



**USO DE ATMOSFERA MODIFICADA NO PROLONGAMENTO DA
VIDA PÓS-COLHEITA DE NÊSPERA cv. MOGI**

DOUGLAS ÁBDON DE OLIVEIRA GEBER

2001

52594

14037234

DOUGLAS ÁBDON DE OLIVEIRA GEBER

**USO DE ATMOSFERA MODIFICADA NO PROLONGAMENTO DA
VIDA PÓS-COLHEITA DE NÊSPERA cv. MOGI**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2001**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Geber, Douglas Ábdon de Oliveira

Uso de atmosfera modificada no prolongamento da vida pós-colheita de
nêspera cv. Mogi / Douglas Ábdon de Oliveira Geber. -- Lavras : UFLA, 2001.
66 p. : il.

Orientador: Luiz Carlos de Oliveira Lima.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Pós-colheita. 2. Nêspera. 3. Atmosfera. 4. Armazenamento. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.156
-634.1583

DOUGLAS ÁBDON DE OLIVEIRA GEBER

**USO DE ATMOSFERA MODIFICADA NO PROLONGAMENTO DA
VIDA PÓS-COLHEITA DE NÊSPERA cv. MOGI**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 12 de setembro de 2001

Prof. Helenice Aparecida de Carvalho

EFOA

Prof Regina Marta Evangelista

UNESP



Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Por Deus! Pelo amor ao próximo! Por
este mestrado! Em nome de Jesus!
"- Meu filho... Tu não vieste em vão!".

Douglas McGeber

“O tempo passa e o corpo envelhece, mas o
espírito sempre rejuvenesce quando
aprendemos e/ou exploramos o saber.

Fábio de O. Geber

**Aos meus Pais: Douglas McGeber e
Fátima de Oliveira Geber**

DEDICO

**A minha esposa: Luzinete Souza Geber e
aos meus irmãos: Fábio de Oliveira Geber
e Sidarta de Oliveira Geber.**

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, presente em todos os momentos desse desafio.

À Universidade Federal de Lavras - UFLA e ao Departamento de Ciências dos Alimentos - DCA, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Grupo Bompreço Supermercados do Nordeste, em nome de seu Presidente Interino, Sr. João Carlos Paes Mendonça, da Diretora de Recursos Humanos Dna. Ayanna Tenório, do Gerente Distrital de Compras de Hortifrutigranjeiro, Sr. Leonardo Miyao, e ao Sr. Márcio Henrique Pimenta Gerente de Percíveis (DIOPE), por terem acreditado nesse meu ideal.

Ao futuro Eng. Agrônomo Anderson Adriano Martins Melo, pelo incontestável apoio e fundamental participação na realização deste trabalho.

Às Laboratoristas, Sra. Constantina Maria Braga Torres e Sandra Mara Lacerda Silva, pelo carinho e amizade, ensinamentos e orientações de como conduzir-se em um ambiente de laboratório.

Ao Eng. Eletricista Sr. Douglas McGeber, meu querido pai, e Dna Fátima de Oliveira Geber, minha maravilhosa mãe, por sempre me incentivarem, principalmente nos momentos mais difíceis dessa jornada.

A Eng^a. Agrônoma Luzinete Ap. Souza Geber, minha esposa, por sempre permanecer ao meu lado em todas as situações, quais quer que fossem elas.

Ao Eng. Eletricista, Mestre, Sr. Ruben César de Maria Souza Ribeiro, pelas orientações que me fizeram ganhar precioso tempo.

Ao Prof. Dr. Eduardo V. B. Vilas Boas, não só pela amizade e agradável convívio, mas pela grande ajuda nos momentos de mais necessidade.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima pela orientação.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Produção e cultivares de nêspera no Brasil.....	3
2.2 Características gerais	3
2.3 Atmosfera modificada (AM).....	7
2.4 Transporte e temperatura de armazenamento.....	10
2.5 Desordens fisiológicas	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Procedência do material.....	13
3.2 Preparação dos frutos.....	13
3.3 Análises Físicas	14
3.3.1 Perda de massa	14
3.3.2 Textura.....	15
3.4 Análises Físico-químicas	15
3.4.1 pH.....	15
3.4.2 Sólidos solúveis totais (SST).....	15
3.5 Análises químicas.....	15
3.5.1 Acidez total titulável (ATT).....	15
3.5.2 Açúcares redutores, não redutores e totais	16
3.5.3 Substâncias pécticas.....	16
3.5.4 Ácido clorogênico.....	16
3.6 Análises bioquímicas.....	17
3.6.1 Atividade da poligalacturonase (PG).....	17
3.6.2 Atividade da polifenoloxidase (PFO)	17
3.7 Delineamento experimental e análise estatística	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Acidez total titulável (ATT).....	19

4.2 pH.....	21
4.3 Perda de massa	23
4.4 Sólidos solúveis totais (SST)	26
4.5 Açúcares redutores, não redutores e totais:.....	27
4.6 Substâncias pécticas	34
4.7 Atividade de Poligalacturonase (PG) e Textura	41
4.8 Atividade da polifenoloxidase (PFO) e ácido clorogênico	46
5 CONCLUSÕES.....	53
6 CONSIDERAÇÕES GERAIS	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS.....	64

RESUMO

GEBER, Douglas Ábdon Oliveira. **Uso de atmosfera modificada no prolongamento da vida pós-colheita de nêspera cv. MOGI**, Lavras: UFLA, 2001. 65 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos)*.

Estudos de frutos em armazenamento refrigerado sob condições de atmosfera modificada contribuem para um melhor aspecto comercial. O objetivo deste trabalho foi avaliar três espessuras de filme de polietileno em seis períodos de armazenamento de nêsperas. Os frutos foram colhidos no estágio de maturidade ideal para comercialização (estádio 6), embalados com filmes de polietileno em três diferentes densidades (15, 20 e 30 μm) mais controle (frutos não embalados), armazenados em temperatura de 3°C. Avaliou-se e analisou-se parâmetros físico-químicos, químicos, bioquímicos e atividade das enzimas polifenoloxidase (PPO) e poligalacturonase (PG). A interação entre os tratamentos e períodos de armazenamento não interferiu significativamente no pH e sólidos solúveis totais (SST). Houve um decréscimo na concentração da acidez titulável (ATT) em todos os tratamentos, nos seis períodos de armazenamento. Porém, o tratamento PVC 30 μm apresentou maior média de concentração da ATT. Os três tratamentos reduziram significativamente a perda de massa dos frutos, o tratamento PVC 20 μm foi o mais eficiente. As maiores médias no conteúdo dos açúcares totais foram obtidas nos tratamentos PVC 20 e 30 μm , porém, nos 20 primeiros dias de armazenamento não houve hidrólise de sacarose e diminuição significativa da glicose. As maiores médias no teor de sacarose foram encontradas nos tratamentos PVC 20 e 30 μm . Houve um incremento na solubilização de pectinas, com momentânea redução no teor de pectina total. A relação entre a atividade da PG e a variação da textura dos frutos não foi influenciada pelos tratamentos, já que houve aumento na atividade da enzima PG e não se observou perda de firmeza. Os tratamentos PVC 20 e 30 μm apresentaram as maiores médias na atividade da enzima PFO, muito embora não tenha observado perda na qualidade dos frutos por escurecimento enquanto armazenados. Os tratamentos PVC 20 e 30 obtiveram as menores médias de concentração de ácido clorogênico. Nos 30 primeiros dias de armazenamento a 3°C e 80% \pm 3% UR observou-se maior atividade metabólica e fisiológica nos frutos, enquanto que, após 50 dias, houve uma acentuada perda de qualidade, sendo menor nos tratamentos PVC 20 e 30 μm . Tanto o tratamento PVC 20 μm quanto PVC 30 μm apresentaram-se como os mais indicados à conservação pós-colheita de frutos de nêspera armazenados por 50 dias. Porém, o PVC 20 μm é o mais indicado já que o PVC 30 μm tem menor permeabilidade a CO_2 .

* Orientador: Luiz Carlos de O. Lima – UFLA.

ABSTRACT

GEBER, Douglas Ábdon Oliveira. **Atmosphere use modified in the prolongation of the postharvest life of loquat cv. MOGI, Lavras: UFLA, 2001. 65 p. (Dissertation. Masters in Foods of Science). ***

Studies of fruits in storage cooled under modified atmosphere conditions come contributing for one better commercial aspect. An experiment in the Federal University was lead of Cultivates, with the objective to evaluate three thicknesses of polyethylene film in six periods of storage of loquat. The fruits had been harvested in the ideal stage of maturity for commercialization (stage 6) and packed with polyethylene films in three different densities (15, 20 and 30 μm) more fruits controls (fruits not packed), stored in temperature of 3°C. With this, parameters had been analyzed physicist-chemistries, chemistries, biochemists and activity of enzymes polyphenol Oxidase (PPO) and polygalacturonase (PG). The interaction between the handlings and periods of storage significantly did not intervene with pH and total soluble solids (TSS). It had a decrease in the concentration of the total titratable acidity (TTA) in all the handlings, during the six periods of storage. However, handling PVC 30 μm presented the average greater of concentration of the TTA. The three handlings had significantly reduced the loss of mass of the fruits, handling PVC 20 μm were most efficient, with a loss of 0,7%. The average greater in the content of the total sugars had been gotten in handlings PVC 20 and 30 μm , however, in the 20 first days of storage did not have hydrolysis of sucrose and significant reduction of glucose. The average greater in the text of sucrose had been found in 30 handlings PVC 20 and μm . Had an increment in the solubilization of pectin, with momentum reduction in the text of total pectin. The relation enters the activity of the PG and the variation of the texture of the fruits was not influenced by the handlings, since it had increase in the activity of enzyme PG and loss of firmness was not observed. Handlings PVC 20 and 30 μm had presented the average greater in the activity of the enzyme PPO, much even so not if it has observed loss in the quality of the fruits for blackout while stored. Handlings PVC 20 and 30 had gotten the average minors to the concentration of chlorogenic acid. In the 30 first days of storage 3°C and 80% \pm 3% UR In such a way observed a bigger metabolic and physiologic activity in loquat, while that, after 50 days, had one accented loss in the quality of the fruits, being lesser in the handlings 30 PVC 20 and μm . Handling PVC 20 μm as PVC 30 μm had been presented as the most indicated for conservation after-harvest of fruits of loquat when stored by 50 days. However, PVC 20 μm is indicated since PVC 30 μm has minor permeability the CO₂.

*Adviser: Luiz Carlos de Oliveira Lima. UFLA

1 INTRODUÇÃO

A nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl.), pertencente à família Rosaceae, sub-família Prunoideae, (Penteado, 1986), foi originada no sudoeste da china, porém só conhecida mundialmente quando foi introduzida no Japão por imigrantes chineses, onde teve uma forte aceitação passando a ser cultivada neste País.

A nêspera destacou-se comercialmente a partir do século XIX, juntamente com alguns outros frutos temperados pertencentes ao grupo de frutos de “pomo”, cujo a nespereira, mesmo sendo subtropical faz parte deste grupo. Considerada a quarta maior classe de frutos em termos de produção mundial e o primeiro maior grupo de frutos temperado, onde pêra e maçã lideram em maior área cultivada e produção mundial (Knee, 1993). O Japão é considerado o maior produtor desta fruta, seguido por Israel e Brasil (Loquat, 1997). É também muito cultivada na Índia, França, Itália e Portugal, Gomes (1983). No Brasil, segundo Penteado (1986), o Estado de São Paulo é o maior produtor de nêspera, devido às várias condições favoráveis a cultura, ofertando os frutos nos meses de maio a novembro, período de escassez da fruta no mercado interno. A produção concentra-se principalmente nos Municípios de Mogi das Cruzes e São Miguel Arcanjo.

A nêspera vem ganhando espaço tanto no mercado interno quanto na pesquisa científica, que investiga fatores de pós-colheita, tais como: seu período de armazenamento; vida de prateleira; composição química e bromatológica; respiração e transpiração; produção endógena e sensibilidade ao etileno, além de trabalhos voltados para o desenvolvimento de variedades mais resistentes a injúrias através de estudos físico-químicos e bioquímicos relacionados com as mesmas. Os resultados permitem conhecer o potencial da cultivar de acordo com

sua sensibilidade antes de sua implantação definitiva, determinando materias para programa de melhoramento genético, porém é importante que se realizem trabalhos de pesquisa paralelos aos atuais visando prolongar a vida pós-colheita da nêspera, já que este é um fruto considerado muito perecível e de difícil manuseio (Martins, 1997), e com isso atender à demanda de um mercado consumidor cada vez mais exigente.

O armazenamento refrigerado sob condições de atmosfera modificada, vem contribuindo bastante para o fortalecimento do aspecto comercial dos frutos. Além disso, propiciar base científica sobre a maioria dos processos metabólicos que conduzem ao dano, tanto por frio quanto por uma menor vida pós-colheita "*shelf-life*". Esses estudos têm se transformado no principal objetivo das pesquisas conduzidas nos últimos anos.

O presente trabalho teve como principal objetivo ampliar a vida útil pós-colheita de nêspera, mediante o emprego de filmes de PVC de diferentes espessuras a baixa temperatura, e avaliar sua qualidade no decorrer de seu armazenamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção e cultivares de nêspera no Brasil

A Nêspera ainda é uma cultura de pouca expressão comercial no país. Por essa razão não se encontra registro relativo a ela nos anuários estatísticos de produção no Brasil. Porém, já é facilmente encontrada no Brasil e tem grande aceitação, recebendo vários nomes comuns. Dentre estes se encontram: ameixa japonesa, ameixa amarela, ameixinha, etc. Para esclarecimento, a nêspera comercializada é a *Eriobotrya japonica* L. chamada em inglês “Loquat”, enquanto que a nêspera européia (*Mispilus germania*), em inglês “Medlar”, não tem tanta força comercial, no entanto chega, algumas vezes, a ser confundida com a *Eriobotrya japonica* L. As cultivares mais adaptadas e cultivadas no Brasil são a Mizuho (oriunda do cruzamento das variedades Kuzunoki com Tanaka) a Mogi (considerada a primeira cultivar comercial e a mais estudada), a ‘Tanaka’ ou ‘Precoce de Itaquera’ (uma das mais cultivadas no Brasil).

A cultivar Mogi é a de maior força comercial no Brasil e a mais produzida no Japão (60% do total produzido no Japão), origina pequenos frutos com formato elípticos, de peso variando entre 30 e 60g, com coloração de casca amarelo-alaranjado bem atrativo, com polpa firme indo do ligeiramente ácido para o doce. Quando madura, apresenta forte aroma e excelente sabor. Possui de 2 a 4 sementes (Figura 1 e 2). Essa cultivar apresenta um amadurecimento tardio, normalmente no final de julho a outubro e dependendo do clima da região, pode ter pequenas floradas durante todo o ano (Loquat, 1997).

2.2 Características gerais

As nêspersas são frutos subtropicais classificadas botanicamente como baga (Ding et al., 1998a) alguns trabalhos evidenciaram que a nêspera é um

fruto não climatérico, e como tal não apresentam elevação na taxa respiratória e na produção de etileno, durante o amadurecimento (Blumenfeld, 1980 e Zheng et al., 1993, citado por Chachin, 1997), a taxa respiratória em frutos de nêspere variam, segundo Kader (2000) de 3 a 5 e 6 a 9 mL CO₂/kg. hr. em 0°C e em 5°C, respectivamente. Hirai (1980) tratando frutos em estádios avançados ligados à planta com etileno observou maior acúmulo de açúcares e redução no teor da acidez. No amadurecimento natural há um aumento na atividade das enzimas sorbitol-6-fosfato desidrogenase e NADP-málico. Nos frutos tratados com etileno, o aumento na atividade destas enzimas ocorre mais rapidamente, antecedendo aos dos frutos controle.

Os frutos crescem em cachos, são de tamanho médio, com peso médio que varia entre 20 e 80g (Shaw, 1980; Penteado, 1986; Loquat, 1997; Família, 2000). A casca é facilmente removida, sendo recoberta por pêlos finos em toda a sua superfície (Figuras 1 e 2). Têm polpa succulenta, são bastante doces, com baixa acidez e baixo teor de ácido ascórbico. No entanto, são ricos em ácido málico, e em sais minerais, como cálcio e magnésio, o que é favorável para uma boa regulação mecânica da parede celular dos tecidos, principalmente na casca já que estes minerais formam ligações cruzadas entre os grupos carboxílicos pécticos, propiciando maior firmeza ao fruto (Femenia et al., 1998). Além disso, são ricos também em fósforo, carotenóides (provitamina A), e vitaminas do complexo B tais como a tiamina, riboflavina e niacina (Shaw e Wilson, 1981). Possuem de 3 a 5 sementes cujo endocarpo é constituído de tecido parenquimatoso e as células possuem grande quantidade de grânulos de amido. Dessa maneira, o fruto é considerado como sendo uma grande fonte de amido, principalmente no endocarpo.

Os açúcares solúveis predominantes é a frutose (4,0 mg . 100g⁻¹), seguida por sacarose e glucose em quantidades equivalentes e sorbitol. No decorrer do armazenamento há forte hidrólise de sacarose em glucose e frutose e

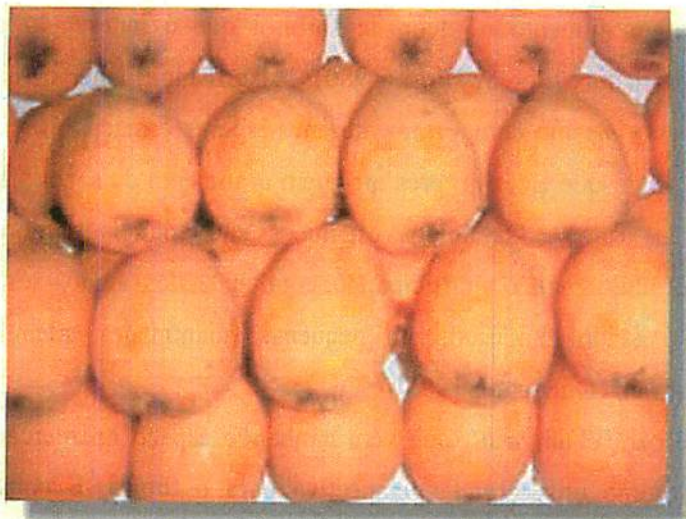


FIGURA 1 Aspecto de Nêspera no estágio de maturidade ideal para consumo (estádio 6), laranja- amarelado (Fonte Irmãos Benassi, 2000).

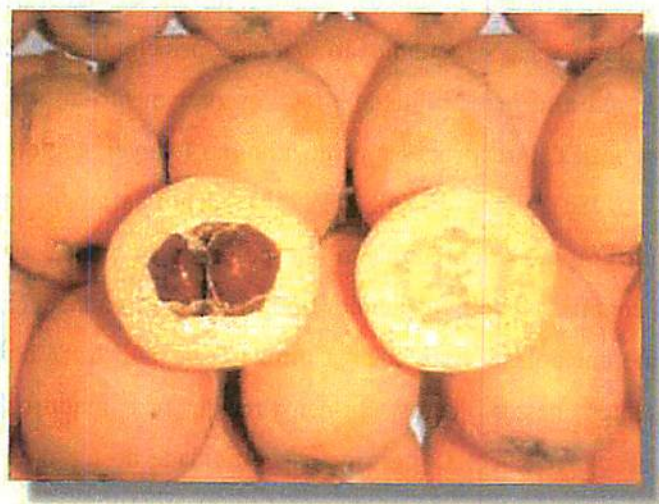


FIGURA 2 Aspecto interno de Nêspera em seu estágio de maturidade ideal para consumo (Fonte Irmãos Benassi, 2000).

um significativo aumento no teor de sorbitol que é indesejado e raramente encontrado em frutos. Porém Hirai (1980), Ackermann, Fisher e Amadó (1992) observaram esse mesmo comportamento em nêspas e maçãs armazenadas por vários dias, sendo que estes autores atribuem o aumento de sorbitol à conversão anaeróbica da frutose. Os ácidos orgânicos não voláteis predominantes em nêspas são: ácido málico, participando com 90% dos ácidos totais no fruto maduro, e o ácido fumárico, em pequenas quantidades, além dos ácidos succínico e cítrico (Ding et al, 1998b).

A nêspas é um fruto que vem ganhando espaço no mercado interno e apresenta-se como uma grande perspectiva para o futuro. É considerado um fruto altamente comestível, sendo que a polpa corresponde 75% do fruto, 10% de casca (epicarpo), 10% sementes e 5% para tegumento, pedúnculo e receptáculo. Portanto, apresenta-se como um fruto de alto rendimento comercial (Femenia et al., 1998). Além disso, a nêspas é utilizada como matéria-prima na obtenção de doces, geléias; bombons, saladas mistas e sucos (Shaw, 1980). Porém, há grandes restrições quanto ao seu uso principalmente em saladas e sucos, devido à sua alta perecibilidade e fácil escurecimento ao ser descascados ou cortados em fatias para processamento mínimo (Mayer, citado por Ding et al., 1998b e 1998c). Ding et al., (1998b) identificaram, como principal responsável pelo rápido escurecimento da polpa e da casca da nêspas, a atividade das enzimas fenoloxidase do tipo o-difenol oxidase (EC 1.10.3.1) conhecidas como catecolase. Esta enzima utiliza como substrato dois compostos fenólicos presentes nestes frutos, principalmente nos maduros, os ácidos clorogênico e neoclorogênico. O grau de especificidade destes dois substratos é tão elevado que estudos feitos por Siddiq, Sinhá e Cash (1992), para caracterizar a atividade da PFO utilizaram como substrato o 4-metilcatecol, específico para as PFOs e encontrado na maioria dos frutos e hortaliças, os resultados obtidos

revelaram que os ácidos clorogênicos e neoclorogênicos foram muito mais específicos que o 4-metilcatecol.

2.3 Atmosfera modificada (AM)

Os frutos e hortaliças, como órgãos vivos, continuam a respirar após a colheita. O acondicionamento desses produtos em filmes plásticos prolonga sua vida pós-colheita, especialmente quando associados à refrigeração. Esse procedimento é designado armazenamento em atmosfera modificada (AM). Sendo assim, o uso de atmosfera modificada (AM) é hoje uma realidade no armazenamento de frutos e hortaliças, como um forte complemento para a manutenção da qualidade e por estender a vida pós-colheita ("shelf-life") dos mesmos, desde que se tenha o binômio temperatura e umidade em situação ideal (Kader, 1998).

Atualmente, a atmosfera modificada é muito utilizada no transporte de frutos a longas distâncias, principalmente de maçãs, mangas, kiwi, bananas, uvas, dentre outros, pois seu uso baseia-se em manter o fruto em baixas concentrações de oxigênio (O_2) e em concentrações mais elevadas de dióxido de carbono (CO_2) que na atmosfera normal. A modificação da atmosfera no interior da embalagem é passiva e resultante do balanceamento entre a permeabilidade do filme utilizado e a respiração do produto, pela qual há consumo de O_2 e liberação de CO_2 . Como consequência, cria-se um ambiente dentro da embalagem que reduz as taxas de respiração e de produção de etileno, tornando lentas as mudanças associadas ao amadurecimento e retardando a senescência (Zagory e Kader, 1988; Kader, 1995; Mujica Paz et al., 1997).

A modificação da atmosfera pode ser realizada de forma passiva ou ativa. O propósito de ambos os métodos é criar um ótimo balanço de gases dentro da embalagem, reduzindo a taxa respiratória do produto. Na modificação ativa procede-se à injeção de mistura de gases em proporção desejada ou realiza-

se vácuo parcial, a fim de tornar ótima a concentração de gases no interior da embalagem para o produto acondicionado durante o seu armazenamento. Na forma passiva, a própria respiração dos produtos embalados modifica a atmosfera dentro da embalagem e o uso de filmes poliméricos, com apropriada permeabilidade nos gases, mantém um ótimo equilíbrio dessa atmosfera, ajudando na conservação do produto (Moleyar e Narasimham, 1994).

Os frutos têm diferentes limites de tolerância aos níveis reduzidos de O_2 e elevados de CO_2 . A redução dos níveis de O_2 a valores abaixo de 2% pode conduzir à respiração anaeróbica, enquanto o acúmulo excessivo de CO_2 também é deletério (Moleyar e Narasimham, 1994). Dessa forma, a seleção de um filme com permeabilidade compatível à taxa de respiração do produto e o controle da temperatura são requisitos importantes para o armazenamento em atmosfera modificada. Flutuações na temperatura de armazenamento, o aumento na taxa respiratória e a impermeabilidade do filme podem alterar o equilíbrio de gases dentro da embalagem, conduzindo a condições inadequadas de armazenamento (Pérez et al., 1997).

Para se conseguir uma atmosfera satisfatória, a permeabilidade do filme selecionado deve permitir a entrada de O_2 e a saída de CO_2 numa taxa equivalente ao consumo de O_2 e à produção de CO_2 pelo produto. Em geral, pretende-se que a permeabilidade ao CO_2 seja 3 a 5 vezes maior que a permeabilidade ao O_2 . As embalagens mais utilizadas no armazenamento de frutos e hortaliças são de polietileno de baixa densidade e de cloreto de polivinila, usados como filme envoltório, o polietileno (PE) é utilizado como saco para acondicionamento de frutos minimamente processados, o que atendem bem a este requisito (Zagory, Kader, 1988 e Cantwell, 1992).

Filmes poliméricos vêm sendo utilizados há anos, com o objetivo de minimizar a perda de água e reduzir a taxa respiratória na tentativa de manter a qualidade dos produtos e aumenta sua vida de armazenamento (Chitarra e

Chitarra, 1990). O tipo de embalagem a ser utilizado para armazenamento de produtos depende de vários fatores, como por exemplo, a permeabilidade destas aos gases, o tipo de produto e a sua taxa respiratória, a temperatura de armazenamento, dentre outras (Schlimme e Rooney 1994).

As embalagens devem se apresentar como uma barreira que impeça ou dificulte o contato entre o ambiente externo e o produto, agindo como um veículo protetor, que minimiza a perda de água do produto reduzindo sua taxa respiratória durante o armazenamento e facilitando seu transporte e distribuição (Kader, 1998).

Atualmente estão disponíveis no mercado inúmeras opções de embalagens plásticas flexíveis, semi-rígidas e rígidas, com diferentes características de barreiras para atender as novas exigências do mercado. Além do custo reduzido, essas embalagens são adequadas às atuais condições de distribuição e comercialização, apresentando ainda, características que permitem a implantação de novas técnicas de preservação dos alimentos, como a atmosfera modificada (Garcia, 1989).

A permeabilidade do filme polimérico, bem como a taxa respiratória dos produtos armazenados, é dependente da temperatura. Portanto, a temperatura em que as embalagens e os vegetais estarão expostos durante o armazenamento é fator extremamente importante para a manutenção de uma adequada atmosfera ao redor do produto. O controle da umidade dentro das embalagens também tem grande importância na extensão da vida útil do produto, sendo necessária à seleção de filmes que exibam alta ou moderada permeabilidade ao vapor d'água. A elevada umidade dentro das embalagens pode anular os efeitos benéficos das baixas concentrações de O_2 e altas de CO_2 .

2.4 Transporte e temperatura de armazenamento

O transporte e armazenamento de frutos de nêspera por períodos prolongados não são considerados tão simples. Por serem frutos subtropicais, exigem cuidados e conhecimentos aprofundados de sua fisiologia pós-colheita.

Shaw (1980) sugere que o transporte de nêspers seja feito em atmosfera modificada mantidas a baixas temperaturas para evitar danos mecânicos comuns no transporte a longas distâncias, e diminuir a sua taxa respiratória. Salientam também, que o transporte destes frutos, principalmente quando embalados, deve ser realizados em condições de baixas temperaturas, pois a embalagem pode vir a se tornar prejudicial ao invés de ajudar a manter a qualidade dos frutos. Singh, citado por Shaw (1980), atribuiu várias mudanças químicas e o rápido aumento na taxa de respiração ocorrida nos frutos armazenados, às embalagens de filmes de polietileno. Mukerjee (1958) determina a forte correlação entre o tipo de embalagem utilizada para se prolongar à vida pós-colheita de nêspera e baixas temperaturas para seu armazenamento.

Estudos realizados por Zheng et al., (1993), citado por Chachin e Hamauzu. (1997) determinaram que a taxa de respiração e a produção autocatalítica de etileno pós-colheita são praticamente inibidas quando os frutos são armazenados sob baixas temperaturas. Estes autores observaram que a taxa de respiração e a produção de etileno dos frutos armazenados a 1°C chegaram a ser 1/3 a 1/10 mais baixo que aqueles em temperatura de 20°C. Segundo Flores e Rivas (1975) e Ding et al., (1998a e 1998b), a faixa ideal de temperatura para o armazenamento dos frutos maduros varia entre 1°C e 5°C, podendo prolongar-se por 30 dias, sem comprometimento da qualidade. Temperaturas de armazenamento mais elevadas, iguais a 10 e a 20°C, propiciam vida útil de 15 e 20 dias, respectivamente.

Ogata, citado por Shaw (1980), observou uma perda de 65% de nêspers embaladas em filmes de polietileno perfurado e armazenadas por 11 dias em

temperaturas de 23°C a 25°C e uma perda de 30% nas mesmas condições, porém, em temperaturas de 7°C a 10°C. O autor concluiu que, dependendo do estágio de maturidade do fruto à colheita, quanto mais baixa for a temperatura de armazenamento, menor é a ocorrência de perdas.

2.5 Desordens fisiológicas

As desordens fisiológicas são as principais causas da perda de qualidade interna de frutos. Uma desordem fisiológica é definida como o colapso experimentado pelo tecido vegetal, que não é causado pela invasão de patógenos ou danos mecânicos. Desenvolve-se sob condições adversas do ambiente, principalmente temperatura, ou devido a carências nutricionais durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos (Wills et al., 1989) citado por Fernandez, (2000).

A desordem mais importante do ponto de vista da qualidade interna e que afeta diretamente o valor comercial e de consumo em muitas espécies, é denominado dano provocado pelo frio ou colapso interno (chilling). Alguns autores incluem, também, os sintomas com o nome de escurecimento a baixas temperaturas e se manifesta quando os frutos são transferidos a temperatura ambiente (Fernandez, 2000).

Com relação às nêspersas, estas apresentam forte tendência a desordens fisiológicas internas. Isto ocorre tanto pela atividade da polifenoloxidase (PFO), quanto pela alta concentração de CO₂ devido ao seu processo natural de respiração quando armazenados em altas temperaturas ou embalados com filmes de polietileno inadequados. Estudos feitos por Ding et al., (1998b), nêspersas embalados com filmes de polietileno e não embalados (a granel), armazenadas sob temperaturas iguais e superiores a 30°C, apresentaram sérios problemas relacionados a desordens fisiológicas internas e externas, principalmente nos frutos embalados. Estas desordens foram atribuídas às altas concentrações de

CO₂ desenvolvidas no interior das embalagens, decorrentes da respiração dos frutos e a oxidação de polifenóis. Guelfat-Reich (1970), trabalhando com nêspera embaladas em filmes de polietileno e armazenadas a 0°C, observou que os frutos apresentaram-se com ótima qualidade tanto externa, quanto interna após 20 dias de armazenamento, porém com baixa qualidade para sabor e aroma (*flavor*), além de escurecimento interno e podridões pós-colheita devido ao uso das embalagens. Singh (1959), citado por Shaw (1980) atribuiu às embalagens as várias mudanças químicas observadas em nêspersas embaladas em filmes de polietileno de 30 e 50 µm.

Rhodes, Wooldorton e Hill (1981) e Ding et al., (1999) sugerem estudos mais detalhados com relação à atividade da PFO, que tem sido relacionada com o escurecimento interno em nêspersas e pêssegos armazenados por várias semanas sob baixas temperaturas. O início dessas reações de oxidação foi descrito por Wang (1982) que associou uma modificação físico-química das membranas a uma subsequente descompartimentalização, colocando em contato enzima e substrato. Para Rhodes e Wooldorton e Hill (1981) e Ding et al., (1999), tanto a PFO quanto à concentração de CO₂ estão associadas com o escurecimento em nêspera.

Como a nêspera é um fruto que se deteriora rapidamente se faz necessário à adoção de práticas que ampliem seu período de comercialização e permita que este permaneça por mais tempo na prateleira.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Procedência do material

O experimento foi conduzido com frutos de nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivar Mogi, colhidos às 6 horas da manhã na Fazenda Ogawa, município de Mogi das Cruzes - São Paulo, localizado a 23°31' de latitude Sul e 46°11' de longitude Gr. situa-se a 750 m de altitude, com seu extremo inferior em Guararema, com 580 m e extremo superior em Itaquaquecetuba a 790 m acima do nível do mar (Merli, 2000). Os frutos apresentavam-se no estágio de maturidade 6 (valor de cor de Hunter, descrito por Hamazu et al, 1997), adequado para a colheita e comercialização, isto é, com a cor amarelo-claro intensificando-se para amarelo-escuro e com peso médio de 40 g.

3.2 Preparação dos frutos

Os frutos foram selecionados em função da cor, tamanho, peso e ausência de injúrias. Foram transportados para Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças, do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Os frutos foram mergulhados em uma solução de hipoclorito de sódio a 0,1%, por 1 minuto, para desinfecção, e após secagem espontânea foram acondicionados em bandejas plásticas. A parcela experimental constou de 10 frutos acondicionados em bandejas as quais foram embalados utilizando-se filme de PVC de 15, 20 e 30 μm , os frutos do tratamento controle apenas foram acondicionados nas bandejas. As propriedades de permeabilidade dos filmes estão descritas na Tabela 1. Em seguida armazenou-se os frutos em câmara fria a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por um período de 50 dias.

As análises físicas, físico-químicas, foram realizadas no tempo zero e com intervalo de 10 dias, perfazendo um total de 7 amostragens.

O homogenato resultante da porção do pericarpo (mesocarpo) originou-se do triturado de 10 gramas de polpa, homogeneizado com 50 mL de água destilada em um homogeneizador de tecido tipo politron e depois filtrado. O filtrado obtido foi utilizado para determinação de pH, sólidos solúveis totais e ATT.

TABELA 1 Taxas de permeabilidade ao O₂, CO₂, vapor d'água dos filmes de PVC utilizados no experimento.

TIPO	ESPESSURA (μm)	PERMEABILIDADE APROXIMADA		
		($\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)	($\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)	$\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$
		O ₂ ^a	CO ₂ ^b	H ₂ O ^c
PVC	15	15.680	80.580	300
PVC	20	12.400	58.960	-
PVC	30	10.400	40.540	-

^a Determinada a 23°C, 1% UR e 1 atm.

^b Determinada a 23°C, a seco e 1 atm.

^c Determinada a 23°C, 1% UR.

3.3 Análises físicas

3.3.1 Perda de massa

Foi determinada por gravimétrica (Chitarra, 1979), através da diferença entre a massa inicial e aquela obtida nos frutos da parcela experimental, a cada intervalo de amostragem, utilizando-se balança semi-analítica Mettler, modelo PC2000. Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.3.2 Textura

Foi determinada com auxílio de um Texturômetro marca "*Stable Micro Systems Ltda*", programa "*Texture Expert English 1.16*", sem remoção do epicarpo.

Foram realizadas três medições por fruto, utilizando em todas as leituras a mesma ponteira, Probe 22 N. Os resultados obtidos em Lbf e expressos em Newton (N), após transformação. Os valores mais altos correspondem a frutos mais firmes.

3.4 Análises físico-químicas

3.4.1 pH

O pH foi determinado no filtrado, utilizando-se potenciômetro Digimed modelo DmpH-2.

3.4.2 Sólidos solúveis totais (SST)

Foram determinadas no filtrado por leitura em refratômetro digital Atago PR-100 Pallette, com compensação de temperatura. A leitura é expressa em porcentagem, segundo AOAC (1992).

3.5 Análises químicas

3.5.1 Acidez total titulável (ATT)

A acidez total titulável foi determinada por titulometria com solução de NaOH 0,1N, de acordo com Instituto Adolfo Lutz, (1985), e expressa em porcentagem de ácido málico.

3.5.2 Açúcares redutores, não redutores e totais

O extrato foi obtido por homogeneização de 5 g de polpa fresca em 50 mL de água destilada e determinados segundo a técnica redutométrica de Somogyi, adaptada por Nelson (1944). Foram utilizados, para tomada de ensaio 5 gramas de polpa fresca diluídos em 50 mL de água destilada e 1 mL da mistura para desproteinização. Por fim, foram tomados 2 mL para leitura. Para os açúcares totais ou não redutores, foi usado 3 mL para desproteinização e 2 mL para determinação. Os resultados foram expressos em porcentagem de glucose e sacarose.

3.5.3 Substâncias pécicas

Foram extraídas segundo técnica preconizada por McCready e McComb, (1952), e analisada pela técnica modificada do Carbazol, de acordo com Bitter e Muir (1962), foram determinadas as substâncias pécicas totais e a porção solúvel. Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico por 100g de polpa fresca.

3.5.4 Ácido clorogênico

Foi determinado segundo método de Goldstem e Swain, (1963), com algumas modificações. 5 g de polpa homogeneizada com 100 mL de isopropanol a 70%, com extração em refluxo por 4 horas, filtrado o volume foi levado para 100 mL de isopropanol a 70%. Para o doseamento, tomou-se 1 mL do extrato da mistura acima, 10 mL de periodado de sódio 0,25% incubado por 10 min. a 27°C. Leitura em espectrofotômetro Beckman modelo 640B a 406nm.

3.6 Análises bioquímicas - Extração enzimática

Realizada segundo técnica de Buecher e Furmanski, (1978), com algumas modificações. Foram homogeneizada 5g de polpa do fruto em água destilada gelada (4°C), com polivinil pirrolidona, em homogeneizador de tecido (politron), por 3 minutos. O homogenato foi filtrado em tecido fino (organza) e o resíduo ressuspendido em 40 mL de NaCl 1M, a 4°C. O pH ajustado para 6,0 com NaOH, homogeneizado por 3 min e incubado à 4°C por 1 hora. Depois de centrifugado por 30 minutos a 4°C a 5000 x g. Sendo o sobrenadante utilizado para as determinações enzimáticas.

3.6.1 Atividade da poligalacturonase (PG)

Utilizou-se a técnica de Pressey e Avants, (1973) e Jen e Robinson, (1984). A atividade foi determinada por incubação do extrato em solução a 0,25% de ácido galacturônico (lavado com etanol 80% antes do uso) em tampão acetato de sódio 37,5 mM, pH 5,0 a 30°C por 3 horas. A reação foi interrompida em banho-maria fervente, e os grupos redutores liberados foram determinados pela técnica de Somogyi modificada por Nelson (1944), usando glucose anidra como padrão. Como branco foi usado extrato inativado termicamente e incubado nas mesmas condições. Uma unidade de atividade de poligalacturonase foi considerada capaz de catalisar a formação de 1 nanomol de grupos redutores por minuto nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em unidades por grama de peso fresco ($U \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$).

3.6.2 Atividade da polifenoloxidase (PFO)

Foram determinadas as técnicas descritas por Matsumo e Uritani (1972) e Teisson (1979) para determinação da atividade da polifenoloxidase com as seguintes modificações: foi adicionado 0,5 mL do extrato enzimático em 1,8 mL de tampão fosfato 0,1M em pH 7,0 com 0,05mL de catecol 10mM, recém

preparado, incubado a 30°C por 30 minutos. A reação foi interrompida pela adição de 1,6 mL de ácido perclórico 2,0 N.

3.7 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial duplo (4 X 6), correspondente a testemunha e espessuras do filme de polietileno - 15, 20 e 30 µm e 6 períodos de amostragem - 0, 10, 20, 30, 40 e 50 dias. Cada parcela experimental foi constituída por 10 frutos e foram utilizadas 3 repetições.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Foram realizadas análises de regressão para as médias dos tempos de armazenamento, representadas com suas respectivas equações da reta. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SANEST (Zonta e Machado, 1991).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Acidez total titulável (ATT)

A análise de variância evidenciou que os fatores embalagem e período de armazenamento foram significativos, porém não foram observadas diferenças estatísticas na interação embalagem e período de armazenamento. Nos dias 30 e 50 houve diferença significativa entre as embalagens de 15 e 20 μm e de 20 e 30 μm respectivamente. Em ambos os casos os frutos embalados em filmes de PVC 20 μm apresentaram as menores médias de concentração de ATT, enquanto os demais tratamentos, mesmo apresentando médias maiores que o controle, não diferiram estatisticamente. No entanto, a maior média foi observada para o tratamento de frutos em embalagens de PVC 30 μm (0,34% de ácido málico) conforme apresentado na Tabela 2. Como a concentração de ATT nos dá idéia da atividade respiratória dos frutos, tem-se que a partir do trigésimo dia de armazenamento houve uma demanda maior da ATT, talvez indicando o início da plena senescência das nêspers em armazenamento a baixas temperaturas. No quadragésimo dia, houve um rápido aumento na utilização dos ácidos totais tituláveis nos demais tratamentos, a ponto de não haver diferença estatística quando comparada ao PVC 20 μm . Este comportamento assemelha-se ao encontrado por Ding et al., (1998) e Chachin e Ueda (1997), que observaram uma rápida diminuição na concentração de ácido málico e fumárico, chegando praticamente a uma igualdade constante a partir do décimo dia de armazenamento em diferentes temperaturas.

Houve decréscimo no teor de ATT no decorrer do período de armazenamento (Figura 3). Segundo Chitarra e Chitarra (1990), o teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com a maturação em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, pois estes constituem

uma excelente reserva energética em frutos, por meio de sua oxidação no ciclo de Krebs.

TABELA 2 Valores médios de acidez titulável total (ATT) de nêspas 'Mogi' acondicionados em filmes de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.⁽¹⁾

Trat.	Períodos de armazenamento (dias)						Média
	0	10	20	30	40	50	
	ATT (% de ácido málico)						
CONT.	0,59a	0,31a	0,28a	0,24ab	0,19a	0,20ab	0,30ab
PVC15	0,59a	0,37a	0,36a	0,32a	0,18a	0,21ab	0,33ab
PVC20	0,59a	0,27aC	0,37a	0,21b	0,22a	0,13b	0,30b
PVC30	0,59a	0,32a	0,32a	0,27ab	0,28a	0,26a	0,34a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey em $P < 0,05\%$.

Ding et al (1997) e Ogata, citado por Shaw (1980) observaram o mesmo comportamento em nêspas armazenadas em filmes de PVC a temperaturas de 5°C e 3°C respectivamente. Ogata, citado por Shaw (1980), aponta essa redução na concentração de ATT ao metabolismo normal da respiração, utilizando como substrato metabólico tanto os ácidos (principalmente o málico, abundante em frutos de nêspas) quanto os açúcares. No entanto, os resultados encontrados no presente trabalho diferem dos apresentados por Flores e Rivas (1975) que, ao estudar nêspas tratadas com e sem etileno e armazenadas a 12°C e 15°C demonstrou um aumento nas concentrações da ATT no decorrer do período de armazenamento em ambos os tratamentos.

Segundo Ding et al., (1997), a acidez total titulável é o fator principal para a ótima qualidade no sabor e aroma. O autor especifica o intervalo de 0,2 a 0,4% de concentração ácida em nêspas armazenadas em baixas temperaturas

para que se venha obter uma ótima qualidade no sabor e aroma. Os valores encontrados neste trabalho encontram-se dentro do intervalo sugerido pelo autor.

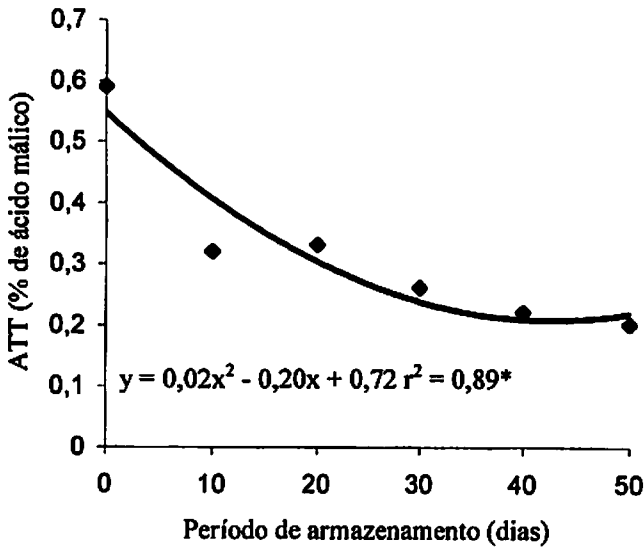


FIGURA 3 Curva e equação de regressão representativa dos valores médios de acidez total titulável de nêspersas 'Mogi' acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

4.2 pH

Houve efeito significativo apenas do período de armazenamento, onde se observou aumento do pH no decorrer de todo o período de armazenamento, conforme Figura 4, podendo-se considerar um ponto de máximo já que o comportamento apresentado foi quadrático. Esse comportamento deve-se principalmente ao efeito tampão (Chitarra & Chitarra, 1990), onde os prótons

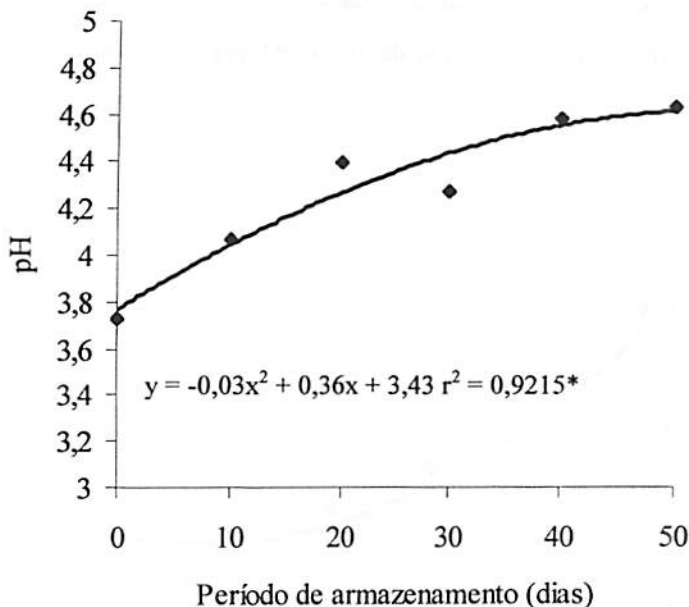


FIGURA 4 Curva e equação de regressão representativa dos valores de pH de nêsperas 'Mogi' acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

formados ou adicionados combinam-se com o ânion $\text{CH}_3 - \text{COO}^-$, que se encontram presentes na mistura tampão com sal de potássio formando $\text{CH}_3 - \text{COOK}$, sendo este um ácido fraco não dissociado, assim podem ocorrer pequenas variações no pH, o que explica o leve e constante aumento do pH durante os períodos de armazenamento (Figura 4). Explicação esta reforçada por Ulrich (1970), que justifica a pouca variação encontrada no pH de alguns frutos por ele trabalhado ao efeito tampão, decorrente da existência simultânea de ácidos orgânicos livres e de seus sais, conforme descrito acima. Este resultado também foi encontrado por Piga et al., (1996) em nêspera, o qual analisando, além da embalagem, a temperatura de armazenamento de 2°C a 8°C , determinou

que tanto a acidez quanto o pH foram significativamente influenciados não só pelo efeito tampão mas também pela temperatura.

Os resultados diferem em parte das informações fornecidas por Chitarra e Chitarra (1990), segundo as quais, em uma faixa de concentração de ácido entre 2,5% e 0,5%, o pH aumenta com a redução da acidez, sendo utilizado, por tanto, como indicativo dessa variação. Nos resultados apresentados na Tabela 2 observamos que a média de acidez encontrada foi de 0,32% de ácido málico, por tanto fora do intervalo citado por Chitarra e Chitarra (1990).

4.3 Perda de massa

A análise estatística detectou efeitos significativos da embalagem, do período de armazenamento e da interação embalagem x período de armazenamento sobre a perda de massa fresca. Os tratamentos com filme de PVC reduziram a perda de massa de nêspas durante o período de armazenamento, sendo que PVC 20 e 30 μm foram os mais eficientes (Tabela 3), diferindo estatisticamente nos 50 dias de armazenamento, onde o PVC 30 apresentou a menor média de perda de massa (1,29%), enquanto PVC 20 obteve a média de 1,65% isso se justifica pelo fato do PVC 30 ser mais espesso que PVC 20, contribuindo para que haja melhor interação entre a troca de gases no interior da embalagem (Tabela 1). Devemos ressaltar que filmes de maiores densidades contribuem para o aumento da umidade no interior da embalagem, o que também contribui para a redução de massa, conforme foi constatado principalmente quando se utilizou filmes de PVC 20 e 30 μm . O PVC 20 μm variou em 0,7% e o PVC 30 μm em 0,72%, comparado com sua massa inicial, enquanto o controle teve uma perda de 7,18% (Tabela 3). Piga et al., (1996) conseguiram prolongar a vida pós-colheita e diminuiu a perda de massa de nêspas 'Palermítana' pela utilização de filmes de PVC. Após 30 dias de armazenamento a 2°C, houve perda de 9,4% da massa inicial, com manutenção

da qualidade interna e externa. Concluíram que o armazenamento sob atmosfera modificada deve estar associado à refrigeração.

TABELA 3 Valores médios referente à perda de massa de nêspas ‘Mogi’ acondicionados em filmes de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.⁽¹⁾

Trat.	Período de armazenamento (dias)						Média
	0	10	20	30	40	50	
	Perda de massa fresca (%)						
CONT.	0,00	3,24 a	4,26 a	7,46 a	10,42 a	11,92 a	6,22 a
PVC 15	0,00	0,71 b	0,95 b	1,84 b	1,60 b	2,34 b	1,24 b
PVC 20	0,00	0,45 c	0,54 c	0,95 c	1,15 c	1,65 c	0,79 c
PVC 30	0,00	0,37 c	0,61 c	0,98 c	1,09 c	1,29 d	0,72 c

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em $P < 0,05$.

Durante todo o período experimental, os frutos controle apresentaram maior perda de massa fresca que os tratamentos envolvendo frutos embalados, enquanto que os tratamentos PVC 20 e 30 reduziram mais eficazmente a perda de massa que PVC 15. Houve aumento linear nos valores nos frutos controle e nos mantidos nas embalagens de PVC 15 e 20, enquanto os do tratamento PVC 30 não apresentaram alterações significativas em sua massa fresca, com o decorrer do armazenamento (Figura 5). O uso da atmosfera modificada não influenciou na qualidade de apresentação dos frutos, com relação a sua aparência e turgidez, mantendo-os com um bom peso comercial, sendo este último um fator economicamente importante quando se comercializa frutos, pois toda negociação é feita com base em peso. Deve-se salientar que o uso da atmosfera modificada gera uma alta umidade no interior da embalagem, que reduz a perda de massa e da qualidade do produto Moleyar e Narasimham (1994), fato não

observado no presente experimento. Um fator importante a ser considerado no armazenamento sob atmosfera modificada é a possibilidade de condensação de vapor d'água na superfície dos frutos, podendo conduzir ao desenvolvimento de fungos, no entanto não foi observada nenhuma perda de nêspers decorrente de infecção por microorganismos.

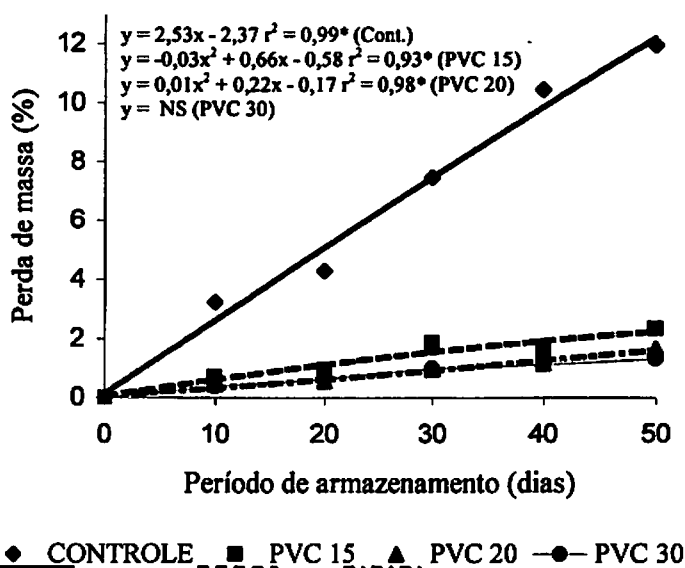


FIGURA 5 Curvas e equações de regressão representativa dos valores de perda de massa (%) de nêspers 'Mogi' acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

Os resultados estão de acordo com os encontrados por Ding et al., (1998b), que observaram redução de 8,3 % e 8,9% da massa inicial de nêspers embaladas em filmes de PVC e armazenadas a 1°C e 5°C respectivamente. Ackermann, Fisher e Amado (1992), concluíram que os filmes de densidades

mais elevadas são mais eficientes na redução da perda de massa e na manutenção da aparência de maçãs.

4.4 Sólidos solúveis totais (SST)

A análise de variância mostrou apenas o efeito significativo do período de armazenamento sobre os valores de SST.

Houve inicialmente um pequeno aumento nos teores de sólidos solúveis totais com diminuição no decorrer da maturação (Figura 6). Este comportamento não difere com o verificado por Ding et al., (1998b). Estes autores observaram aumento no teor de SST nos primeiros cinco dias, seguido de decréscimo no decorrer do armazenamento. O aumento inicial foi atribuído à elevação de glicose e frutose ocasionada pela hidrólise da sacarose.

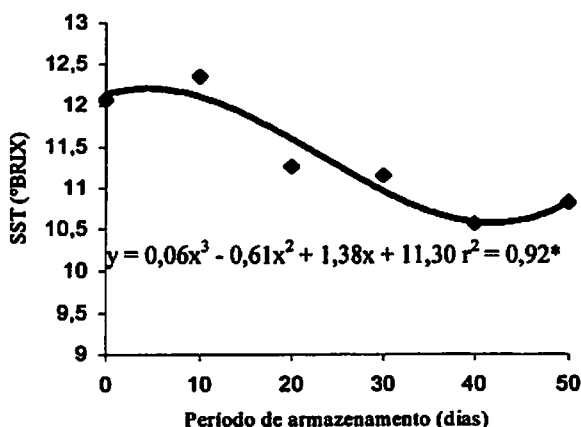


FIGURA 6 Curva e equação de regressão representativa dos valores de sólidos solúveis totais (SST) de nêsperas 'Mogi' acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

O comportamento verificado para os SST no presente ensaio foi semelhantes àqueles constatados por Piga et al., (1996) e Ding et al., (1998b), em nêspas acondicionadas em filmes de PVC e armazenadas em baixas temperaturas. Estes autores observaram que o teor de SST permaneceu quase constante no decorrer do armazenamento refrigerado sob atmosfera modificada.

4.5 Açúcares redutores, não redutores e totais:

A análise de variância mostrou o efeito significativo da embalagem, do período de armazenamento e da interação embalagem x período sobre os teores de açúcares totais, redutores e não redutores.

Os açúcares totais estão diretamente relacionados com o aroma e sabor dos frutos. Como estes são constituídos dos açúcares redutores e os não redutores, atribui-se que sejam utilizados nas diversas atividades metabólicas que ocorrem no fruto (Chitarra e Chitarra, 1990). Sendo assim, se há manutenção dos AT há indicação que os frutos retardaram seu processo de amadurecimento natural.

Como se esperava pelos resultados de SST não houve um efeito pronunciado da embalagem sobre o conteúdo de AT. Embora em vários períodos o teor de AT dos frutos dos tratamentos PVC 20 e PVC 30 tenham sido significativamente mais elevados que o dos frutos controle, foi pouco pronunciado. Observou-se também tendência de superioridade nos valores de AT nos frutos do tratamento PVC 30, significativo no trigésimo e quadragésimo dia de armazenamento (Tabela 4).

Tomando como base essas informações tem-se que o tratamento PVC 30 μm apresentou-se como o mais eficiente na manutenção do teor de AT, com uma média de 10,13%, enquanto que os frutos do tratamento PVC 15 μm não diferiram do controle.

TABELA 4 Valores médios de açúcares totais (AT) de nêspas ‘Mogi’ acondicionados em filmes de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.⁽¹⁾

Trat.	Período de armazenamento (dias)						Média
	0	10	20	30	40	50	
	AT (%)						
CONT.	9,36a	8,79b	9,29a	9,34c	9,14d	9,46bc	9,23c
PVC 15	9,36a	8,99b	9,55a	9,60bc	9,72c	9,16c	9,40c
PVC 20	9,36a	9,90a	9,75a	9,97b	10,29b	9,80ab	9,85b
PVC 30	9,36a	10,17a	9,73a	10,55a	10,87a	10,08a	10,13a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em $P < 0,05$.

O controle foi significativo em todos os períodos de armazenamento, e apresentou a menor média geral (9,23%), no entanto não houve diferença do controle e PVC 15 μm (9,40%). Conforme se pode observar na Figura 7 os teores de AT nos tratamentos PVC 15, 20 e 30 μm aumentaram até os 40 dias de armazenamento, decrescendo logo em seguida até os 50 dias de armazenamento. As nêspas armazenadas até 20 dias não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos PVC 20 e PVC 30 μm . No entanto, após o 30º dia de armazenamento, a tendência do tratamento PVC 30 μm mostrou-se mais eficiente (Tabela 4).

Trabalho realizado por Ding et al., (1997) com três densidades de filmes de polietileno, indicou que açúcares totais não mudaram significativamente durante os primeiros 15 dias de armazenamento, depois decresceram constantemente, chegando de 9,0% a 16,0% após 60 dias de armazenamento. Já os tratamentos PVC 20 e 30 μm tiveram aumentos significativos até os 40 dias de armazenamento depois decresceram, conforme apresentado na Figura 7.

Os resultados obtidos estão de acordo com os encontrados em nêspas por Ding et al., (1998b), e Ding et al., (1997a, e 1997b), onde também se

observou pouca mudança no teor de açúcares total nos primeiros 30 dias e uma diminuição após 60 dias de armazenamento, o que pode ser devido à hidrólise de sacarose em glicose e frutose, provavelmente pela sua utilização nas reações catabólicas que ocorrem no início da senescência dos frutos e com isso aumentando a demanda energética. Os frutos dos tratamentos PVC 20 e 30 apresentaram teores mais baixos de açúcares redutores, glicose com médias de

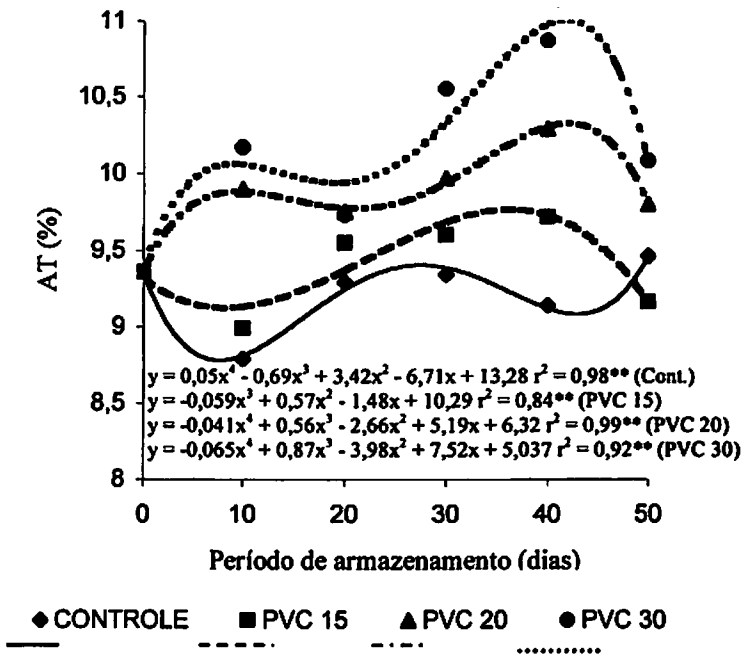


FIGURA 7 Curva e equação de regressão representativa dos valores de açúcares totais (AT) de nêsperas ‘Mogi’ acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

7,25% e 7,21% respectivamente. Porém os valores médios no tratamento PVC 30 foram estatisticamente diferentes daqueles apresentados pelos frutos dos tratamentos PVC 15, e controle (Tabela 5), o que vale salientar que esse

resultado indica maior eficiência dos tratamentos envolvendo filmes de PVC 20 e 30 μm no retardamento da senescência de nêspera, já que estatisticamente PVC 20 foi igual ao PVC 30 em todos os tempos de avaliação, com uma tendência de menores valores que os demais tratamentos em todos os tempos estudados, pois frutos quando maduros tem maiores concentrações de açúcares redutores, já que estes representam quase que a totalidade dos açúcares totais.

TABELA 5 Valores médios de redutores totais (glucose) de nêsperas 'Mogi' acondicionados em filmes de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.⁽¹⁾

Trat.	Período de armazenamento (dias)						Médias
	0	10	20	30	40	50	
	Açúcares redutores (%)						
CONT.	7,43a	7,31a	7,11a	7,96a	7,29b	7,44b	7,42ab
PVC 15	7,43a	6,92ab	7,11a	7,37b	8,26a	8,13a	7,54a
PVC 20	7,43a	6,83b	6,65b	7,12b	7,61b	7,86ab	7,25bc
PVC 30	7,43a	6,79b	6,62b	7,44b	7,53b	7,42b	7,21c

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em $P < 0,05$.

Segundo Chitarra e Chitarra (1990), o teor de açúcares usualmente aumenta com o amadurecimento dos frutos devido ao processo de biossíntese ou degradação de polissacarídeos. Em nêsperas os açúcares solúveis mais abundantes são glucose, frutose e sacarose, predominando a sacarose nos frutos imaturos e, em estádios mais avançados de maturidade, glucose e frutose (Femenia et al., 1998 e Ding et al., 1997).

Houve decréscimo no teor de açúcares redutores em todos os tratamentos, menos do controle que estatisticamente não foi observado variação nenhuma, sob atmosfera modificada, nos 20 primeiros dias de armazenamento

(Figura 8), divergindo do comportamento de elevação observado por Ding et al., (1998a, 1998b, e 1998c). Esse aumento no teor dos açúcares redutores ocorre devido à hidrólise da sacarose e à conversão de sorbitol em glucose e frutose (Hirai 1980, Ackerman, Fischer e Amado 1992). Pode-se inferir que nos frutos sob atmosfera modificada houve, no início do armazenamento, aumento nas reações metabólicas, com utilização dos açúcares redutores no processo respiratório, com vista à produção da energia.

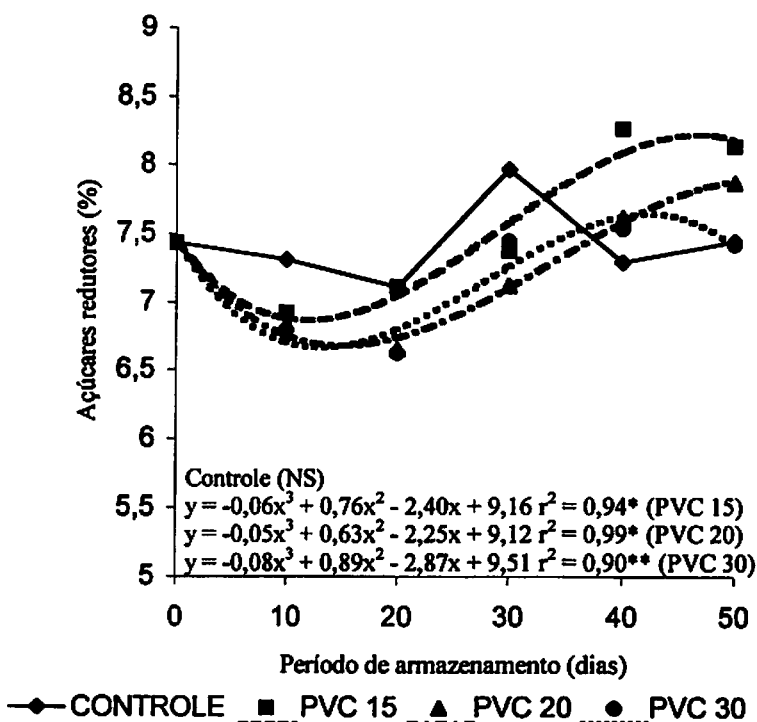


FIGURA 8 Curvas e equações de regressão representativas dos valores de açúcares redutores (glucose) de nêspersas 'Mogi' acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

Houve efeito significativo da embalagem, do período de armazenamento e da interação embalagem x período sobre os teores de açúcares não redutores (sacarose). Durante todo o armazenamento, com exceção do 50º dia de armazenamento, os frutos do tratamento controle apresentaram-se com os menores teores de sacarose com relação aos frutos dos tratamentos envolvidos com filmes de PVC, enquanto os frutos do tratamento PVC 20 e 30 diferiram estatisticamente após os 30 primeiros dias de armazenamento (Tabela 6). Em médias gerais os frutos do tratamento 30 apresentaram as maiores médias no teor de sacarose (2,79%), seguida pelo PVC 20 (2,48%) o que indica uma menor hidrólise de sacarose nesses tratamentos, evidenciando a influência do uso da atmosfera modificada na hidrólise de sacarose.

TABELA 6 Valores médios de açúcares não redutores (sacarose) de nêspersas 'Mogi' acondicionados em filmes de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a 3°C ± 2°C e 85% ± 3% UR, por 50 dias.⁽¹⁾

Trat.	Período de armazenamento (dias)						Média
	0	10	20	30	40	50	
	Açúcares não redutores (%)						
CONT.	1,91a	1,46b	2,07b	1,35c	1,76c	1,64b	1,70c
PVC 15	1,91a	1,97b	2,32b	2,13b	1,39c	0,99c	1,78c
PVC 20	1,91a	2,93a	2,94a	2,71ab	2,55b	1,86b	2,48b
PVC 30	1,91a	3,22a	2,97a	2,96a	3,17a	2,53a	2,79a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em P < 0,05.

Segundo Figura 9 observa-se um leve aumento no teor de sacarose no início do armazenamento e um decréscimo no final, em todos os frutos dos tratamentos envolvendo filmes de PVC, enquanto os do tratamento controle não apresentaram alterações significativas em seu teor de sacarose, também se torna

evidente uma maior concentração no teor de sacarose nos 20 primeiros dias de armazenamento, decrescendo logo em seguida até os 50 dias. Os resultados obtidos divergem, em parte, com os encontrados por Ding et al., (1997), Ding, Chachin e Ueda (1997), Ding et al (1998b, 1998c), segundo os quais os teores de sacarose decresceram rapidamente no decorrer do armazenamento.

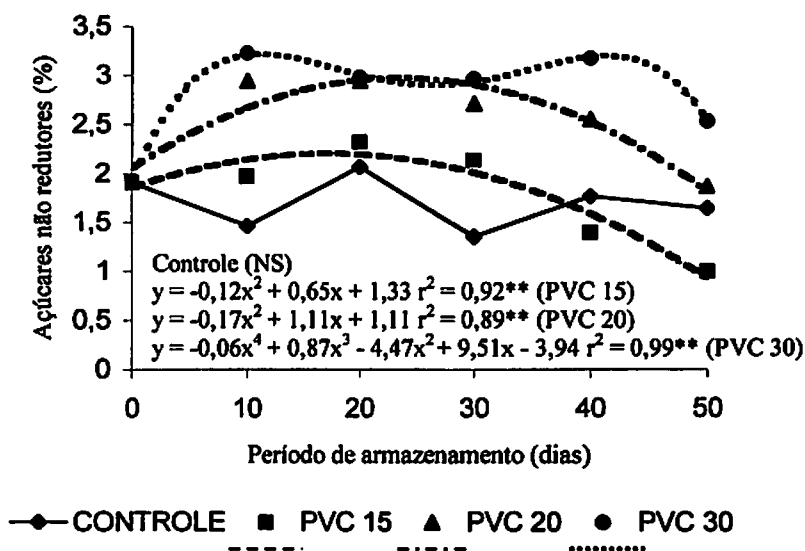


FIGURA 9 Curvas e equações de regressão representativas dos valores de açúcares não redutores (sacarose) de nêsperas 'Mogi' acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

Ao relacionarmos com os resultados obtidos para os açúcares redutores, estes demonstram que houve uma influência dos tratamentos nos 20 primeiros dias mais representativos nos tratamentos envolvendo os filmes de PVC 20 e 30 μm . Não houve hidrólise de sacarose, porém os tratamentos não cessaram o

processo metabólico normal nos frutos. Isso é evidenciado pela diminuição do conteúdo de glucose nos 20 primeiros dias, conforme discutido anteriormente. Após os 30 dias de armazenamento, tem-se uma escassez, por parte do fruto em matéria prima para produção de energia (glucose). Desta maneira, o fruto começa a hidrolisar sacarose em unidades menores de glucose e frutose. Observa-se assim uma significativa diminuição no conteúdo de sacarose após os 20 primeiros dias de armazenamento (Figura 9), com exceção dos frutos controle, que apresentaram uma constante oscilação em todo período de armazenamento, ou seja, decrescendo nos 10, 30 e 50 dias de armazenamento e crescendo nos 20 e 40 dias. Estes resultados indicam o comportamento natural dos frutos armazenados a 3°C sem uso de filmes de PVC, ou seja, a todo o momento o fruto requer hidrólise de sacarose. Os picos de máximo de oscilação encontrado na Figura 6 são exatamente aqueles dos momentos em que a demanda de glucose e de outros açúcares está em plena demanda satisfatória do qual o fruto necessita.

4.6 Substâncias pécticas

A análise estatística detectou efeitos significativos da embalagem, do período de armazenamento e da interação embalagem x período de armazenamento sobre pectina total e solúvel.

As pectinas são consideradas como os principais componentes químicos dos tecidos, responsáveis pelas mudanças de textura dos frutos (Chitarra e Chitarra, 1990). Sendo assim, são usadas como importante parâmetro para avaliação da textura e, conseqüentemente, do grau de maturidade em que se encontram os frutos.

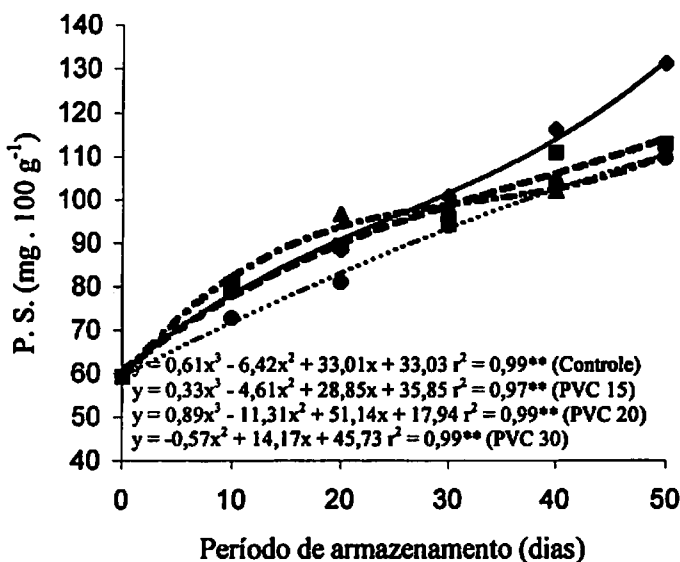
Conforme Tabela 7 e Figura 10 Pode-se verificar que a concentração de pectina solúvel aumentou no decorrer do período de armazenamento. Lima, Scalón e Santos (1996), trabalhando com armazenamento de manga com filmes

de PVC, observaram um aumento nos teores de pectina solúvel com o avanço do armazenamento. O mesmo foi observado em banana 'Prata' por Vilas Boas (1995) e goiaba por El-Buluk, Babiker e El-Tinay (1995). Segundo Tabela 9 observa-se que o tratamento PVC 30 apresentou a menor média de concentração de pectina solúvel ($86,71 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), enquanto a média para os frutos do controle foi $96,09 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Já os tratamentos PVC 15 e 20 não diferenciaram estatisticamente entre si, porém foram menores que o dos frutos controle, ou seja, os tratamentos envolvendo embalagem de filmes de PVC influenciaram no grau de maturidade do fruto, o que possivelmente contribuiu para que o amaciamento desses frutos fosse menos acentuado. Já os frutos controle apresentaram as maiores médias com perda de qualidade comercial em relação à textura no último período de armazenamento.

TABELA 7 Valores médios de pectina solúvel (P.S.) de nêspersas 'Mogi' acondicionados em filmes de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.⁽¹⁾

Trat.	Período de armazenamento (dias)						Médias
	0	10	20	30	40	50	
	Pectina solúvel ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)						
CONT.	59,35 ^a	81,03a	88,47b	100,48a	116,04a	131,17a	96,09a
PVC 15	59,35 ^a	80,52a	89,22b	94,08b	110,73a	112,65b	91,09b
PVC 20	59,35a	79,73a	96,53a	97,85ab	101,92b	110,73b	91,02b
PVC 30	59,35a	72,74b	80,98c	93,84b	103,88b	109,48b	86,71c

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em $P < 0,05$.



◆ CONTROLE ■ PVC 15 ▲ PVC 20 ● PVC 30

FIGURA 10 Curvas e equações de regressão representativa dos valores de pectina solúvel (P.S.) de nêsperas 'Mogi' acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

Conforme as médias apresentadas a solubilização dos polímeros pécticos incrementou ao longo do armazenamento, sendo menor nos frutos mantidos nas embalagens de filme de PVC, com isso demonstra que a atmosfera modificada pode influenciar na redução da atividade das enzimas pécticas.

Quanto ao teor de pectina total, observou-se efeito significativo nos tratamentos embalagem, tempo de armazenamento e interação embalagem x tempo de armazenamento, conforme Tabela 8 e Figura 11.

O teor de pectina total dos frutos de todos os tratamentos apresentaram decréscimo significativo no vigésimo dia de armazenamento, seguida de elevação expressiva até o 50º dia. Considerando-se o período inicial e final do

armazenamento, pode-se dizer que houve redução no teor de pectina total apenas nos frutos dos tratamentos PVC 20 e PVC 30. Nos frutos dos demais tratamentos o teor de pectina total retornou aos valores detectados no início do armazenamento.

TABELA 8 Valores médios de pectina total (P.T.) de nêspas 'Mogi' acondicionados em filmes de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.⁽¹⁾

Trat.	Período de armazenamento (dias)						Média
	0	10	20	30	40	50	
	Pectina total (mg.100g ⁻¹)						
CONT.	563,48a	556,89a	518,71a	548,65a	547,47a	548,62a	547,30a
PVC 15	563,48a	506,78b	507,97a	531,53ab	551,87a	552,18a	535,63b
PVC 20	563,48a	541,32a	508,74a	517,00b	515,73b	489,68b	522,66c
PVC 30	563,48a	529,87ab	507,89a	510,66b	506,73b	507,07b	520,95c

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em $P < 0,05$.

Os filmes PVC 20 e PVC 30 interferiram no teor de pectina total apenas nos últimos períodos de avaliação quando se verificou teor mais baixo destes componentes em comparação aos dos tratamentos controle e PVC 15. Os frutos do tratamento PVC 15 apresentaram teores semelhantes aos apresentados pelos frutos do controle durante o período experimental, diferindo destes, de modo significativo, apenas no 10º dia de armazenamento (Tabela 8). Os valores médios observados variaram entre 489,68 e 563,48 mg de ácido galacturônico . 100g⁻¹, semelhante à faixa citada na literatura de Femenia et al., 1998.

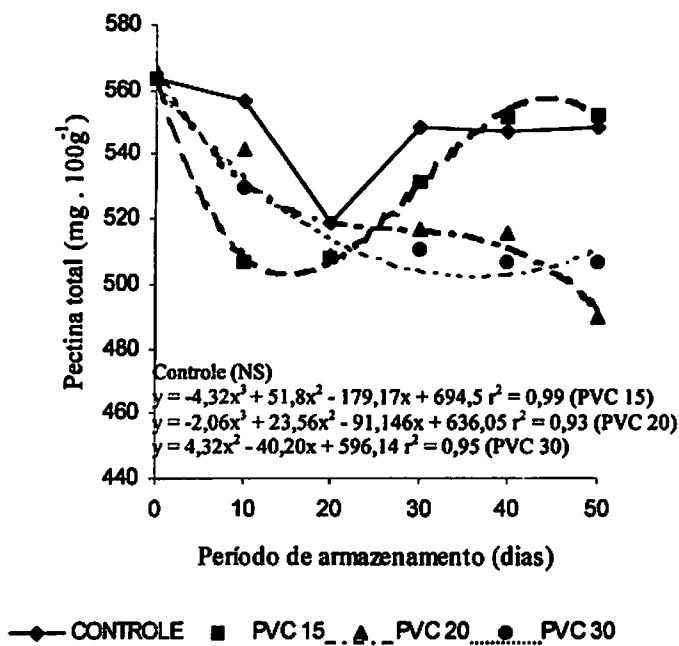


FIGURA 11 Curvas e equações de regressão representativa dos valores de pectina total (P.T.) de nêsperas 'Mogi' acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

Na Figura 11 pode-se observar que no decorrer do período de armazenamento houve uma diminuição no teor de pectina total, mesmo o tratamento PVC 15 aumentando seu teor após os 20 dias de armazenamento, o teor de pectina total nos 50 dias de armazenamento, para todos os tratamentos, foram menores que o teor inicial, enquanto o controle apresentou diferença significativa em seus resultados. O teor de PT nos tratamentos PVC 20 e 30 diminuíram no decorrer do armazenamento, no entanto a diminuição foi mais acentuada nos 20 primeiros dias de armazenamento. Os resultados obtidos no gráfico da Figura 11 indicam que o teor de pectina pode, em geral, permanecer

inalterado, ou diminuir como observam Mowlah e Itoo (1983) ou mesmo aumentar durante o amadurecimento (Chyau, Chen e Wu, 1992).

Por ocasião do decréscimo nos teores de pectina total, identificou-se o maior percentual de aumento nos teores de pectina solúvel (Tabela 9). Esse mesmo comportamento foi observado por Vilas Boas (1995) em banana 'Prata', que atribuiu a redução momentânea no teor de pectina total ao incisivo consumo de pectinas como substrato, no momento de maior demanda energética. Para nêspera, encontra-se, pelo que demonstram os resultados, no 10º e 20º dia de armazenamento, porém essas determinações podem variar segundo a cultivar e estágio de maturidade do fruto (Kays, 1997). Já Lima, Scalon e Santos (1996) observaram em mangas armazenadas com filmes de PVC que os teores de pectina total decresceram até os 10 dias de armazenamento.

TABELA 9 Valores médios da porcentagem de solubilização (P.S./P.T.) de nêsperas 'Mogi' acondicionados em filmes de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a 3°C ± 2°C e 85% ± 3% UR, por 50 dias.⁽¹⁾

Trat.	Período de armazenamento (dias)						Médias
	0	10	20	30	40	50	
	P.S./P.T.						
CONT.	0,11	0,15	0,17	0,19	0,2	0,23	0,17
PVC 15	0,11	0,16	0,18	0,18	0,19	0,20	0,17
PVC 20	0,11	0,15	0,19	0,20	0,22	0,24	0,18
PVC 30	0,11	0,14	0,16	0,19	0,21	0,22	0,17

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em P < 0,05.

Como esperado, a porcentagem de solubilização dos polímeros pécticos incrementou ao longo do armazenamento, sendo mais intensa até o 20º dia (Tabela 9; Figura 12). A solubilização foi mais baixa nos frutos mantidos nas

bandejas revestidas com PVC de 30 até o trigésimo dia, após o qual destacaram-se os frutos do tratamento PVC 15 por apresentarem menor valor médio para a relação PS/PT, em consequência do seu teor mais elevado de pectina total nos períodos finais do armazenamento.

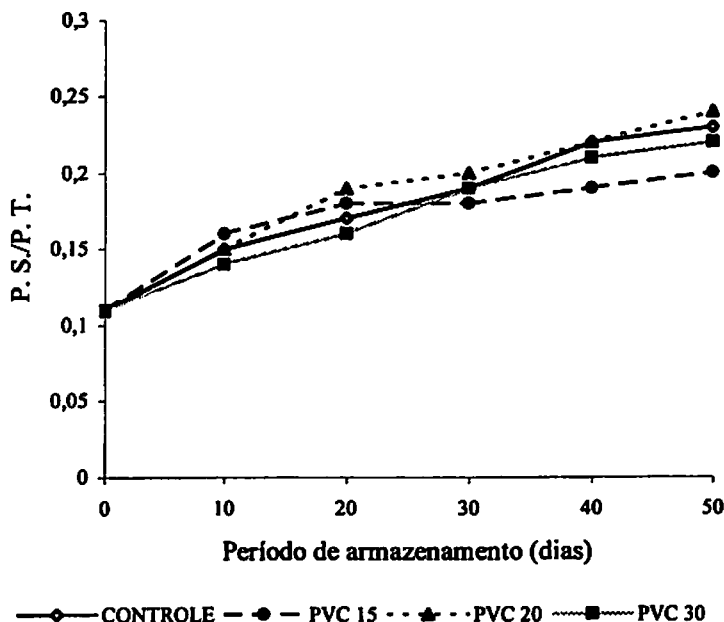


FIGURA 12 Representação gráfica dos valores de solubilização (P.S./P.T.) de nêspers armazenadas durante 50 dias a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, em atmosfera modificada, com três espessuras de filme de PVC e controle (sem filme).

Houve tendência de maior solubilização relativa no 10º e 20º dias, apresentando-se o tratamento PVC 15 e 30 μm como o de menor índice relativo médio de solubilização. Femenia et al., (1998) relatam que a nêspers possui cadeias pécnicas pouco ramificadas com arabinose e galactose e baixa ocorrência

de raminogalacturonas, o que contribui para que haja um rápido amaciamento deste fruto. Logo, se faz necessária a determinação de componentes da parede celular, objetivando um pleno entendimento dos mecanismos de amaciamento.

Observou-se redução no teor de pectina total até o vigésimo dia de armazenamento (Figura 11). Esse fato sugere que, nesse período, para nêspersas colhidas no estágio 6 de maturidade segundo valores de cores de Huntei, descrito por Hamauzu et al., (1997), há um incisivo consumo de pectina como substrato respiratório, no momento de maior demanda energética, talvez na via alternativa das pentoses ou das hexoses monofosfato (HMP). Segundo Devlin e Witham (1983), alguns componentes específico da parede celular como pectinas e hemicelulose, sofrem fortes alterações químicas influenciadas pela atividade respiratória, resultando em alterações profundas destes constituintes.

4.7 Atividade de poligalacturonase (PG) e textura

A Poligalacturonase (exo e endo) hidrolisam o polímero péctico com conseqüente aumento no teor de pectinas solúveis, estando relacionadas com a perda de firmeza (amaciamento), sendo de grande importância seu estudo na pós-colheita de frutos (Kays e Kays, 1997).

Houve efeito significativo da embalagem, do período de armazenamento e da interação embalagem x temperatura sobre a atividade da PG (Tabela 10).

Os frutos embalados com PVC apresentaram uma ascensão na atividade da PG durante todo o período de armazenamento, enquanto os frutos controle apresentaram uma pequena diminuição na atividade da PG após os 30 dias de armazenamento. Os frutos armazenados sob atmosfera modificada, notadamente em PVC 20, apresentaram atividade de PG inferior à dos frutos controle até o 4º período de armazenamento. Entretanto nos dois últimos períodos notou-se que os frutos de todos os tratamentos não se destacaram frente ao controle, pois

apresentaram tendência de maior atividade, sendo mais evidente nos frutos armazenados em filme de PVC 30 (Tabela 10).

TABELA 10 Valores médios da atividade da enzima poligalacturonase (PG) de nêspas 'Mogi' acondicionados em filmes de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.⁽¹⁾

Trat.	Período de armazenamento (dias)						Média
	0	10	20	30	40	50	
	Poligalacturonase ($\text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)						
CONT.	11,87a	29,57a	44,55a	47,78a	47,11b	46,72b	37,60a
PVC 15	11,87a	19,96b	31,36b	40,59ab	46,34b	50,53b	33,44bc
PVC 20	11,87a	16,87b	18,96c	31,72c	53,13ab	53,69b	30,71c
PVC 30	11,87a	20,13b	27,90b	33,52bc	56,54a	68,97a	36,49ab

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em $P < 0,05$.

A atividade da PG demonstra comportamento semelhante nos frutos de todos os tratamentos, havendo seu incremento ao longo do armazenamento (Figura 13).

Em frutos, na maioria dos casos, observa-se um incremento na atividade da PG durante o armazenamento com uma elevação na solubilização de pectinas. Todavia, os efeitos proporcionados pelos filmes de PVC não foram suficientes para inibir a despolimerização de pectinas. O mesmo foi constatado por Vilas Boas (1995) em bananas e por Ackermann, Fisher e Amado (1992) em maçãs armazenadas em filmes de PVC.

Houve efeito significativo da embalagem, do período de armazenamento e da interação embalagem x período sobre a textura.

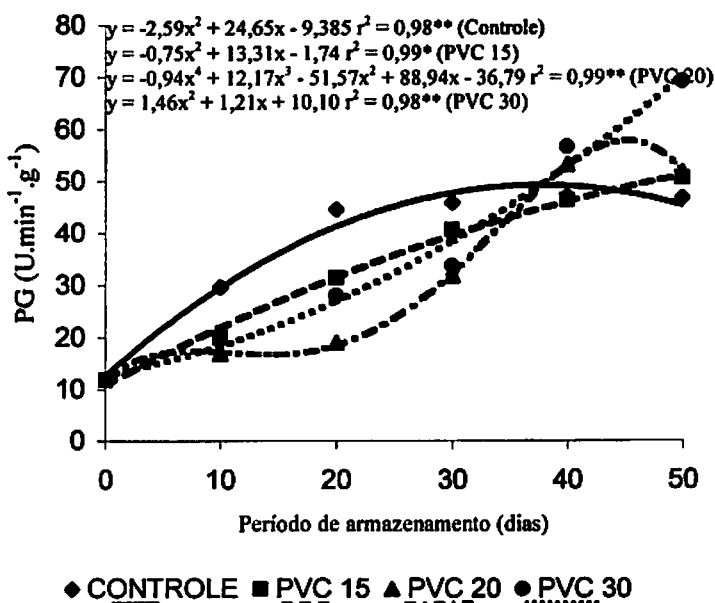


FIGURA 13 Curvas e equações de regressão representativa dos valores da atividade da enzima poligalacturonase (PG) de nêsperas 'Mogi' acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

Observou-se diferença estatística entre os tratamentos nos 40 dias de armazenamento, conforme Tabela 11, onde os frutos do tratamento PVC 20 obteve a maior média com relação aos demais (11,21 N). Quanto à média geral pode-se observar que os frutos dos tratamentos PVC 20 e 30 não diferiram estatisticamente entre si, apresentando as maiores médias, o que demonstra a influência do uso da atmosfera modificada na manutenção da qualidade comercial dos frutos, já que a textura está diretamente relacionada com o amolecimento de frutos no decorrer de seu amadurecimento e conseqüentemente com sua aceitação no mercado comercial.

TABELA 11 Valores médios da textura de nêperas 'Mogi' acondicionados em filmes de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a 3°C ± 2°C e 85% ± 3% UR, por 50 dias.⁽¹⁾

Trat.	Período de armazenamento (dias)						Média
	0	10	20	30	40	50	
	Textura (N)						
CONT.	10,03a	8,50a	9,43 ^a	8,03a	7,83b	7,13a	8,49c
PVC 15	10,03a	9,30a	9,20 ^a	10,06a	8,37b	7,37a	9,06b
PVC 20	10,03a	9,97a	8,83 ^a	9,53a	11,21a	7,50a	9,51a
PVC 30	10,03a	9,30a	9,57 ^a	10,20a	9,07b	8,33a	9,42a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em P < 0,05.

Ao se analisar o gráfico da Figura 14, tem-se que houve um decréscimo na textura em todo o período de armazenamento, conforme as retas representativas da equação de reta de cada tratamento, mesmo observando uma oscilação da textura em todos os períodos, oscilação está explicada por McCollum, Huber e Cantliffle, (1989), que segundo os autores, ao se determinar à textura de frutos, faz-se necessário que retire a casca a profundidade de 1 mm antes do uso de qualquer equipamento de determinação de textura, pois a casca oferece resistência à penetração, sendo mais resistente que a polpa do fruto, com isso proporciona picos irrealistas de leitura. Como foi descrito no material e método (3.3.2 textura), do presente trabalho não foi retirada a casca para determinação da textura, com isso houve influência nas leituras.

No caso da nêpera, conforme já mencionado houve significativa diminuição da perda de massa, o que reflete em uma diminuição na transpiração devido ao armazenamento a baixa temperatura e ao uso de filmes de PVC. No entanto, a perda de firmeza só influenciou na qualidade dos frutos controle no último período de armazenamento.

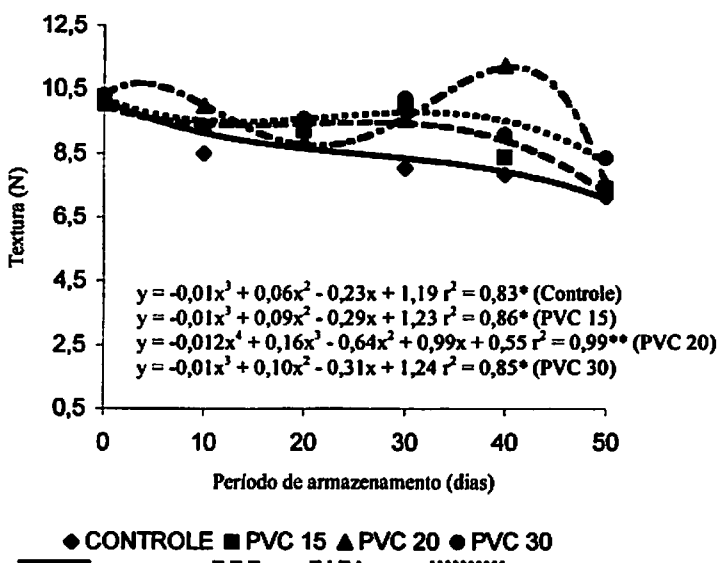


FIGURA 14 Curvas e equações de regressão representativa dos valores de textura de nêperas 'Mogi' acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

Pode-se traçar um paralelo entre a atividade enzimática da PG e o comportamento da textura de nêpera. Observa-se, a despeito do comportamento enzimático, um constante incremento na sua atividade. Porém, houve pequena diminuição na textura dos frutos. (Figuras 13 e 14), pois conforme Tabela 10, não houve variação estatística significativa para os demais tratamentos.

O aumento na solubilização péctica pode está relacionado com uma baixa atividade da endopoligalacturonase o que é reforçado pelos estudos de Pressey e Avants (1973) em cultivares de pêsego onde o autor comenta que uma baixa atividade da endopoligalacturonase mostrou muito pouco amaciamento (amolecimento) com relativa solubilização péctica durante o amadurecimento dos cultivares de pêsegos, não chegando a influenciar na sua qualidade. Barrett e Gonzalez (1994) atribuem a ação de outras enzimas ao

amaciamento dos frutos, além da PG, ou seja, há uma ação integrada da PG, pectinametilesterase (PME), β -galactosidase e possivelmente outras enzimas na quebra da estrutura intimamente associada da parede celular dos frutos. Nesse caso, a β -galactosidase pode funcionar como uma galactanase e assim atuar como uma enzima desramificadora de pectinas, catalisando a perda de resíduos de galactose da parede celular.

4.8 Atividade da polifenoloxidase (PFO) e ácido clorogênico

Os resultados da Tabela 12 apresentaram uma interação significativa para os frutos de tratamento embalagem, período de armazenamento e na interação entre embalagem x período de armazenamento sobre a atividade da enzima polifenoloxidase (PFO).

TABELA 12 Valores médios da atividade da enzima polifenoloxidase (PFO) de nêsperas 'Mogi' acondicionados em filmes de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.⁽¹⁾

Trat.	Período de armazenamento (dias)						Média
	0	10	20	30	40	50	
	PFO (U.min ⁻¹ .g ⁻¹)						
CONT.	43,19a	54,80a	54,95a	76,49a	71,81 ab	71,48b	62,12b
PVC 15	43,19a	48,41b	55,01a	62,23b	70,92 ab	78,11a	59,65c
PVC 20	43,19a	52,32ab	60,67a	72,62a	70,18 b	78,33a	62,89ab
PVC 30	43,19a	55,15a	57,84a	76,40a	76,90 a	81,86a	65,22a

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em $P < 0,05$.

Os frutos dos tratamentos controle, PVC 20 e PVC 30 μm , apresentaram a mesma atividade de PFO, não diferindo estatisticamente entre si, observou-se

atividade diferente apenas no último dia de análise quando se verificou que os frutos controle apresentaram menor atividade em comparação à dos demais tratamentos, que não diferenciaram estatisticamente entre si. A atividade desta enzima foi mais baixa nos frutos do tratamento PVC 15 ($59,65 \text{ U}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), enquanto os frutos do tratamento PVC 30 não diferenciou estatisticamente dos frutos do tratamento PVC 20 (Tabela 12).

Houve, em todos os tratamentos, um incremento na atividade da PFO no decorrer do armazenamento (Figura 15), porém dos 40 aos 50 dias, os frutos controle apresentaram um pequeno e não significativo decréscimo na atividade da PFO. Estudos feitos por Ding et al., (1998a), indicam o intervalo de pH de 4,0 a 4,5 como faixa ideal de pH para a maior atividade da PFO em frutos de nêspera. Segundo Figura 4, tem-se que, em todo experimento, o pH manteve-se dentro do intervalo considerado ideal para atividade da PFO, o que explica o constante incremento na atividade da PFO no decorrer dos períodos de armazenamento.

Os resultados discordam com os encontrados por Ding et al., (1998b e 1998c), em frutos de nêsperas e por Coseteng e Lee (1992), em maçãs, onde verificou-se decréscimo na atividade da PFO durante o armazenamento, pois segundo os autores, isso ocorre devido ao fato da enzima não ser sintetizada o suficiente ou mesmo pela sua inativação durante a passagem dos frutos pelo estágio anterior ainda na planta. Segundo Coseteng e Lee (1992), a atividade da PFO decresce durante o crescimento do fruto ligado à planta, aumentando muito pouco durante o amadurecimento, isso relacionado a maçã.

Ding et al., (1999) atribuem o aumento na atividade da PFO ao aumento paralelo da concentração de CO_2 , o qual, quando presente em nêspera armazenada, induz à descompartimentalização celular, permitindo o contato de substratos fenólicos com as PFO. Siriphanich e Kader (1985) observaram correlação entre concentração de CO_2 e atividade da PPO nas manchas escuras

em cultivares de alfaces, e Murr e Morris (1974), observaram o mesmo fato em cogumelos.

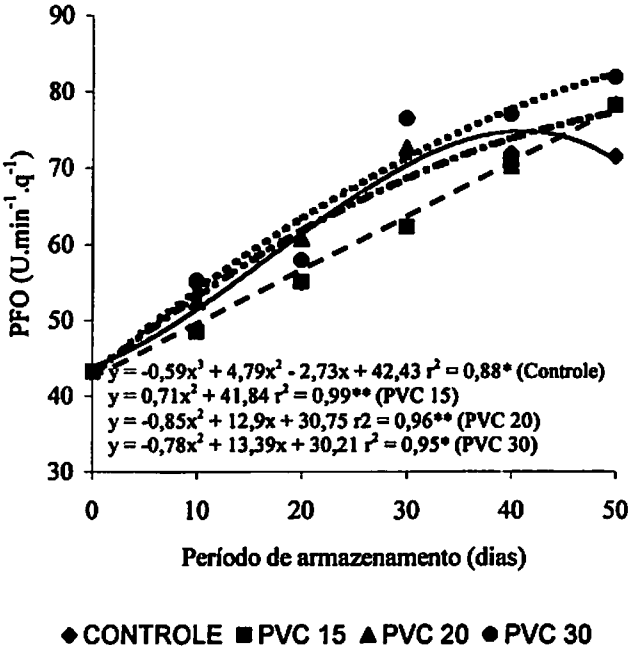


FIGURA 15 Curvas e equações de regressão representativa dos valores da atividade da enzima polifenoloxidase (PFO) de nêsperas ‘Mogi’ acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

No presente trabalho, observou-se que a atividade da PFO foi mais elevada nos frutos dos tratamentos que empregaram filme de PVC de maior densidade (20 e 30 μm) talvez pelo desenvolvimento de maiores concentrações de CO_2 , decorrente do processo de respiração dos frutos. Os filmes utilizados permitem, juntamente com o processo respiratório dos frutos (Atmosfera Modificada), manter os teores de O_2 internamente as embalagens em níveis

ideais que não favoreçam ao processo anaerobiótico e ao mesmo tempo favoreça a atividade da PFO, que oxida, na presença de O₂, os compostos fenólicos a quinonas, as quais são polimerizados em pigmentos escuros (Kader, Zagory e Kerbel, 1989). O possível aumento nos teores de CO₂ traz injúrias, tendo como uma das conseqüências a formação de fenólicos como resposta, aumentando, portanto, a quantidade de substrato para a enzima PFO. Vários estudos apontam o aumento na atividade de várias enzimas importantes no escurecimento, com a elevação na concentração de CO₂ no ambiente de armazenamento ou em atmosferas modificadas. Estas enzimas são a FAL (Fenilalanina amonialiase), CL (4-coumarato: CoA ligase) e CQT (Hidroxicinamol CoA: Quinato hidroxicinamol transferase), (Murr e Morris, 1974; Sirephanich e Kader, 1985; Ding et al., 1998b e 1999).

Alguns autores, como Murata, Kurokami e Homma, (1992), Ding, Chachin e Ueda (1997), Ding, et al., (1998a), Ding et al., (1998b), Ding et al., (1999), Hamauzu et al., (1997) e Amiot et al., (1995), descrevem uma forte afinidade da PFO pelo ácido clorogênico como substrato específico.

A análise de variância mostrou o efeito significativo da embalagem, do período de armazenamento e da interação embalagem x período sobre o teor de ácido clorogênico.

O teor de ácido clorogênico dos frutos dos tratamentos PVC 20 e PVC 30 diferiram estatisticamente entre si apenas nos 30 dias de armazenamento, apresentando tendência de valores mais baixos que o dos frutos controle, notadamente no tratamento PVC 20 (Tabela 13). Em média os menores teores de ácido clorogênico foi observado nos frutos dos tratamentos envolvendo PVC 20 e 30 onde suas médias gerais foram respectivamente 0,99 e 1,99 não diferindo estatisticamente entre si. Observou-se um aumento no conteúdo de ácido clorogênico até os 30 dias de armazenamento, tanto nos frutos dos tratamentos com PVC quanto nos do controle. Após os 30 dias de armazenamento, os frutos

de todos os tratamentos apresentaram uma significativa diminuição no conteúdo de ácido clorogênico, com exceção dos frutos do tratamento controle, que só apresentou essa diminuição nos 50 dias de armazenamento, (Figura 16).

TABELA 13 Valores médios de ácido clorogênico em nêsperas 'Mogi' acondicionadas em filmes de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.⁽¹⁾

Trat.	Período de armazenamento (dias)						Média
	0	10	20	30	40	50	
	Ácido. Clorogênico						
CONT.	0,49a	1,45a	1,52a	1,75a	2,30a	1,95a	1,58a
PVC 15	0,49a	1,35ab	1,43a	1,85a	1,79b	1,22b	1,35b
PVC 20	0,49a	1,02b	1,17a	1,18b	0,95c	0,87b	0,99c
PVC 30	0,49a	1,09b	1,42a	1,68a	0,91c	1,19b	1,13c

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em $P < 0,05$.

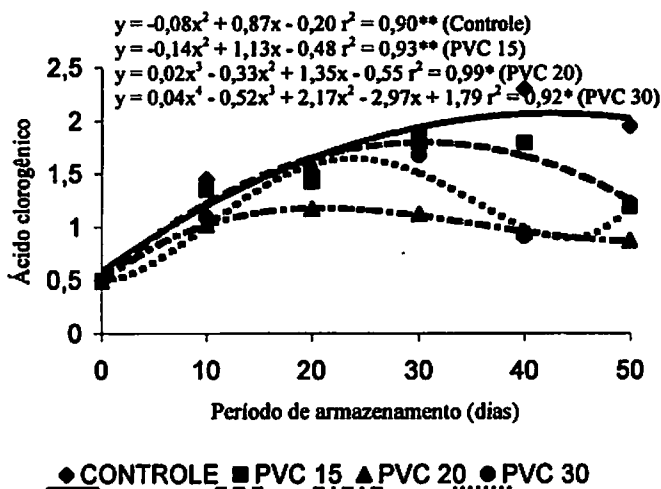


FIGURA 16 Curvas e equações de regressão representativa dos valores das concentrações de ácido clorogênico em nêsperas 'Mogi' acondicionadas em filme de PVC de diferentes espessuras e armazenadas a $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR, por 50 dias.

Comparando-se as médias da atividade da enzima PFO (Tabela 12), com as médias de ácido clorogênico (Tabela 13), observa-se um aumento mais intenso na atividade da PFO nos 30 primeiros dias de armazenamento e menor até os 50 dias, nesse mesmo período, observou-se um aumento significativo no conteúdo do ácido clorogênico e após os 30 dias de armazenamento, tem-se os menores teores de ácido clorogênico.

Os resultados encontrados estão de acordo com os de Ding et al., (1998c e 1999), os quais observaram um decréscimo na concentração de fenólicos em nêspera, após 30 dias de armazenamento. Ding et al., (1999) identificaram os principais compostos fenólicos em nêspera através de HPLC encontrando como principal componente o ácido clorogênico. Ding et al., (1999) observaram um decréscimo no conteúdo de ácido clorogênico após os 30 dias de armazenamento.

Segundo Shaw (1980), embalagens de polietileno contribuem para o aumento na produção e acúmulo de vários compostos fenólicos que em contato com enzimas como a PFO, causam escurecimento, interno e externo. Esse comentário foi confirmado por Ding, Chachin, Ueda (1997) que, trabalhando com nêsperas embaladas em diferentes tipos de filme de polietileno, determinaram que a principal causa da perda da qualidade nesses frutos foi o escurecimento interno (*Internal browning*), mais intenso nos frutos embalados com filmes de densidade mais elevada. Porém as nêsperas embaladas em filmes de polietileno de 20 μm apresentaram-se com melhor qualidade e menor risco de desenvolvimento de desordens. Neste trabalho observou-se que os frutos do tratamento PVC 20 apresentaram tendência de menor teor de ácido clorogênico em todo período experimental.

Ding, Chachin, Ueda (1997) não relacionaram o escurecimento interno à atividade PFO. Acreditam os autores que isto seja causado pelas altas concentrações de CO_2 , e concluem que, interrompendo o balanço metabólico

normal das células dos frutos, a consequência é a descompartimentalização das células, permitindo que os substratos fenólicos entrem em contato com as PFO, as quais catalisam a oxidação desses fenólicos.

Ding et al., (1998a, 1998b e 1998c), trabalhando com diferentes filmes de polietileno em diferentes concentrações de CO₂, determinaram que altas concentrações de CO₂ internamente às embalagens aumentam a atividade de três enzimas importantes na via do shiquimato. São estas a FAL, que desamina a fenilalanina, produzindo ácido cinâmico; a CL, que liga a CoA aos subprodutos do ácido cinâmico, tais como: p-comarato, cafeato e ferrulato, produzindo cafeol-CoA e, finalmente ácido 5-cafeolquinico (isômero do ácido clorogênico) e a terceira e principal enzima a CQT, degrada o ácido clorogênico em ácido caféico e ácido quinico.

O ácido caféico, em contato com PFO, é oxidado a quinonas e há condensações covalentes irreversíveis com os grupos -SH e -NH₂ das proteínas, seguidas de co-polimerização (Awad, 1993). Os compostos resultantes são as melanoproteínas (melaninas) insolúveis e responsáveis pelo escurecimento de nêspera, enquanto o ácido quinico é metabolizado a ácido succínico que, quando em altas concentrações, é tóxico aos tecidos da planta e frutos. Esse aumento no conteúdo de ácido succínico é devido à inibição da atividade da enzima succinato desidrogenase (EC. 1.3.99.1) quando na presença de altas concentrações de CO₂.

Com base nos resultados encontrados na literatura pesquisada e nos obtidos neste trabalho, torna-se necessário um estudo mais aprofundado com relação às concentrações de CO₂ internamente às embalagens. Também se deve relacioná-las com as médias da atividade da enzima PFO e o conteúdo de ácido clorogênico em nêsperas, quando armazenadas e embaladas com filmes de polietileno.

5 CONCLUSÕES

Sob as condições experimentais utilizadas, os resultados do trabalho permitem concluir que:

- o uso de atmosfera modificada não interferiu nos valores de pH e sólidos solúveis totais (SST);
- os filmes PVC 20 e 30 foram os mais eficientes na redução da perda de massa dos frutos de nêspera;
- a atmosfera modificada pouco influenciou, mas PVC 20 e PVC 30 tiveram os teores mais altos de açúcares totais e, os teores mais baixos de açúcares redutores;
- nos vinte primeiros dias de armazenamento não houve praticamente hidrólise de sacarose em nenhum tratamento. Havendo uma diminuição significativa de glucose neste período. As maiores médias no conteúdo de sacarose foram obtidas nos tratamentos PVC 20 e 30, como também as menores médias para glucose;
- os frutos de nêspera demonstram, pelos resultados obtidos que há uma tendência de maior demanda energética nos 20 primeiros dias de armazenamento, acompanhado pela solubilização de pectinas no decorrer do armazenamento e momentânea redução no teor de pectina total, onde obteve-se nos frutos embalados em filme de PVC 30 a solubilização mais baixa de pectinas;

- os tratamentos PVC 20 e 30 μm apresentaram as maiores médias na atividade da enzima PFO, por sua vez os mesmos tratamentos obtiveram as menores médias na concentração de ácido clorogênico, indicando o alto grau de especificação como substrato para PFO. Houve maior atividade da PFO, quando maior a concentração de substrato (Ácido clorogênico);

- tanto o PVC 20 μm como o PVC 30 μm apresentaram-se como os mais indicados para conservação pós-colheita de nêsperas quando armazenados por um período de até 50 dias. Porém, o PVC 20 μm é o mais indicado devido ao menor custo e talvez pela menor concentração de CO_2 .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMANN, J.; FISHER, M.; AMADO, R. Changes in sugars acids, and amino acids during and storage of apple (cv. Glockenapful). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, vol. 40, n. 7, p. 1131-1134, Jul 1992
- AMIOT, M.J.; TACCHINI, M.; AUBERT, S.Y.; OLESZEK, W. Influence of cultivar, maturity stage, and storage conditions on phenolic composition and enzymatic browning of pear fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, vol. 43, n.5, p. 1132-1137, May 1995.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 12.ed. Washington: AOAC, 1992.1015p.
- AWAD, M. Anormalidades fisiológicas. In: AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. p. 103-111.
- BARRET, D.M.; GONZALEZ, C. Activity of softening encimes during cherry maturation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 3, p. 574 – 577, 1994.
- BICALHO, U.O. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de PVC**. Lavras: UFLA, 1998. 145p. (Tese – Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- BITTER, T.; MUIR; H.M. A modified uronic acid carbazole reation. **Analytical Biochemistry**, New York, v.34, p. 330-334, Aug. 1962.
- BRADY, J.C. Stone fruit. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A (eds.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. cap. 13, p.379-404.
- BUESCHER, R.W.; FURMANSKI, R.J. Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness in peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, vol. 43, n.1, p. 264-266, Jan./Feb. 1978.

- CANTWELL, M. Postharvest handling systems minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (ed.). **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. (2 ed). Univ. California, Division of Horticulture and Natural Resources. Davis Pub., 1992. p. 227-281.
- CARVALHO, H.A. **Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita da goiaba ('Kumagai')**. Lavras: UFLA, 1999. 115 p. (Tese-Doutorado em Ciência dos Alimentos)
- CHACHIN, K., HAMAUZU, Y. Loquat. In: MITRA, S. (ed). **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 397-403.
- CHITARRA, M.I.F. **Características físicas, físico-químicas e químicas de alguns frutos cítricos cultivados em Minas Gerais: Ensaio com Laranjas (*Citrus simensis* (L) Osbeck) e Tangerinas (*Citrus reticulata* Blanco) em fase de maturação**. São Paulo: USP, 1979. 185p.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Qualidade pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 543p.
- CHYAU, C. C.; CHEN, S. Y.; WU, C. M. Differences of volatile and nonvolatile constituents between mature and ripe guava (*Psidium guajava* Linn) fruits. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 40, n. 5, p. 846-849, 1992.
- COSETENG, M.Y.; LEE, C.Y. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. **Journal of Food Science**. Chicago, vol. 57, n. 5, p. 1177-1179, Sept/Oct. 1992.
- DEVLIN, R. M; WITHAM, F.H. **Plant physiology**, 4 ed. Boston: Willard Grant Press, 1983. 577p.
- DING, C.K.; CHACHIN, K., HAMAUZU Y., UEDA, Y.; IMAHORI, Y. Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit. **Postharvest Biology and Technology**, vol. 14, n 3, p. 309-315, 1998a.
- DING, C.K.; CHACHIN, K.; UEDA, Y.; IMAHORI Y.; KUROOKA, H. Effects of high CO₂ concentration on browning injury and phenolic metabolism in loquat fruits. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, vol. 68, n.2, p. 275-282, 1999.

- DING, C.K.; CHACHIN, K.; UEDA, Y.; MOCHIOKA, R. Changes in polyphenol concentrations and polyphenol oxidase activity of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruits in relation to browning. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, vol. 67, n.3, p. 360-366, July/Sept. 1998b.
- DING, C.K.; CHACHIN, K.; UEDA, Y.; MOCHIOKA, R. Effect of cold storage and harvest ripeness on the quality and chemical composition of loquat fruits. **Food Science Technology International**, London, v.3, n. 2, p. 200-204, Mar/Apr. 1997.
- DING, C.K.; CHACHIN, K.; UEDA, Y.; MOCHIOKA, R. Purification and properties of polyphenol oxidase from loquat fruit. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 46, n. 10, p. 4144-49, Oct. 1998c.
- DING, C.K.; CHACHIN, K., UEDA, Y. Effects of polyethylene bag packaging and low-temperature storage on the physical and chemical characteristics of loquat fruits. In: Kader, A.A. (ed.). **Proceedings of the 7th International Controlled Atmosphere Research Conference**, vl. 3, p. 177-184, 1997.
- EL-BULUK, R. E.; BABIKER, E. E.; EL-TINAY, A. H. Biochemical and physical changes in fruits of four guava cultivars during growth and development. **Food Chemistry**, London, v. 54, p.279-282, 1995.
- FAMÍLIA Hortifrutigranjeiros. Hortifrutigranjeiros: curiosidades: nêspera. Disponível <http://www.hortifrutigranjeiros.com.br/curiosidades:nespera.htm> >. Acesso em: 24 de julho de 2000.
- FEMENIA, A.; CONESA, M.; SIMAL, S.; ROSSELLÓ, C. Characterisation of the cell walls of loquat (*Eriobotrya japonica* L.) fruit tissues. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 35, n. 1/2, p. 169-177, 1998.
- FERNANDEZ, M.A.F. **Influência da atmosfera modificada e armazenamento no escurecimento interno de pêssegos cv. MARLI**. Lavras: UFLA, 2000. 118p. (Tese – Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- FLORES, A.G.; RÍVAS, D. Estúdios de maturacion y almacenamiento refrigerado de nispero (*Achras sapota* L.). **Fitotecnia Latinoamericana**, Caracas, v. 11, n.1, p. 43-51, 1975.

- GARCIA, E.E.C.; PADULA, M.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. **Embalagens plásticas: propriedades de barreira**. Campinas: CETEA/ITAL, 1989. 44 p.
- GOLDSTEIN, J.J.L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v. 2, p. 371-383, 1963.
- GOMES, P. A Nêspera. **Fruticultura Brasileira**. 9. ed. São Paulo, Nobel, p. 350-352, 1993.
- GUELFAT-REICH, S. Conservation de la nêfle du Japon (*Eriobotrya japonica* Lindl.). **Fruits**, Paris, v. 25. n. 3, p. 169-173, Mar. 1970.
- HAMAUZU, Y., CHACHIN, K., DING, C.K., KUROOKA, H. Difference in surface color, flesh firmness, physiological activity, and some components of loquat fruits picked at various stages of maturity. In: **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 65, n.4, p. 859-865, Oct/Dec. 1997.
- HIRAR, M. Sugar accumulation and development of loquat fruit. In: **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 49, p. 347-353. 1980.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 533p.
- IRMÃOS BENASSI. **Catálogo de Frutas**. Disponível em:< <http://www.irmaosbenassi.com.br/cat/nespera.htm>>. Acesso em: 27 agosto. 2001.
- JEN, J.J.; ROBINSON, M.L.P. Pectolytic enzymes in sweet Bell peppers (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1085 – 1087, Mar./Apr. 1984.
- KADER, A.A. **LOQUAT: Recommendations for maintaining postharvest quality**. Ca, 95616-8683 de 3, Julho de 2000. Disponível em:< <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/loquat.html>>. Acesso em: 26 agosto. 2001.
- KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 2. ed. Oookland: **University of California**. 1992. 296p.

- KADER, A.A. Advances in controlled atmosphere applications for quality maintenance of fresh fruits. In: **COGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 15., 1998, Poços de Caldas. Conferências...frutas este Mercado vale ouro. UFLA 1998.
- KADER, A.A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E.L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. **CRC Critical. Reviews in Food Science Nutrition**, Boca Raton, v.28,n.1, p. 01-30, 1989.
- KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1997. 532p.
- KNEE, M. Pome fruits. In: SEYMOUR, G.B; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A (ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, p. 325-346, 1993..
- KOBAYASHI, K.; ISO, H.; AKUTA, S. On the composition of carotenoids in loquat fruits (*Eriobotrya japonica* LINDL.). **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**. Tokio, v. 25, n. 4, 1978.
- LIMA, L.C.O.; SCALON, S.P.Q.; SANTOS, J.E.S. Qualidade de mangas (*Mangifera indica* L.) cv. 'Haden' embaladas com filme de PVC durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n.1, p. 55-63, 1996.
- LOQUAT: *Eriobotrya japonica* Lindl. **Fruit Facts**. Fullerton. Ca, v. 2, c 1997. Disponível em:< <http://www.crfg.org/pubs/ff/loquat.html>>. Acesso em: 26 jul. 2001.
- MARTINS, F.P. As culturas do caqui e da nêspera. In: **ENCONTRO SUL MINEIRO DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO**, 2., 1997, Poços de Caldas. Resumos...Fruticultura. Lavras: EPAMIG/UFLA p. 28-34, 1997.
- MATSUMO, H.; URITANI, I. Physiological behavior of peroxidase isosymes in sweet potato root tissue injured by cutting or black rot. **Plant and Cell Physiology**, Kamikyo-ku, v. 13, n. 6, p. 1091-1101, Mar. 1972.
- McCOLLUM, T.G., HUBER, D.J., CANTILIFE, D.J. Modification of polyuronides and hemicelluloses during muskmelon fruit softening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 76, n. 3, p. 303-308, May 1989.

- McCREADY, P.M.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, Dec. 1952.
- MERLI, J. D. A cidade onde moro. Atualizada em 29 de janeiro de 2000. Disponível em:< <http://www.originet.com.br/users/merli/webdoc1.htm>>. Acesso em 05 de abril de 2001.
- MOLEYAR, V.; NARASIMHAM, P. Modified atmosphere packaging of vegetables: an appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, v. 31, n. 4, p. 267 – 278, Jul/Aug. 1994.
- MOWLAH, G.; ITOO, S. Changes in pectic components, ascorbic acid, pectic enzymes and cellulase activity in ripening and stored guava (*Psidium guajava* L.). **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.**, Tóquio, v. 30, n. 8, p. 454-461, 1983.
- MUGICA PAZ, H.; DUCAMP-COLLIN, M.N.; LEBRUM, M.; REYNES, M. Étude comparative de la perméabilité aux gaz d'emballages de fruits frais em film synthétique. **Fruits**, Paris, v.52, n.5, p.331-337, 1997.
- MUKERJEE, P.K. Storage of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). **Horticultural Advance**, v. 2, p. 64-76, 1958.
- MURATA, M.; KUROKAMI, C.; HOMMA, S. Purification and some properties of chlorogenic acid oxidase from apple (*Malus pumila*). **Bioscience Biotechnology and Biochemnstry**, Tokyo, v. 56, n.11, p. 1705-1710, Nov. 1992.
- MURR, D.P.; MORRIS, L.L. Influence of O₂ and CO₂ on O-difhenol oxidase activity in mushrooms. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 99, n.2, 1974. p. 155-158, 1974.
- NELSON, N.A. Photometric adaptation of Somogyi method for determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 2, p. 136-175, Jan. 1944.
- PENTEADO, S.R. **Fruticultura de clima temperado em São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 173p.

- PÉREZ, A.G.; SANZ, C.; OLÍAS, R.; RÍOS, J.J.; OLÍAS, J.M. Effect of modified atmosphere packaging on strawberry quality during shelf-life. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7. 1997. Davis, **Proceedings**, v. 3: Fruits other than apples and pears. **Postharvest Horticulture Series**, n.17, p. 153-159, Oct. 1997.
- PIGA, A., AQUINO, S.D., AGABBIO, M., CONTINELLA, G. Effect of packaging and coating on fruit quality changes of loquat during three cold storage regimes. **Advance Horticultural Science**, v. 10, p. 120-125, 1996.
- PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Separation and characterization the exopolygalacturonase and endopolygalacturonase from peaches. **Plant Physiology**, Baltimore, v. 52, p. 252-256, Sep. 1973.
- RHODES, M.J.C.; WOOLTORTON, L.S.C.; HILL, A.C. Changes in phenolic metabolism in fruit and vegetable tissues under stress. In: FRIEND, J., RHODES, J.C. (eds.). **Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables**. London, Academic Press, p. 192-220, 1981.
- SCHLIMME, D.V.; ROONEY, M.L. Packing of minimally processed fruits and vegetables. In: Wiley, R.C. (ed.): **Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables**, London: Chapman & Hall, 1994. p. 357.
- SEYMAER, G.B; TAYLOR, J.E. & TUCKER, A.G. **Biochemistry of fruit ripening**, London: Chapman & Hall, 1993. p. 325.
- SHAW, P.E.; Loquat. In: NAGY, S.; SHAW, P.E. **Tropical and subtropical fruits: composition, properties and uses**. Westpor Publishing, cap.15, p.479-491, 1980.
- SHAW, P.E.; WILSON, C. W. Determination of organic acids and sugar in loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) by high-pressure liquid chromatography. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v. 32, n. 12, p. 1242-1246, Dec. 1981.
- SIDDIG, M.; SINHA, K.; CASH, J.N. Characterization of polyphenoloxidase from Stanley plums. **Journal of Food Science**. Chicago, v. 57, n.5, p. 1177-1179, Sept/Oct. 1992.

- SIRIPHANICH, J.; KADER, A.A. Effects of CO₂ on total phenolics, phenylalanine ammonia lyase, and polyphenol oxidase in lettuce tissue. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 110, n.2, 1985. p. 249-253, Mar. 1985.
- TEISSON, C.; Le brunissement interne de l'ananas. I-Historique. II-Matériel et méthodes. **Fruits**, Paris, v. 34. p. 245-281, Apr. 1979.
- ULRICH, R. Organic acids. In.: HULME, A.C. **The Biochemistry of Fruits and their Products**. London: Academic Press, v.18, n.89, 1970, p. 118.
- VILAS BOAS, E.V.B. **Modificações pós-colheita de banana 'Prata' (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* grupo AAB) γ -irradiada**. Lavras: UFLA, 1995. 73p. (Tese – Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- WANG, C.Y. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. **HortScience**, Alexandria, v.17, n.2. p. 173-186, Apr. 1982.
- ZAGORY, D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, Chicago, v. 42, n. 9, p. 70-77, Sep. 1988.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Manual do SANEST: sistema de análise estatística para microcomputadores**. Pelotas: UFPel, 1991. 102p.

ANEXOS

		Página
TABELA 1A	Quadros médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para ATT, pH, perda de massa e SST de nêspera 'Mogi' embalados em três diferentes espessuras de filmes de PVC, armazenadas por 50 dias a $3,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR.	65
TABELA 2A	Quadros médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não redutores de nêspera 'Mogi' embalados em três diferentes espessuras de filmes de PVC, armazenadas por 50 dias a $3,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR.	65
TABELA 3A	Quadros médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pectina solúvel, pectina total, solubilização (P.S./P.T.) e textura de nêspera 'Mogi' embalados em três diferentes espessuras de filmes de PVC, armazenadas por 50 dias a $3,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR.	66
TABELA 4A	Quadros médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para poligalacturonase (PG), polifenoloxidase (PFO) e ácido clorogênico de nêspera 'Mogi' embalados em três diferentes espessuras de filmes de PVC, armazenadas por 50 dias a $3,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR.	66

TABELA 1A Quadros médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para ATT, pH, perda de massa e SST de nêspera 'Mogi' embalados em três diferentes espessuras de filmes de PVC, armazenadas por 50 dias a $3,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR.

Causas da variação.	G. L	Quadrados Médios			
		ATT.	pH	Perda de massa	SST
Embalagem (A)	3	3,84*	2,17NS	324,59**	1,94NS
Tempo (B).	5	106,08**	37,99**	34,25**	7,68**
A X B	15	1,93NS	1,33NS	20,79**	1,23NS
Resíduo	48	0,0023	0,038	0,014	0,76
Total	71				
Média Geral		0,32	4,29	3,46	11,37
CV (%)		14,99	4,53	10,45	7,73

NS, */** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 2A Quadros médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não redutores de nêspera 'Mogi' embalados em três diferentes espessuras de filmes de PVC, armazenadas por 50 dias a $3,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR.

Causas da variação.	G. L	Quadrados Médios		
		Açúcares totais.	Açúcares redutores	Açúcares não redutores
Embalagem (A)	3	53,65**	10,15**	68,26**
Tempo (B).	5	12,59**	36,31**	14,96**
A X B	15	5,02**	5,77**	5,71**
Resíduo	48	0,057	0,042	0,014
Total	71			
Média Geral		9,65	7,35	2,19
CV (%)		2,47	2,79	12,53

NS, */** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.



TABELA 3A Quadros médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pectina solúvel, pectina total, solubilização (P.S./P.T.) e textura de nêspera 'Mogi' embalados em três diferentes espessuras de filmes de PVC, armazenadas por 50 dias a $3,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR.

Causas da variação.	Quadrados Médios			
	G. L.	Pectina solúvel	Pectina total	Textura
Embalagem (A)	3	47,45**	16,45*	4,11*
Tempo (B).	5	798,53**	22,02**	5,58**
A X B	15	10,49**	22,02**	2,65**
Resíduo	48	6,35	166,47	0,016
Total	71			
Média Geral		91,23	531,64	0,92
CV (%)		2,72	2,43	13,67

NS, */** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 4A Quadros médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para poligalacturonase (PG), polifenoloxidase (PFO) e ácido clorogênico de nêspera 'Mogi' embalados em três diferentes espessuras de filmes de PVC, armazenadas por 50 dias a $3,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 3\%$ UR.

Causas da variação.	Quadrados Médios			
	G. L.	PG	PFO	Ácido clorogênico
Embalagem (A)	3	12,94**	12,33**	57,34**
Tempo (B).	5	243,53**	283,05**	69,11**
A X B	15	11,07**	4,55**	14,72**
Resíduo	48	13,48	7,71	0,029
Total	71			
Média Geral		34,56	62,47	1,29
CV (%)		10,64	4,45	13,06

NS, */** Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.