

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS 'PEDRO
SATO' EM ATMOSFERA MODIFICADA ASSOCIADA OU
NÃO À REFRIGERAÇÃO**

AYD MARY OSHIRO

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL**

2008

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS ‘PEDRO SATO’
EM ATMOSFERA MODIFICADA ASSOCIADA OU NÃO À
REFRIGERAÇÃO**

AYD MARY OSHIRO
Farmacêutica-Bioquímica

Orientadora: PROF^a. Dr^a. SILVANA DE PAULA QUINTÃO SCALON

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2008

Ficha elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal da Grande Dourados

634.421 Oshiro, Ayd Mary
O82c Conservação pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato' em atmosfera modificada associada ou não à refrigeração / Ayd Mary Oshiro. Dourados, MS: UFGD, 2007.
16 p

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvana de Paula Quintão Scalon.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Goiaba – Tecnologia pós-colheita. 2. Goiaba – Conservação pós-colheita. Título.

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS (*Psidium guajava* L.) 'PEDRO SATO' EM ATMOSFERA MODIFICADA ASSOCIADA OU NÃO À REFRIGERAÇÃO

por

Ayd Mary Oshiro

Dissertação apresentada com parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 27/02/2008

Prof^a. Dr^a. Silvana de Paula Quintão Scalon
Orientadora – UFGD/FCA

Prof^a. Dr^a. Cássia Regina Yuriko Ide Vieira
AGRAER

Prof^o. Dr. Néstor Antonio Heredia Zárate
UFGD/FCA

Dedico,
Especialmente para meus pais, Hanshin e Rosária Oshiro
Meus irmãos e seus familiares e
Com muito carinho para meus dois amores: Lauro e Nilo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por sua Divina Proteção e Iluminação.

À Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD através do Programa de Pós Graduação em Agronomia com os maravilhosos “professores-amigos” que sempre estão disponíveis para o convívio muito agradável.

À minha orientadora, sempre incansável, disposta e feliz. Ainda transmite toda essa energia propagando estas “sementes”. Isso é muito bom!

À minha co-orientadora Dra. Nausira Noriko Namiuchi que também é uma ‘irmã’ (mais nova) ofereceu o carinho familiar. Muito bom.

Obrigada à Prof^a. Dr^a. Eliana Janet Sanjinez-Argandoña, a mais nova irmã da família Oshiro. Valeu! Quanta participação em tudo!

Aos amigos companheiros de noites de estudo, vou citando em ordem alfabética para não demonstrar ordem de preferência: Ademar(Zinho), Cláudia Munhoz (a goiaba companheira), Graziela Carpejani (mestra Grazi), Heloísa Gianotti, Inêz Aparecida de Oliveira Pelloso, Roberto Baldo, quanto tempo e como era muito proveitoso, divertido e gostoso, os lanches então....

Aos técnicos do laboratório de Solos: Sra. Nilda e tia Eva; de Química: Marcos Henrique Pereira Wondracek e Sr. Ismael Nascimento; de TPA: Sra. Elda e Ludmila; de Fisiologia Vegetal: Srta. Isabel. Vocês que sempre disponibilizaram chaves, reagentes e conversas para descansar a alma da gente.

Agora para as estagiárias: Flávia Mitsuko Kodama e Geovana Thereza Silva Rosa que arduamente ajudaram na implantação e desenvolvimento deste trabalho.

Particularmente, muito obrigada para Gisele Cristina Silva, Caroline Breda e Carlos Nei Coquemal (Jacaré), que ‘carregaram pedras’ nas horas de folga.

Não podia me esquecer do pessoal da secretaria da Pós-Graduação. A retaguarda que sempre liga, manda e-mail e lembra os eventos importantes.

Meus amigos Dr. Frederico Somaio Neto e Dra. Marilda Alves Pinto que são os responsáveis pela minha chegada a Dourados, onde tive esta oportunidade única.

D. Ivone Fioravante, Dra. Rosana e Dr. Francisco Sansão, Valter e Doroty, Dr. Adauto, Dr. Odailton e Dalva e Nancy e Dr. Divino (*in memoriam*). Obrigada pelo suporte emocional.

Finalmente, aos professores companheiros da Unigran que até trocavam horários de aula para tudo dar certo. Valeu o suporte!

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

	PÁGINA
1.LISTA DE TABELAS.....	VI
2.LISTA DE FIGURAS.....	VII
3.RESUMO.....	VIII
4.ABSTRACT.....	IX
5.INTRODUÇÃO.....	01
6.MATERIAL E MÉTODOS.....	03
7.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	04
8.CONCLUSÃO.....	12
9.REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	13

LISTA DE TABELAS

	PÁGINA
TABELA 1. Perda de massa (%) de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas em cinco embalagens sob temperatura ambiente e refrigeração.....	05
TABELA 2. Sólidos solúveis totais (°Brix) de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas em cinco embalagens, sob temperatura ambiente e refrigeração.....	07
TABELA 3. Acidez total titulável (ATT- mg ácido cítrico.ml ⁻¹) de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas em cinco embalagens sob temperatura ambiente e refrigeração.....	09
TABELA 4. Vitamina C (mg.100 g ⁻¹ de polpa) de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas em cinco embalagens, sob temperatura ambiente e refrigeração.....	09
TABELA 5. Açúcares redutores e totais (% de glicose) de goiabas 'Pedro Sato', em temperatura ambiente e refrigeração.....	11

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINAS
FIGURA 1. Perda de massa de goiabas ‘Pedro Sato’ armazenadas em cinco embalagens durante 7 dias em temperatura ambiente (a) e 28 dias em refrigeração (b).....	06
FIGURA 2. Sólidos solúveis totais (a) e Acidez total titulável (b) de goiabas ‘Pedro Sato’ armazenadas em ambiente (7dias) e refrigeração (28 dias).....	08
FIGURA 3. Variação dos teores de Vitamina C, em goiabas ‘Pedro Sato’, armazenadas em temperatura ambiente (7dias) e refrigeração (28 dias).....	10
FIGURA 4. Variação dos teores de açúcares redutores (a) e total (b) em goiabas ‘Pedro Sato’ armazenadas durante 7 dias (ambiente) e 28 dias (refrigeração).....	12

Conservação pós-colheita de goiabas ‘Pedro Sato’ em atmosfera modificada, associada ou não à refrigeração.

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar a conservação de goiabas ‘Pedro Sato’ com duas colorações de casca (amarela e verde-clara), sob atmosfera modificada, em temperatura ambiente e sob refrigeração. As goiabas foram colhidas em pomar da gleba Santa Terezinha, município de Itaporã, MS e transportadas para o laboratório de Bioquímica da Universidade Federal da Grande Dourados. Após sanitização em hipoclorito de sódio, os frutos foram embalados em: 1. filme de policloreto de vinila esticável (PVC- Rollopac[®]); 2. embalagem flexível de polietileno de baixa densidade (PEBD); 3. fécula de araruta a 3% (m/v); 4. fécula de araruta 4% (m/v) e 5. sem embalagem e em seguida acondicionados em bandejas de isopor. Os conjuntos de frutos e bandejas foram pesados e armazenados em duas condições de temperatura e umidade relativa do ar: $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR $65 \pm 5\%$ (ambiente) e $10 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR $85 \pm 5\%$ (refrigeração). As análises físicas e químicas determinadas foram: perda de massa (%), pH, acidez total titulável (ml de ácido cítrico ml polpa⁻¹), sólidos solúveis totais (°Brix), açúcares redutores e totais (% de glicose) e vitamina C (mg de ácido ascórbico.100 g de polpa⁻¹). As goiabas de casca verde apresentaram melhor potencial de conservação em armazenamento tanto sob temperatura ambiente quanto sob refrigeração. Na embalagem PEBD, por até 7 dias em temperatura ambiente e até 28 dias sob refrigeração, houve melhor conservação das goiabas e menores perdas de massa, tanto sob temperatura ambiente (1,21%) quanto sob refrigeração (0,57%); menor SST (10,5 °Brix em ambas as temperaturas). O teor de vitamina C foi maior nas goiabas embaladas em PVC, em temperatura ambiente (26,4 mg de ácido ascórbico.100 g de polpa⁻¹) e sob refrigeração (30,21 mg de ácido ascórbico.100g de polpa⁻¹). O teor de açúcares redutores foi menor nas goiabas embaladas em PEBD (5,1% de glicose), nas temperaturas de armazenamento, enquanto os teores de açúcares totais foram intermediários entre a temperatura ambiente (5,19% de glicose) e a refrigeração (5,50% de glicose). Para o pH, não houve interação significativa nem efeito dos tratamentos (média de 3,08 em temperatura ambiente e 3,04 sob refrigeração).

Palavra chave: *Psidium guajava* L., armazenamento, embalagens.

Conservation post-harvest of guavas ‘Pedro Sato’ in modified atmosphere associated or not to refrigeration

The objective of this study is to evaluate the conservation of guavas ‘Pedro Sato’ with two colors of the shell (yellow and light-green), under modified atmosphere, at room temperature and under refrigeration. The guavas were harvested at the orchard Gleba Santa Terezinha, municipality of Itaporã, MS and transported to the laboratory of Biochemistry of the Federal University of Dourados.

After sanitization in sodium hypochlorite, the fruits were packed in: 1. film of polychloroeteno (PVC-Rollopac®); 2. flexible packaging of low-density polyethylene (LDPE); 3. arrowroot starch of the 3% (w/v); 4. arrowroot starch 4% (w/v) and 5. without packaging and then packed in styrofoam trays. The combinations of fruit and trays were weighed and stored in two conditions of temperature and relative humidity: 25 ± 2 °C and RH $65\pm 5\%$ (room temperature) and 10 ± 2 °C and RH $85\pm 5\%$ (cooling).

The physical and chemical analyses indicated: loss of weight (%), pH, total titratable acidity (ml citric acid. pulp ml^{-1}), soluble solids (°Brix), reducing and total sugars (% glucose) and vitamin C (mg ascorbic acid.100g of pulp⁻¹). The green peel guavas had better potential for conservation in storage both in temperature as under refrigeration. In LDPE packaging, for up to 7 days at room temperature and up to 28 days under refrigeration, there was a better conservation of guavas and minor loss of mass, both under room temperature (1,21%) as under refrigeration (0,57%); lower TSS (10,5 °Brix in both temperatures).

The content of vitamin C was higher in guavas packed with PVC, at room temperature (26,4mg of ascorbic acid.100g of pulp⁻¹) and refrigerated (30,21mg ascorbic acid.100g of flesh⁻¹). The content of reducing sugar was lower in guavas packed in LDPE (5,1% glucose), in storage temperatures, while the levels of total sugars were intermediaries between the room temperature (5,19% glucose) and refrigeration (5,50% glucose). For the pH, there was no significant interaction nor effect of the treatments (average of 3.08 and 3.04 at room temperature under refrigeration).

Key-words: *Psidium guajava* L., Storage, Packaging.

Introdução

Entre as frutas tropicais, a goiaba (*Psidium guajava* L.) preenche as necessidades salutaras do homem e justifica seu consumo, *in natura* pelo seu valor nutritivo como fonte de vitamina C, fibras, minerais, sabor e aroma. Também pode ser utilizada na indústria sob as formas de polpa, néctar, suco, geléia e doce em pasta (Reis et al., 2007).

A goiaba é cultivada em países como Paquistão, Quênia, Egito, África do Sul, Austrália, México, Porto Rico, Venezuela e Brasil. No nosso País os principais estados produtores são Pernambuco e São Paulo, sendo neste último utilizadas as variedades Kumagai, Pedro Sato e Sassaoka (Gutierrez et al., 2002). O Brasil encontra-se na posição de maior produtor mundial de goiabas vermelhas. Os valores de produção agrícola para a safra 2006/2007, obtidos até o primeiro semestre de 2007, apontaram crescimento de 148,6% para goiabas destinadas à indústria e de 97,1% para goiabas de mesa (Tuneschiro et al., 2007).

A variedade Pedro Sato foi desenvolvida a partir de mudas provenientes de goiaba branca enxertada. Seus frutos são grandes, de polpa vermelha, levemente ovalados, a casca é rugosa e de cor amarelada quando madura e a cavidade interna repleta de sementes. Apresenta sabor e aroma característicos que tornam a fruta adequada tanto para consumo *in natura* quanto para industrialização (Manica et al., 2000). Quanto ao comportamento respiratório, é considerada não climatérica (Azzolini et al. 2004).

As características físicas e químicas de goiabas são influenciadas pela variedade, estágio de maturação, condições climáticas do local de cultivo e práticas culturais. Os valores de pH encontram-se na faixa de 3,15 a 4,03 para diversas variedades de goiaba (Yusof, 1990). O valor médio de vitamina C em frutas frescas e maduras distingue-se entre as variedades sendo de 3,05 mg.100g⁻¹ para Criolla Roja (Medina e Pagano, 2003); de 103,28 mg.100g⁻¹ para a Kumagai e 62,80 mg.100g⁻¹ para a Paluma (Cavalini et al. 2006). Assim no Brasil, as goiabas mais consumidas e estudadas em relação às características físicas e químicas, têm sido as variedades de polpa vermelha Paluma e Pedro Sato e a de polpa branca Kumagai (Pinto et al. 2004).

Por ser a goiaba altamente perecível devido à intensa atividade metabólica, necessita de tratamentos tecnológicos desde a cadeia produtiva até o consumidor, visando aumentar a

conservação da fruta *in natura*. Manejos inadequados na colheita e na pós-colheita podem acelerar os processos de senescência, que afetam a qualidade dos frutos (Carvalho, 1994; Azzolini et al. 2004). Desta forma, vários métodos são empregados para diminuir a taxa respiratória do vegetal, sendo o controle da temperatura e a alteração da atmosfera dos gases, entre o vegetal e o meio (que são proporcionados pelos tipos de embalagens), os mais utilizados na conservação e armazenamento de frutas e hortaliças (Chitarra e Chitarra, 2005).

A atmosfera modificada passiva permite uma composição de gases ideal dentro de um sistema constituído pelo uso de embalagens poliméricas ou biopoliméricas como filmes flexíveis e/ou coberturas comestíveis obtidos a partir de proteínas (gelatina), lipídeos (ceras) e polissacarídeos (amido), possibilitando o prolongamento da conservação pós-colheita dos frutos.

Yamashita e Benassi (2000); Jacomino et al. (2001); Brunini et al. (2003); Mattiuz et al. (2003), citaram que o uso de filmes plásticos de diferentes densidades e permeabilidades a gases conservou e prolongou a vida útil de goiabas 'Pedro Sato' armazenadas em diferentes estádios de maturação, sob temperatura ambiente e refrigeração.

A utilização de biofilmes comestíveis no recobrimento de frutas e hortaliças associa a praticidade e o fator econômico - pois evitam a necessidade de estocagem em atmosfera controlada que implica em aumento do custo operacional. No momento da aplicação, os biofilmes encontram-se na forma de gel e ao secarem evaporam antes da desidratação do alimento revestido, resultando frutas com melhor aparência e mais atrativas ao consumidor, sendo ainda, inócuos ao trato digestório (Maia et al., 2000; Azeredo, 2003), além de proporcionar menor quantidade de produtos descartáveis no meio ambiente.

Segundo Cereda et al. (1995), a aplicação de biofilmes a partir de féculas representam uma alternativa potencial na conservação de frutas e hortaliças. Entretanto, são raros os trabalhos que tratam da conservação pós-colheita de frutos utilizando biofilmes obtidos de rizomas e nenhum trabalho foi encontrado na literatura a partir de amido de araruta (*Maranta arundinacea* L.). Oliveira e Cereda (1999) e Vila et al., (2007) afirmam que o amido extraído da mandioca apresentam boas características para

formação de películas comestíveis e Leonel et al., (2002) observaram que os teores de amido de araruta, de inhame e de biri, são semelhantes aos do amido da mandioca sugerindo a obtenção de biofilmes comestíveis similares aos da mandioca.

Do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a conservação pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato', com dois estádios de maturação, submetidas à atmosfera modificada em diferentes embalagens e armazenadas em duas condições de temperatura e umidade relativa do ar: $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR $65 \pm 5\%$ (ambiente) e $10 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR $85 \pm 5\%$ (refrigeração em câmara fria).

Material e Métodos

As goiabas de mesa variedade Pedro Sato foram adquiridas do pomar da Gleba Santa Terezinha, no município de Itaporã-MS. Após a colheita os frutos foram levados para o Laboratório de Tecnologia e Processamento de Alimentos da Universidade Federal da Grande Dourados-MS, onde foram selecionados quanto ao grau de maturação com base na coloração visual da casca (amarela e verde-clara) e ausência de injúrias, pré-resfriados em água corrente por 2 minutos, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio $200 \text{ mg}\cdot\text{ml}^{-1}$ por 10 minutos e secos à temperatura ambiente. As goiabas apresentaram peso médio de $160 \pm 15\text{g}$; diâmetro transversal de $6,06 \pm 0,26\text{cm}$ e diâmetro longitudinal de $7,21 \pm 0,10 \text{cm}$.

A atmosfera modificada passiva foi obtida a partir do acondicionamento dos frutos em dois tipos de embalagens flexíveis e o recobrimento dos mesmos com biofilmes comestíveis obtidos a partir de fécula de araruta. As goiabas foram submetidas aos tratamentos: 1- filme de policloreto de vinila esticável (PVC-Rollopac[®]); 2- embalagem flexível de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 20 μm de espessura; e duas concentrações de fécula de araruta: 3- biofilme com fécula de araruta 3% (m/v); 4- biofilme com fécula de araruta 4% (m/v), e 5- goiabas sem embalagem, que serviram de controle.

A fécula de araruta foi preparada utilizando amido comercial (Donana[®]) na proporção de 3 e 4% (m/v) em água destilada. A suspensão foi obtida por aquecimento (70°C) e sob agitação constante por 20 minutos, obtendo-se gel esbranquiçado e translúcido, que foi utilizado após resfriamento à temperatura ambiente. Os frutos foram imersos nas respectivas soluções por 5 minutos, o excesso escoado em peneira de *nylon*

e, após a secagem natural, foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido (15 x 10 cm). Os conjuntos de frutos e bandejas foram pesados e armazenados em duas condições de temperatura e umidade relativa do ar: $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR $65 \pm 5\%$ (ambiente) e $10 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR $85 \pm 5\%$ (câmara fria).

As goiabas foram caracterizadas após a colheita e, durante os períodos de conservação, avaliados o percentual de perda de massa, a acidez total titulável (IAL, 2005), os sólidos solúveis totais (SST) por leitura direta em refratômetro portátil do tipo Abbe, o pH em pHmetro digital da marca Micronal, o teor de vitamina C (AOAC, 1990, modificado por Benassi e Antunes, 1998) e os açúcares totais e redutores (IAL, 2005). As goiabas armazenadas na temperatura ambiente foram avaliadas diariamente pelo período de sete dias e as armazenadas sob refrigeração, a cada quatro dias, durante 28 dias de conservação. Nesse período também foram identificados os percentuais de perda do fruto por podridões e murchamento.

As análises estatísticas foram feitas comparando-se as variações das características físicas e químicas entre as embalagens em cada temperatura. Assim, para cada condição de armazenamento, o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 (embalagens) x 2 (estádios de maturação) x 7 (tempos de armazenamento), com 7 repetições composta de duas goiabas cada. Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e posteriormente os efeitos qualitativos foram avaliados por teste de médias (Tukey 5%) e os quantitativos por regressão (Banzato e Kronka, 2006), utilizando-se o programa estatístico SANEST.

Resultados e Discussão

As goiabas da variedade Pedro Sato com coloração de casca amarela e verde utilizadas no experimento, antes da aplicação dos tratamentos, apresentavam respectivamente as seguintes características: pH (3,70;3,74); SST (10,13;7,33°Brix); ATT (0,57;0,54mg de ácido cítrico.ml⁻¹); vitamina C (34,08;31,34mg.100g⁻¹ de polpa); AR (8,00;6,93% de glicose) e AT (5,90;6,99% de glicose).

Após quatro dias de armazenamento na temperatura ambiente, goiabas com casca amarela (2,86% dos frutos) apresentaram sinais de injúria por fungos e goiabas com casca verde (1,43%) apresentaram murchamento, tornando-os impróprios para o consumo em ambas as situações. Na conservação sob refrigeração, os indícios de

podridão e murchamento foram observados a partir do décimo segundo dia em goiabas de casca amarela (11,43% dos frutos) e nas goiabas de casca verde o murchamento foi de 8,57% e 1,43% de ataque fúngico. As amostras controle (sem embalagem) apresentaram injúrias em aproximadamente 42,83% dos frutos, no período entre o décimo segundo e vigésimo oitavo dia.

Não houve influência significativa da condição de armazenamento sobre o pH da goiaba ‘Pedro Sato’ (média de 3,08 em temperatura ambiente e 3,04 sob refrigeração). Lima (2003) e Vila et al. (2007) observaram para variedade Pedro Sato, valores de pH entre 3,5 e 4,4.

As menores perdas de massa foram observadas nas goiabas de casca amarela e nas verdes armazenadas em embalagem de PEBD, em ambas as temperaturas de armazenamento (Tabela 1). A embalagem de PVC pode ser considerada como alternativa de armazenamento devido às perdas médias ter ficado em torno de 3,0%. Azzolini et al. (2004) observaram perdas de massa de 3,5% na variedade Pedro Sato armazenada em temperatura de 25°C e 80% UR após 6 dias, e relataram que o estágio de maturação não influenciou a perda de massa.

Tabela 1. Perda de massa (%) de goiabas ‘Pedro Sato’, armazenadas em cinco embalagens sob temperatura ambiente e refrigeração. UFGD, 2007

Condição de armazenamento	Embalagens					
	Cor*	PVC	PEBD	Fécula de araruta		Sem embalagem
				3%	4%	
Ambiente CV = 13,9 %	Amarela	3,21 aC	0,96 bD	6,30bAB	6,04 aB	6,71 bA
	Verde	3,29 aC	1,46 aD	8,00 aA	6,04 aB	7,60 aA
Refrigeração CV = 18,8 %	Amarela	3,13aC	0,42aD	7,67aB	7,87aB	9,75aA
	Verde	2,79 aD	0,71 aE	6,71 bC	7,96 aB	8,96 bA

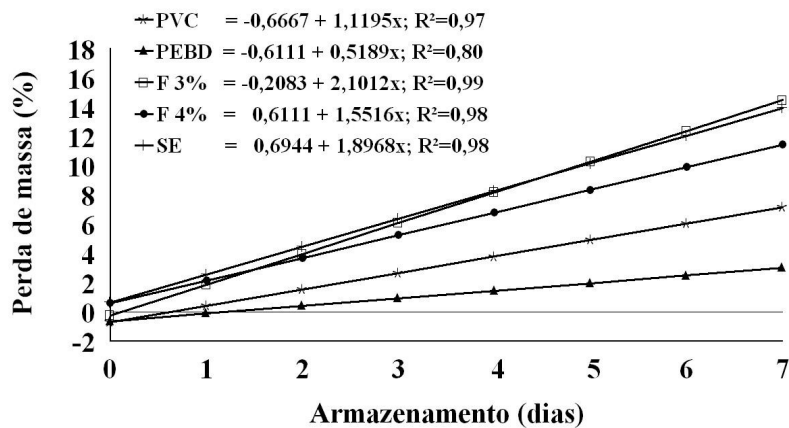
Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna (F) e maiúscula na linha (Tukey), não diferem significativamente entre si a 5%.

As percentagens de perdas de massa de goiabas cobertas com fécula de araruta, nas concentrações de 3 e 4%, com duas condições de temperatura, foram inferiores às obtidas por Oliveira e Cereda (1999) que ao tratarem goiabas Kumagai com fécula de mandioca a 1 e 2% obtiveram 22,82 e 18,93% de perda de massa, respectivamente com 12 dias de armazenamento, em temperatura ambiente.

A perda de massa dos frutos embalados em PEBD e armazenados em câmara fria representou 47,11% daquela observada nos frutos armazenados em temperatura ambiente e o tempo de armazenamento foi quatro vezes maior devido à menor temperatura e maior umidade relativa encontrada na câmara refrigerada (Figuras 1a e 1b). As perdas de massa neste trabalho, foram menores que as médias encontradas por Jacomino et al. (2000), que aos 14 e 21 dias de conservação, de goiabas Kumagai, armazenadas em caixa de papelão a $10 \pm 2^\circ\text{C}$ apresentaram perdas de massa de 7,88 e 8,13% respectivamente.

Os resultados obtidos neste trabalho, em relação à perda de massa dos frutos de goiaba ‘Pedro Sato’ demonstraram que todos os tratamentos aplicados, incluindo a testemunha, podem ser recomendados já que os valores foram menores que 15%, limite de perda de massa estabelecido por Manica et al. (2000) que armazenaram goiabas sem tratamento por até 8 dias e tratadas com cera por até 11 dias, sob refrigeração.

a)



b)

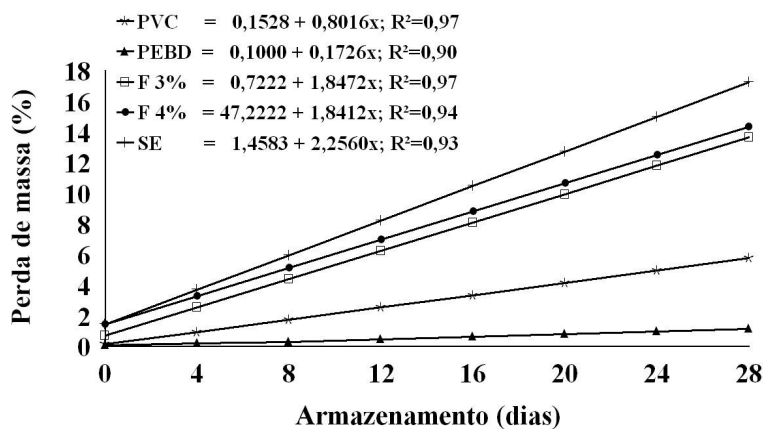


Figura 1. Perda de massa de goiabas ‘Pedro Sato’ armazenadas em cinco embalagens durante 7 dias em temperatura ambiente (a) e 28 dias em refrigeração (b).

Os frutos verdes embalados em PEBD e sob refrigeração apresentaram os menores teores de SST (9,54° Brix) e os maiores foram das goiabas sem embalagem e sob refrigeração (Tabela 2), sendo provavelmente devido à menor maturidade dos frutos e conseqüente menor aceleração dos processos químicos transformadores dos precursores dos diferentes tipos de açúcares nos frutos.

Tabela 2. Sólidos solúveis totais (°Brix) de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas em cinco embalagens, sob temperatura ambiente e refrigeração. UFGD, 2007

Condição de armazenameto	Embalagens					Sem embalagem
	Cor*	PVC	PEBD	Fécula de araruta		
				3%	4%	
Ambiente CV = 3,2 %	Amarela	11,04 aB	10,29 bD	10,58 bC	10,37bCD	11,46 bA
	Verde	10,96aCD	10,71 aD	11,21aBC	11,42 aB	11,96 aA
Refrigeração CV = 2,5 %	Amarela	11,67aC	11,46aC	12,58aA	11,50bC	12,33aB
	Verde	10,12 bC	9,54 bD	11,87bAB	11,75 aB	12,08 bA

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna (F) e maiúscula na linha (Tukey), não diferem significativamente entre si a 5%.

Jacomino et al. (2000) relataram que as goiabas Kumagai armazenadas a 10°C com 14 e 21 dias em caixa de papelão ondulado, apresentavam teor de 7,32 °Brix.

Brunini et al. (2003), armazenando frutos de goiaba Paluma por 22 dias, em temperatura de -20°C, acondicionadas em embalagens PEBD, determinaram teor médio de 8,44°Brix mostrando a importância de temperatura nos parâmetros químicos durante o armazenamento.

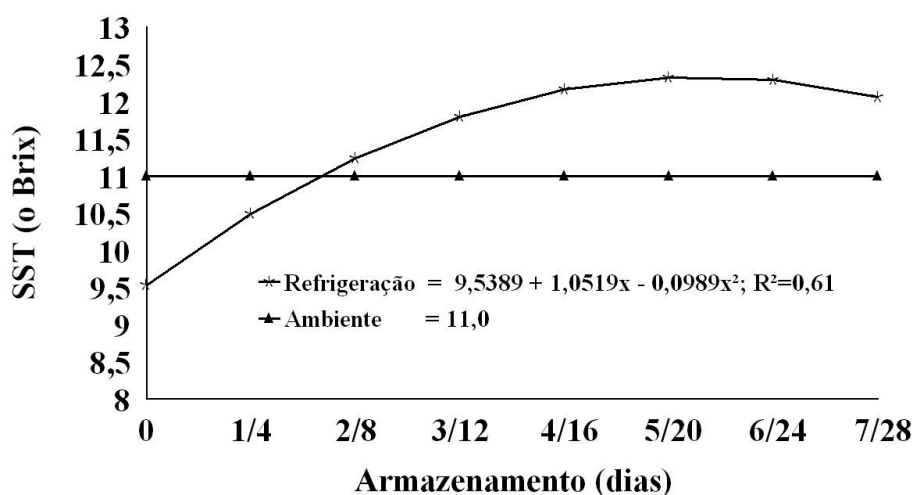
Os valores médios de SST foram de 11,00 e 11,49°Brix para armazenamento em temperatura ambiente e em refrigeração, respectivamente e os encontrados na literatura para a mesma variedade oscilaram entre 6,3 a 9,7% (Azzolini et al., 2004; Lima, 2004; Xisto, 2004).

Os teores de SST (Figura 2a) e de ATT (Figura 2b) apresentaram aumento quadrático ao longo dos 28 dias de armazenamento sob refrigeração, com teores máximos de 12,58 °Brix e 0,67 mg de ácido cítrico.ml⁻¹, respectivamente, alcançados aos 20 dias de armazenamento. Em temperatura ambiente, não houve diferença significativa ao longo dos 7 dias, apresentando médias de 11,00 e 0,58 de ATT.

Em goiabas ‘Pedro Sato’ teores médios de acidez entre 0,2 a 0,9 de ácido cítrico por 100 g de polpa confere sabor moderado e boa aceitação para o consumo *in natura* (Hojo et al., 2007).

A ATT não variou durante o armazenamento sob temperatura ambiente, entretanto sob refrigeração apresentou um crescimento quadrático até o 16º dia,

a)



b)

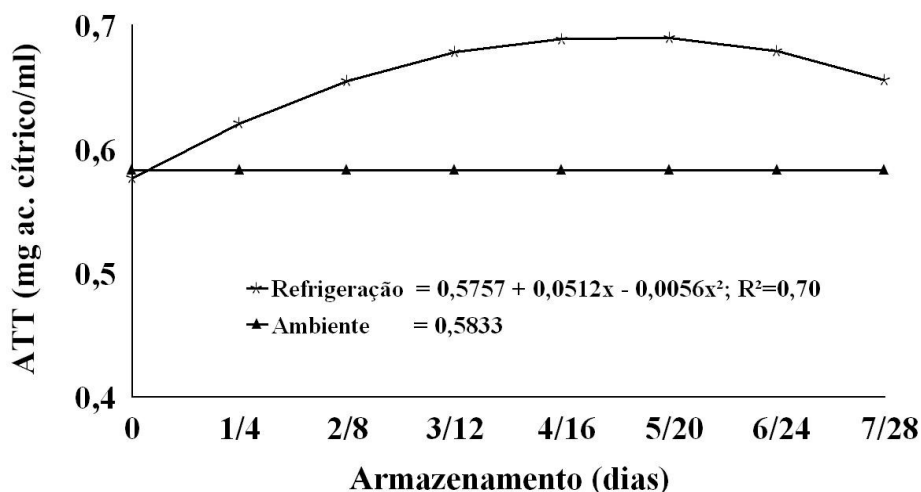


Figura 2. Sólidos solúveis totais (a) e Acidez total titulável (b) de goiabas ‘Pedro Sato’ armazenadas em ambiente (7 dias) e refrigeração (28 dias).

reduzindo em seguida (Figura 2b). As crescentes concentrações da ATT (refrigeração) podem ser devidas ao amadurecimento no decorrer do armazenamento pelo incremento de ácido cítrico que desencadeia o ciclo de Krebs levando a um aumento respiratório a partir do 20º dia deste armazenamento.

As goiabas com casca verde apresentaram maiores valores de ATT que as goiabas de casca amarela, especialmente quando armazenadas sob refrigeração (Tabela 3). Esses resultados podem dever-se a danos causados pelo frio que induzem produção desordenada de etileno e alterações respiratórias (Jacomino et al., 2000).

Tabela 3. Acidez total titulável (ATT- mg ácido cítrico.ml⁻¹) de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas em cinco embalagens sob temperatura ambiente e refrigeração. UFGD, 2007

Condição de armazenameto	Embalagens					
	Cor*	PVC	PEBD	Fécua de araruta		Sem embalagem
				3%	4%	
Ambiente CV = 2,9 %	Amarela	0,56 bB	0,55 bB	0,59 bA	0,56 bB	0,60 aA
	Verde	0,58 aC	0,59 aB	0,62 aA	0,58 aBC	0,59 aBC
Refrigeração CV = 3,2 %	Amarela	0,68bA	0,63 bC	0,580 bE	0,60 bD	0,65 bA
	Verde	0,71 aA	0,68 aB	0,66 aC	0,665 aC	0,69 aB

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna (F) e maiúscula na linha (Tukey), não diferem significativamente entre si a 5%.

Os teores de vitamina C foram maiores nas goiabas de casca verde em relação às de coloração amarela, armazenadas em temperatura ambiente, exceto nas goiabas tratadas com fécula 3% (Tabela 4). Em câmara fria não houve variação no teor de vitamina C para as cores de casca de goiaba e embalagens, exceto para as goiabas amarelas armazenadas em PVC que apresentaram maior teor dessa vitamina. Sob temperatura ambiente, goiabas de casca amarela e verde apresentaram menores teores de vitamina C que aquelas armazenadas sob refrigeração, provavelmente por terem acelerado os processos de amadurecimento que tem relação direta com a senescência.

Jacomino et al. (2001), detectaram que sob embalagem de polietileno de baixa densidade, as goiabas exalavam aroma característico de processo fermentativo, a partir dos 14 dias de armazenamento.

Tabela 4. Vitamina C (mg.100 g⁻¹ de polpa) de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas em cinco embalagens, sob temperatura ambiente e refrigeração. UFGD, 2007

Condição de armazenamento	Embalagens					Sem embalagem
	Cor*	PVC	PEBD	Fécula de araruta		
				3%	4%	
Ambiente CV = 8,4 %	Amarela	25,54bAB	23,12 bC	24,58aBC	17,08 bD	27,17 bA
	Verde	27,25 aB	26,08 aBC	19,17 bD	25,37 aC	34,29 aA
Refrigeração CV = 8,3%	Amarela	31,17aAB	28,79 aCD	27,25 aD	29,37aBC	32,58 aA
	Verde	29,25 bB	28,04 aB	29,65 aB	29,12 aB	32,04 aA

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna (F) e maiúscula na linha (Tukey), não diferem significativamente entre si a 5%.

O teor de vitamina C não variou nas goiabas armazenadas sob refrigeração, entretanto, em temperatura ambiente, houve redução até o 16º dia (Figura 3).

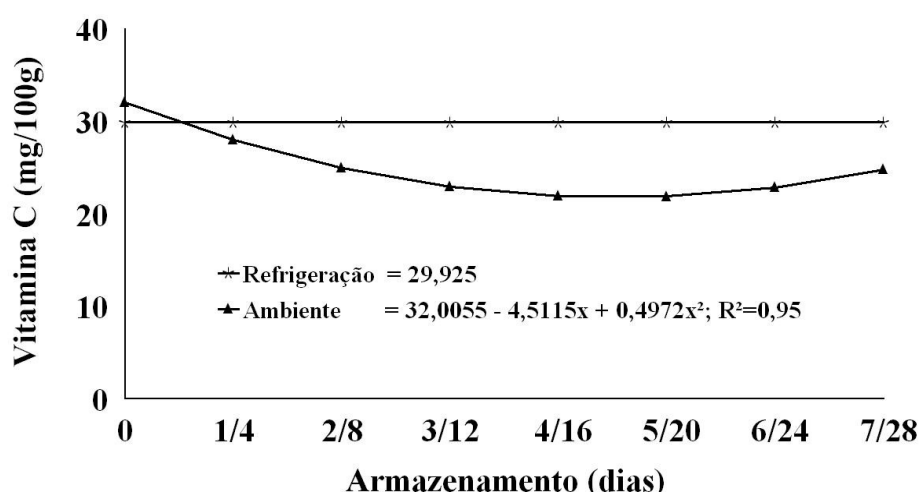


Figura 3. Variação dos teores de Vitamina C, em goiabas 'Pedro Sato', armazenadas em temperatura ambiente (7 dias) e refrigeração (28 dias).

O teor de vitamina C além de não ter variado significativamente durante o armazenamento refrigerado manteve valores mais altos do que nas goiabas em temperatura ambiente. Pereira (1995) e Mattheis e Feldman (1999) citaram que vários fatores podem influenciar o teor de vitamina C para uma mesma variedade, tais como estágio de maturação, época de colheita, condições edafoclimáticas e de armazenamento.

O comportamento encontrado do teor de vitamina C na presente pesquisa coincide com o observado por Azzolini et al. (2004) para a mesma variedade, em 3 estádios de maturação (segundo a cor da casca) quando encontraram valores de 60,02 mg ácido ascórbico 100g⁻¹ (2 dias) e 56,02mg ácido ascórbico 100g⁻¹ (6 dias) para goiabas com casca amarela e verde escura, respectivamente. Os autores atribuíram essa redução ao processo de amadurecimento. Resultados semelhantes foram observados por Jacomino et al. (2003) que armazenaram goiabas ‘Pedro Sato’ tratadas com cera de carnaúba sob temperatura de 25°C e observaram diminuição na concentração da vitamina C, de 59,98 (2 dias) para 52,11 mg ácido ascórbico 100g⁻¹ (6 dias).

Os teores de açúcares redutores foram menores nas goiabas de casca amarela armazenadas em temperatura ambiente e tratadas com fécula 4%. Sob refrigeração, esses teores foram menores nas goiabas de casca verde embaladas em PVC, em PEBD e em fécula 4% (Tabela 5).

Tabela 5. Açúcares redutores e totais (% de glicose) de goiabas ‘Pedro Sato’, em temperatura ambiente e refrigeração. UFGD, 2007

Condição de armazenamento	Embalagens					
	Cor*	PVC	PEBD	Fécula de araruta		Sem embalagem
				3%	4%	
AÇÚCARES REDUTORES						
Ambiente CV = 5,8 %	Amarela	5,62 aA	4,83 bC	5,17 bB	4,46 bD	5,04bBC
	Verde	5,25bC	5,42 aC	5,33 aC	6,54 aA	5,96 aB
Refrigeração CV = 6,5 %	Amarela	5,13 aD	5,21 aCD	6,17 aA	5,50 aB	5,45aBC
	Verde	5,29aAB	5,08 bB	5,42 bA	5,04 bB	5,54 aA
AÇÚCARES TOTAIS						
Ambiente CV = 5,9%	Amarela	5,92 aA	4,96 bD	5,25aBC	5,00bCD	5,33 bB
	Verde	5,21bBC	5,41 aB	5,13 bC	5,96 aA	5,88 aA
Refrigeração CV = 5,2%	Amarela	5,21 bD	5,54 aC	6,25 aA	5,79 aB	5,38 aCD
	Verde	5,46 aB	5,46 aB	5,75 bA	5,29 bB	5,38 aB

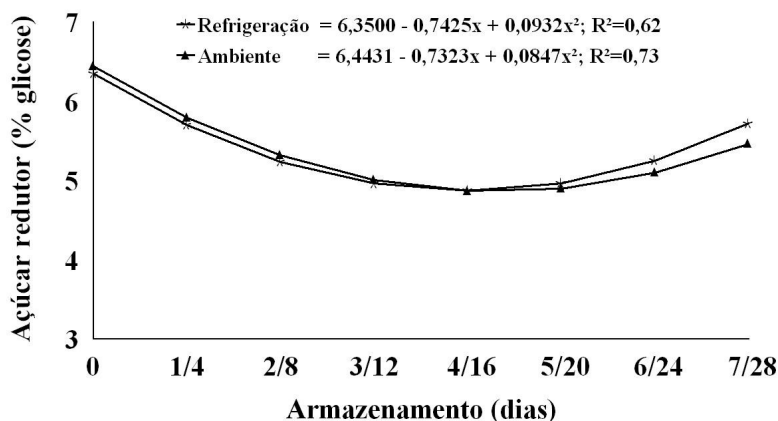
Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna (F) e maiúscula na linha (Tukey), não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade.

Os teores de açúcares redutores apresentaram comportamento quadrático com redução até o quarto dia de armazenamento na temperatura ambiente e 16° dia sob refrigeração e elevação até o sétimo e 28° dia, respectivamente (Figura 4a). Essa

elevação sugere início de senescência, quando o metabolismo das células utiliza esse substrato como fonte de esqueletos carbônicos para transformá-los em outros compostos derivados. Provavelmente a perda de água por transpiração fez com que os açúcares, principais componentes dos sólidos solúveis se concentrassem na polpa o que pode mascarar a concentração desse nutriente.

A variação da resposta dos açúcares totais nas duas condições de armazenamento (Figura 4b) mostra que sob refrigeração, os teores de açúcares totais não variaram durante os 28 dias de armazenamento. Esse fato pode ser explicado pelos teores de SST (Figura 2a) e ATT (Figura 2b) que pode ter contribuído para tal elevação, uma vez que o meio ácido favorece reações de oxidação onde os açúcares são transformados em açúcares ácidos (Allinger, 1976). Provavelmente a perda de água por transpiração dificultou a transformação metabólica dos açúcares precursores da vitamina C, mantendo essa vitamina em baixa concentração e os açúcares concentrados na polpa.

a)



b)

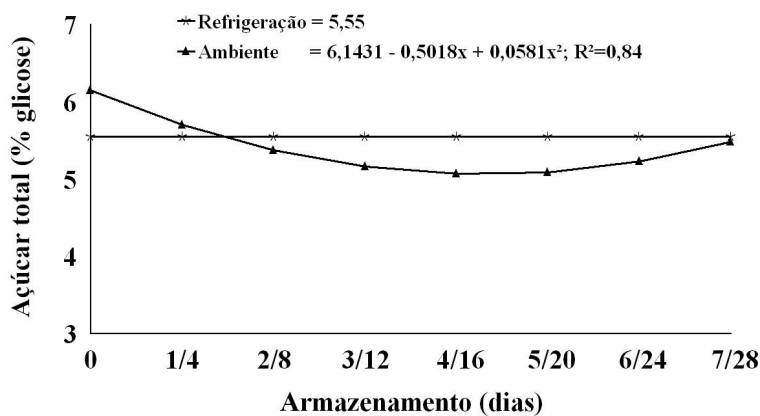


Figura 4. Variação dos teores de açúcares redutores (a) e total (b) em goiabas 'Pedro Sato' armazenadas durante 7 dias (ambiente) e 28 dias (refrigeração).

Esses resultados contrariam os observados por Vila et al. (2007), para goiabas ‘Pedro Sato’ com casca verde, onde os teores de açúcares totais e redutores aumentaram durante os 20 dias de armazenamento. Provavelmente o estágio de maturação ou as diferenças térmicas de armazenamento tenham sido os fatores diferenciais das respostas dos frutos ao armazenamento.

CONCLUSÃO

Nas condições em que foi conduzido o experimento, conclui-se que:

- As goiabas de casca verde apresentaram melhor potencial de conservação em armazenamento tanto sob temperatura ambiente quanto sob refrigeração.
- Para ter menor perda de massa dos frutos de goiaba ‘Pedro Sato’ devem ser embalados em PEBD, tanto para armazenamento em temperatura ambiente de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR $65 \pm 5\%$ ou sob refrigeração a $10 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR $85 \pm 5\%$.
- Os parâmetros químicos avaliados (SST, ATT, Vitamina C, AR e AT) demonstraram viabilidade de uso das embalagens nas condições de temperatura ambiente (7dias) e de refrigeração (28 dias), indicando serem alternativas de armazenamento nos dois estádios de maturação estudados.
- O armazenamento deve ser feito sob refrigeração para propiciar um período de conservação maior que sob temperatura ambiente.

Referência bibliográfica

AOAC - **Official methods of analysis**. Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C, 1990.

ALLINGER, N. L.; CAVA, M. P.; JONGH, D. C.; JOHNSON, C. R.; LEBEL, N. A.; STEVENS, C. L. **Química Orgânica**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1976. 976p.

AZEREDO, H.M.C. de. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **Boletim do CEPPA**. Curitiba, v.21, n.2, 2003.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; BRON, I.U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.2, p.139-145, 2004.

BANZATO, D.A.; KRONKA, S. N.; **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.31, n.4, p. 507-513, 1998.

BRUNINI, M.A.; OLIVEIRA, A.L.; VARANDA, D. B.; Avaliação da qualidade de polpa de goiaba “Paluma” armazenada a -20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.394-396, 2003.

CARVALHO, V.D. Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. **Informe Agropecuário**, v.17, n.179, p.48-54, 1994.

CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; LOCHOSKI, M. A.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E. M. M. Maturity indexes for ‘Kumagai’ and ‘Paluma’ guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.2, p.176-179, 2006.

CEREDA, M.P.; BERTOLINI, A. C.; SILVA, A. P.; OLIVEIRA, M.A.; EVANGELISTA, R. M. Películas de almidón para la preservación de frutas. In: CONGRESSO DE POLIMEROS BIODEGRADABLES: AVANCES Y PERSPECTIVAS, 1995, Buenos Aires. **Anais...Buenos Aires**, 1995.

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

GUTIERREZ, A, de S.; WATANABE, H.; SCHMIDT, M. dos R. A goiaba em números, **Frutas e Legumes**, n.14, 2002.

HOJO, R.H.; CHALFUN, N,N,J.; DOLL HOJO, E.T.; VEIGA, R.D.; PAGLIS, C.M.; OLIVEIRA LIMA, L.C. Produção e qualidade da goiabeira ‘Pedro Sato’ submetida a diferentes épocas de poda. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.357-362, 2007.

IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo, SP). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físicos - químicos para análises de alimentos**. 4.ed. Brasília, 2005. v.1, 1015p.

JACOMINO, A. P.; SARANTÓPOULOS, C.I.G. de L.; SIGRIST, J.M.M.; KLUGE, R.A.; MINAMI, K. Armazenamento de goiabas Kumagai sob diferentes temperaturas de refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.3, p.165-169, 2000.

JACOMINO, A. P.; SIGRIST, J.M.M.; SARANTÓPOULOS, C.I.G. de L.; MINAMI, K.; KLUGE, R.A. Embalagens para conservação refrigerada de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.1, p.50-54, 2001.

JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J. A. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.401-405, 2003.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Processamento de araruta (*Maranta arundinacea*) para extração e caracterização da fração amilácea. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.5, n.93, p.151-155, 2002.

LIMA, M.A. **Conservação pós-colheita de goiaba pelo uso de reguladores de crescimento vegetal, cálcio e da associação destes com refrigeração e embalagens plásticas**. 2003. 114p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

LIMA, A.V. **Qualidade pós-colheita da goiaba 'Pedro Sato' tratada com CaCl₂ e 1-MCP em condições ambiente**. 2004. 67p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. de. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e o oxigênio. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.18, n.1, 2000.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical: Goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 374p.

MATTHEIS, J.P.; FELLMAN, J.K. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v.15, p.227-232, 1999.

MATTIUZ, B., DURIGAN, J. F.; ROSSI JUNIOR, O. D. Processamento mínimo em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato'. 2. Avaliação química, sensorial e microbiológica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, p.409-413, 2003.

MEDINA, B.L.M.; PAGANO, G.F. Characterization of guava pulp (*Psidium guajava* L.) "Criolla Roja". **Revista de la Facultad de Agronomía**, Universidad del Zulia, v. 20, n.1, p.72-86, 2003.

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Efeito da película de mandioca na conservação de goiabas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.2, n.1/2, p.97-102, 1999.

PEREIRA, F. M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: FUNEP, 1995, 47p.

PINTO, A. C. Q.; SOUZA, E. S.; RAMOS, V. H. V.(Ed.). **Tecnologia de produção e comercialização da lima-ácida 'Tahiti', da Goiaba e do Maracujá-azedo para o Cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 69p.: il.- (Documentos, 111).

REIS, K. C.; AZEVEDO, L. F.; SIQUEIRA, H. H.; FERRUA, F. Q. Avaliação físico-química de goiabas desidratadas osmoticamente em diferentes soluções. **Ciência Agrotécnica**, v.31, n.3, p.781-785, 2007.

TUNESCHIRO, A.; COELHO, P. J.; CASER, D. V.; AMARAL, A. M. P.; BUENO, C. R. F.; GHOBIL, C. N.; PINATTI, E. Valor da Produção Agropecuária do Estado de São Paulo em 2007: estimativa preliminar. **Informações Econômicas**, v.37, n.10, p.60-70, 2007.

VILA, M. T. R.; OLIVEIRA LIMA, L. C.; VILAS BOAS, E. V.B.; DOLL HOJO, E. T.; RODRIGUES, L. J.; PAULA, N. R. F. de. Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência Agrotécnica**, v.31, n.5, p.1435-1442, 2007.

XISTO, A. L. R. P.; ABREU, C. M. P.; CORREA, A. D. ; SANTOS, C. D. Textura de goiabas “‘Pedro Sato’ ” submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Ciência agrotécnica**, v.28, n.1, p.113-118, 2004.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M.T. Influência da embalagem de atmosfera modificada e do tratamento com cálcio na cinética de degradação de ácido ascórbico e perda de massa em goiabas (*Psidium guajava* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, p.27-31, 2000.

YUSOF, S. Physico-chemical characteristics of same guava varieties in malaysia. **Acta Horticulture**, Netherlands, n.269, p.301-305, 1990.