquanto que o resultado de maior resistência corroborou para a escolha do Amido 4.

Na destanização do caqui 'Mikado' o limiar de detecção do tanino solúvel presente na polpa do fruto que foi determinado por análise sensorial foi de $0,8161\mu g.100g^{-1}$. Sendo que provavelmente o melhor tempo de exposição ao vapor de álcool para se realizar o processamento mínimo deste está entre 55 horas e 83 horas. Uma vez que em relação a firmeza do fruto o melhor tempo foi de 55 horas e em relação à análise sensorial do fruto o melhor tempo foi de 88 horas. Mais estudos para se chegar a um tempo mais preciso de destanização faz-se necessário, uma vez que para a utilização do caqui 'Mikado' como produto minimamente processado, este tem que se apresentar firme e sem adstringência.

O fluxograma proposto se mostrou adequado ao processamento mínimo do caqui na maioria de suas etapas. Sendo que o caqui 'Mikado' também apresentou um alto rendimento (83,76%) no processamento mínimo, indicando que esta variedade tem potencial para ser utilizada como de produto minimamente processado. A utilização do CMC no processamento mínimo do caqui 'Mikado' como revestimento comestível apresentou-se adequada, gerando um produto de boa aparência e com uma maior retenção de massa fresca. . Devido as perdas de vitamina C que o produto minimamente processado apresentou com este revestimento, seria interessante a realização de novas pesquisas com o mesmo revestimento acrescentando-se em sua formulação o ácido ascórbico para compensar esta perda.

Já a destanização do caqui 'Mikado' com álcool a 70% na concentração de 7,00mL de álcool.Kg⁻¹ de fruto, pode não ser o processo de destanização mais adequado para preparo do fruto para o processamento mínimo devido ao seu baixo rendimento. Faz-se necessário a avaliação de outros processos de destanização para determinar qual é o que proporciona uma maior perda de adstringência do fruto associado com uma menor perda de firmeza do mesmo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

- Azeredo, H.M.C. **Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação.** Boletim do CEPPA, Curitiba, v.21, n.2, p.267-278, jul./dez., 2003.
- Brackmann, A.; Mazaro, S.M.; Saquet, A.A. **Frigoconservação de caquis (*Diospyros kaki*) das cultivares ‘Fuyu’ e ‘Rama Forte’.** Ciência Rural, Santa Maria, v.27, n.4, p.561-566, 1997.
- Campo-Dall’Orto, F.A.; Ojima, M.; Barbosa, W.; Zullo, M.A.T. **Novo processo de avaliação da adstringência dos frutos no melhoramento do caquizeiro.** Bragantia, v.55, n.2, p.237-243, 1996.
- Corsato, C.E. **Fenologia e carboidratos de reserva do caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) ‘Rama Forte’ em clima tropical.** Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Estado de São Paulo, julho, 2004.
- Figueiredo, R.W.; Oliveira, A.C.; Maia, G.A.; Alvez, R.E.; Filgueiras, H.A.C.; Souza, P.H.M. **Qualidade do melão cantaloupe cv. Hy-Mark minimamente processado e armazenado sob refrigeração.** Horticultura Brasileira, v.25, n.1, p.114-117, 2007.
- Gonzalez, A.F.; Ayub, R.A.; Werlang, C. **Controle da maturação de caqui (*Diospyros kaki* L.) cv. Fuyu tratado com aminoethoxivinilglicina e armazenados a temperatura ambiente.** Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.11, n.2, p.231-233, abr-jun, 2005.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística <http://www.sidra.ibge.gov.br> (Acesso em 23 de Junho de 2009).
- Kluge, R.A.; Costa, C.A.; Vitti, M.C.D.; Ongarelli, M.G.; Jacomino, A.P.; Moretti, C.L. **Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de corte.** Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.1, p.263-270, jan.-fev., 2006.
- Muños, V.R.S. **Destanização do caqui (*Diospyrus kaki* L.) ‘Rama Forte’** Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, Dezembro, 2002.
- Neves Junior, A.C.V.; Soares, A.G.; Fonseca, M.J.O.; Goldenstein, J.L.; Cosata, M.G.S. **Levantamento de dados de manipulação e comercialização do caqui produzido no Distrito de D. Mariana, município de Sumidouro – RJ.** II Simpósio Brasileiro de Pós-Colheira – Frutas, Hortaliças e Flores, Viçosa – MG, p.265-265, 2007.
- Neves Junior, A.C.V.; Soares, A.G.; Fonseca, M.J.O.; Goldenstein, J.L.; Costa, M.G.S.; Jannuzzi, G. **Características de produção de caquizeiro no município de Sumidouro – RJ.** XIX Congresso Brasileiro de fruticultura, Cabo Frio – RJ, p.249-249, 2006.

Perez, R.; Ramos, A.M.; Binoti, M.L.; Sousa, P.H.M.; Machado, G.M.; Cruz, I.B. **Perfil dos consumidores de hortaliças minimamente processadas de Belo Horizonte.** Horticultura, v.26, n.4, p.441-446, 2008.

Sumidouro – RJ www.sumidouro.rj.gov.br (Acesso em 02 de Março de 2008).

Vanetti M.C.D. **Segurança microbiológica em produtos minimamente processados.** IN: III Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Universidade Federal de Viçosa, p.30-32, 2004.