

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**CARACTERIZAÇÃO, CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA,
PROCESSAMENTO MÍNIMO E ADUBAÇÃO NA
QUALIDADE DE LARANJA 'CHAMPAGNE' (*Citrus sinensis* L.
Osbeck)**

JULIANA DA SILVA AGOSTINI

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2012**

**CARACTERIZAÇÃO, CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA,
PROCESSAMENTO MÍNIMO E ADUBAÇÃO NA QUALIDADE
DE LARANJA 'CHAMPAGNE' (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**

JULIANA DA SILVA AGOSTINI
Farmacêutica-Bioquímica

Orientadora: PROFa. DRa. SILVANA DE PAULA QUINTÃO SCALON

Tese 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 Doutor.

Dourados
Mato Grosso Do Sul
2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

634.31
A275c Agostini, Juliana da Silva.

Caracterização, conservação pós-colheita, processamento mínimo e adubação na qualidade de laranja 'Champagne' (*Citrus sinensis* L. Osbeck). / Juliana da Silva Agostini. – Dourados, MS : UFGD, 2012.

123f.

Orientadora: Profa. Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Laranja – Cultivo. 2. Laranja – Processamento.
I. Título.

**CARACTERIZAÇÃO, CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA,
PROCESSAMENTO MÍNIMO E ADUBAÇÃO NA
QUALIDADE DE LARANJA 'CHAMPAGNE' (*Citrus
sinensis* L. Osbeck)**

por

JULIANA DA SILVA AGOSTINI

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTOR EM AGRONOMIA

Aprovado em: 28/02/2012.

Prof^a. Dr^a. Silvana de Paula Quintão Scalon
(Orientadora) - UFGD

Prof^a. Dr^a. Marlene Estevão Marchetti
(Co-Orientadora) - UFGD

Prof^a. Dr^a. Silvia Correa Santos
UFGD

Prof^a. Dr^a. Carmen Wobeto
UFMT

Prof. Dr. Edson Talarico Rodrigues
UEMS

"Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina."
Lora Loralina

Dedico esta obra a Deus, pelo privilégio da vida, pela sabedoria que me permitiu fazer as escolhas certas, pelas pessoas maravilhosas e gentis com as quais eu pude conviver, pela proteção e serenidade nos momentos difíceis e enfim, pela saúde e força necessárias para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

À Prof^ª. Dr^ª. Silvana de Paula Quintão Scalon, pela competência como orientadora, amizade, confiança depositada, incentivo e disposição para me auxiliar em todos os momentos.

Ao meu amado esposo Dimitry, pela paciência, dedicação e companheirismo.

Aos meus pais Claudir e Neri Luci, pela educação recebida, sacrifícios dispensados para me proporcionar os estudos e, sobretudo aos constantes incentivos e conselhos.

Aos alunos de iniciação científica Kesia Esther da Silva, Fernando Freitas de Lima, Caroline Honaiser Lescano, Janaina Narcizo Rodrigues, Glaucielli Justen Garcete, Michelle Mesquita Leite, Ana Paula Esteves Gomes, Leandro Cesar Ritter, Luana Carla Suidedos Flores pela valiosa colaboração na condução dos experimentos, amizade e convivência.

Aos funcionários e estagiários do laboratório de solos da UFGD e laboratório de apoio da UNIGRAN, pelo apoio e auxílio prestados durante a execução da parte experimental.

Às professoras Marlene Estevão Marchetti e Eliana Janet Sanjinez Argandoña pelas dicas e sugestões dadas, sobretudo durante a redação do projeto.

Ao meu pai Claudir, irmão Erny, marido Dimitry e aos funcionários da Granja Piquissiri, Valdir e Cleir pela colaboração nos experimentos de adubação, coleta de solos, folhas e frutos.

Ao Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN), pela disponibilização do espaço físico, equipamentos e reagentes necessários para a execução dos experimentos e, sobretudo, por ter me dado a oportunidade de aprimorar os meus conhecimentos e ganhar experiência na área de docência.

Às amigas Marcia, Ligia, Ayd, Daiane pela amizade e bons momentos de convivência e descontração.

À Universidade Federal da Grande Dourados, em especial ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, pela oportunidade de ingressar no programa e dar o embasamento necessário para eu possa atuar na área de pesquisa.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e FUNDECT pelos incentivos financeiros concedidos para a execução deste trabalho.

À Universidade Federal de Mato Grosso, instituição onde atuo como professora atualmente, pelas concessões dos afastamentos necessários para a finalização desta pesquisa.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS.....	6
 CAPÍTULO I - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LARANJAS 'CHAMPAGNE' (<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck) COLHIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO	
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	33
 CAPÍTULO II - RECOBRIMENTOS, TEMPERATURA E TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE LARANJAS 'CHAMPAGNE' (<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck)	
RESUMO.....	43
ABSTRACT.....	43
INTRODUÇÃO.....	44
MATERIAL E MÉTODOS.....	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS.....	59
 CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE LARANJAS (<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck) MINIMAMENTE PROCESSADA E EM ATMOSFERA MODIFICADA	
RESUMO.....	67

ABSTRACT.....	68
INTRODUÇÃO.....	68
MATERIAL E MÉTODOS.....	71
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
CONCLUSÃO.....	87
REFERÊNCIAS.....	87

**CAPÍTULO IV - NITROGÊNIO E POTÁSSIO NA QUALIDADE DOS
FRUTOS DE LARANJA 'CHAMPAGNE' (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**

RESUMO.....	93
ABSTRACT.....	93
INTRODUÇÃO.....	94
MATERIAL E MÉTODOS.....	96
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
CONCLUSÃO.....	106
REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICES.....	110

LISTA DE TABELAS

PÁGINA

CAPÍTULO I

TABELA 1. Análise prévia da fertilidade do solo do pomar onde os frutos de laranjas 'Champagne' foram coletados.....	14
TABELA 2. Características físicas de frutos de laranjas 'Champagne' em função do estágio de maturação (cor da casca). MF = massa do fruto, RS = rendimento do suco, DL = diâmetro longitudinal, DT = diâmetro transversal, ES = espessura da casca, NG = número de gomos, NS = número de sementes, MS = massa das sementes.....	16
TABELA 3. Características físico-químicas de laranjas 'Champagne', em função do estágio de maturação. AT: acidez titulável. SST: sólidos solúveis totais. AA: ácido ascórbico. IT: índice tecnológico.....	22
TABELA 4. Composição centesimal de laranjas 'Champagne' em função do estágio de maturação.....	30
TABELA 5. Composição mineral de laranjas 'Champagne' em função do estágio de maturação.....	31
TABELA 6. Percentual da ingestão diária recomendada (IDR) para um adulto ao consumir uma porção de suco (200mL) de laranja 'Champagne'.....	33

CAPÍTULO II

TABELA 1. Parâmetros físico-químicos médios de pH, SST (sólidos solúveis totais), açúcar total e AA (ácido ascórbico) em laranjas 'Champagne' durante o armazenamento refrigerado e em temperatura ambiente sob diferentes tipos de recobrimentos.....	56
--	----

CAPÍTULO III

TABELA 1. Contagem de bactérias psicrotróficas em suco de laranjas 'Champagne' minimamente processadas armazenadas a 5°C.....	84
TABELA 2. Contagem de bolores e leveduras em suco de laranjas 'Champagne' minimamente processadas armazenadas a 5°C.....	85
TABELA 3. Contagem de coliformes totais em suco de laranjas	

'Champagne' minimamente processadas armazenadas a 5°C.....	86
--	----

CAPÍTULO IV

TABELA 1. Análise prévia da fertilidade de amostras coletadas no pomar de laranjas 'Champagne'.....	96
TABELA 2. Variáveis independentes e níveis de variação.....	97
TABELA 3. Delineamento experimental composto rotacional para as duas variáveis e cinco níveis com seus valores codificados e reais.....	97
TABELA 4. Médias observadas para os parâmetros em frutos e suco (DL= diâmetro longitudinal, DT: diâmetro transversal, RS= rendimento de suco, SST: sólidos solúveis totais, AT: acidez titulável, AA: ácido ascórbico) em função das doses de nitrogênio e potássio aplicados na adubação por duas safras em pomar de laranjas 'Champagne'.....	100
TABELA 5. Médias observadas para os parâmetros foliares (N= nitrogênio, K= potássio, P= fósforo, Ca=cálcio, Mg= magnésio) e de solo (K 0-20= potássio em profundidade de 0-20cm e P 0-20 cm potássio em profundidade de 0-20 cm) em função das doses de nitrogênio e potássio aplicados na adubação por duas safras em pomar de laranjas 'Champagne'	101

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

CAPÍTULO II

- FIGURA 1. Perda de massa de laranjas 'Champagne' em função do tempo e do tipo de embalagem durante o armazenamento em câmara de refrigeração (a e b) e condição ambiente (c). f2: fécula de mandioca a 2%; f4: fécula de mandioca a 4%; PVC: cloreto de polivinila; pol: filme de polietileno; sem: sem embalagem.....50
- FIGURA 2. Acidez titulável (AT) de laranjas 'Champagne' em função do tempo em e câmara de refrigeração (a e b) e condição ambiente (c).....55

CAPÍTULO III

- FIGURA 1. Perda de massa dos frutos de laranjas 'Champagne' em função do tempo e embalagem para cada um dos seguintes níveis de processamento: a) inteiro sem flavedo; b) inteiro sem flavedo e sem albedo e c) segmentados em gomos (gel: filme a base de gelatina a 3%. pvc: cloreto de polivinila. pol: filme de polietileno. pot: pote de poliestireno).....75
- FIGURA 2. Acidez titulável (AT) do suco de laranjas 'Champagne' em função do tempo e independente da embalagem para cada um dos seguintes níveis de processamento: a) inteiro sem flavedo; b) inteiro sem flavedo e sem albedo e c) segmentados em gomos.....77
- FIGURA 3. pH do suco de laranjas 'Champagne' em função do tempo e embalagem para cada um dos seguintes níveis de processamento nos frutos: a) inteiro sem flavedo; b) inteiro sem flavedo e sem albedo e c) segmentados em gomos (gel: filme a base de gelatina a 3%. pvc: cloreto de polivinila. pol: filme de polietileno.pot: pote de poliestireno).....78
- FIGURA 4. SST do suco de laranjas 'Champagne' em função do tempo e embalagem para cada um dos seguintes níveis de processamento nos frutos: a) inteiro sem flavedo e sem albedo e b) segmentados

em gomos. (gel: filme a base de gelatina a 3%. pvc: cloreto de polivinila. pol: filme de polietileno.pot: pote de poliestireno).....	80
FIGURA 5. Açúcares totais em glicose dos frutos de laranjas ‘Champagne’ em função do tempo e embalagem para cada um dos seguintes níveis de processamento: a) inteiro sem flavedo e sem albedo e b) segmentados em gomos. (gel: filme a base de gelatina a 3%. pvc: cloreto de polivinila. pol: filme de polietileno. pot: pote de poliestireno).....	81
FIGURA 6. Ácido ascórbico (AA) do suco de laranjas ‘Champagne’ em função do tempo para cada um dos seguintes tipos de processamento nos frutos: a) inteiro sem flavedo; b) inteiro sem flavedo e sem albedo e c) segmentados em gomos. (gel: filme a base de gelatina a 3%. pvc: cloreto de polivinila. pol: filme de polietileno. pot: pote de poliestireno).....	82

CAPÍTULO IV

FIGURA 1. Concentração de N foliar em laranjeiras 'Champagne' em função da adubação a base de nitrogênio e potássio. $\hat{y} = 19,0630 + 0,0628*N - 0,00015*N^2 + 0,0648*K - 0,00024*K^2 - 0,00007NK$; $R^2 = 0,5144$	102
FIGURA 2. Concentração de Mg foliar em laranjeiras 'Champagne' em função da adubação a base de nitrogênio e potássio. $\hat{y} = 3,6289 + 0,00024N - 0,00246N^2 + 0,3742*K + 0,07259*K^2 + 0,00422NK$; $R^2 = 0,6601$	103
FIGURA 3. Concentração de P foliar em laranjeiras 'Champagne' em função da adubação a base de nitrogênio e potássio. $\hat{y} = 0,7441 + 0,0068N - 0,00002*N^2 + 0,00082K - 0,00001K^2 - 0,000003NK$; $R^2 = 0,6700$	104
FIGURA 4. Concentração de K no solo do pomar de laranjeiras 'Champagne' em função da adubação a base de nitrogênio e potássio. $\hat{y} = 1,3323 - 0,0014N - 0,0000N^2 + 0,00386*K - 0,000016*K^2 + 0,000010NK$; $R^2 = 0,8827$	105

LISTA DE APÊNDICE

	PÁGINA
FIGURA 1. Árvore contendo frutos de laranja 'Champagne'.....	111
FIGURA 2. Localização geográfica do pomar doméstico de laranja 'Champagne' no município de Amambaí MS.....	111
FIGURA 3. Laranjas 'Champagne' classificadas como V, VA, AV e A, utilizadas na avaliação das características físico-químicas colhidas em diferentes estádios de maturação.....	112
FIGURA 4. Covas na projeção da copa da árvore para adubações a base de nitrogênio e potássio.....	112
FIGURA 5. Frutos de laranja 'Champagne' utilizados para a avaliação da qualidade pós-colheita de frutos inteiros.....	113
FIGURA 6. Sanitização dos frutos de laranja 'Champagne' em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm.....	113
FIGURA 7. Frutos no dia da montagem dos experimentos, antes dos devidos armazenamentos. a: sem embalagem. b: revestidos com filme de fécula de mandioca a 2%. c: revestidos com fécula de mandioca a 4%. d: revestidos com filme de PVC. e: revestidos com filme de polietileno.....	114
FIGURA 8. Frutos inteiros armazenados por 24 dias em temperatura ambiente (25°C). a: s.em embalagem. b: revestidos com filme de fécula de mandioca a 2%. c: revestidos com fécula de mandioca a 4%. d: revestidos com filme de PVC. e: revestidos com filme de polietileno.....	115
FIGURA 9. Condição dos frutos inteiros armazenados por 60 dias em temperatura de refrigeração (3°C). a: sem embalagem. b: revestidos com filme de fécula de mandioca a 2%. c: revestidos com fécula de mandioca a 4%. d: revestidos com filme de PVC. e: revestidos com filme de polietileno.....	116
FIGURA 10. Frutos minimamente processados em nível de remoção do flavedo. a: em BPE sem recobrimento. b: em BPE revestidos com filme de gelatina a 3%. c: em BPE revestidos com filme PVC. d: em	

BPE revestidos com filme de polietileno. e: embalados em pote de poliestireno com tampa.....	117
FIGURA 11. Frutos minimamente processados em nível de remoção do flavedo e albedo. a: em BPE sem recobrimento. b: em BPE revestidos com filme de gelatina a 3%. c: em BPE revestidos com filme PVC. d: em BPE revestidos com filme de polietileno. e: embalados em pote de poliestireno com tampa.....	118
FIGURA 12. Frutos minimamente processados em nível de segmentação de gomos. a: em BPE sem recobrimento. b: em BPE revestidos com filme de gelatina a 3%. c: em BPE revestidos com filme PVC. d: em BPE revestidos com filme de polietileno. e: embalados em pote de poliestireno com tampa.....	119
FIGURA 13. Imagens referentes às análises microbiológicas. a: meio de agar dextrose batata contendo bolores e leveduras. b: meio de agar padrão para contagem contendo bactérias psicotróficas. c: meio de Petrifilm contendo coliformes totais.....	120
TABELA 1. Análises de variância para os efeitos de adubação nitrogenada e potássica sobre os parâmetros avaliados em frutos de laranja 'Champagne' (DL= diâmetro longitudinal, DT: diâmetro transversal, RS= rendimento de suco).....	121
TABELA 2. Análises de variância para os efeitos da adubação nitrogenada e potássica sobre os parâmetros avaliados em sucos de laranja 'Champagne'. pH= potencial hidrogeniônico, SST: sólidos solúveis totais, ATT: acidez titulável total, AA: ácido ascórbico).....	122
TABELA 3. Análises de variância para os efeitos de adubação nitrogenada e potássica após duas safras sobre os parâmetros avaliados em folhas de laranja 'Champagne' e solos (K 0-20= potássio em profundidade de 0-20 cm e P 0-20= fósforo em profundidade de 0-20 cm).....	123

**CARACTERIZAÇÃO, CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA,
PROCESSAMENTO MÍNIMO E ADUBAÇÃO NA QUALIDADE DE LARANJA
'CHAMPAGNE' (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**

Autora: Juliana da Silva Agostini

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Silvana de Paula Quintão Scalon

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho caracterizar frutos de laranja 'Champagne' colhidos em diferentes estádios de maturação, avaliar os efeitos de diferentes recobrimentos, temperaturas e tempos de armazenamento na conservação dos frutos inteiros e diferentes recobrimentos e tipos de operações em frutos minimamente processados, bem como investigar a influência da adubação nitrogenada e potássica na qualidade dos frutos. Para a caracterização, os frutos foram colhidos com 4 diferentes colorações de casca: casca totalmente verde (V); casca verde, casca verde iniciando amarelecimento (VA); casca amarela com vestígios de coloração esverdeada (AV) e casca totalmente amarela (A). Esses frutos e seus sucos foram submetidos a avaliação de suas características físico-químicas, composição centesimal e composição mineral. Para investigação da conservação pós-colheita, os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno e recobertos com diferentes revestimentos (controle, fécula de mandioca a 2%, fécula de mandioca a 4%, filme de PVC esticável, filme de polietileno) e em seguida armazenados em três temperaturas (3°C, 8°C e 25°C). Os frutos armazenados a 25°C foram avaliados a cada 4 dias durante 24 dias e os armazenados em refrigeração (3 e 8°C) foram avaliados a cada 10 dias durante 60 dias. Para o processamento mínimo, os frutos maduros foram colhidos, lavados, sanitizados e refrigerados para então serem submetidos a 3 tipos de operação (fruto inteiro sem flavedo, fruto inteiro sem flavedo e sem albedo, e fruto segmentado em gomo). Em seguida, os frutos foram acondicionados nas embalagens bandeja de poliestireno expandido (BPE) sem cobertura; BPE com película comestível de gelatina a 3%, BPE com cobertura de polietileno e pote plástico de poliestireno translúcido com tampa e em seguida armazenados a 5°C por 8 dias. A cada dois dias os frutos foram retirados do armazenamento e avaliados. Para a adubação foi utilizado o delineamento composto central rotacional (DCCR), fatorial 2² com as variáveis nitrogênio (N) e potássio (K) em

cinco níveis, totalizando onze ensaios. O procedimento de adubação foi realizado por dois anos (safra 2010 e 2011) em quatro parcelas utilizando uréia como fonte de nitrogênio nas doses de 86,9, 120, 200, 280 e 313,1 kg ha ano⁻¹ e cloreto de potássio como fonte de potássio nas doses de 35,2, 60, 120, 180 e 204,84 kg ha ano⁻¹. Posteriormente coletaram-se amostras foliares para avaliação de N, K, P, Ca, Mg, solo para análise do K, frutos para análises de peso, diâmetros longitudinal e transversal. A qualidade dos frutos foi avaliada baseada na perda de massa, pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, açúcares totais, ácido ascórbico, e no experimento de frutos minimamente processados também foi avaliado a contagem de bactérias psicrófilas, bolores e leveduras, colifomes totais e fecais. Foram evidenciadas mudanças físico-químicas significativas com a maturação dos frutos para muitos dos parâmetros e constituintes nutricionais investigados, com exceção dos minerais. Destacaram-se as elevações de massa dos frutos, rendimento de suco, pH, açúcares redutores, proteínas, lipídios e enxofre, e redução de AT, SST, ácido ascórbico, fibra alimentar e umidade. Além de que frutos com coloração da casca classificada como AV e A atingiram os índices tidos como adequados. Quanto a conservação pós-colheita, a refrigeração a 3°C permitiu que se mantivessem boa parte das características de qualidade dos frutos por até 60 dias, desde que revestidos com polietileno e PVC, enquanto que em temperatura de 25°C o armazenamento manteve a aparência externa dos frutos revestidos em polietileno e PVC por até 20 dias. No caso do processamento mínimo, os frutos de laranja ‘Champagne’ embalados em filmes de PVC, potes de poliestireno com tampa e filmes de polietileno, independente do nível de operação pelos quais foram submetidos mantiveram boa aparência e não tiveram modificações nas características físico-químicas e microbiológicas que comprometessem a sua qualidade até o 8º dia de armazenamento. As doses combinadas de nitrogênio e potássio não resultaram em efeitos significativos nos parâmetros de qualidade dos frutos e suco. O teor de K no solo foi alterado em função das doses deste nutriente após adubação por dois anos. Maiores teores de N foliar foram verificados para doses intermediárias de N e K e as maiores doses de K tiveram efeitos negativos na concentração foliar de Mg. Com relação aos teores foliares de P, houve influência somente para a adubação nitrogenada, na qual as doses intermediárias estiveram relacionadas aos maiores teores de P foliar.

Palavras-chave: maturação, refrigeração, atmosfera modificada, produtos minimamente processados, nutrição mineral

**CHARACTERIZATION, POST-HARVEST CONSERVATION, MINIMUM
PROCESSING AND FERTILIZATION IN THE QUALITY OF 'CHAMPAGNE'
ORANGE (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**

ABSTRACT

Author: Juliana da Silva Agostini

Adviser: Prof^a. Dr^a. Silvana de Paula Quintão Scalon

This study aimed to characterize fruits of 'Champagne' orange harvested at different stages of maturation, evaluate the effects of different types of coatings temperatures and storage time in conservation of whole fruit of 'Champagne' oranges and different coatings and types of operation in minimally processed fruits and also investigate the influence of nitrogen and potassium fertilization on fruit quality. For characterization, fruits were harvested with 4 different coloring of the peel: totally green peel (V), green peel, predominantly green peel initiating yellowing (VA), predominantly yellow peel with traces of greenish coloration (AV) and totally yellow peel (A). These fruits and their juices were submitted to evaluation of their physical and chemical characteristics, centesimal composition and mineral composition. To investigate post-harvest conservation, the fruits were stored in polystyrene trays and covered with different coatings (control, cassava starch at 2%, cassava starch at 4%, stretchable PVC film, polyethylene film) and then stored at three different temperatures (3°C, 8°C and 25°C). The fruits stored at 25°C were evaluated every 4 days during 24 days and those under refrigeration (3 e 8°C) were evaluated every 10 days during 60 days. For the minimum processing, mature fruits were harvested, washed and sanitized and refrigerated and they were subjected to three types of operations (whole fruit without flavedo, whole fruit without flavedo and albedo, and segmented fruit in buds). Then the fruits were packed in extended polystyrene tray (BPE) without cover; BPE with edible film of gelatin at 3%; BPE covered with polyethylene and polyesthylene plastic container with a lid and next they were stored at 5°C for 8 days. Every two days the fruits were removed from storage and evaluated. For fertilization we used the central composite design (DCCR), factorial 2² with variable nitrogen (N) and potassium (K) into five levels, a total of eleven trials. The fertilization procedure was performed for two years (crop 2010 and 2011) in four stages using urea as a nitrogen source in doses

of de 86,9, 120, 200, 280 e 313,1 kg\ha year⁻¹ and potassium chloride as a source of potassium in doses of 35,2, 60, 120, 180 e 204,84 kg\ha year⁻¹. Subsequently leaf samples were collected for evaluation of N, K, P Ca, Mg, soil to analyse K, fruits to analyse weight, longitudinal and transversal diameters. The quality of the fruits were evaluated based on the weight loss, pH, AT- titratable acidity, SST- total soluble solids, total sugars, ascorbic acid, and in the experimento f minimally processed fruits were also evaluated the counts of psichrophilic bacteria, molds and yeasts and total and fecal coliforms. Were observed physical and chemical changes with the maturation of the fruits for many of the investigated parameters and nutritional constituents, except minerals. Highlighting the weight elevations in fruits, juice yield, pH, reducing sugars, protein, lipids and sulfur, and reduced AT, SST, ascorbic acid, dietary fiber and moisture. Besides that fruit peel color classified as AV and A reached the appropriate rates. On post- harvest storage, the refrigeration at 3°C allowed them to keep many of the quality characteristics of fruit for up to 60 days, as long as coated with polyethylene and PVC, while at 25°C storage maintained the external appearance of the fruits coated with polyethylene and PVC for up to 20 days. In the case of minimal processing, the ‘Champagne’ orange fruits packed with PVC film, polyesthylene plastic container with a lid and polyethylene film, independent of the operation level for which they were submitted maintained a good apperance and did not have any changes in their physical-chemical and microbiological characteristics that could compromise their quality until the 8th day of storage. Regarding to fertilization, no significant effects were observed from the combination of different doses of N and K in the physical and chemical characteristics and parameters of fruit quality, concentration of K in soil and leaf nutrient levels, except for leaf N, P and Mg.

Key-words: maturation, refrigeration, modified atmosphere, minimally processed products, mineral nutrition.

INTRODUÇÃO GERAL

A citricultura no Brasil exerce uma importância muito grande, uma vez que parte da produção é destinada à exportação e todas as etapas da cadeia produtiva levam à geração de empregos. De acordo com dados da FAO (2009), a produção mundial de laranja em 2009 foi de 67,79 milhões de toneladas, tendo o Brasil a posição de líder mundial com produção de 17,62 milhões de toneladas, seguido pelos EUA, Índia, China e México, Espanha. O IBGE (2009) estimou que a área cultivada com laranjais no Brasil em 2009 foi de aproximadamente 787.250 ha, resultando em um rendimento nacional de 22,8 t. ha.⁻¹. A área plantada e produção no estado de SP representam 70% e 77% do total nacional, respectivamente. Enquanto que o estado de SP produziu 13.642.165 ton., o estado do MS se destaca como uma das oito menores produções (4,657 ton.) Entretanto o Estado de MS apresenta um bom potencial para a produção de citros que ainda não está sendo explorada, uma vez o estado se destacou como o quinto maior rendimento (ton. ha.⁻¹) do país.

No Brasil, ocorrem grandes perdas da produção agrícola durante a fase pós-colheita, fato este que não tem recebido a atenção que a magnitude do problema merece. Parte destas perdas se deve ao desconhecimento das características físico-químicas dos frutos que segundo Chitarra e Chitarra (2005) variam em função do local de cultivo, da cultivar, condições climáticas, do manejo e dos tratamentos fitossanitários. Estima-se que no Brasil, as perdas em todo o processo produtivo, que envolve desde a colheita e a mesa do consumidor, chegam a 30% das frutas. Comumente, este grande desperdício é causado por falhas no armazenamento e transporte (TAVARES, 2003). Para reduzir tais perdas utilizam-se algumas técnicas, entre as quais o tratamento com fungicidas, controle de temperatura e umidade, uso de embalagens, aplicação de ceras (OLIVEIRA, 1999).

Para Gonzaga Neto et al. (1999) é muito importante que se tenha o conhecimento da estrutura e características físicas e químicas de um fruto, uma vez que isso reflete na tecnologia pós-colheita e na definição de procedimentos para transformação industrial de produtos vegetais. A caracterização de frutos é importante, pois propicia o maior conhecimento de uma determinada planta, em especial as alterações que ocorrem na composição química durante a maturação. Isso possibilitará o conhecimento mais aprofundado da biologia da espécie a fim de que sejam exploradas em prol da valorização e do aumento da produção e comercialização de uma dada

variedade. Promover a maturação adequada é primordial quando o fruto destina-se para o consumo *in natura*. Para isso, devem-se conhecer as reações bioquímicas que ocorrem nos componentes da célula durante este processo. Dentre os vários fatores que influenciam nestas características, destacam-se aqueles relacionados a clones, pluviosidade, aplicação de fertilizantes e irrigação.

Definido o ponto ideal de colheita dos frutos, o armazenamento deve ser feito a fim de minimizar a intensidade dos processos metabólicos dos frutos, por meio de modificações ambientais que permitam redução da taxa do metabolismo normal, sem alterações na fisiologia dos frutos (KADER, 1986). Neste sentido, o emprego da refrigeração prolonga o período de conservação dos frutos e o uso de embalagem de atmosfera modificada, pode reduzir os danos ocasionados naturalmente pela respiração e pela transpiração, como perda de massa e mudança de aparência (JERONIMO e KANESIRO, 2000).

A temperatura é o fator ambiental mais importante na conservação de produtos agrícolas perecíveis. A cada aumento de 10°C na temperatura, a velocidade de maturação e conseqüentemente as reações que conduzem a senescência aumentam de duas a três vezes. Por isso, grande parte dos métodos de conservação desses produtos se baseia ou está associada ao uso de baixas temperaturas (OETTNER et al., 2006). Por este motivo, a redução da temperatura é uma das formas de prolongar a vida útil de frutas, entretanto, isoladamente não é suficiente, sendo necessária a utilização de métodos integrados (ASSMANN et al., 2006). Além disso, deve-se levar em consideração que muitos frutos são sensíveis a baixas temperaturas, o que pode resultar em danos pelo frio, restringindo o tempo de armazenamento e a vida útil pós-colheita (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A modificação da atmosfera também pode ser utilizada para minimizar as perdas e prolongar a vida útil pós-colheita de frutos e hortaliças, tendo em vista que este processo estabelece uma composição gasosa diferente da do ar por meio da redução do nível de O₂ e elevação do CO₂ no interior da embalagem e, por conseguinte diminuição da atividade metabólica do produto (SANTOS et al., 2006; CHITARRA e CHITARRA, 2005; RESENDE et al., 2001). Adicionalmente, o uso apropriado de atmosfera modificada (AM) também reduz a produção de etileno, principal fitohormônio regulador da maturação dos frutos, retardando o amaciamento da polpa e outras modificações fisiológicas (KADER, 1986; AWAD, 1993). Nesse processo, a atmosfera é modificada de forma natural no interior de uma embalagem, normalmente preparada

com filmes de polietileno, cloreto de polivinil (PVC), entre outros, que se caracterizam por apresentar boa barreira ao vapor d'água e permeabilidade relativa ao O₂ e CO₂ (RESENDE et al., 2001). Além disso, o gel produzido a partir da gelatinização da fécula de mandioca representa uma alternativa potencial de recobrimento para frutas e hortaliças, uma vez que quando desidratados, formam películas semelhantes à celulose em resistência e transparência (CEREDA et al., 1995).

A atmosfera modificada requer baixo custo operacional, entretanto o seu emprego exige conhecimento da fisiologia do fruto (estádio de maturação, dependência a CO₂ e O₂), das características do filme flexível e fatores ambientais de armazenamento, tais como temperatura e umidade relativa (BEAUDRY, 2004 citado por SANTOS et al., 2006). Essa tecnologia vem sendo aplicada com sucesso na conservação de frutos inteiros ou minimamente processados

Frutas e hortaliças minimamente processadas ou PMPs são definidos por Pinto et al. (2007) como sendo: “produtos que passam por operações como seleção, lavagem, descascamento e corte, os quais eliminam as partes não comestíveis dos mesmos, como casca, talos e sementes, seguida do corte em tamanhos menores e prontos para consumo imediato (100% aproveitável), sem que o vegetal perca a condição de produto ainda fresco, com qualidade e garantia de sanidade”.

Os PMPs são susceptíveis as várias alterações que incluem o aumento da taxa respiratória e da síntese de etileno, perda de água, alterações no sabor, aroma e nos compostos voláteis e aumento da atividade de enzimas (fenilalanina amônia-liase e polifenoloxidase) relacionadas com o escurecimento enzimático. As frutas e hortaliças intactas são parcialmente protegidas da invasão microbiana pela casca. No entanto, o processamento mínimo envolve a retirada desta proteção, levando ao favorecimento da contaminação por micro-organismos deterioradores e patogênicos em razão do aumento das injúrias nos tecidos e das várias etapas de manipulação envolvidas (LEME et al., 2007).

Araújo e Chitarra (2005) destacam a utilização de vários métodos para o controle de mudanças físicas indesejáveis que afetam a qualidade dos PMP. Tem-se a seleção de cultivar apropriada e a determinação do grau de maturação para o processamento mínimo é importantíssimo para que o produto tenha um padrão de qualidade apreciado pelo consumidor. Além disso, a refrigeração, controle de umidade, adição de químicos e as embalagens em atmosferas modificadas têm sido usadas com frequência para preservar a qualidade desses produtos e aumentar a vida de prateleira

No caso de PMPs a base de citrus, o processamento é interessante pela dificuldade de descascamento destes frutos e pelo inconveniente odor transferido para as mãos ao descascá-los. Os citros mais utilizados para o processamento mínimo são as laranjas e as tangerinas, embora também seja possível para outros tipos. Isso já é utilizado comercialmente por algumas empresas, entretanto, parece ser viável para difundir mais, por meio do surgimento de novas pesquisas e informações sobre esta tecnologia (JACOMINO et al., 2005).

Há grandes áreas de interesse na exploração comercial da citricultura: frutos para indústria, frutos para mesa e exploração de subprodutos como matérias-primas para indústrias químicas e de cosméticos, aplicação em indústria de tintas, além da polpa que é utilizada em nutrição animal para bovinos. Em qualquer uma delas o quesito qualidade sempre será almejado e, dentre elas, a citricultura de mesa apresenta as maiores exigências.

O K e o N são os elementos presentes em maior quantidade em frutos de laranja (MATTOS JÚNIOR et al., 2003), como consequência, as adubações nitrogenadas e potássicas apresentam grande importância para várias fruteiras, uma vez que interferem não só na quantidade produzida, mas também na qualidade do fruto. O nitrogênio e o potássio são os nutrientes que têm apresentado maiores respostas em termos de qualidade dos frutos. Altas doses de nitrogênio reduzem o teor de sólidos solúveis do suco dos frutos. Entretanto, doses mais elevadas de potássio têm aumentado esse teor na maioria das plantas estudadas, indicando que o balanço de nitrogênio e de potássio é extremamente importante para a qualidade dos frutos (ARAÚJO, 2001)

A qualidade dos frutos pode sofrer interferência em função das condições nutricionais da planta. Os fatores clima e solo são fundamentais, pois influenciam o crescimento, desenvolvimento, produção e a qualidade dos frutos (LEDO et al., 1996). A produção e a qualidade das frutas cítricas (laranjas, limões, limas, tangerinas, pomelos) são resultados da ação de diversos fatores, entre eles a planta, o solo (calagem, gessagem e adubação), clima, práticas culturais, pragas e moléstias, colheitas e pós-colheitas. Falta, excesso ou desequilíbrio de qualquer fator pode prejudicar a produção ou a qualidade, ou ambas as coisas, e os lucros, assim, todos tem que ser considerados em conjunto e harmoniosamente (MALAVOLTA et al., 1994).

Vale ressaltar que a adubação e, conseqüentemente, o estado nutricional das culturas podem afetar não apenas a produtividade, mas o tamanho e o peso do fruto, a

qualidade, a conservação pós-colheita, a resistência a pragas e doenças, etc. (NATALE e MARCHAL, 2002).

A recomendação de adubação nitrogenada representa um problema na citricultura, devido a dificuldade em avaliar a ciclagem desse elemento no ambiente do pomar, já que a análise de fertilidade do solo não permite estimativa de disponibilidade de nitrogênio, e a análise do teor total deste nas folhas também tem sido questionada como critério diagnóstico. Com relação ao potássio, as plantas, de um modo geral, exigem-no na medida da capacidade de metabolização do nitrogênio. Na citricultura, é conhecido que a relação N/K nos tecidos foliar afeta a produção e a qualidade dos frutos (ALMEIDA e BAUMGARTNER, 2002).

A laranja ‘Champagne’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) é um híbrido obtida a partir de enxerto do limão siciliano com a laranja Bahia, tem características próprias como coloração mais clara que as variedades convencionais de laranja; sabor um pouco mais azedo e grande rendimento na produção de suco. Praticamente não existem informações na literatura sobre esta variedade, talvez pelo fato de ser pouco conhecida ainda no mercado consumidor. A laranja champanhe é uma fruta com excelente potencial de mercado, pois suas características sensoriais são muito apreciadas por quem a consome. Desta forma, o pouco conhecimento sobre a composição química destes frutos motivou este estudo, pois, além de apresentar importante potencial econômico, poderá subsidiar o cultivo e a seleção adequada visando ao seu aproveitamento na indústria de alimentos.

A população tem buscado cada vez mais uma alimentação mais saudável por meio do consumo de frutas e hortaliças frescas, isso é possível pelo desenvolvimento de novas tecnologias, como os produtos minimamente processados (PMP) e prontos para o consumo, os mesmos facilitam a disponibilização de produtos saudáveis em face da demanda crescente de alimentos mais convenientes e frescos. Este aumento da demanda por produtos minimamente processados associado à falta de informações sobre a fisiologia pós-colheita de muitos produtos traz um grande desafio para a ciência e tecnologia de alimentos, considerando que o sucesso desta tecnologia depende da escolha do melhor método para manutenção da qualidade dos frutos (CHITARRA, 2000; ARAÚJO e CHITARRA, 2005).

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho caracterizar os frutos de laranja ‘Champagne’ com diferentes colorações da casca por meio de análises físico-químicas, investigar a influência da adubação potássica e nitrogenada na qualidade dos

frutos e por fim avaliar as transformações nas características físico-químicas do suco durante o armazenamento dos frutos inteiros e minimamente processados no sentido de manter a qualidade dos frutos e tornar viável sua comercialização por mais tempo.

REFERÊNCIAS

AMARO, A.A.; VICENTE, M.C.M.; BAPTISTELLA, C.S.L. Citricultura paulista: tecnologia e mão de obra. **Laranja**, v. 22, p. 1-37, 2001.

ARAÚJO, F.M.M.C.; CHITARRA, A.B. Armazenamento de melão orange flesh minimamente processado sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 346-352, 2005.

ARAÚJO, R. da C. **Produção, qualidade de frutos e teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em resposta à adubação potássica**. 2001. 103f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG, 2001.

ASSMANN, A.P; CITADIN, I.; KALICZ, C.A.; LOCATELLI, M.C.; DANNER, M.A. Armazenamento de caqui cv. 'fuyu' e laranja cv. 'pêra' em atmosfera modificada sob diferentes temperaturas. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 01, n. 1,2,3,4, p. 133-143, 2006.

AWAD, M. **Fisiologia Pós-colheita de Frutos**. São Paulo. Nobel, 1993.114p.

CEREDA, M.P.; BERTOLINI, A.C.; SILVA, A.P.; OLIVEIRA, M.A.; EVANGELISTA, R.M. Películas de almidón para La preservación de frutas. CONGRESO DE POLÍMEROS BIODEGRADABLES: Avances y Perspectivas, Buenos Aires, Argentina, 1995.

CHITARRA M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 783p.

FAO. **FAOSTAT data 2011**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 30 nov. 2011

GONZAGA NETO, L.; MATTUZ, B.; SANTOS, C.A.F. Caracterização agronômica de clones de aceroleira (*Malpighia spp*) na Região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 2, p. 110–115, 1999.

IBGE - **Produção Agrícola Municipal**, 2009. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm> Acesso em: 05 nov. 2011.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C. de; MOREIRA, R.C. Tecnologia de processamento mínimo de frutas cítricas. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2005, La Habana, Cuba. **Anais...La Habana: IIA**, 2005. p. 11-17.

JERÔNIMO, E.M.; KANESIRO, M.A.B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas 'Palmer'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 2, p.237-243, 2000.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, v.40, n.5, p. 99-104, 1986.

LEDO, A. S.; ALMEIDA, N.F. AZEVEDO, F.F. **Recomendações técnicas para o cultivo de citrus no estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa CPAF/AC, 1996, 29p. EMBRAPA CPAF/AC Circular técnica, 18.

LEME, A.C.; GROppo, V.D.; ROMERO, A.C.; SPOTO, M.H.F.; JACOMINO, A.P. Influência do uso de películas comestíveis em laranja 'pêra' minimamente processada. **Boletim CEPPA**, v. 25, n. 1, p.15-24, 2007.

MALAVOLTA, E.; PRATES, H. S.; CASALE, H.; LEAO, H.C. Seja o Dr do seu citrus. **Informações Agronômicas**, n. 6, p. 1-11, 1994.

NATALE, W.; MARCHAL, J. Absorção e redistribuição de nitrogênio (¹⁵N) em *Citrus mitis* Bl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 183-188, 2002.

OETTNER M.; REGINATTO D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F., **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. 612p.

OLIVEIRA, F.A. de M.B. **Comportamento térmico e qualidade pós-colheita do mamão submetido a radiação de microondas e a hidrotermia**. 1999. 51f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

PINTO, D.M.; VILAS BOAS, E.V.B.; DAMIANI, C. Qualidade de tangerina poncã minimamente processada, armazenada a 5°C. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1131-1135, 2007.

RESENDE, J.M; VILAS BOAS, E.V.B.; CHITARRA, M.I.F. Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita do maracujá amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.1, p.159-168, jan./fev., 2001.

SANTOS, A.F.; SILVA, S.M.; ALVES, R.E. Armazenamento de pitanga sob atmosfera modificada e refrigeração: I-transformações químicas em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 36-41, 2006.

TAVARES, S. **Maturação e conservação do Tangor de 'Murcote' (*Citrus reticulata* Blanco X *Citrus sinensis* Osbec) e da Lima Ácida (*Citrus latifolia* Tanaka), sob efeitos de bioreguladores**. 2003. 128f. Tese (doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LARANJAS 'CHAMPAGNE' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) COLHIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LARANJAS 'CHAMPAGNE'
(*Citrus sinensis* L. Osbeck) COLHIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO

RESUMO - A laranja 'Champagne' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) é um híbrido que tem características próprias como coloração mais clara que as variedades convencionais de laranja; sabor um pouco mais azedo e grande rendimento na produção de suco. Praticamente não existem informações na literatura sobre esta variedade, talvez pelo fato de ser pouco conhecida ainda no mercado consumidor. Objetivou-se neste trabalho proceder à caracterização físico-química parcial de frutos e sucos de laranjeira 'Champagne' colhidas em diferentes estádios de maturação. Durante a frutificação, 40 frutos de laranja champagne em quatro estágios de maturação, casca totalmente verde (V), casca verde, casca predominantemente verde iniciando amarelecimento (VA), casca predominantemente amarela com vestígios de coloração esverdeada (AV) e casca totalmente amarela (A) foram colhidos e encaminhados para o laboratório, o experimento contou com quatro repetições com 10 frutos cada. Para a caracterização física dos frutos foi considerado o peso do fruto (PF), o rendimento de polpa pelo percentual obtido de suco após extração do suco, diâmetro longitudinal e transversal, espessura da casca, número de gomos por fruto, número de sementes, peso de 100 sementes. No suco foram avaliados a acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis totais (°Brix), ratio, açúcares totais, açúcares redutores e umidade, vitamina C (mg de ácido ascórbico por 100 mL), teor de cinzas, proteína bruta, extrato etéreo, fibra alimentar, valor energético (kcal), e teores de minerais (Mg, Ca, Mn, Fe, Cu, S, Zn e K). Constatou-se que a maioria das características físicas foi influenciada pelo estágio de maturação. Frutos mais maduros apresentaram maior peso, rendimento de suco, peso de sementes e espessura da casca. Houve uma diminuição dos teores de vitamina C, de AT e aumento do pH com o avanço do estágio de maturação dos frutos. Os frutos AV e A apresentaram uma relação SST/AT acima de 12, valor relacionado com melhor aceitação sensorial. O teor de umidade foi significativamente maior e o teor de proteína menor em frutos V, já o teor de fibras foi menor em frutos AV. Destaca-se o alto teor de potássio e cobre presente nestes frutos. Os teores de minerais com exceção do enxofre não foram influenciados pelo estágio de maturação. Tendo em vista que a aceitação sensorial depende da relação SST/AT e quantidade de açúcares, frutos no estágio AV apresentam características mais adequadas para comercialização.

Palavras chave: laranja, Citros, maturidade, caracterização.

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF 'CHAMPAGNE'
ORANGES (*Citrus sinensis* L. Osbeck) HARVESTED AT DIFFERENT STAGES
OF MATURATION

ABSTRACT - The 'Champagne' orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) is a hybrid which has its own characteristics as a lighter coloration than the conventional varieties of oranges; a little sourer taste and a large yield of juice. Practically there aren't informations in the literature about this variety, perhaps because it is little known by the consumer market. The aim of this study was to proceed partial physical and

chemical characterization of fruits and juice from 'Champagne' orange harvested at different stages of maturation. During fruiting, 40 fruits of champagne orange in four stages of maturation, totally green peel (V), green peel, predominantly green peel initiating yellowing (VA), predominantly yellow peel with traces of greenish coloration (AV) and totally yellow peel (A) were harvested and sent to the laboratory, the experiment had four replicates with 10 fruits each. For the physical characterization of the fruits was considered the weight of the fruit (PF), the pulp yield due the percentage obtained from juice after the extraction of the juice, longitudinal and vertical diameter, peel thickness, number of segments per fruits, number of seeds, weight of 100 seeds. In the juice were evaluated the TA- titratable acidity (g of citric acid per 100mL), pH, TSS- total soluble solids (°Brix), ratio, total sugars, reducing sugars and moisture, vitamin C (MG of ascorbic acid per 100mL), ash content, crude protein, ethereal extract, dietary fiber, energy value (Kcal), and mineral contents (Mg, Ca, Mn, Fe, Cu, S, Zn e K). It was observed that most of the physical characteristics was influenced by the maturation state. More mature fruits presented higher weight, juice yield, seeds weight and peel thickness. There was decreased amounts of vitamin C and TA, and an increase of pH with the advance on the stage of fruit maturation. AV and A fruits presented a ratio TSS/TA above 12, value related with the best sensory acceptance. The moisture content was significantly higher and the protein content lower in fruits V, on the other hand the fiber content was lower in fruits AV. Stands out the high content of potassium and copper in these fruits. The mineral contents except the sulfur were not influenced by the maturity stages. Considering that the sensory acceptance depends on the ratio TSS/TA and quantity of sugars, fruits at the AV stage present more suitable characteristics for commercialization.

Key- words: Orange, *Citrus sinensis* L. Osbeck, maturation, characterization.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de frutas cítricas sendo bastante cultivadas no clima tropical de altitude, no interior do Estado de São Paulo, tendo como cultivares de destaque a laranja 'Valência', a lima ácida 'Tahiti' e o tangor 'Murcott' (KLUGE et al., 2007; BRACKMANN et al., 2008).

Entre as frutas cítricas mais comercializadas destacam-se as laranjas, mandarinas, as tangerinas, os limões, as limas e os pomelos cujas características em comum são a forma normalmente arredondada; casca dividida em flavedo e albedo e a polpa segmentada. São ricas em vitamina A e C. A maior parte da produção de laranjas destina-se a produção de suco concentrado congelado, ainda que o consumo *in natura* seja representativo (DONADON et al., 2004).

A caracterização de frutos é importante, pois propicia o maior conhecimento de uma determinada planta e oferece subsídios para futuras pesquisas. Há, também, a necessidade de estudo nesta área que tenham como objetivo a caracterização das

variações morfológicas e da composição química, possibilitando o conhecimento mais aprofundado da biologia da espécie a serem exploradas em prol da valorização e aumento da produção e comercialização de um dado produto.

Na caracterização de frutos alguns índices são utilizados para avaliar o grau de maturação do fruto, dentre eles citam-se a cor que pode ser analisada visualmente ou por colorímetros; desenvolvimento da fruta que pode ser avaliada mediante a alteração de peso e diâmetro do fruto; firmeza da polpa que depende de substâncias pécticas da parede celular e é medida com penetrômetro; teor de sólidos solúveis totais (SST) que é indicativo da qualidade de açúcares presentes nas frutas, medidos por refratômetro em °Brix; acidez total titulável (ATT) que se deve ao teor de ácidos presentes nas frutas, avaliado por titulometria; relação SST/ATT - conhecida como ratio - que é indicativo do sabor e grau de maturação da fruta; concentração de etileno que é avaliada no fruto por cromatografia (OETTNER et al., 2006).

A produção de suco de laranja de alta qualidade impõe o uso de frutos também com alta qualidade, os quais são avaliados por meio das suas características físicas e químicas. As características físicas e químicas dos frutos são alteradas durante o período de maturação, cuja variação depende de uma série de fatores (ANDRADE et al., 2002; VOLPE et al., 2002; SOUZA, 2009). Dentre esses fatores destacam-se a constituição genética, condições edafoclimáticas, tratos culturais e tratamento pós-colheita. Os caracteres físicos dos frutos referentes ao sabor, odor, textura e valor nutritivo, aparência externa constituem atributos de qualidade que interferem na comercialização e utilização *in natura* da polpa e na elaboração de produtos industrializados (LIRA JÚNIOR et al., 2005). No que tange as condições climáticas, a luminosidade e temperatura influenciam diretamente na formação do fruto e nos parâmetros como firmeza, cor e na concentração de sólidos solúveis, assim, como na conservação durante as operações pós-colheita (PARRA-CORONADO et al., 2006).

Cunha Sobrinho et al. (1992) consideraram a temperatura como o fator mais importante climático que influencia em atributos de qualidade dos frutos, tais como tamanho e formato de frutos, coloração da casca e estágio de maturação. Tal fato foi comprovado por Volpe et al. (2000 e 2002). Adicionalmente, Albrigo (1992) acrescenta que além da temperatura, a carga de frutos na planta, irrigação, porta-enxertos, nutrição, pragas disponibilidade de água no solo e umidade do ar também exercem importantes efeitos no desenvolvimento do fruto, de tal forma que em períodos de umidade excessiva, o fruto aumenta de tamanho, com conseqüente diluição dos sólidos solúveis e

ácidos orgânicos, e em períodos de estiagens, ocorre o contrário. Outros fatores, como a carga de frutos na planta, irrigação, porta-enxerto, nutrição, insetos e doenças também influenciam a qualidade dos frutos cítricos.

A maturação dos frutos cítricos é considerada a terceira fase do crescimento do fruto, caracterizada por uma fase de reduzida taxa de crescimento. Neste estágio, ocorre a mudança de cor da casca, em consequência da degradação enzimática das clorofilas e da síntese de carotenóides no flavedo. Além disso, ocorre o incremento dos teores de sólidos solúveis totais, sobretudo açúcares, e de compostos nitrogenados, aminoácidos principalmente, e uma concomitante redução de ácidos orgânicos (AGUSTÍ et al., 1995). Por isso, na determinação da maturação das frutas, é necessário considerar parâmetros físico-químicos como firmeza da polpa, acidez titulável, conteúdo de sólidos solúveis, assim como a intensidade respiratória e a relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável, parâmetros apropriados para a determinação da qualidade (PARRA-CORONADO et al., 2006).

Nem sempre a associação da cor da casca com o paladar pode ser considerada, pois conforme Chitarra e Chitarra (1990), a coloração é apenas um indicativo podendo nem sempre ser um bom parâmetro. Esses autores citam o exemplo do que ocorre com as tangerinas 'Satsuma', em que apesar de haver características internas ideais de maturação dos frutos, a casca não se mostra ainda alaranjada. De acordo com Rodriguez (1987) citado por Sartori et al. (2002), o clima frio, dificulta a determinação do ponto de colheita, baseando-se na mudança da coloração da casca, uma vez que ocorre a aceleração da redução de clorofila e o aumento de pigmentos carotenóides na casca dos frutos. De acordo com Koller (1994), o mesmo ocorre com laranjas desprovidas ou de baixa acidez como 'Lima' e 'Piralima' que, após completamente desenvolvidas, apresentam sabor doce, ainda que colhidas com a casca esverdeada. Sendo assim, a coloração da casca nem sempre coincide com a maturação do fruto, tendo em vista que frutos de determinadas cultivares de citros já se mostram comestíveis algumas semanas ou alguns meses antes da maturação total, ou seja, o fruto apresenta condições sensoriais adequadas para o consumo, sem entretanto aparentar externamente.

Logo, a qualidade do fruto não deve ser avaliada sempre de modo preciso por meio apenas de suas características externas, de modo que um produto com boa aparência pode não apresentar características intrínsecas desejáveis. Dessa forma, os produtos precisam ser avaliados em várias etapas do processo produtivo, desde o

campo, durante o crescimento, na maturidade e após a colheita, para melhor conhecimento dos seus constituintes e de sua capacidade de manutenção ou deterioração da qualidade, embasando-se em padrões pré-estabelecidos (CHITARRA, 1994).

Durante a sua maturação, a laranja passa por importantes mudanças em suas características, em especial a mudança de cor. Sendo assim, a caracterização destes frutos levando em consideração as diferentes tonalidades que o fruto atinge é importante, uma vez que a mudança de cor da casca é uma das mais evidentes, e muitas vezes é o critério mais importante utilizado pelo consumidor para julgar o grau de maturação do fruto, além de ser utilizada pelo produtor como indicador do ponto de colheita, já que essas mudanças de cor refletem as alterações físico-químicas que acompanham seu processo de amadurecimento.

Levando-se em conta a importância de se estabelecer índices de maturidade que possam auxiliar o produtor no momento da colheita e a carência de estudos relativos à caracterização físico-química e qualidade pós-colheita de laranjas 'Champagne', com o presente trabalho objetivou-se verificar a influência do grau de coloração da casca por meio de análises físicas, físico-químicas e químicas na qualidade de laranjas, cultivar 'Champagne' cultivadas no município de Amambai-MS.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados frutos de laranjeira 'Champagne' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) (*vide* apêndice) sob porta-enxerto *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. colhidos em junho de 2008 em pomar doméstico com idade de 15 anos localizado no município de Amambai MS, com altitude de 501 m sob coordenadas geográficas de 23°02'32.67" S e 55°12'48.78"O (*vide* apêndice). O solo da região é do tipo Latossolo Vermelho-Escuro álico de textura média, em uma região de relevo suavemente ondulado, cuja análise de fertilidade está apresentada na Tabela 1. O clima da região é do tipo subtropical úmido (Cfa, segundo a classificação de Köppen) caracterizado por duas estações com marcantes diferenças nos índices pluviométricos, que oscilam anualmente em torno de 1.770 mm. Na estação úmida (outubro a março), as temperaturas são mais altas, enquanto que na estação seca, é comum a ocorrência de geadas durante o inverno. A temperatura média anual é de 22,7 °C (EMBRAPA, 2008). O espaçamento entre as plantas no pomar é de 6 x 7 m Até o período da coleta o pomar havia sido adubado somente com produtos orgânicos a base de esterco bovino, tido a roçada como trado

cultural e submetidos a pulverizações com inseticidas a base de piretróide e óleo mineral em um frequência de três vezes ao ano.

Para a colheita dos frutos, selecionaram-se amostras homogêneas de cada estágio de maturação, usando-se critérios de coloração da casca e boas condições fitossanitárias. Em seguida, os frutos foram colocados em caixas plásticas hortifruti e encaminhados para o laboratório de Bromatologia do Centro Universitário da Grande Dourados, foram separados em cada um dos quatro estádios de maturação. Foram misturados de modo a selecionar 40 frutos de cada um dos seguintes estádios: casca totalmente verde (V); casca verde, casca verde iniciando amarelecimento (VA); casca amarela com vestígios de coloração esverdeada (AV) e casca totalmente amarela (A) (*vide* apêndice). Frutos de cada estágio de maturação foram agrupados em quatro parcelas com 10 frutos cada, que corresponderam às repetições.

TABELA 1. Análise prévia da fertilidade do solo do pomar onde os frutos de laranjas 'Champagne' foram coletados

Profundidade cm	M.O. g/dm ³	pH CaCl ₂	P mg/dm ³								
				K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V%
0-20	17,0	4,9	122	0,16	0,12	5,3	2,1	2,32	74,12	97,32	76,16
20-40	12,0	5,2	83	0,13	0,06	4,6	1,9	1,71	65,06	82,16	79,18

Para a caracterização física dos frutos foram considerados: a massa do fruto (MF), em gramas, obtidos por meio de pesagem individual do fruto em balança semi-analítica; peso da semente (PS), em gramas, utilizando balança semi-analítica, após secagem em estufa a 70°C até atingirem peso constante; número de sementes por fruto (SF); número de gomos por frutos (GF); rendimento de suco (RS), expresso em porcentagem, foi determinado através da relação: $(MS/MF) \times 100$, onde MS = massa do suco (g) e MF = massa da fruta (g); índice tecnológico (IT) ou quantidade de sólidos solúveis no suco, em uma caixa de 40,8 kg (kg de SS.caixa⁻¹), foi calculado conforme a fórmula de Di Giorgi et al. (1990): $IT = [\text{rendimento em suco} \times \text{sólidos solúveis} \times 40,8] / 10.000$, onde: IT= índice tecnológico; espessura da casca (EC), diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT), medidos por meio de um paquímetro digital; relação entre os diâmetros longitudinal e transversal (DT/DL) (AOAC, 1990).

Para avaliação da composição química do suco, os frutos foram expremidos e o suco submetido às análises de acidez titulável (AT) (g de ácido cítrico por 100 mL)

por meio de titulação com solução padronizada de NaOH 0,1M utilizando fenolftaleína como indicador; pH medido em peagâmetro digital previamente calibrado com tampões pH 7,0 e pH 4,0; sólidos solúveis totais (°Brix), por meio de leitura direta, sem diluição da amostra, em um refratômetro manual, com compensação automática de temperatura; relação SST/AT (ratio) e açúcares redutores e totais (açúcares redutores + açúcares não-redutores), os quais foram determinados por meio do método de Lane Eynon, caracterizado por titulação utilizando soluções de Fehling A e B. Todas estas metodologias foram baseadas nas descrições do Instituto Adolf Lutz (2005).

Os teores de ácido ascórbico (AA) expresso em mg/100 mL no suco foram determinados por meio de titulação com DCFI (2,6 diclorofenol indofenol) (ASSOCIATION..., 1997).

Os sucos também foram investigados quanto à composição centesimal (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005) por meio das análises de: umidade (% de água) por meio do método de perda por dessecação em estufa regulada a 105°C, resíduo mineral fixo pela incineração em mufla a 550°C (%), proteínas (%) pela técnica de microkjeldahl, lipídios (%) ou extrato etéreo, por extração em soxhlet utilizando éter de petróleo como solvente; fibra alimentar total (%) do pelo método enzimático gravimétrico e carboidratos disponíveis calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de água, proteína, lipídeos totais, cinzas e fibra.

No caso da determinação dos minerais, após obtenção de massa constante, o material foi pesado para determinação de macro e micronutrientes, onde as amostras foram digeridas em solução nítrico-perclórica, diluídas e submetidas à quantificação do teor de K por meio de fotometria de chama, do P utilizando Espectrofotômetro UV-Visível, segundo método colorimétrico. O restante dos minerais foi determinado utilizando espectrômetro de absorção atômica, modalidade chama (MALAVOLTA et al., 1997) no qual para a construção das curvas de calibração foram utilizadas ampolas de padrões para absorção atômica devidamente diluídas com água deionizada.

A energia alimentar é expressa em kilocalorias (kcal). O valor energético de cada alimento foi calculado a partir dos teores em proteínas, lipídios e glicídios, utilizando os coeficientes específicos que levam em consideração o calor de combustão e a digestibilidade. O valor energético em Kilocaloria (Kcal) foi calculados de acordo com o sistema Atwater (MERRILL e WATT, 1973), onde 1g de proteína fornece, em média, 4Kcal, 1 g de gordura fornece, em média, 9 Kcal, 1 g de carboidratos fornece, em média, 4Kcal. O valor energético do alimento é obtido pela soma das calorias

fornecidas por esses nutrientes. Através dos resultados da composição mineral e com base no percentual de Ingestão Diária Recomendada (IDR) na dieta de um adulto (BRASIL, 1998b), calculou-se o percentual para ingestão diária de 200 mL de suco de laranja 'Champagne'.

Adotou-se delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições para cada estágio de maturação da laranja e dez frutos por repetição, totalizando 40 unidades experimentais e 160 frutos analisados. Os dados foram submetidos à Análise de Variância, e havendo significância no teste F, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$), utilizando o programa computacional ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as características físicas dos frutos de laranjeira 'Champagne' estão apresentadas na Tabela 2. Os frutos deste estudo se destacaram pela massa e dimensões de tamanho, uma vez que apresentaram massa, diâmetro longitudinal (altura) e diâmetro transversal (largura) médios de 341,79 g, 83,4 mm e 84,7 mm, respectivamente. Estes valores de acordo com parâmetro estabelecido por Viégas (1991), classificam ao fruto de laranjeira 'Champagne' como 'grandes' o que por sua vez destaca o potencial desta cultivar para consumo como fruto de mesa.

TABELA 2. Características físicas de frutos de laranjas 'Champagne' em função do estágio de maturação (cor da casca). MF = massa do fruto, RS = rendimento do suco, DL = diâmetro longitudinal, DT = diâmetro transversal, ES = espessura da casca, NG = número de gomos, NS = número de sementes, MS = massa das sementes.

Cor da casca	MF (g)	RS (%)	DL (mm)	DT (mm)	(DL/DT)	ES (mm)	NG	NS	MS (g)
V	316,56bc	47.37b	80,0b	83,4a	0,95c	4,5b	11,44a	12,75a	8,65b
VA	306,97c	46.09b	82,4b	82,9a	0,99ab	5,4a	11,19a	13,12a	9,09b
AV	353,26ab	55.40a	83,1b	85,7a	0,97bc	5,4a	10,75a	12,12a	12,06a
A	390,26ab	53.91a	88,0a	86,7a	1,01a	5,2a	10,50a	11,69a	11,09a
Média	341.79	50,69	83,4	84,7	0,98	0,51	10,97	12,42	10,22
CV (%)	5,63	4,35	2,44	2,24	1,60	5,48	4,72	15,68	8,31

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

Os dados de peso e tamanho dos frutos deste estudo são bastante satisfatórios, uma vez que frutos maiores e mais pesados são mais atrativos para o mercado consumidor nacional e internacional de modo que amplia as possibilidades de exportação dessa fruta. Domingues et al. (1996) consideraram como padrão adequado para o mercado *in natura*, frutos com largura e altura superiores a 6 cm, medidas essas alcançadas pelos frutos do presente estudo em todos os períodos de maturação. Posteriormente, Domingues et al. (2003) descreveram os padrões de qualidade de mercado de laranjas *in natura*, como sendo altura média de 7 cm e peso médio de 152,5 g.

Esses parâmetros para laranja 'Champagne' se mostraram bem superiores aos dados provenientes de outros estudos envolvendo laranjas de diferentes variedades, genótipos, acessos, enxertadas sobre diferentes porta-enxertos, etc. Com relação à massa dos frutos, foi verificada variação de 100,5 g a 208,9 g por fruto em 6 cultivares de laranjas-doce cultivadas no norte do Paraná (TAZIMA et al., 2009); 146,56 a 198,87 g; para laranjas 'Natal' e 208,18 g para 'Valência' e 185 a 214 g, para frutos de variedades tardias (DONADIO et al., 1999), 200,57 g e 179,74 g para laranjas 'Valência' enxertada sobre sete porta-enxertos, nos anos de 1999 e 2000, respectivamente (STUCHI et al., 2002); 263,8g para a laranja 'Washington Navel' (Bahia ou Baiana) (DOMINGUES et al. 2004b); 137,2 e 133,5 g para acessos de laranjas-limas (BLUMER et al., 2003); 175,5 a 193 g para laranjas 'Valência' sobre seis porta-enxertos (AULER et al., 2009) e de 190 e 210 g para laranja 'Pêra IAC 2000' (TEÓFILO et al., 2001), 264,28 g para Laranja-da-terra (*Citrus aurantium* L.) (SILVA JÚNIOR et al., 2010); 224,19 g para laranjas plantadas no estado do Acre (GONDIM et al., 2001). Os resultados obtidos por Santos et al. (2010) foram os mais concordantes aos dados provenientes deste trabalho, no qual as variedades de laranja 'Navelate', 'Ortanique' e 'Navelina' apresentaram massas entre 308 e 351 g.

Quanto as dimensões do fruto, Domingues et al. (2004a) caracterizaram 11 clones de laranja 'Pera' e 6 variedades assemelhadas e o genótipo com frutos de maior altura (diâmetro longitudinal) foi a 'Pêra GS-2000', cujos valores excederam a 74,6 mm. Os frutos da 'Pêra GS- 2000', 'Pêra EEL' e da 'Ovale de Siracusa' foram os mais largos, com valores acima de 64,0 mm. Domingues et al. (2004b) verificaram que entre 44 variedades estudadas, a laranja 'Washington Navel' (Bahia ou Baiana) apresentou maiores altura (79,3 mm) e largura (79,0 mm). Para a laranja-da-terra foram encontradas dimensões de 8,21 e 8,22 cm para DL e DT, respectivamente (SILVA

JÚNIOR et al., 2010). Da mesma forma que Santos et al. (2010) encontraram frutos de laranja com maiores massa, esses autores também encontraram as maiores alturas para laranjas 'Navelina' e 'Navelate', cujo DL foi de 96,0 e 91,6 mm, respectivamente e maior largura (93,2 mm) para frutos da variedade 'Ortanique'.

A maturação dos frutos influenciou no aumento de peso e diâmetro longitudinal dos frutos de modo que os frutos mais maduros (AV e A) apresentaram massa estatisticamente maior que os frutos mais verdes (V e VA). Segundo Carvalho (1994) vários fatores interferem no peso médio dos frutos, entre eles o seu estágio de maturação. Tal comportamento observado durante a maturação ocorre por conta da maior quantidade de fotoassimilados acumulados como carboidratos, açúcares. (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Somado a isso, a umidade excessiva proporcionada por longos períodos de chuva aumenta o tamanho dos frutos (ALBRIGO, 1992). Quanto às medidas de tamanho, verificou-se que o diâmetro longitudinal (altura) foi estatisticamente maior (88,0 mm) somente em frutos maduros com a casca totalmente amarela, enquanto que o diâmetro transversal não diferiu estatisticamente em relação a cor da casca, variando de 82,9 a 86,7 mm.

É interessante ressaltar que ao longo da maturação, o incremento na massa dos frutos foi muito maior do que o incremento nas dimensões de tamanho. Carvalho et al. (2008) também destacam a menor amplitude de variação no comprimento e diâmetro quando comparados a massa. Além disso, houve deslocamento da distribuição para maiores valores de comprimento em relação ao diâmetro à medida que os frutos amadureciam.

A partir da razão entre os dois diâmetros estudados, obtém-se o valor DL/DT, conhecido com índice de formato, uma vez que este dado caracteriza este parâmetro no fruto, cuja importância é relevante para a comercialização do produto como fruto de mesa. Quanto a essa variável, os valores mantiveram a faixa de 0,95 a 1,01, com média geral equivalente a 0,98, isto é, os frutos são de formato arredondado e possuem diâmetro longitudinal semelhante ao transversal, classificando-o como fruto de qualidade para mesa. Porém, destaca-se que o índice de formato (DL/DT) foi maior no fruto mais maduro (1,01), por este ter tido o maior diâmetro longitudinal. Esta variável é indicadora do formato do fruto, que é mais arredondado à medida que este quociente aproxima-se de 1. Latado et al. (2005) encontraram índices de 1,04 a 1,10 para laranjas 'Pera'. Segundo Lira Júnior et al. (2005), as indústrias dão maior preferência aos frutos arredondados, por facilitarem as operações de limpeza e processamento.

Os teores de suco oscilaram entre 46,09 a 55,40% com média de 50,69%, superiores ao índice de 35%, citado por Salibe (1977) e Jones et al. (1962) citado por Sartori et al. (2002) como limite mínimo aceitável para frutos de mesa. Os resultados obtidos para os frutos mais maduros se mostraram semelhantes aos resultados obtidos por Pompeu Júnior et al. (2009), cujos teores de suco na maioria das amostras de laranjas das cultivares Gardner, Midsweet e Sunstar, Hamlin e Pêra oscilaram entre 50 e 55%. Semelhantes também as laranjas 'Charmute de Brotas', 'Valencia' e 'Folha murcha' (NASCIMENTO et al., 2005). Os resultados do presente estudo também estão bem acima dos 37% de rendimento encontrado em tangerina 'Poncã' (PIO et al., 2001). As médias encontradas são superiores aos teores relatados por Latado et al. (2005) cujos rendimentos de suco para laranjas 'Pera' mutantes variaram de 36,1 a 43,8% e ligeiramente inferiores aos 56,58% encontrados em laranjas 'Valencia' sobre sete portas-enxerto (STUCHI et al., 2002) e aos relatados para diferentes variedades e clones de laranjas doces precoces e tardias, os quais variaram de 52,99 a 61,28% e 55,56 a 59,45%, respectivamente (DONADIO et al., 1999).

Os maiores rendimentos de suco foram observados nos frutos em estádios mais maduros, isto é, tendendo o predomínio da coloração amarelada. Domingues et al. (1999) ressaltam que o peso e rendimento de suco são influenciados por fatores como o estágio de maturação dos frutos, clima, material genético, tratos culturais e adubação. Esta variável influencia diretamente no percentual de rendimento, também considerado um atributo de qualidade, especialmente para os frutos destinados à elaboração de produtos industrializados, como sucos. Constatou-se também que os frutos com maior massa proporcionaram maior conteúdo de suco, semelhante ao que foi constatado por Holguín et al. (1992) em laranjas 'Frost Valencia' e contrário ao que foi avaliado por Auler et al. (2009) em laranja 'Valencia'.

A espessura da casca (flavedo + albedo), cujos valores variaram de 4,5 a 5,4 mm, foi estatisticamente menor no fruto com a casca totalmente verde (V). Domingues et al. (2004a) caracterizaram 11 clones de laranja 'Pera' e seis variedades assemelhadas e os genótipos com maior espessura da casca, foi a 'Pêra R.Gullo-1570' e 'Pêra GS-2000', com valores de 4,9 mm e 4,8 mm, respectivamente. Domingues et al. (2004b) verificaram que entre 44 variedades estudadas, a laranja 'Pêra de Abril' apresentou a maior espessura de casca (7,0 mm), valor que superou os obtidos neste trabalho. Santos et al. (2010) observaram que as laranjas 'Navelina' e 'Navelate' apresentaram a casca mais espessa (5,9 e 6,5 mm, respectivamente), já a 'Ortanique' e 'Salustiana' foram

intermediárias (4,4 e 4,7 mm, respectivamente), enquanto as tangerinas apresentaram a casca mais fina variando de 3,2 a 3,7 mm, bem como as laranjas 'Pera', variando de 3,3 a 4,5 mm (LATADO et al., 2005).

Os frutos apresentaram médias de 10,50 a 11,44 gomos e 11,69 a 13,12 sementes por fruto, independente do grau de maturação. Domingues et al. (2004a) encontraram valores médios de 10,2 a 11,6 gomos, 1,1 a 7,3 sementes por fruto para diferentes clones e variedades assemelhadas de laranja 'Pera'. Domingues et al. (2004b) encontraram números de gomos que variaram de 9,6 a 11,9, bem como variedades com menos de 1 semente e outras com até 20,9 sementes. Santos et al. (2010) encontraram valores médios de 10,40, 10,40 e 10,13 gomos nas laranjas 'Navelina', 'Salustiana' e 'Navelate', respectivamente e nenhuma semente nestes acessos, fato este que em laranjas navelina e navelate deve-se as células dos grãos de pólen se desintegrarem, não dando lugar à formação dos mesmos e o saco embrionário normalmente ser estéril, havendo a produção de fruto sem semente, mesmo na presença de cultivares polinizadores (OLIVEIRA et al., 2004) e em laranjas 'Salustiana' devidos aos ovários serem estéreis (ZARAGOZA, 1993). Gondim et al. (2001) encontraram uma média de 15 sementes por frutos provenientes de laranjeiras plantadas no estado do Acre, assim como Pio, Minami e Figueiredo (2001) encontraram 11 sementes por fruto em média para tangerina 'Poncã' e Silva Júnior et al. (2010) trabalhando com Laranja-da-terra verificaram uma média de 23,6 sementes por fruto. O elevado número de sementes constitui uma desvantagem para frutos, sendo uma característica indesejável, sobretudo se o fruto for destinado a comercialização como fruto de mesa. Levando em consideração o maior tamanho dos frutos de laranja 'Champagne', a quantidade de sementes encontrada não limita o uso de fruto para o consumo *in natura*.

Os resultados referentes às características físico-químicas estão apresentados na Tabela 3. Para frutos destinados à elaboração de produtos como sucos, doces, picolés e sorvetes, os parâmetros físico-químicos relacionados à AT e ao teor de sólidos solúveis totais são mais relevantes (CHITARRA e CHITARRA, 2005; OLIVEIRA et al., 1999).

Os frutos de laranjeira 'Champagne' apresentaram o potencial hidrogeniônico (pH) que variou de 3,02 (frutos mais verdes) a 3,70 (frutos mais maduros), com valor médio de 3,46. Estes valores foram ligeiramente inferiores aos descritos para outras variedades de laranjas e tangerinas, o que caracteriza o seu sabor azedo. Reis et al. (2000) reportaram valores de 3,42 a 3,82 para tangerina 'Ponkan', Cantillano et al.

(2009) verificaram pH de 3,85 para laranjas 'Salustiana' e Donadio et al. (1999) caracterizaram algumas variedades e clones potenciais para a indústria sendo que os valores de pH variaram de 3,55 a 4,17. Tais valores de pH são mais elevados em razão dessas amostras terem apresentado acidez ligeiramente inferior a obtida para laranja 'Champagne'. A laranja-da-terra apresentou valor de pH médio de 5,34 (SILVA JÚNIOR et al., 2010), bem acima da maioria dos relatos para laranja, fato este justificado pela baixa acidez do suco que foi de 0,227%.

Os valores de acidez em ácido cítrico (AT) variam bastante em frutos cítricos e até mesmo entre as variedades de laranjas, ainda mais que existem aquelas de baixa acidez conhecidas como laranja-lima, cujos teores são menores que 0,1% (BLUMER et al., 2003). Neste estudo os teores de AT variaram de 1,49 a 0,63%. O valor médio de AT da laranja 'Champagne' (1,02%) pode ser considerado pouco elevado quando comparado com outras variedades, mas deve-se levar em conta que este estudo contemplou também a avaliação dos frutos mais verdes, cujos teores de AT são maiores, o que por sua vez elevou a média geral. Stuchi et al. (2003) quantificaram em laranja 'Valência' sob sete diferentes portas-enxerto teores de AT de 0,78% e 1,11% para frutos colhidos anos de 1999 e 2000, respectivamente; Souza (2009) reportou teores de 0,58 a 0,86% para laranjas 'Natal' e 'Pera' e de 0,76 a 1,20% para laranja 'Valência'. É destacado que frutos cítricos como laranjas e tangerinas atingem qualidade quando o teor de AT situar-se entre 0,5 e 1,0% (PEREIRA et al., 2006) ou de 0,8 a 1,2% (PANNISI, 1977 citado por MATTOS JÚNIOR et al., 1999). Seguindo estes critérios, a variedade 'Champagne' deveria permanecer mais tempo na planta antes de efetuar-se a colheita até atingir a coloração classificada como AV, uma vez que com a maturação dos frutos cítricos, ocorre a redução no teor de ácidos orgânicos. Entretanto, devem-se considerar outros parâmetros além da acidez para definir o melhor momento para colheita.

Verificou-se que o pH aumentou à medida que a concentração de ácido cítrico (AT) no fruto diminuiu durante o processo de maturação, ou seja, o aumento do pH está diretamente relacionado com o decréscimo da acidez ocorrida com o avanço da maturação dos frutos. A acidez apresentou uma redução de 57,72% durante o processo de amadurecimento do fruto. Mattos Júnior et al. (1999) confirmaram esse comportamento para diversos clones e variedades de laranjas-doces. De modo geral, esse comportamento atribui-se a redução nos teores de ácidos orgânicos que ocorre com o avanço da maturação dos frutos e, por serem importantes fontes de energia para a

atividade respiratória das células, estes ácidos são convertidos ou oxidados em açúcares e utilizados pelas células (CHITARRA e CHITARRA, 2005; SILVA et al., 2005; SOUZA, 2009).

Por outro lado, a síntese dos ácidos orgânicos é intensa nos dois primeiros estádios de desenvolvimento do fruto: Fase I, de crescimento exponencial, desde a antese até o final da queda natural, e Fase II, de crescimento linear, desde a queda natural até o início da coloração da casca, mantendo-se então constante na Fase III, em valor absoluto, até o final da maturação (AGUSTÍ e ALMELA, 1991 citado por SARTORI et al., 2002; SOUZA, 2009; MEDINA et al., 2005). Sendo assim, o decréscimo da acidez na maturação está diretamente relacionado ao crescimento do fruto e o aumento da absorção e retenção de água associado com a atividade respiratória do fruto (KIMBALL, 1984). Como os frutos caracterizados neste estudo já estavam na fase III de crescimento, independente da coloração da casca, confere-se então esse comportamento de redução da acidez pelo efeito de diluição.

TABELA 3. Características físico-químicas de laranjas ‘Champagne’, em função do estágio de maturação. AT: acidez titulável. SST: sólidos solúveis totais. AA: ácido ascórbico. IT: índice tecnológico

Cor da casca	pH	AT (%)	SST (°Brix)	SST/AT	AA (mg/100mL)	Açúcar total (%)	Açúcar redutor (%)	IT
V	3,02c	1,49a	12,77a	8,58c	49,00a	9,02a	5,09b	2,47 a
VA	3,32b	1,21b	12,65a	10,47c	51,39a	8,75a	5,33ab	2,38 a
AV	3,62a	0,75c	11,40b	15,24b	46,21b	8,64a	5,75a	2,57 a
A	3,70a	0,63c	11,60b	18,52a	45,45b	8,79a	6,05a	2,55 a
Média	3,42	1,02	12,10	13,20	48,01	8,79	5,55	2,49
CV (%)	3,45	7,06	3,81	9,86	4,52	7,81	8,78	5,75

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

Valores elevados de AT estão condicionados à menor relação SST/AT, o que de certa forma não é interessante para o consumidor, pois segundo Soares et al. (2006) essas características identificam frutos mais azedos, cujo sabor pode dificultar ou até mesmo inibir o consumo ‘*in natura*’, além de ser necessário o uso de maior quantidade de açúcar na preparação de sucos ou de outros produtos derivados. Por outro lado, é relatado por Lima et al. (2002) e Pinto et al. (2003), que frutos com valores de acidez em ácido cítrico acima de 1,00% tem interesse para a agroindústria, tendo em

vista não haver necessidade da adição de ácido cítrico para conservação da polpa, constituindo assim um artifício utilizado para tornar o produto impróprio ao desenvolvimento de micro-organismos. Andrade et al. (1993) ainda complementa que na indústria de sucos, o alto teor de acidez provoca elevada diluição do produto e, por conseguinte, maior rendimento do produto. Em nenhum dos estágios de maturação estudados, os valores de acidez foram inferiores a 0,5%, que é favorável também é importante, pois segundo Di Giorgi et al. (1994), isso pode indicar a perda do valor comercial dos frutos, tanto para mesa, quanto para o processamento industrial.

Os sólidos solúveis totais (SST) têm sido utilizados como índice de maturidade para algumas frutas, como manga, laranja, e outras (NOGUEIRA et al., 2002). Os SST incluem compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade do fruto, uma vez que fornecem um indicativo da quantidade de açúcares existentes no fruto, considerando que outros compostos, embora em reduzidas proporções, também fazem parte, como, por exemplo, ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas (LEONEL et al., 2011), no caso de citros, destacam-se os açúcares solúveis e ácidos orgânicos (SOUZA, 2009).

Os carboidratos (açúcares) constituem mais de 70% dos sólidos solúveis presentes em suco de laranja, seguidos em participação, pelos ácidos orgânicos, sobretudo cítrico e málico, que representam até 10% dos sólidos solúveis. O restante são aminoácidos livres, bases nitrogenadas (6%), íons inorgânicos (aproximadamente 3%), vitaminas (2,5%), lipídios (1,2%), flavonóides (1,2%) e outros (MARCHI, 1993). Desta forma, o teor de SST está sujeito a inúmeras variações, o que impede o estabelecimento de uma faixa de valor que represente um estágio de maturação.

Este estudo demonstrou um valor médio de 12,10°Brix para a laranja 'Champagne', a qual se encontra acima dos níveis considerados normais (4,0 a 11,1°) para frutos de laranjeiras (TING e ATTAWAY, 1971 citado por LIMA et al., 1999). Entretanto, este resultado é semelhante ao teor médio de 12,33 e 12,45°Brix detectados em laranjas 'Valencia' sobre sete porta-enxertos (STUCHI et al., 2002), ao teor médio de 11,7 para laranjas cultivada no estado do Acre (GONDIM et al., 2001), semelhante também à variação de 10,8 a 12,8°Brix para um tipo de tangerina 'Poncã' (PIO et al., 2001), inferior ao obtido para laranja-da-terra, cujos teores variaram de 13,1 a 15,5°Brix (SILVA JÚNIOR et al. 2010), superior aos resultados obtidos para seis cultivares de laranjas-doces, uma vez que independentemente do estágio de maturação, a maioria dos frutos estudados estiveram bem abaixo dos 12°Brix (SARTORI et al., 2002). Souza

(2009) verificou que a média da concentração de SST para 58 genótipos de laranjas doces foi de 10,38°Brix, não havendo diferenças significativas entre os genótipos, de tal forma que esta variável pouco contribuiu para a diferenciação dos genótipos.

O teor de SST teve uma leve redução do estágio de maturação V até o AV. Este comportamento é contrário ao que ocorre com a maioria dos frutos de outras fruteiras tropicais, uma vez que este parâmetro apresenta uma relação diretamente proporcional ao estágio de maturação.

O amadurecimento dos frutos, em geral, conduz à maior doçura devido ao aumento nos teores de açúcares simples, decorrentes de processos biossintéticos ou degradativos de polissacarídeos presentes nos frutos (GONÇALVES, 1998). O amido, presente em altas concentrações em maçãs e bananas, é responsável pelo aumento no teor de SST durante o amadurecimento após sofrer reações de hidrólise (AZZOLINI et al., 2004), entretanto, em laranjas, o amido não está presente, pois os únicos carboidratos complexos de destaque são as fibras dietéticas e a pectina (LADANIYA, 2008), não apresentando este efeito.

Além disso, Chitarra e Chitarra (2005) ressaltam que os frutos cítricos apresentam pequenas modificações no conteúdo de açúcares, o que lhes confere um longo período de armazenamento, sem perda de qualidade, desde que a colheita seja realizada durante a fase de maturação.

Outra justificativa, é que durante a maturação houve um incremento de ganho de peso dos frutos, que de certa forma pode ter diluído os SST, pois segundo Albrigo (1992) a umidade excessiva proporcionada por longos períodos de chuva aumenta o tamanho dos frutos, diluindo os compostos, como sólidos solúveis durante a maturação. Cancalon (1994) comenta que o valor de Brix é muito influenciado pelo teor de AT, de modo que em frutos imaturos os ácidos são os principais determinantes do Brix, razão pelo qual, os maiores teores de SST foram observados em frutos mais verdes.

Stenzel et al. (2006) verificaram que em laranjas 'Folha murcha' houve um aumento no teor de SST durante o crescimento do fruto e declínio a partir do início da maturação. Mattos Júnior et al. (1999) obtiveram modelos quadráticos com pequenas alterações do SST ao longo da maturação, sendo que, no período próximo a colheita, a curva estava em decréscimo. Os autores justificaram esse comportamento ao efeito da precipitação pluvial. Di Giorgi et al. (1993) constataram que assim como os sólidos solúveis, o rendimento industrial está inversamente associado ao tamanho dos frutos, a

partir da observação de correlação negativa entre Brix e massa do fruto para as cultivares Pera e Natal.

Diante desses resultados, percebe-se que para laranjas ‘Champagne’ o SST, que geralmente é utilizado como índice de maturação de outros frutos, não apresentou capacidade discriminante para caracterização dos estádios de maturação na época da colheita.

A relação SST/AT (*ratio*) propicia uma boa avaliação do sabor dos frutos, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares e de acidez (PINTO et al., 2003). Como em laranjas ‘Champagne’ verificou-se que durante a maturação houve grande variação na AT com ínfima variação no SST, a relação SST/AT aumentou consideravelmente com a maturação dos frutos na mesma proporção da redução da acidez. Para Gamarra Rojas e Medina (1996) o emprego da relação SST/AT é apropriado na determinação de estádios de maturação, uma vez que o conteúdo de sólidos solúveis totais e a relação SST/AT podem variar de acordo com a cultivar, o local e a época da colheita, mas é verdadeiro que, durante o amadurecimento, a relação SST/AT tende a aumentar, principalmente devido à diminuição da acidez. Domingues et al. (2003) constataram que esta relação em laranjas apresentaram correlação significativa apenas com a acidez, o que indica sua maior importância, em detrimento dos sólidos solúveis, na intensidade dessa característica.

Chitarra e Chitarra (2005) destacam que essa relação é um índice muito utilizado para avaliar a maturação e efetuar a colheita dos frutos, devido à relação com o sabor dos mesmos. Os valores considerados adequados para esta relação são relativos e variam muito de região para região. De um modo geral, os sucos mais apreciados, apresentam a relação SST/AT de 12 a 18 (SOUZA, 2009). Volpe et al. (2002) e Souza (2009) ressaltam a preferência pelas indústrias por sucos com *ratio* acima de 14, precisamente entre 15 e 18, mas que o processamento pode começar quando o *ratio* atinge 12 a 13. Já na Califórnia, utiliza-se *ratio* de, no mínimo, oito para o consumo do fruto *in natura* e igual a 10 para frutos destinados à fabricação de suco concentrado congelado (SLCC). Steger (1990) fez uma comparação entre sabor / *ratio* e sabor / acidez para as laranjas produzidas em São Paulo e obteve melhores notas dos julgadores com o *ratio* na faixa de 10 a 16 e acidez de 0,75 a 1%.

Utilizando o conceito de Di Giorgi et al. (1990), este estudo revelou que todos os estádios de maturação avaliados atingiram valores de *ratio* acima de oito, considerado adequado para consumo *in natura*, entretanto somente os frutos AV e A

revelaram um valor acima de 12, considerado como valor mínimo desejável para colheita de frutos de laranja. A relação SST/AT para frutos classificados como A atingiu o índice acima de 16:1, que segundo Jones (1962) citado por Sartori et al. (2002) é considerado como limite máximo, acima do qual o sabor do fruto se torna insípido, impróprio para o consumo *in natura*. Os valores médios observados neste estudo (13,20) foram inferiores aos 16,02 relatados para laranjas 'Valência' sobre sete portas-enxerto (STUCHI et al., 2002).

Embora Agustí e Almela (1991) consideram a relação SST/ AT como sendo a principal característica para indicar o ponto de maturação comercial de frutos cítricos, os mesmos ressaltam que apenas a observância deste quociente pode levar a interpretações equivocadas. Conforme Santos et al. (2010), o híbrido 'Ortanique' apresentou uma relação SST/AT alta, mesmo com baixo teor de SST (7,9°), isso ocorreu porque o seu valor de AT foi o menor observado entre as variedades (0,27%), levando, ao final, a uma relação alta, dando a impressão de um fruto que agrada plenamente o consumidor, porém, na realidade é insípido pelo desbalanço na relação SST/AT.

O índice tecnológico (IT) variou de 2,38 a 2,55, estando dentro da amplitude registrada para outros frutos de laranja: 1,63 a 2,66 kg cx⁻¹ (DOMINGUES et al., 2003); 1,8 a 2,8 kg cx⁻¹ (TAZIMA et al., 2009); média de 2,2 (AULER et al., 2009); 2,85 e 2,55 para laranjas 'Valência' (STUCHI et al., 2002); 2,25 a 2,86 kg cx⁻¹ para laranjas 'Valencia' e de 2,55 a 2,90 para laranjas 'Natal' (SILVA et al., 2006). Os valores de IT para laranja 'Champagne' estão dentro dos padrões considerados adequados, cujo valor de índice tecnológico deve ser maior que 2,0 kg cx⁻¹ de SST (DOMINGUES et al., 2003). A cor da casca não influenciou estatisticamente neste parâmetro que segundo Volpe et al. (2002) é dependente dos resultados de RS e SST, uma vez que durante a maturação foi verificado um aumento no valor de RS com concomitante redução no SST, equilibrando este índice. Di Giorgi et al. (1993) constataram que assim como os sólidos solúveis, o rendimento industrial está inversamente associado ao tamanho dos frutos, a partir da observação de correlação negativa entre Brix e massa do fruto para as cultivares Pera e Natal.

De modo geral, o valor médio de ácido ascórbico (AA) observado para laranja 'Champagne' (48,01 mg 100 mL⁻¹) pode ser considerado normal para uma fruta cítrica. Os teores obtidos foram superiores aos relatados para outros tipos de laranjas, no qual quantificaram 40,63 mg 100 g⁻¹ em laranjas 'Valência' sobre sete portas-enxerto (STUCHI et al., 2002), de 23,9 a 25,6 mg 100 mL⁻¹ em laranjas doces ('Pera', 'Natal' e

'Valencia') (SOUZA, 2009). No entanto, foram inferiores aos teores apresentados pela laranja 'Salustiana' (54,10 mg 100 mL⁻¹) (CANTILLANO et al., 2009), laranja-da-terra (122,26 mg 100g⁻¹) (SILVA JÚNIOR et al., 2010) e pelas variedades 'Gardner', 'Midsweet' e 'Sunstar', cujos teores foram maiores que 65 mg 100 mL⁻¹ (POMPEU JUNIOR et al., 2009).

O AA, conhecido como Vitamina C não é sintetizado pelo organismo humano, tornando-se assim um nutriente indispensável de ser obtido pela dieta rica em frutas, as principais fontes dessa vitamina, que deverão ser consumidas preferencialmente *in natura* (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Os níveis de vitamina C constituem um índice de qualidade para os alimentos e seu teor é totalmente variáveis entre os citros e tendem a reduzir sazonalmente, no armazenamento e no processo de maturação (DAVIES e ALBRIGO, 1994; CARVALHO e MANICA, 1993). De acordo com CHITARRA (1994), o teor de AA é encontrado nos frutos cítricos na ordem de 59 mg 100 mL⁻¹ de suco.

O teor de ácido ascórbico diminuiu com o amadurecimento dos frutos, tendo as frutas mais verdes (V e VA), o maior teor de vitamina C. Esse tipo de comportamento foi relatado por outros autores (CHITARRA, 1994; DAVIES e ALBRIGO, 1994; POZZAN e TRIBONI, 2005; BLUMER et al. (2003) e POMPEU JÚNIOR et al. (2009), ao ponto de haver relatos de que as frutas que passaram do momento correto para colheita terem perdas de até 60% no teor deste nutriente (SOUZA, 2009). Donadio et al. (1999) constataram que variedades de laranja doce precoce apresentaram maiores teores de ácido ascórbico (42,54 a 56,95 mg 100 mL⁻¹) que as variedades tardias (33,76 a 48,00 mg 100 mL⁻¹), levando a acreditar que o maior tempo do fruto na planta torna-o mais susceptíveis as alterações que culminam na perda da atividade antioxidante desta vitamina, uma vez que segundo Andrade et al. (2008), a vitamina C apresenta alta sensibilidade aos fatores do ambiente e outros fatores intrínsecos do processo de senescência.

Possivelmente atribui-se o decréscimo durante a maturação à ação da enzima denominada ácido ascórbico oxidase (ascorbato oxidase), cuja atividade enzimática nos frutos maduros é maior que nos verdes (NOGUEIRA et al., 2002), fato que pode explicar a pequena perda encontrada no decorrer da maturação.

É salientado por Andrade et al. (2002) que o uso do teor de vitamina C como um possível parâmetro de colheita deveria ser complementado pela determinação

de outros constituintes químicos, como a cor da casca, visando uma maior avaliação dos possíveis efeitos nutricionais no fruto.

Contudo, a cultivar Pêra, ao contrário do esperado, não apresentou decréscimo do teor de vitamina C, embora sua maturação tivesse ocorrido normalmente, confirmada pelo crescente aumento dos SST e *ratio* (POMPEU JUNIOR et al., 2009).

Considera-se razoável a quantidade de AA encontrada em laranja 'Champagne', visto que um copo de 200 mL do suco deste fruto apresenta 96 mg do nutriente, sendo assim, contempla a recomendação diária de vitamina C, cujo valor é de 90 mg dia⁻¹ para homens e 75 mg dia⁻¹ para mulheres, nas faixas etárias de 19 a 70 anos ou mais, de acordo com Dietary Reference Intakes - DRIs ou Segundo o Recommended Dietary Allowances (RDA, 1989).

Para açúcares totais, embora tenha se observado uma tendência a redução ao longo da maturação, os resultados não demonstraram haver diferenças significativas ($p < 0,05$). Esses dados corroboram com o não aumento no teor de SST. Conforme mencionado por Chitarra e Chitarra (2005), os frutos cítricos apresentam pequenas modificações no conteúdo de açúcares, o que lhes confere um longo período de armazenamento, sem perda de qualidade. Reis et al. (2000) também não encontraram variações nos teores de açúcares para os frutos de tangerina 'Ponkan' de diferentes tamanhos e com diferentes graus de coloração da casca, cujas médias obtidas foram 8,94% e 8,46%. Os açúcares são os mais abundantes (70-80%) constituintes do SST, predominando a glicose, frutose e sacarose numa proporção 1:1:2. O total de açúcares, especialmente a fração de sacarose geralmente aumenta com o avanço da maturidade do fruto. Esses três são importantes para a determinação da doçura do suco (LADANIYA, 2008). Chitarra e Chitarra (2005) descrevem que em laranjas, o teor de açúcares solúveis totais é de 9,6°Brix, sendo que a sacarose representa quase metade deste valor e o restante é constituído pelos açúcares redutores.

Já, os açúcares redutores tiveram pequena elevação nos seus teores da maturação, o que pode ser atribuído à maior velocidade de hidrólise de sacarose em glicose e frutose que foi maior do que a taxa respiratória. Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que com o avanço na maturação, a concentração de sacarose que costuma ser alta em laranjas, reduz, ao passo que a concentração de açúcares redutores aumenta.

É interessante destacar que o não aumento no teor de açúcares também justifica a maior estabilidade destes frutos ao armazenamento, pois de acordo com Barros et al. (1996), quando o fruto contém açúcares em excesso, fica mais susceptível

a reações que conduzem a fermentação e deterioração e por conseguinte, a redução no tempo de armazenamento.

Os teores de açúcares totais e redutores encontrados na laranja ‘Champagne’ foram menores que os encontrados em suco de laranja ‘Pera’ por Branco et al. (2007) cujos teores foram de 10,53 e 7,58%, respectivamente. Entretanto, os teores obtidos para laranjas ‘Champagne’ estão de acordo com os teores citados por estes mesmos autores como sendo normais, que varia de 2,25 a 8,83% para os açúcares totais e de 6,23 a 14,3 g.100 g⁻¹ para os açúcares redutores.

O Ministério da Agricultura e do Abastecimento por meio da Instrução Normativa nº 01 (BRASIL, 2000) estabelece Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de várias frutas, inclusive a laranja. Tendo em vista que é estabelecido SST mínimo de 10,5°, relação SST/AT mínima de 7,0, teor de ácido ascórbico mínimo de 25 mg 100g⁻¹ e açúcares totais de no máximo 13g 100g⁻¹, verifica-se que os sucos de laranja utilizados neste estudo, independente do estágio de maturação atingiram os padrões exigidos.

Entretanto, segundo as exigências para a indústria quanto a SST igual ou maior que 12 °Brix, acidez entre 0,6% e 0,9% e *ratio* superior a 1:13, especificadas por Pozzan e Triboni (2005), somente as laranjas ‘Champagne’ classificadas, de acordo com a coloração da casca, como AV e A atingiram estes índices.

Quanto à composição centesimal e valor energético (Tabela 4) os frutos mais maduros tenderam a apresentar menor teor de umidade e fibra, enquanto os outros constituintes tenderam a aumentar com a maturação dos frutos. Os frutos apresentaram resultados semelhantes ao suco de laranjas Baía cujo valor energético e teores médios de umidade, cinzas, proteína, carboidratos e fibra são: 46 Kcal, 90,2%, 0,4%, 0,7% 8,7% e traços, respectivamente (TACO, 2006).

O acréscimo no teor de proteínas, conforme o fruto se aproxima da maturidade é justificado por Chitarra e Chitarra (2005) pelo fato das proteínas fazerem parte de diversos componentes que sofrem profundas modificações (oxidação biológica) durante o metabolismo respiratório, culminando numa certa tendência de acréscimo de seu teor, conforme o fruto se aproxima da maturidade. Alterações no conteúdo proteico podem ocorrer pelo estabelecimento de processos oxidativos nos frutos desencadeados pelo próprio amadurecimento ou por outras condições de estresse. Na maturação dos frutos cítricos, ocorre aumento dos teores de compostos nitrogenados, principalmente de aminoácidos (AGUSTÍ et al., 1996) que segundo BLEINROTH (1981) pode ser

atribuído ao fato da metionina e/ou a beta-alanina, atuar como precursor do etileno em tecidos vegetais. Portanto, se o etileno é produzido na fase de amadurecimento, torna-se indispensável que os níveis desses aminoácidos aumentem, para que este hormônio possa ser sintetizado, havendo conseqüentemente, acréscimo no teor de proteínas do fruto.

No caso de lipídios, os teores encontrados são baixos, normalmente classificados como traços. Normalmente é comum variações entre os diferentes acessos, mesmo assim, os teores são muito baixos, de modo que frutos cítricos não são tidos como fontes destes nutrientes. Donadio, Stuchi e Sempionato (1999) também encontraram teores mínimos de lipídios em frutos de laranja, cujos variação foi de 0,011 a 0,079%. Stuchi et al. (2002) detectaram teores de lipídios em laranjas 'Valência' que variaram de 0,022 a 0,032%. Frutos no estágio AV apresentaram o maior teor de lipídios. Estudo envolvendo outros frutos como pequi (OLIVEIRA et al., 2006) tem demonstrado que há uma tendência ao aumento no teor de lipídios ao passo que ocorre o avanço da maturação.

TABELA 4. Composição centesimal de laranjas 'Champagne' em função do estágio de maturação

Cor da casca	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Lipídio (%)	Carboidrato (%)	Fibra alimentar (%)	Valor energético Kcal
V	88,56a	0,32a	0,52b	0,01b	10,06b	0,52a	42,42 a
VA	86,75b	0,39a	0,78a	0,01b	11,54a	0,53a	49,52 a
AV	87,40b	0,33a	0,81a	0,02a	10,97ab	0,47a	47,32 a
A	87,30b	0,34a	0,77a	0,02ab	11,22a	0,36b	48,06 a
Média	87,50	0,35	0,72	0,02	10,94	0,47	46,83
CV (%)	0,61	10,66	4,95	21,76	4,56	10,36	4,41

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

Os carboidratos são os maiores componentes orgânicos, representado principalmente pelos açúcares. Constataram-se poucas alterações no conteúdo de carboidratos totais com a maturação do fruto, no qual o fruto mais verde teve um teor estatisticamente menor de carboidrato, conforme também observado em casca de maracujá (REOLON et al., 2009).

Embora o suco da laranja ‘Champagne’ de acordo com a Portaria no. 27 (BRASIL, 1998) não seja considerado rico em fibras, uma vez que não contém o mínimo de $1,5 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de alimentos líquidos, vale ressaltar que é um produto consumido em grandes volumes e contém fibras dietéticas solúveis e insolúveis, tendo a pectina como principal representante (BORTOLUZZI e MARANGONI (2006). Segundo Chitarra e Chitarra (2005) as pectinas são polímeros de ácido galacturônico que fazem parte da parede celular como material cimentante, mantendo a coesão entre as células e que com o avanço da maturação, sofrem hidrólise e solubilização. Isso explica o fato do menor teor de fibra ter sido encontrado no fruto mais maduro.

Em relação aos minerais (Tabela 5), o potássio predominou em quantidade sobre os demais, seguido pelo fósforo e cálcio. A análise exclusiva para cada elemento mineral contido no suco de laranja ‘Champagne’ demonstrou que houve variação entre as diferentes maturações somente para o enxofre.

Sabe-se que tanto o cálcio quanto o potássio são largamente distribuídos na natureza, o mesmo não ocorrendo com o fósforo. Esse, muitas vezes, está no solo numa estrutura química pouco solúvel e, portanto, pouco assimilável pela planta. Bataglia et al. (1977) determinaram os teores de macro e microelementos do fruto todo (casca, polpa, semente e suco) e verificaram que uma caixa de laranja de 40,8 kg apresenta macro e micronutrientes, na seguinte ordem decrescente: N, K, Ca, P, S, Mg, Cl, Fe, Mn, B, Cu, Zn, e Mo. A TACO (2006) descreve que a laranja ‘Baia’ apresenta a seguinte constituição mineral: K = 173 mg/100g, P = 22, Mg = 8 mg/100g, Na = traços, Zn = Traços, Fe = 0,1 mg/100g, Mn = 20 $\mu\text{g}/100\text{g}$, Cu = 0,02 mg/100g.

TABELA 5. Composição mineral de laranjas 'Champagne' em função do estágio de maturação

Cor da casca	S	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
	mg 100g ⁻¹								$\mu\text{g} 100\text{g}^{-1}$
V	4,69b	23,87a	189,30a	16,97a	11,18a	1,10a	0,38a	0,71a	17,66a
VA	5,96a	24,91a	205,57a	18,31a	13,62a	1,37a	0,42a	0,89a	26,67a
AV	5,56a	27,34a	202,30a	18,12a	12,24a	1,39a	0,37a	0,94a	24,70a
A	5,63a	26,86a	195,32a	17,63a	13,63a	1,34a	0,44a	0,74a	17,88a
Média	5,46	25,24	198,12	17,75	12,67	1,30	0,40	0,82	21,73
CV(%)	6,74	9,23	12,58	9,05	11,08	19,63	22,51	30,67	31,15

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

A principal causa da diferença na composição química de alguns minerais pode ser pelo híbrido deste estudo ser diferente e além disso, como salientado por Yuyama et al. (1997), a concentração desses elementos minerais está também condicionada ao trato cultural (adubação) e tipo de solo. Rodrigues (1999) citado por Magalhães (2006) verificaram que os frutos da 'Hamlim' e 'Baianinha' apresentaram teores de N, P e K mais baixos que os da Pêra, Natal e Valência, de modo que os maiores teores foram atribuídos a maior permanência do fruto na planta.

No caso do enxofre, atribui-se sua elevação com o avanço da maturação de V para VA em função da elevação na mesma proporção do teor de proteínas, uma vez que segundo Osorio Filho (2006), o S é um elemento essencial para todas as formas de vida, sendo um constituinte comum das proteínas e de muitos outros compostos celulares. No solo, o S encontra-se na forma orgânica e inorgânica, sendo a primeira, a mais abundante encontrada na maioria dos solos.

Storey e Treeby (2000) investigaram as alterações no teor de minerais em laranjas de umbigo 'Bellamy' durante o desenvolvimento dos frutos. Primeiramente, verificaram que a ordem geral de abundância na fruta inteira dos macronutrientes foram: $K > Ca > Mg = P > S > Na$ e abundância do micronutrientes seguiram a ordem: $B > Fe > Mn = Zn > Cu$. As concentrações da maioria dos elementos em frutas inteiras e partes de frutas diminuiu durante o desenvolvimento do fruto, principalmente durante as fases I e II. Houve poucas alterações mais drásticas durante a fase III, no qual os frutos alteram sua pigmentação e foi a fase alvo deste estudo. Reolon et al. (2009) verificaram que a composição mineral da casca do maracujá amarelo, revelou que o avanço da maturação fisiológica do fruto não causou efeito sobre as variáveis, exceto para o cobre que apresentou variação significativa ($p < 0,05$) na casca entre os estádios 1 e 2.

Considerando a recomendação diária para um homem adulto no estágio de vida entre 31-50 anos (BRASIL, 1998b), os diferentes elementos minerais presentes na laranja não atendem o valor preconizado (Tabela 6). Contudo, as concentrações de potássio e cobre, em uma porção de 200 mL suco de laranja 'Champagne' representam 49,53% e 86,67%, respectivamente desta necessidade.

Com relação aos micronutrientes potencialmente tóxicos, o teor de cobre ultrapassou valores permitidos (10 mg kg^{-1} para frutas cítricas) pela legislação vigente (BRASIL, 1998a) que estabelece limites máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos em alimentos. Mattor Júnior et al. (2005) ressaltam que os fungicidas cúpricos utilizados no controle sanitários de pomares suprem as necessidades de cobre

pela planta. O uso deste tipo de método de controle pode justificar os elevados teores de cobre encontrado nos frutos.

TABELA 6. Percentual da ingestão diária recomendada (IDR) para um adulto ao consumir uma porção de suco (200 mL) de laranja ‘Champagne’

Minerais	Ingestão diária recomendada (IDR) mg	% da IDR por porção
Zinco	15,0	10,93
magnésio	300,0	8,44
Potássio	800,0	49,53
Fósforo	800,0	6,31
Cálcio	800,0	4,44
Manganês	5,0	1,15
Ferro	14,0	5,71
Cobre	3,0	86,67

Vale ressaltar que esses resultados são restritos além do tipo de acesso, as condições de solo, clima do local de estudo e época no qual se processou as coletas.

CONCLUSÕES

Foram evidenciadas mudanças físico-químicas significativas em decorrência dos diferentes estádios de maturação, com exceção dos minerais. Destaque para as elevações de massa dos frutos, rendimento de suco, pH, açúcares redutores, proteínas, lipídios e enxofre, e redução de AT, SST, ácido ascórbico, fibra alimentar e umidade.

Os sucos analisados neste estudo, independente do estágio de maturação atendem os padrões exigidos pela legislação vigente para consumo *in natura*. Entretanto, considerando as exigências para a industrialização, somente as laranjas ‘Champagne’ classificadas de acordo com a coloração da casca como AV e A atingem os índices adequados.

REFERÊNCIAS

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V. **Aplicación de fitorreguladores em citricultura**. Barcelona: AEDOS, 1991. 263p.

AGUSTÍ, M.; ALMELA, V.; AZNAR, M.; JUAN, M.; PERES, V. **Citros: desenvolvimento e tamanho final do fruto**. Porto Alegre. Ivo Mânica - Editor e tradutor, 1996. 102p.

ALBRIGO, L.G. Influências ambientais no desenvolvimento dos frutos cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS - FISILOGIA, 2., 1992. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 100-106.

ANDRADE, A. P. S.; OLIVEIRA, V. H.; INNECCO, R.; SILVA, E. O. Qualidade de cajus-de-mesa obtidos nos sistemas de produção integrada e convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 176-179, 2008.

ANDRADE, J. de S.; ARAGÃO, C. G.; FERREIRA, S. A. do N. Caracterização física e química dos frutos de Araçá-Pêra (*Psidium acutangulum* D. C.). **Acta Amazônica**, v. 23, n. 2-3, p. 213- 217, 1993.

ANDRADE, R.S.G.; DINIZ, M.C.T.; NEVES, E.A.; NÓBREGA, J.A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Ecletica Química**, v. 27, n. especial, 2002. Disponível em: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/429/42927132.pdf>

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International**. 15th ed. Arlington, 1990. v. 1

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC**. Washington, 1997. p. 16-17. (v. 2)

AULER, P.A.M.; FIORI-TUTIDA, A.C.G.; SCHOLZ, M.B.S. Qualidade industrial e maturação de frutos de laranjeira ‘Valência’ sobre seis porta-enxerto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p.1158-1167, 2009.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, L. 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.

BARROS, R.S.; FINGER, F.L.; MAGALHÃES, M.M. Changes in non-structural carbohydrates in developing fruit of *Myrciaria jaboticaba*. **Scientia Horticulturae**, v.16, p. 209-215, 1996.

BATAGLIA, O.C.; RODRIGUES, O.; HIROCE, R.; GALLO, J.R.; FURLAN, P.R.; FURLANI, A.M. Composição mineral de frutos cítricos na colheita. **Bragantia**, v.36, n.21, p.215-221, 1977.

BLEINROTH, E.W. Matéria prima. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Manga: da cultura ao processamento e comercialização. São Paulo: ITAL, 1981. cap.2, p.243-287. (Frutas tropicais, 8).

BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J.; GARCIA, V.X.P. Características de qualidade oferecidas por variedades de laranjas-doces com baixa acidez. **Laranja**, v. 24, n. 2, p. 433-440, 2003.

BORTOLUZZI, R.C.; MARANGONI, C. Caracterização da fibra dietética obtida da extração do suco de laranja. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, n. 1, p. 61-66, 2006.

BRANCO, I. G.; SANJINEZ-ARGANDONA, E. J.; SILVA, M. M.; PAULA, T. M. Avaliação sensorial e estabilidade físico-química de um *blend* de laranja e cenoura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 7-12, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998. "Princípios Gerais para o Estabelecimento de Níveis Máximos de Contaminantes Químicos em Alimentos" e seu Anexo: "Limites máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos". **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 set 1998a.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº1, de 7 de Janeiro de 2000. Complementa padrões de identidade e qualidade para suco de laranja. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 de Janeiro de 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância Sanitária. Portaria nº 33, de 13 de janeiro de 1998. Adota valores para a ingestão diária recomendada (IDR) de vitaminas, minerais e proteínas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, (11-E), seção 1, p.5, 1998b.

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.

CANCALON, P.F. Changes in the saccharide composition of citrus juice and anatomical fractions during fruit maturation. **Proceedings Florida State Horticultural Society**, v.107, p. 253-256, 1994.

CANTILLANO, R.F.F.; CASTAÑEDA, L.M.F.; CASTRO, L.A.S.; TREPTOW, R.O. **Qualidade pós-colheita de laranjas cv. Salustiana sob atmosfera modificada durante o armazenamento refrigerado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 31 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 90).

CARVALHO, R.I.N. de; MANICA, I. Acerola: composição e armazenamento de frutos. **Cadernos de Horticultura da UFRGS**, v.1, n.1, p. 1-7, 1993. (Boletim Técnico).

CARVALHO, P.C.L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C. A. S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-çazeira no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 140-147, 2008.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

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

CHITARRA M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 783p.

CHITARRA, M. I. F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, v. 17, n. 179, p. 8-18, 1994.

CUNHA SOBRINHO, A P. da; SOARES FILHO, W S. dos S.; PASSOS, O. S.; CALDAS, R.C. Influência de porta-enxertos na qualidade do fruto de laranjeira 'Baianinha' sob condições tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 14, n. 3, p. 99-104. 1992.

DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L. G. **Crop production science in horticulture 2: citrus**. Wallingford: CAB International, 1994. 254 p.

DI GIORGI, F.; IDE, B.Y.; DIB, K.; MARCHI, R.J.; TRIBONI, H.R.; WAGNER, R.L. Contribuição ao estudo do comportamento de algumas variedades de citros e suas implicações agroindustriais. **Laranja**, v.11, n.2, p.567-612, 1990.

DI GIORGI, F.; YASUHIRO IDE, B.; DIB K.; MARCHI, R. J.; TRIBONI, H. R.; WAGNER, R. L. Proposta para ampliação do conceito de estimativa de safra quantitativa para qualitativa. **Laranja**, v. 15, n. 2, p. 97-122, 1994.

DI GIORGI, F.; IDE, B.Y.; DIB, K.; MARCHI, R.J. ; TRIBONI, H.R. ; MARCHI, R.J. WAGNER, R.L. Qualidade da laranja para industrialização. **Laranja**, v. 14, n. 1, p. 97-118, 1993.

DOMINGUES, E. T.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; FIGUEIREDO, J. O.; MATTOS JR., D.; POMPEU JUNIOR., J; OLIVEIRA, L. A. Qualidade e maturação das laranja Ovale, Ovale de Siracusa e Ovale San Lio. **Laranja**, v.17, n.1, p.143-158, 1996.

DOMINGUES, E.T.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JÚNIOR, J.; FIGUEIREDO, J.O.; TULMANN NETO, A. Caracterização de onze clones de laranja 'pêra' e seis variedades assemelhadas. **Laranja**, v.25, n.1, p.111-138, 2004a.

DOMINGUES, E.T.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JÚNIOR, J.; FIGUEIREDO, J.O.; TULMANN NETO, A. Caracterização de variedades de laranja-doce com diferentes épocas de maturação. **Laranja**, v.25, n.1, p.139-170, 2004 b.

DOMINGUES, E. T.; TULMANN NETO, A.; POMPEU JUNIOR, J.; TEÓFILO SOBRINHO, J; MATTOS JUNIOR, D. ; FIGUEIREDO, J. O. Seleção de variedades de laranja quanto à qualidade do fruto e período de maturação. **Laranja**, v. 24, n. 2, p. 471-470, 2003.

DOMINGUES, E.T.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; TULMANN NETO, A.; MATTOS JR, D. Seleção de clones de laranja Pêra e variedades assemelhadas quanto à qualidade do fruto e ao período de maturação. **Laranja**, v. 20, n. 2, p. 433-455, 1999.

DONADIO, L. C.; STUCHI, E. S.; POZZAN, M. SEMPIONATO, O. R. Novas variedades e clones de laranja doce para indústria. Jaboticabal : Funep, 1999. **Boletim Citricola**, 1999. 42 p.

DONADON, J.R.; DURIGAN, J.F.; SOUZA, B.S.; TEIXEIRA, G.H.A.; SANCHES, J. Efeito do tipo de descasque e da temperatura de armazenamento na qualidade de laranjas “pera” minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 419-423, 2004.

EMBRAPA. **Clima MS**. 2008. Disponível em: <http://www.cpa0.embrapa.br/clima/index.php?pg=chuvams&cad=2&cidade=Amamba%ED&estacao=&intervalo=1>. Acesso em: 12 jan. 2012.

GAMARRA-ROJAS, G.; MEDINA, V. M. Mudanças Bioquímicas do Suco do Maracujá Amarelo em Função da Idade do Fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 18, n. 1, p. 75-83. 1996.

GONÇALVES, N.B. **Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e sustentabilidade ao escurecimento interno do abacaxi cv Smooth Cayenne**. 1998. 101 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1998.

GONDIM, T. M.S.; RTZINGER, R.; CUNHA SOBRINHO, A.P. Seleção e caracterização de laranjeiras-doces [*Citrus sinensis* (L.) OSBECK] no estado do Acre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 451-454, 2001.

HOLGUÍN, E.C.L.; ANGEL, S.G.A.; BAENA, G.D.; ESCOBAR, T.W. Efecto de cinco porta-injertos sobre la floración, fructificación y maduración de la naranja ‘Frost Valencia’ *Citrus sinensis* (L). Osb. En condiciones del CNI-Palmira, Valle del Cauca. **Acta Agronomica**, v. 42, n. 1/4, p.81-96, 1992.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids**. Washington (DC): National Academy Press, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: ANVISA, 2005. 1018p.

KIMBALL, D.A. Factors affecting the rate of maturation of citrus fruits. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.97, p.40-44, 1984.

KLUGE, R.A.; JOMORI, M.L.L.; EDAGI, F.K.; JACOMINO, A.P.; AGUILA, J.S. Danos de frio e qualidade de frutas cítricas tratadas termicamente e armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 233-238, 2007.

LENNOX, A.; RAGOONATH, J. Carambola and bilimbi. **Fruits**, v. 45, n. 5, p. 497-501, 1990.

LADANIYA, M. S. **Citrus fruit: biology, technology and evaluation**. San Diego: Elsevier, 2008. pp.501-514.

LATADO, R.R.; TULMANN NETO, A.; POMPEU JUNIOR, J.; FIGUEIREDO, J.O.; PIO, R.M.; MACHADO, M.A.; NAMEKATA, T.; CERAVOLO, L.; MARANGONI, S.M.N.; ROSSI, A.C. caracterização agrônômica de mutantes de laranjeira ‘Pêra’ sem

sementes ou com alteração no período de maturação de frutos. **Laranja**, v. 26, n. 1, p. 109-120, 2005.

LEONEL, S.; PIEROZZI, C.G.; TECCHIO, M.A. Produção e qualidade dos frutos de pessegueiro e nectarineira em clima Subtropical do estado de são paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 118-128, 2011.

LIMA, E.D.P.A.; LIMA, C.A.A.; ALDRIGUE, M.L.; GONDIM, P.S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias spp.*) em cinco estádios de maturação, da polpa e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 338-343, 2002.

LIMA, L.C.; VILAS BOAS, E.V.B.; REIS, J.M.R.; CHITARRA, A.B. Qualidade dos frutos de tangerineiras 'Ponkan' (*citrus reticulata* blanco), armazenados sob temperatura ambiente. **Revista da Universidade de Alfenas**, v. 5, p. 27-31, 1999.

LIRA JÚNIOR, J.S.; MUSSER, R.S.; MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LEDERMAN, V.F.S. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*spondias spp.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 757-761, 2005.

MAGALHAES, A.F.J. **Nutrição mineral e adubação de citrus irrigados**. Embrapa mandioca e fruticultura tropical cruz das almas, 2006. 12p. Circular técnica 79.

MALAVOLTA, E.; VITTI, C.G.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações - metodologia para análise de elementos em material vegetal**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997.

MARCHI, R. J. **Modelagem de curvas de maturação da laranja 'Pêra' (Citrus sinensis L. Osbeck) na região de Bebedouro-SP**. 1993. 108f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 1993.

MATTOS JUNIOR, D.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A. Nutrição dos citrus. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M. POMPEU JUNIOR, J. (Eds.). **Citrus**. Campinas, São Paulo: Instituto Agrônômico e FUNDAG, 2005, p.197-219.

MATTOS JUNIOR, D.; GONZALES, A.F.; POMPEU JUNIOR, J. PARAZZI, CLOVIS. Avaliação de curvas de maturação de laranjas por análise de grupamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 2203-2209, 1999.

MEDINA, C.L.; RENA, A.B.; SIQUEIRA D.L.; MACHADO, E.C. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR D DE, DE NEGRI JD, PIO RM, POMPEU JUNIOR J. (Eds). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, p. 149-195. 2005.

MERRILL, A.L.; WATT, B.K. 1973. **Energy Value of Foods: Basis and Derivation**, Revised. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 74. Disponível em <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/Classics/index.html>.

MOREIRA, C.S.; MOREIRA, S. História da citricultura no Brasil. In: RODRIGUEZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A. A. **Citricultura brasileira**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.1-18.

NASCIMENTO, L.M.; POMPEU JUNIOR, J.; NEGRI, J.D.; ZARA, F.A.; CHIGNOLLI, R.C. Laranja charmute de brotas: Promissora variedade tardia. **Laranja**, v.26, n.1, p.69-75, 2005.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V.; BURITY, H.A.; SILVA JUNIOR, J.F. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 463-470, 2002.

OETTNER, M.; REGINATTO D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F., **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. 612p.

OLIVEIRA, M.E.B.; BASTOS, M.S.R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M.A.A.C.; SILVA, M.G.G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, p. 326-332, 1999.

OLIVEIRA, M.N.S.; GUSMÃO, E.; LOPES, P.S.N.; SIMÕES, M.O.M.; RIBEIRO, L.M.; DIAS, B.A.S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 380-386, 2006.

OSÓRIO FILHO, B.D. **Dinâmica de enxofre no sistema solo e resposta das culturas à adubação sulfatada**. 2006. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, RS, 2006.

PARRA-CORONADO, A.; HERNÁNDEZ, J.E.H.; CAMACHO-TAMAYO, J.H. Estudio de algunas propiedades físicas y fisiológicas pre cosecha de la pera variedad triunfo de Viena. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 55-59, 2006

PEREIRA M.E.C.; CANTILLANO F.F.; GUTIEREZ A.S.D.; ALMEIDA G.V.B. **Procedimentos Pós-Colheita na Produção Integrada de Citros**. Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. 40p. (Documentos, 156).

PINTO, W. S.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; LEDO, C. A. S.; JESUS, S. C.; CALAFANGE, P. L. P.; ANDRADE, E. M. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1059-1066, 2003.

PIO, R.M.; MINAMI, K.; FIGUEIREDO, J.O. Características do fruto da variedade span americana (*Citrus reticulata* blanco): uma tangerina do tipo 'Poncã' de maturação precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 325-329, 2001.

POMPEU JUNIOR, J.; BLUMER, S.; GARCIA, V.X.P. Características dos frutos das laranjeiras Gardner, Midsweet e Sunstar. **Laranja**, v. 30, n. 1-2, p. 65-73, 2009.

POZZAN, M.; TRIBONI, H.R. Colheita e qualidade do fruto. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.): **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p.801-822.

RDA - Recommended Dietary Allowences, 10th ed. Washington, D.C., Food Research Council, NAS, 1989.

REIS, J. M. R.; LIMA, L. C.; VILAS-BOAS, E. V. de B.; CHITARRA, A. B. Relação entre o grau de coloração da casca e algumas características de qualidade de tangerina Ponkan. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, p. 182-186, 2000.

REOLON, C.A.; BRAGA, G.C.; SALIBE, A.B. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo em diferentes estádios de maturação. **B.CEPPA**, v. 27, n. 2, p. 305-312, 2009.

ROBERTO, S.R.; LIMA, J.E.O. de; CARLOS, E. F. Produtividade inicial da laranjeira-*‘Valência’* (*Citrus sinensis* L. Osbeck) sobre oito porta-enxertos no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 2, p. 119-122, 1999.

SANTOS, D.; MATARAZZO, P.H.M.; SILVA, D.F.P.; SIQUEIRA, D.L.; SANTOS, D.C.M.; LUCENA C.C. Caracterização físico-química de frutos cítricos apirênicos produzidos em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 57, n.3, p. 393-400, 2010.

SARTORI, I.A.; KOLLER, O.C.; SCHWARZ, S.F.; BENDER, R.J.; SCHÄFER, G. Maturação de frutos de seis cultivares de laranjas-doces na depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 364-369, 2002.

SILVA, F. DE A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p71-78, 2002.

SILVA JÚNIOR, G.B.; ROCHA, L.F.; AMARAL, F.H.C.; ANDRADE, M.L.; FALCÃO NETO, R.; CAVALCANTE, I.H.L. Laranja-da-terra: fruta cítrica potencial para o Piauí. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 557-562, 2010.

SILVA, S.R., FRANCO, D.; STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R.; PERECIN, D. Qualidade e produção de frutos das laranjas Natal e Valência em 13 porta enxertos em bebedouro (SP). **Laranja**, v. 27, n. 1, p. 91-100, 2006.

SOARES, E.B.; GOMES, R.L.F.; MELLO, J.G.; CARNEIRO, F.N.N.; SILVA, E.C.V.; COSTA, J.C.L. Caracterização física e química de frutos de cajazeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 518-519, 2006.

SOUZA, P. F.C. **Avaliação de laranjeiras doces quanto à qualidade de frutos, períodos de maturação e resistência a *Guignardia citricarpa***. 2009. 89f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2009.

STEGER, E. Trinta anos de desenvolvimento em processamento de citros, histórico, estado da arte e visão geral. **Laranja**, v. 11, n. 2, p. 463-502. 1990.

STENZEL, N.M.C.; NEVES, C.S.V.J.; MARUR, C.J.; SCHOLZ, M.B.S.; GOMES, J.C. Maturation curves and degree-days accumulation for fruits of ‘Folha murcha’ orange trees. **Scientia Agricola**, v. 63, n.3, p. 219-225, 2006.

STOREY, R.; TREEBY, M.T. Seasonal changes in nutrient concentrations of navel orange fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 84, p. 67-82, 2000.

STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R. qualidade industrial e produção de frutos de laranjeira 'valência' enxertada sobre sete porta- enxertos. **Laranja**, v. 23, n. 2, p. 453-471, 2002.

TAZIMA, Z.H.; NEVES, C.S.V.J.; STENZEL, N.M.C.; YADA, I.F.U. LEITE JUNIOR, R.P. Produção e qualidade de frutos de cultivares de laranja-doce no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 474-479, 2009.

TEDESCO, M.J.; WOLWEISS, S.J.; BOHNEM, H. **Análise do solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. p.188. (Boletim Técnico, 5).

VIÉGAS, F.C.P. "A industrialização dos produtos cítricos." In: RODRIGUES, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A.. **Citricultura Brasileira**. Fundação Cargill, v. 2, p. 898-922, 1991.

TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 2006. Disponível em: <www.unicamp.br/nepa/taco>. Acesso em: 05 dez. 2011.

TEÓFILO SOBRINHO, J.; MÜLLER, G.W.; FIGUEIREDO, J.O.; LARANJEIRA, F.F.; SALIBE, A.A. Laranja 'Pêra IAC 2000'. **Laranja**, v. 22, n. 2, p. 495-501, 2001.

VOLPE, C.A.; SCHÖFFEL, E.R.; BARBOSA, J.C. Influência de algumas variáveis meteorológicas sobre a qualidade dos frutos das laranjeiras 'Valência' e 'Natal'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, n. 1, p. 85-94, 2000.

VOLPE, C.A.; SCHÖFFEL, E.R.; BARBOSA, J.C. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas-'Nalência' e 'Natal' na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 436-441, 2002.

YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.; MACEDO, S.H.M.; GIOIA, T.; SILVA FILHO, D.F.1997. Composição centesimal de diversas populações de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Estação Experimental do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA. In: ANAIS DO II SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTOS. Campinas, S. P., Brasil.

ZARAGOZA, S. **Pasado y presente de la citricultura española**. Valencia: Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1993. 82 p.

CAPÍTULO II

RECOBRIMENTOS, TEMPERATURA E TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE LARANJAS 'CHAMPAGNE' (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

RECOBRIMENTOS, TEMPERATURA E TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE LARANJAS 'CHAMPAGNE' (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de diferentes recobrimentos, temperaturas e períodos de armazenamento na conservação de laranjas 'Champagne'. Os frutos foram refrigerados a 7°C por 12 horas, sanitizados em solução clorada (200 ppm) por 10 minutos, acondicionadas em bandejas de poliestireno e recobertos com os seguintes tratamentos: T1) controle (sem recobrimento), T2) revestimento com fécula de mandioca a 2% (m/v), T3) revestimento com fécula de mandioca a 4% (m/v), T4) revestimento com filme de PVC esticável com 9µm de espessura, T5) revestimento com filme de polietileno com 60 µm de espessura e em seguida armazenados em três diferentes temperaturas: ambiente (25°C) e em câmara fria a 3°C e a 8°C. Os frutos armazenados em temperatura ambiente foram avaliados a cada 4 dias durante 24 dias e os armazenados em câmara fria (3 e 8°C) foram avaliados a cada 10 dias durante 60 dias de armazenamento. A cada avaliação os frutos foram submetidos às análises de perda de massa, pH, sólidos solúveis totais (°Brix), acidez titulável (% de ácido cítrico), açúcares totais e ácido ascórbico. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x7 para cada temperatura de armazenamento com 4 repetições. Frutos armazenados a 3°C e 8°C tiveram menor perda de massa que os armazenados a 25°C, sendo a menor perda verificada em frutos armazenados a 3°C. Os frutos controle e revestidos com fécula a 2 e a 4% tiveram perdas maiores que os revestidos com filme de PVC e polietileno. A acidez apresentou ligeira queda ao longo do armazenamento em todas as temperaturas estudadas sem diferir entre os tratamentos de embalagem. Verificou-se que nas três temperaturas de armazenamento, nem os revestimentos, nem o período de armazenamento influenciaram nos resultados de pH, SST, açúcar total e Vitamina C. A refrigeração a 3°C permitiu que se mantivessem boa parte das características de qualidade dos frutos por até 60 dias, desde que revestidos com polietileno e PVC, enquanto que em temperatura ambiente o armazenamento manteve a aparência externa dos frutos revestimentos em polietileno e PVC por até 20 dias. Alguns frutos embalados em filme de polietileno apresentaram sinais de podridão e odor estranho a partir do 20º dia, quando armazenados a 25°C, e a partir do 50º dia quando armazenados em temperatura de refrigeração (8°C).

Palavras-chave: laranja, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, conservação pós-colheita, características físico-químicas.

COATINGS, TEMPERATURE AND STORAGE TIME IN CONSERVATION POST HARVEST OF 'CHAMPAGNE' ORANGES (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the effects of different types of coatings, temperatures and storage time in conservation of 'Champagne' oranges. The fruits were refrigerated at 7° C for 12 hours, sanitized in chloride solution (20ppm) for 10 minutes, stored in polystyrene trays and covered with the following treatments: T1) control (without coating), T2) coating with cassava starch at 2% (m/v), T3) coating with cassava starch at 4% (m/v), T4) coating with stretchable PVC film with 9 µm thick, T5)

coating with polyethylene film with 60 μm thick and then stored in three different temperatures: ambient (25°C) and in a cold room at 3°C and 8°C. The fruits stored at ambient temperature were evaluated every 4 days for 24 days and those stored in a cold room (3 and 8°C) were evaluated every 10 days during 60 days storage. In every evaluation the fruits were submitted to analysis of weight loss, pH, SST- total soluble solids ($^{\circ}\text{Brix}$), titratable acidity (% of citric acid), total sugars and ascorbic acid. The experimental design was completely randomized in a 5x7 factorial for each storage temperature with 4 replicates. Fruits stored at 3°C and 8°C had lower weight loss than those stored at 25°C, being the lowest loss observed in fruits stored at 3°C. The control fruits and coated with starch at 2 and 4% had higher losses than those coated with PVC and polyethylene. The acidity declined slightly during the storage at all temperatures with no difference among the packing treatments. It was observed that in the three storage temperatures, nor the coatings, neither the storage period influenced on the results of pH, SST, total sugars and vitamin C. The cooling at 3°C allowed them to keep much of the characteristics of fruit quality for up to 60 days unless coated with polyethylene and PVC, while at room temperature storage has kept the external appearance of fruit coatings on polyethylene and PVC up to 20 days. Some fruits packed in polyethylene film showed signs of rot and strange odor from the 20th day, when stored at temperature at 25°C, and from the 50th day when stored at refrigerator temperature (8°C).

Key- words: orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, conservation, post harvest, physical and chemical characteristics.

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca pela ampla produção e exportação de produtos agrícolas, porém, a exportação de frutos cítricos frescos representa menos que 1% da produção brasileira, o que por sua vez é considerado um volume muito pequeno. Esse perfil, em parte deve-se ao elevado volume de perdas na cadeia produtiva, estimado em 10 milhões de toneladas/ano, correspondendo a 30-40% da produção (IBRAF, 2009). Mesmo assim, o Brasil ocupa o primeiro lugar no ranking mundial de produção de citros, sendo que o estado de São Paulo tem o maior parque citrícola. A utilização da produção para comercialização de frutos de mesa é pequena quando comparada com o mercado de produção de suco. Porém, tem havido uma maior demanda de frutos para o consumo *in natura* tanto para o mercado interno quanto para exportação. Infelizmente, as condições pós-colheita que promovem alterações fisiológicas e o ataque por patógenos limitam o uso do fruto *in natura*, bem como deprecia seu valor comercial, desencadeando perdas econômicas (NASCIMENTO et al., 2005)

Entre os fatores atribuídos a esta baixa relação entre exportação e produção destacam-se as barreiras sanitárias e o aspecto visual de qualidade inferior que os frutos

adquirem na pós-colheita (FISHER et al., 2009). Para reduzir essas perdas têm-se disponíveis algumas técnicas, dentre as quais o tratamento com fungicidas, controle de temperatura e umidade, uso de embalagens, aplicação de ceras, etc. (OLIVEIRA, 1996).

A temperatura, isoladamente, é o fator mais importante que afeta a manutenção da qualidade de uma fruta armazenada, dado o fato dos processos metabólicos serem dependentes de uma faixa de temperatura considerada ideal (BRACKMANN et al., 1999).

O uso de refrigeração é um dos meios mais eficazes na manutenção da qualidade e extensão do período de comercialização dos produtos hortifrutícolas, cuja função é retardar os processos metabólicos, prolongar o tempo de comercialização, sem entretanto ocasionar distúrbios fisiológicos (BRUNINI et al., 2004). Este processo tem como vantagens a redução da desidratação e a ocorrência de podridões, todavia pode causar distúrbios fisiológicos. Mesmo assim, a refrigeração é vantajosa, pois, temperaturas muito altas intensificam a atividade respiratória e, conseqüentemente, promovem a perda de firmeza e alta incidência de podridões (BRACKMANN et al., 2008). As frutas cítricas demonstram sensibilidade a baixas temperaturas, que se manifesta por meio da morte de células da casca ('pitting'), formação de manchas circulares, depressões de coloração marrom e alterações do sabor (FIORAVANÇO e MÂNICA, 1994; PORAT, 2004). A intensidade do dano varia com a temperatura de armazenamento e com o período de exposição.

Outra forma de manter a qualidade é minimizar as alterações metabólicas provenientes da respiração dos frutos por meio da atmosfera modificada (AM) que pode ser passiva ou ativa. No caso da passiva, o princípio baseia-se no fato de que o consumo de O_2 e a produção de CO_2 durante a respiração do produto criam uma nova atmosfera gasosa no interior da embalagem, cujo efeito principal é a redução da taxa respiratória e retardo dos processos bioquímicos, que conduzem a maturação e senescência, bem como o desenvolvimento de podridões, razão pelo qual se estender o período de conservação das frutas. A regulação dessa atmosfera é dada pelas características fisiológicas do fruto e permeabilidade da embalagem (CHITARRA e CHITARRA, 2005; OLIVEIRA et al. 2006).

O aumento no teor de CO_2 proporcionado pela AM influi no processo de respiração dos frutos, sendo considerado como evento central no processo de pós-colheita dos frutos, no qual os produtos orgânicos como carboidratos, ácidos e lipídios são convertidos a CO_2 e água, (TAVARES, 2003). O aumento dos níveis de CO_2

acarreta também a inibição e a diminuição da síntese de etileno, considerado como principal fitohormônio regulador da maturação dos frutos (AWAD, 1993). Em frutos que apresentam diminuição da taxa respiratória durante o amadurecimento (não climatéricos), a produção de etileno atua promovendo a mudança de coloração na casca de frutos cítricos e a concentração necessária para induzir o amadurecimento dos frutos na fase pré-climatérica que é dependente da espécie e do estágio de maturação (ASSMANN et al., 2006).

Kluge e Jorge (1992) demonstraram que o uso de embalagem, principalmente de filme de polietileno, reduz drasticamente as perdas de massa de frutos e hortaliças, tanto no armazenamento, quanto na comercialização. As embalagens protetoras mais usadas são os filmes plásticos (PVC, polietileno), as ceras (carnaúba e similares) e os biofilmes (VICENTINI e CEREDA, 1999; OETTNER et al., 2006). Entretanto, nestas condições as concentrações dos gases não são controladas, dependendo de fatores como tempo, temperatura, permeabilidade do filme e atividade respiratória do produto. Os filmes de PVC e polietileno se caracterizam por apresentarem boa barreira ao vapor d'água e permeabilidade relativa a O₂ e CO₂ (KADER, 1986). Enquanto, que os filmes de cloreto de polivinila (PVC) são bastante delgados e mais permeáveis que os de polietileno (OETTNER et al., 2006).

O revestimento deve apresentar permeabilidade seletiva adequada, de modo que o produto não entre em anaerobiose ou processo de fermentação, devido a uma barreira drástica à troca de gases (CHITARRA e CHITARRA, 2005). 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, aumento na taxa respiratória e impermeabilidade do filme podem alterar o equilíbrio de gases dentro da embalagem, conduzindo a condições inadequadas de armazenamento (PÉREZ et al., 1997).

Filmes comestíveis têm potencial para aplicação em alimentos, pois constituem barreiras à perda de vapor d'água e à troca gasosa, além de serem materiais de embalagens biodegradáveis (SHAW et al., 2002). Citam-se como exemplos as coberturas a base de biopolímeros, como carboidratos, lipídios e proteínas, muito utilizadas para modificar as atmosferas internas de frutas e hortaliças (CISNEROS-ZEVALLOS e KROCHTA, 2003). Vários produtos podem ser utilizados como revestimentos de frutos tais como óleo mineral, parafina, carnaúba, cera de abelha, goma-laca, fécula de mandioca e alguns vegetais, sendo que o uso desses materiais tem

os objetivos de dar brilho ao fruto, melhorar a aparência, reduzir a perda de peso e interferir na respiração normal dos frutos, sem provocar condições de anaerobiose (MANNHEIN e SOFFER, 1996).

As féculas de mandioca e araruta formam uma película semelhante à celulose em resistência e transparência, representando uma alternativa potencial a ser usada na conservação de frutas e hortaliças (SCANAVACA JÚNIOR et al., 2007). A obtenção desta película baseia-se no princípio da gelatinização do amido, que ocorre em temperaturas acima de 70°C, com excesso de água. Após resfriado, forma-se uma película transparente e resistente, devido a suas propriedades de retrogradação. Esse biofilme apresenta bom aspecto, não é pegajoso, é brilhante e transparente, melhorando o aspecto visual dos frutos, e pode ser removido com água (NUNES et al., 2004).

Oliveira e Cereda (1999) complementam que pelo fato de não serem tóxicas, podem ser ingeridas juntamente com os frutos e hortaliças, sendo facilmente removidas quando necessário. Além disso, as películas a base de mandioca, apresentam-se como produto comercial de custo baixo, sendo 20 vezes mais barato que as ceras.

É importante ressaltar que o uso da atmosfera modificada será mais efetivo desde que o armazenamento a frio esteja associado. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) os demais métodos de controle do amadurecimento e de doenças são utilizados como complemento do abaixamento da temperatura. Métodos de controle que se baseiam na modificação da atmosfera pelo uso de ceras na superfície dos produtos, entre outros, não produzem bons resultados se não forem associados ao uso da refrigeração.

Outros trabalhos de pesquisa também têm comprovado a eficácia do uso de embalagem de polietileno para jabuticabas (BRUNINI et al., 2004), figo (LIMA et al., 2005), manga espada (PFAFFENBACH et al., 2003), laranja e caqui (ASSMANN et al., 2006) como também de PVC, no caso de manga 'Tommy Atkins' (YAMASHITA et al. (2001), laranja 'Valência' (CERETTA et al., 1999), maracujá (RESENDE et al., 2001) e morango (HAO e HAO, 1993). Além disso, uma série de trabalhos tem demonstrado benefícios com o uso de películas de amido em laranja 'Pera' (LEME et al., 2007), limão (HENRIQUE e CEREDA, 2007), em goiaba (OLIVEIRA e CEREDA, 1999), mexerica-do-Rio (SILVA et al., 2011), entre outros.

Diante do exposto, no presente trabalho objetivou-se investigar a perda de massa dos frutos e alterações nas características físico-químicas em sucos de laranjas 'Champagne' submetidos a diferentes condições de temperaturas, tipos de revestimentos

e tempo de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Laranjas ‘Champagne’ foram coletadas manualmente em pomar doméstico de 15 ano em uma propriedade rural do município de Amambaí (MS) em julho de 2009, no período da manhã, em estágio de maturação semi maduro (50-75% da casca com coloração amarela) (*vide* apêndice). Após acondicionamento em caixas plásticas hortifruti, os frutos foram rapidamente transportados em veículos não refrigerados para o laboratório de Bromatologia do Centro Universitário da Grande Dourados para a condução dos experimentos. Os frutos que se apresentaram fora dos padrões de estágio de maturação assim como manchas, doenças e injúrias mecânicas foram descartados.

Os frutos foram lavados com água e detergente, sanitizados em solução contendo hipoclorito de sódio a 200 ppm, por 15 minutos (*vide* apêndice). Após a secagem com ar forçado por 10 minutos, os frutos foram submetidos a cinco diferentes condições de recobrimento (controle, filme PVC esticável com 9 µm de espessura, plástico de polietileno com 60 µm de espessura, fécula de mandioca a 2% (m/v) gelatinizada e fécula de mandioca a 4% (m/v) gelatinizada (*vide* apêndice). As laranjas destinadas aos tratamentos controle não receberam nenhuma cobertura. Para o experimento em que foi utilizado o filme comestível a base de amido a 2% e a 4%, a fécula natural de mandioca foi pesada e suspensa em água com agitação até atingir 70°C, permitindo a geleificação. Em seguida, a solução foi colocada em repouso até resfriar a temperatura ambiente (25°C) e então, os frutos foram imersos por um minuto na suspensão, deixados para secar em tela e distribuídos nas bandejas de poliestireno expandido.

Os frutos foram acondicionados em três temperaturas diferentes, 3°, 8° e 25°C. Sendo que nos dois primeiros casos os frutos foram armazenados em câmaras frias e no terceiro, em sala climatizada. Os frutos foram armazenados até 24 dias em temperatura ambiente a 25°C e avaliados no início do experimento (tempo 0) e aos 4, 8, 12, 16, 20 e 24 dias e os frutos armazenados em câmara fria a 3°C e a 8°C permaneceram por 60 dias e foram avaliados no tempo 0 e aos 10, 20, 30, 40, 50 e 60 dias em umidade relativa de $85 \pm 5\%$. Na colheita e em cada período de armazenamento foram avaliadas as seguintes características: perda de massa fresca (%), pH, acidez

titulável (% de ácido cítrico), teor de sólidos solúveis (°Brix), teor de ácido ascórbico e teor de açúcares totais.

A perda de massa foi determinada por meio de pesagem em balança semi-analítica, com os resultados expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial das bandejas contendo os frutos armazenados e aquele obtido a cada intervalo de tempo dos experimentos.

Para avaliação dos parâmetros físico-químicos, os frutos foram retirados das bandejas e submetidos a extração para a obtenção do suco.

A acidez titulável (AT) foi determinada segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005) no qual 10 g do suco foram homogeneizados com 90 mL de água destilada e algumas gotas de solução de fenolftaleína como indicador, sendo então procedida a titulação com hidróxido de sódio a 0,1 M até que houvesse mudança na coloração da solução. O teor de sólidos solúveis e o pH foram determinados por leitura direta do suco homogeneizado, em um refratômetro de Abbe e em um peagâmetro devidamente calibrado com pH 7,0 e 4,0, respectivamente. Os resultados do teor de sólidos solúveis foram expressos em °Brix.

A determinação do teor de ácido ascórbico seguiu o método de Tillmans (ASSOCIATION..., 1997). Para isso, 10 g do suco foram homogeneizados com 50 mL de ácido oxálico a 1%, e tituladas com solução de 2,6-diclorofenol-indofenol. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 mL de suco.

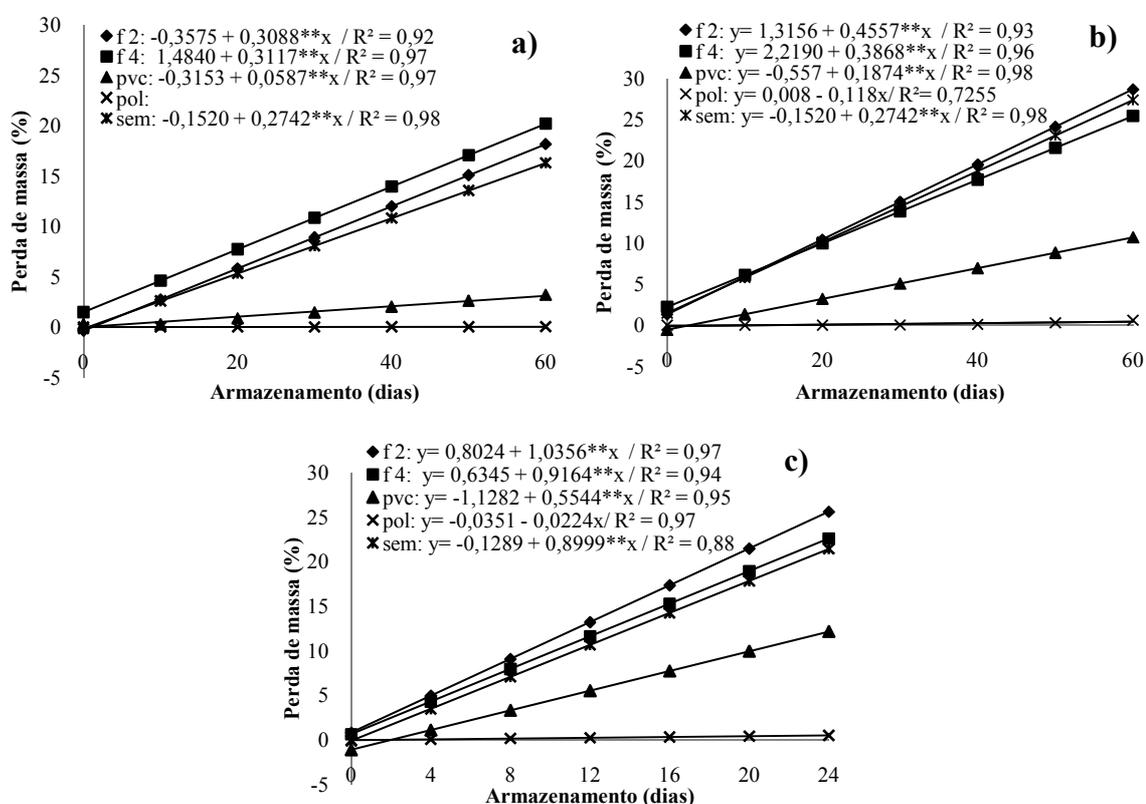
Os açúcares totais foram determinados pelo método de Lane Eynon descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2005). Nesta técnica, os açúcares da amostra foram hidrolisados em meio ácido, depois o cobre do reativo de Fehling é reduzido a óxido cuproso na presença dos açúcares formando um precipitado vermelho tijolo. A reação ocorreu após titulação utilizando a amostra diluída como titulante.

Para cada temperatura de armazenamento, o experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 7 para cada temperatura de armazenamento, composto de cinco tipos de recobrimento incluindo o controle e sete períodos de avaliações incluindo o tempo 0, com quatro repetições. A partir dos resultados das análises de variância, a interação entre os fatores embalagem e tempo de armazenamento foi submetida à análise de regressão. O coeficiente de determinação mínimo para utilização das curvas foi de 0,50. Para casos em que não houve significância ou ajuste de curvas, os valores foram representados

pelas médias e coeficiente de variação. As médias de embalagem foram comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a perda de massa houve interação significativa entre os fatores tempo e embalagem nas três temperaturas avaliadas ($p < 0,05$). As perdas aumentaram linearmente à medida que se avançou o tempo de armazenamento, tanto em temperatura ambiente (Figura 1c) como em refrigeração (Figura 1a e 1b), devido principalmente à transpiração que culmina na desidratação.



*significativo a 5% de probabilidade. **significativo ao nível de 1% de probabilidade.

FIGURA 1. Perda de massa de laranjas 'Champagne' em função do tempo e do tipo de embalagem durante o armazenamento em câmara de refrigeração (a e b) e condição ambiente (c). f2: fécula de mandioca a 2%; f4: fécula de mandioca a 4%; PVC: cloreto de polivinila; pol: filme de polietileno; sem: sem embalagem.

Os frutos acondicionados sem embalagem e os revestidos com fécula de mandioca foram os que apresentaram maiores perdas de massa, tanto em temperatura ambiente (Figura 1c), como sob refrigeração (Figura 1a e 1b). No entanto, os frutos revestidos com fécula de mandioca e sem embalagem armazenados sob-refrigeração apresentaram menores perdas de massa quando comparados com os frutos armazenados em temperatura ambiente, uma vez que no 20º dia, os frutos (f2, f4 e sem) armazenados em temperatura ambiente tiveram perdas de massa que variaram de 17,89 a 21,51% enquanto que nos frutos refrigerados a 3°C neste mesmo período de armazenamento a oscilação da perda foi de 5,33 a 7,72% e nos refrigerados a 8°C foi de 9,95 a 10,4%, ou seja, a refrigeração a 3°C minimizou em quase três vezes a perda de massa.

A perda de massa se relaciona à perda de água, causa principal da deterioração, pois resulta não somente em perdas quantitativas, mas também na aparência (murchamento e enrugamento), nas qualidades texturais (amaciamento, perda da frescura e suculência) e na qualidade nutricional (KADER, 1992).

Singh e Reddy (2006) verificaram que no final de 17 dias de armazenamento de laranjas 'Nagpur Mandarin', as perdas de peso em condição de temperatura ambiente e de refrigeração foram de 19,4% e 7,3%, respectivamente, ou seja, a condição ambiente também quase triplicou a perda de peso. Nascimento et al. (2006) também confirmaram que laranjas 'Pera' refrigeradas tiveram menores perdas de massa, de modo que os frutos armazenados em condições ambientes tiveram perdas que chegaram a 29% na quarta semana de estocagem. Brackmann et al. (1999) avaliando os efeitos do armazenamento refrigerado (0,5, 3 e 7°C) em laranjas 'Valência' observaram perda de peso superiores na temperatura de 7°C, tendo em vista à grande desidratação decorrente de uma maior diferença entre as pressões de vapor do interior do fruto e do ambiente externo, e, também, devido à maior atividade metabólica dos frutos.

O revestimento comestível de fécula de mandioca não foi eficiente em prevenir a perda de massa em frutos de laranja 'Champagne'. Contrariamente ao que se esperava, os frutos com esses revestimentos tiveram inclusive maior perda de massa em comparação com o controle (sem). Foi observado que nos primeiros dias em que o filme foi formado ao redor dos frutos, a cobertura ficou bem aderente, uniforme e com brilho, entretanto logo começou a dar sinais de ruptura da película. Kester e Fennema (1986) descrevem que é mínima a propriedade de barreira contra umidade nestes tipos de filmes, devido a sua natureza hidrofílica e que o retardo da perda da umidade no fruto se

deve ao fato destes agentes serem sacrificante, ou seja, a umidade do gel evaporar antes da desidratação do alimento revestido. Tal fato explica a maior perda de massa nos frutos com estes tipos de revestimentos, indicando que nestes casos houve perda de água do filme associada a perda do fruto. Uma forma de melhorar a eficiência dos filmes a base de polissacarídeos (hidrocolóides) é associá-los a um agente plastificante como o sorbitol e o glicerol que possuem a habilidade em reduzir as pontes de hidrogênio cuja consequência é aumentar os espaços intermoleculares, e diminuir as interações entre as cadeias de polímeros, aumentando a flexibilidade (BANKER, 1966 citado por ALLEONI et al., 2006), afetando o grau de plasticidade dos filmes biopoliméricos (CAO et al., 2009), aumentando a resistência mecânica e diminuindo as zonas de descontinuidade e zonas quebradiças (KROCHTA et al., 1994). Henrique e Cereda (2007) reportaram que revestimentos de fécula de mandioca a 3% associados com aplicação de 1000 mg L⁻¹ de Ethephon promoveram maiores perda de massa em limões sicilianos.

Os tratamentos com embalagem de polietileno seguindo pelo PVC foram os mais eficientes em reduzir a perda de massa. Observou-se que os frutos acondicionados em embalagem de PVC, no final do período experimental, apresentaram perdas de massa de 12,18% em temperatura ambiente, 3,21% em refrigeração a 3°C e 10,69% em 8°C. Nos frutos acondicionados no filme de polietileno, a massa fresca permaneceu constante durante todo o período de armazenamento, independente da temperatura de exposição. O uso da embalagem de polietileno contribuiu significativamente para a redução nas perdas de massa, ficando, em todos os períodos temperaturas de armazenamento, abaixo de 1%, concordando com os resultados obtidos em ameixas (KLUGE et al., 1999) e tangerinas (MALGARIN et al., 2007). Esses resultados evidenciam o efeito positivo destas embalagens na redução da perda de massa das frutas, que se deve à manutenção de uma alta umidade relativa ao redor das frutas, reduzindo o déficit de pressão de vapor entre os tecidos internos da fruta e o ar circundante, razão pelo qual impede uma grande perda de água pelas frutas por meio da transpiração (KLUGE et al., 1996; SCALON et al., 2004). As diferenças de perdas encontradas entre o PVC e polietileno devem-se aos diferentes graus de permeabilidade de cada embalagem à água e aos gases.

O uso da embalagem de PVC não interferiu na aparência e turgidez dos frutos refrigerados, apresentando esses tratamentos qualidade visual para o consumo até o final do período de armazenamento. Parte disso se deve ao fato das perdas de massa

ter ficado na maioria do período abaixo dos 10% que, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), está no limite máximo aceitável para frutos e hortaliças a fim de não comprometer a aparência. Entretanto observaram-se sinais de podridão associados a odor desagradável em alguns frutos embalados em filme polietileno após 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente e após 50 dias em temperaturas de refrigeração a 8°C. Atribui-se tal contaminação ao fato de que certos materiais plásticos utilizados em AM podem ser pouco permeáveis ao vapor de água, gerando umidade relativa muito alta ao redor da fruta embalada (>95%) (GORRIS e PEPPELENBOS (1992) e aumentado a condensação de água no interior da embalagem (BEN-YEHOSHUA, 1979), o que por sua vez favorece a proliferação de fungos.

A maior incidência de podridões em frutos embalados em polietileno de baixa densidade já foi constatada em laranja 'Navel' (GILFILLAN, 1985), amora (CIA et al., 2007), laranja 'Salustiana' (CANTILLANO et al., 2009). Com relação ao odor desagradável, atribui-se ao fato de que o filme de polietileno é de baixa permeabilidade, o que pode ter desencadeado reação de fermentação, com consequente produção de compostos responsável pelo *off-flavor* como álcool e acetaldeído. Ke e Kader (1990) constataram que laranjas 'Valência' armazenadas em atmosfera controlada contendo alta concentração de CO₂ (60%), apresentaram elevação no conteúdo de álcool e acetaldeído, injúrias de leves a severas caracterizadas por escurecimento da casca e redução da aparência externa, sem entretanto alterar o conteúdo de pH, SST, AT, AA.

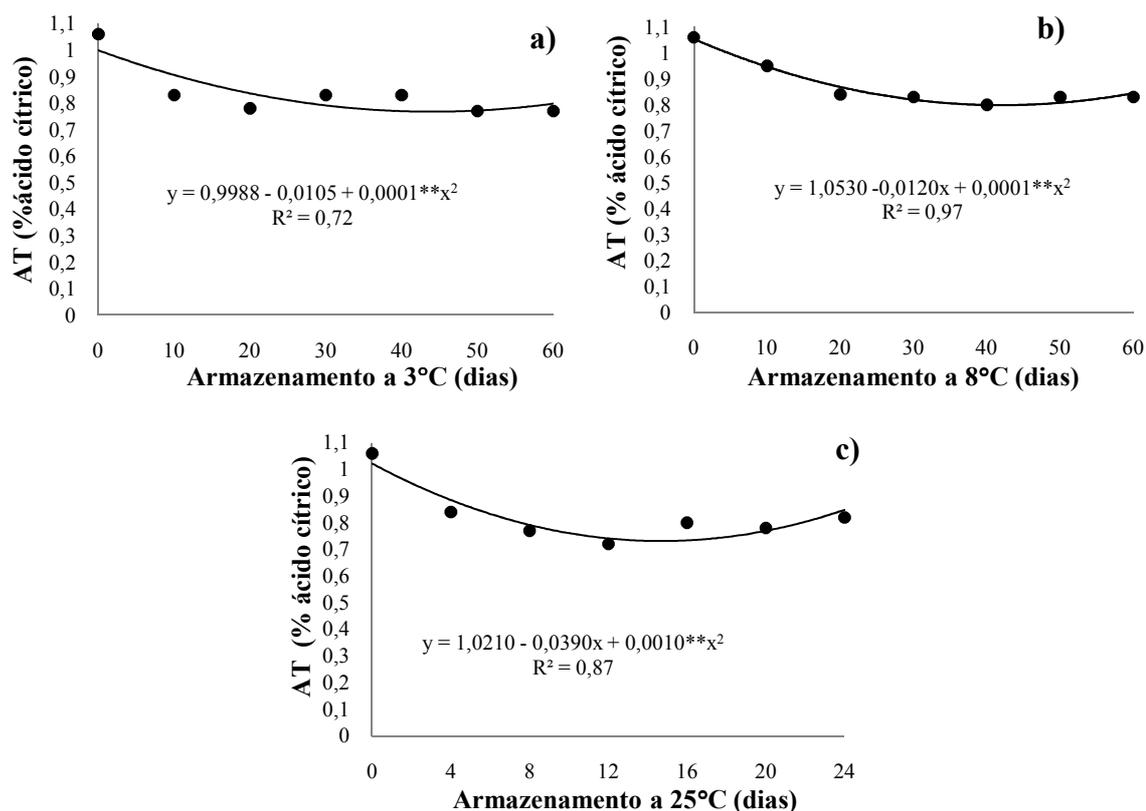
As elevadas perdas de massa observadas para frutos de alguns tratamentos neste estudo são em decorrência dos mesmos terem sido armazenados em condições com umidade relativa do ar entre 90-95%, faixa de trabalho comumente utilizada por muitos autores no armazenamento de frutos cítricos (BRACKMANN et al., 1999; CANTILLANO et al., 2009; MALGARIN et al., 2007). Brackmann et al. (2008) relataram que após oito semanas, os frutos de tangerinas 'Montenegrina' armazenados em 90% de UR do ar apresentaram valores mais baixos de suculência - causados pela maior perda de água - quando comparados aos expostos a UR do ar de 96%. Em contrapartida apresentaram maior incidência de podridões fúngicas.

Os sintomas de murcha com prejuízo na aparência externa foram observados quando as perdas de massa ultrapassaram os 10%, ou seja, aos 12 dias de armazenamento para os frutos sem embalagem ou revestidos com fécula e aos 24 dias de armazenamento para os frutos embalados em PVC sob temperatura ambiente; aos 30

dias para as laranjas sem embalagem ou fécula sob refrigeração a 8°C e 40 dias para laranjas sem embalagem ou fécula, sob refrigeração a 3°C.

Não houve efeito significativo da embalagem e nem interação dessas com o tempo para a acidez. Independente das condições de temperatura e da presença da embalagem ou tipo de revestimento utilizado verificou-se que durante o armazenamento, a AT dos frutos reduziu até o 12º dia para frutos armazenados em temperatura ambiente e até o 40º dia para frutos em temperatura de refrigeração a 3 e 8°C, alcançando valores muito próximos ao final do experimento (Figura 2). Essa tendência a queda nos níveis de ácido cítrico presentes nos frutos de citros é esperada durante o armazenamento (BRACKMANN et al., 1999; CALEGARO et al., 2002), pois os ácidos orgânicos são utilizados pelo fruto para a produção de energia e para a fermentação alcoólica (ECHEVERRIA e VALISHE, 1989), ou seja, isso ocorre em função da sua participação no ciclo de Krebs, durante o processo respiratório (LIMA et al., 1999). Além disso, a redução nos teores de AT pode estar relacionada às ocorrências de injúrias provocadas pela baixa temperatura, que promovem o consumo dos ácidos orgânicos por enzimas oxidativas (SALA, 1998). Essa queda no teor de acidez não está relacionada à perda de qualidade do suco, uma vez que foram inferiores a 0,5%, limite que segundo Di Giorgi et al. (1994) pode indicar a perda do valor comercial dos frutos, tanto para mesa, quanto para o processamento industrial.

Henrique e Cereda (2007) também verificaram a redução no teor de acidez de limões sicilianos até o 24º dia. Tavares (2003) verificaram redução no teor de acidez durante os 60 dias de armazenamento de tangor 'Murcott' tratados ou não com 1-MCP (1-metilciclopropeno) e AVG (aminoetoxiviniglicina). Erkan et al. (2005) e Cantillano et al. (2009) observaram uma redução da acidez durante o armazenamento de laranjas 'Valência' e 'Salustiana', respectivamente, sendo que no trabalho envolvendo a laranja 'Salustiana' essa redução ocorreu precisamente entre 30 e 90 dias sem diferenças entre a maioria dos tratamentos. Outros trabalhos também demonstraram a redução de acidez durante o armazenamento de diferentes variedades de laranjas sanguíneas, inclusive com comportamentos de queda distintos. Rapisarda et al. (2001) constataram que a redução foi contínua desde o início do armazenamento até o final e para Latado et al. (2008) a redução foi pronunciada do 30º ao 60º dia de armazenamento, fato este justificado pelo avanço da maturação e o início da senescência, uma vez que também foi observada paralela elevação no SST.



*significativo a 5% de probabilidade. **significativo ao nível de 1% de probabilidade.

FIGURA 2. Acidez titulável (AT) de laranjas ‘Champagne’ em função do tempo em e câmara de refrigeração (a e b) e condição ambiente (c).

O pH, a concentração de sólidos solúveis totais, açúcares totais e ácido ascórbico não apresentaram diferenças significativa em função do tempo de armazenamento ($p < 0,05$) e nem em função das embalagens. Os valores do pH, cujas médias foram de 3,32, 3,46 e 3,40 para frutos armazenados em temperaturas de 3, 8 e 25°C, respectivamente (Tabela 1) não variaram com o tempo armazenamento e não diferiram entre os diferentes revestimentos, embora tenha havido diminuição da AT em função do tempo em todas as condições de temperatura. Deve-se salientar que os valores de pH podem não alterar-se na mesma proporção que a AT em função do efeito tamponante dos ácidos orgânicos presentes nos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005; SILVA et al., 2008).

SST são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade da fruta. O teor de SST indica a quantidade de açúcares existentes na fruta, além de compostos como ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas

(CHITARRA e CHITARRA, 2005; KLUGE et al., 2002). Os frutos cítricos, por serem não climatéricos e pobres em reservas de amido, sofrem poucas mudanças na qualidade interna durante o armazenamento (DAVIES e ALBRIGO, 1994).

TABELA 1. Parâmetros físico-químicos médios de pH, SST (sólidos solúveis totais), açúcar total e AA (ácido ascórbico) em laranjas ‘Champagne’ durante o armazenamento refrigerado e em temperatura ambiente sob diferentes tipos de recobrimentos

Temperatura		pH	SST	Açúcar total (%)	AA (mg 100mL ⁻¹)
3°C	Média	3,32	12,02	8,71	46,31
	CV %	2,40	6,43	6,00	7,70
8°C	Média	3,46	11,88	9,10	44,57
	CV %	3,76	6,97	7,38	9,79
25°C	Média	3,40	11,81	8,63	41,84
	CV %	2,57	5,84	7,06	7,00

Brackmann et al. (1999) não verificaram diferenças estatísticas significativas no SST de laranjas ‘Valência’ submetidas ao armazenamento por 60 dias sob diferentes condições de temperaturas, atmosfera controlada e modificada. Kluge et al. (2007) ao armazenar laranja ‘Valência’ a 1°C por até 90 dias sem nenhum tipo de tratamento (Controle) ou submetidos a diferentes condicionamento térmicos não observaram alterações significativas nos teores de SST, cuja magnitude dos resultados estiveram entre 11,47 a 12,77° Brix.

No presente estudo verificou-se teor médio de SST de 12,02, 11,88 e 11,81°Brix para laranjas armazenadas em temperaturas de 3, 8 e 25°C, respectivamente, valores estes que encontram-se dentro da faixa comumente encontrada em laranjas frescas (STUCHI, DONADIO e SEMPIONATO, 2002; GONDIM et al., 2001; LATADO et al., 2008).

Embora Vale et al. (2006) tenham verificado uma ligeira variação de SST durante o armazenamento de tangerinas ‘Ponkan’ com tendências de incremento e Lima et al. (1999), de forma contrária, descreveram uma tendência de queda até o 8º dia de armazenamento, seguida de aumento até o final da estocagem, essas variações foram muito pequenas durante o período de tempo estudado. Para Cantillano et al. (2009) o

teor de SST apresentou uma discreta diminuição entre a colheita e o armazenamento de laranjas 'Salustiana', porém sem haver diferenças entre os tratamentos.

Os teores de açúcares totais oscilaram de 8,63 a 9,10% em função das diferentes temperaturas de armazenamento, de maneira que se encontram dentro dos níveis normais de 4,0 a 11,1% para laranjas e tangerinas, preconizadas por Ting e Attaway (1971). Este tipo de comportamento está em concordância com o que ocorreu no armazenamento de tangerinas 'Ponkan', cujo teor médio obtido foi de 9,58% (LIMA et al., 1999). Os frutos cítricos apresentam modificações mínimas no conteúdo de açúcares, o que por sua vez justifica as menores perdas na qualidade durante o período de armazenamento. Para isso, os frutos devem ser colhidos quando já atingiram a maturidade fisiológica, uma vez que são não climatéricos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Em se tratando do teor de vitamina C ou ácido ascórbico (AA) presentes nos sucos mantiveram-se com concentração praticamente constante durante todo o período de armazenamento dos frutos. É destacado por Kluge et al. (2002) que poucas alterações no conteúdo vitamínico dos frutos ocorrem com o armazenamento, a menos que haja processamento. Vários estudos demonstraram a não alteração do teor ou ocorrência de pequena perda, geralmente não-significativa, no armazenamento de frutos cítricos sob diferentes condições (CERETTA et al., 1999; RAPISARDA et al., 2001; VALE et al., 2006). Deve-se ressaltar, porém que este trabalho demonstrou que quanto maior foi a temperatura de armazenamento dos frutos, menor foi o teor médio de AA observado (Tabela 1). Frutos expostos a maior temperatura podem ter iniciado mais cedo a sua senescência, onde o ácido ascórbico é consumido em reações oxidativas (GARDNER et al., 2000).

No caso de tangerinas 'ponkan', Lima et al. (1999) reportaram que teor de AA tendeu a diminuir linearmente durante o armazenamento, atingindo uma queda de cerca de 12% até 20 dias de armazenamento. Da mesma forma, Kluge et al. (2007) observaram que em laranjas 'Valência' houve redução de até 38% na quantidade de AA durante o armazenamento refrigerado por até 90 dias. Para as laranjas Salustiana o teor de AA diminuiu entre a colheita e o período de conservação refrigerado, com diferença significativa a partir do 30º dia para o fator tempo e no 90º dia entre os tratamentos controle e revestimento de cera de carnaúba associada com resinas vegetais (CANTILLANO et al., 2009).

Contraditoriamente, Tavares (2003) verificaram elevação nos teores de AA pelo menos até 30 dias durante o armazenamento de tangor ‘Murcott e lima ácida ‘Tahiti’, sendo que no caso dos frutos tratados com MCP e AVG, a elevação foi maior.

Ficou claro, portanto, que boa parte das transformações pelas quais os frutos de laranja 'Champagne' passaram durante o armazenamento por 24 dias em temperatura ambiente e 60 dias em temperatura de refrigeração, se mostra na parte externa do fruto (*vide* apêndice), de modo que poucas alterações, nas características avaliadas, foram constatadas no suco. Isso pode ser justificado dado o fato dos frutos não climatéricos, como os citros, apresentarem apenas o sistema 1 de produção de etileno, isto é, a produção deste hormônio é muito baixa (VENDRELL e PALOMER, 1997), de maneira que o etileno, em frutos não climatéricos, está envolvido em alguns eventos associados à maturação, como a degradação da clorofila da casca devido ao etileno aumentar a atividade da clorofilase, enzima responsável pela catálise da molécula de clorofila (GOLDSCHMIDT, 1997; JACOMINO et al. (2003).

Frequentemente, quando se tem grandes perdas de massa em frutos, é comum ocorrerem alterações em alguns parâmetros químicos, decorrentes da concentração dos compostos em reposta a perda de água. Mesmo com perdas de água que atingiram quase 30% em alguns tratamentos destes estudo, esse comportamento não foi verificado em laranjas 'Champagne'. Jomori et al. (2003) afirmam que a transpiração fica restrita apenas às células da casca, precisamente no flavedo e albedo do fruto, não interferindo no teor dos constituintes presentes no suco.

Embora não se tenham constatadas variações significativas nos atributos químicos dos frutos em razão do tempo e embalagens, deve-se considerar que a aparência murcha dos frutos pode inviabilizar ou prejudicar a sua comercialização *in natura*, de modo que o investimento em embalagens de PVC e polietileno pode garantir um produto de melhor qualidade, perdas e mais lucros para o produtor e o comerciante.

Sendo assim, sugere-se a realização de novos estudos complementares a este focando o uso de filmes de polietileno e PVC, perfurados ou não, com diferentes espessuras e permeabilidades avaliando os frutos durante o armazenamento por meio da análise de compostos oriundos da deterioração, análise de atributos específicos de aparência como cor, textura, danos pelo frio, etc. associados, sobretudo com a análise sensorial, como meio de comprovar a real eficácia destes tipos de embalagem na manutenção da qualidade dos frutos, uma vez que os filmes utilizados devem ser

adequados, pois eles necessitam de permeabilidade específica para cada tipo de fruta e condições de armazenamento.

CONCLUSÕES

Os frutos sem embalagem e os revestidos com fécula de mandioca a 2 e 4% tiveram maior perda de massa verificada ao longo do armazenamento.

As temperaturas de refrigeração proporcionaram menores perdas de massa em frutos sem embalagem, nos revestidos com filme comestível a base de fécula de mandioca e nos envolvidos com filme de PVC.

Não foram constatadas variações significativas nos atributos químicos dos frutos em razão do tempo de armazenamento e das embalagens.

A utilização do armazenamento refrigerado a 3°C associado a AM, por meio de filmes de PVC e polietileno, proporcionou a conservação das características físico-químicas do suco dos frutos e da aparência externa até o 60º dia de armazenamento.

REFERÊNCIAS

ALLEONI, A.C.C.; JACOMINO, A.P.; ROSA, A.S. Recobrimento de laranja 'Pêra' com filme de concentrado protéico de soro de leite associado a plastificantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.8, p.1221-1226, 2006.

ASSMANN, A.P; CITADIN, I.; KALICZ, C.A.; LOCATELLI, M.C.; DANNER, M.A. Armazenamento de caqui cv. 'fuyu' e laranja cv. 'pêra' em atmosfera modificada sob diferentes temperaturas. **Synergismus Scientifica UTFPR**, v. 01, n. 1,2,3,4, p. 133-143, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC**. Washington, 1997. p. 16-17. (v. 2)

AWAD, M. **Fisiologia Pós-colheita de Frutos**. São Paulo. Nobel, 1993.114p.

BEN-YEHOSHUA, S.; KOBILER, I.; SHAPIRO, B. Some physiological effects of delaying deterioration of citrus fruit by individual seal packaging in high density polyethylene film. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 104, n. 6, p. 868-872. 1979.

BRACKMANN, A.; PETERLE, M. E.; PINTO, J.A.V.; WEBER, A.; SAUTTER, C.K.; EISERMANN, A.C. Temperatura e umidade relativa na qualidade da tangerina "Montenegrina" armazenada. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 340-344, 2008.

BRACKMANN, A.; LUNARDI, R.; DONAZZOLO, J. Frigoconservação e controle de podridões em laranja “Valência”. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 247-251, 1999.

BRUNINI, M.A.; OLIVEIRA, A.L.; SALANDINI, C.A.R. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) cv ‘sabará’. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 049-052, 2002.

CALEGARO, J.M.; PEZZI, E.; BENDER, R.J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1049-1055, 2002.

CANTILLANO, R.F.F.; CASTAÑEDA, L.M.F.; CASTRO, L.A.S.; TREPTOW, R.O. **Qualidade pós-colheita de laranjas cv. Salustiana sob atmosfera modificada durante o armazenamento refrigerado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 31 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 90).

CAO, N.; YANG, X.; FU, Y. Effects of various plasticizers on mechanical and water vapor barrier properties of gelatin films. **Food Hydrocolloids**. v. 23, n. 3, p. 729–735, 2009.

CERETTA, M.; GONÇALVES, E. D.; DUTRA, L. F.; RINALDI, M. M.; ROMBALDI, C. V. Filme de polietileno e cera na qualidade da laranja “Valência” frigoarmazenada. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n. 1, p.35-37, 1999.

CHITARRA M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 783p.

CIA, P.; BRON, I.U.; VALENTINI, S.R.T.; PIO, R.; CHAGAS, E.A. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita da amora-preta. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 11-16, 2007.

CISNEROS-ZEVALLOS, L.; KROCHTA, J.M. Internal modified atmospheres of coated fresh fruits and vegetables: understanding relative humidity effects. **Journal of Food Science**, v. 67, p. 2792- 2797, 2002.

CRESTE. J. E. **O potássio na cultura dos citrus**. In: YAMADA, T. ; ROBERTS, T. L. Potássio na agricultura Brasileira. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 2005. 841p.

DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L. G. **Crop production science in horticulture 2: citrus**. Wallingford: CAB International, 1994. 254 p.

DI GIORGI, F.; YASUHIRO IDE, B.; DIB K.; MARCHI, R. J.; TRIBONI, H. R.; WAGNER, R. L. Proposta para ampliação do conceito de estimativa de safra quantitativa para qualitativa. **Laranja**, v. 15, n. 2, p. 97-122, 1994.

ECHEVERRIA, E.; VALICH, J. Enzymes of sugar and acid metabolism in stored Valencia Oranges. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, n. 114, p. 445-449, 1989.

ERKAN, M.; PEKMEZCI, M.; WANG, C.Y. Hot water and curing treatments reduce chilling injury and maintain post-harvest quality of “Valencia” oranges. **Internacional Journal of Food Science and Technology**, v. 40, p. 91-96, 2005.

FIORAVANÇO, J.C.; MÂNICA, I. Armazenamento de frutas cítricas em temperatura controlada. **Cadernos de Horticultura**, v. 2, n. 2, p. 1-8, 1994.

FISCHER, I.H.; FERREIRA, M.D.; SPÓSITO, M.B.; AMORIM, L. Citrus postharvest diseases and injuries related to impact on packing lines. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 2, p. 210-217, 2009.

GARDNER, P.T.; WHITE, T.A.C.; McPHAIL, D.B.; DUTHIE, G.G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolic to the antioxidants potential of fruits juices. **Food Chemistry**, v. 68, p. 471-474, 2000.

GILFILLAN, I.M. Preliminary trials on polyethylene film-wrap for South African citrus export fruit. II. Decay and filmwrap machinery. **The Citrus and Subtropical Fruit Journal**, v. 616, n.10, p. 7-8, 1985.

GOLDSCHMIDT, E.E. Ripening of citrus and other non-climateric fruits: a role for ethylene. **Acta Horticulturae**, n. 463, p. 325-334, 1997.

GONDIM, T. M.S.; RTZINGER, R.; CUNHA SOBRINHO, A.P. Seleção e caracterização de laranjeiras-doces (*Citrus sinensis* (L.) OSBECK) no estado do Acre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 451-454, 2001.

GORRIS, L.G.M.; PEPPELENBOS, H.W. Modified atmosphere and vacuum packaging to extend the shelf life of respiring food products. **Hortechology**, v. 2, n. 3, p. 303-309, 1992.

HAO, H.P.; HAO, L. Study on storing strawberry at a temperature near the freezing point of water. **Journal of Fruit Science**, v. 10, n. 1, p. 21-24, 1993.

HENRIQUE, C.M.; CEREDA, M.P. Uso de ethephon e fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão siciliano. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 99-106, 2007.

IBRAF (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS). **Estatísticas**. Disponível em: < http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp > Acesso em: 20/10/2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: ANVISA, 2005. 1018p.

JACOMINO, A.P.; MENDONÇA, K.; KLUGE, R.A. Armazenamento refrigerado de limões ‘siciliano’ tratados com etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 45-48, 2003.

JOMORI, M.L.L.; KLUGE, R.A.; JACOMINO, A.P.; TAVARES, S. Conservação refrigerada de lima ácida “Tahiti”: uso de 1- metilcicloropeno, ácido giberélico e cera. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 406-409, 2003.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. California: University of California, 1992. 296 p.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.

KE, D.; KADER, A.A. Tolerance of 'Valencia' Oranges to controlled atmospheres, as determined by physiological responses and quality attributes. **Journal of American Society Horticultural Science**, v. 115, n. 5, p. 779-783, 1990.

KESTER, J. J.; FENNEMA, O. Edible films and coatings: a review. **Food technology**, v. 40, n. 12, p. 47-59. 1986.

KLUGE, R.A.; BILHALVA, A.B.; CANTILLANO, R.F.F. Armazenamento refrigerado de ameixas 'Reubennel' (*Prunus salicina* Lindl.): efeitos do estágio de maturação e do polietileno. **Scientia Agricola**, v. 53, n. 2-3, p. 226-231, 1996.

KLUGE, R.A.; BILHALVA, A.B.; CANTILLANO, R.F.F. Influência do estágio de maturação e da embalagem de polietileno na frigoconservação de ameixa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 323-329, 1999.

KLUGE, R.A.; JOMORI, M.L.L.; EDAGI, F.K.; JACOMINO, A.P.; AGUILA, J.S. Danos de frio e qualidade de frutas cítricas tratadas termicamente e armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 233-238, 2007.

KLUGE, R.A.; JORGE, R. Efeito da embalagem de polietileno na frigoconservação de ameixas amarelinhas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 231, n. 3, p. 21-25, 1992.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2. ed. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214p.

KROCHTA, J.M.; BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIERO, M.O. **Edible coatings and films to improve food quality**. A Technomic Publishing Company, 1994.

LATADO, R.R.; TOGNATO, P.C.; SILVA-STENICO, M.E.; NASCIMENTO, L.M.; SANTOS, P.C.; Acúmulo de antocianinas e características físicas e químicas de frutos de laranjas sanguíneas durante o armazenamento a frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 604-610, 2008.

LEME, A.C.; GROppo, V.D.; ROMERO, A.C.; SPOTO, M.H.F.; JACOMINO, A.P. Influência do uso de películas comestíveis em laranja 'Pêra' minimamente processada. **Boletim CEPPA**, v. 25, n. 1, p. 15-24, 2007.

LIMA, L.C.; VILAS BOAS, E.V.B.; REIS, J.M.R.; CHITARRA, A.B. Qualidade dos frutos de tangerineiras 'Ponkan' (*Citrus reticulata* blanco), armazenados sob temperatura ambiente. **Revista da Universidade de Alfenas**, v. 5, p. 27-31, 1999.

MALGARIM, M.B.; CANTILLANO, R.F.F.; TREPTOW, R.O. Conservação de tangerina cv. *Clemenules* utilizado diferentes recobrimentos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 1, p. 75-82, 2007.

MANNHEIN, C.H.; SOFFER, T. Permeability of different wax coatings and their effect on citrus fruit quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, p. 919-923, 1996.

NASCIMENTO, L.M.; CUZIN, J.; MARTINS, A.B.G. Efeito do etileno na qualidade de frutos da laranjeira pera armazenados sob diferentes temperaturas. **Ver. Iber. Tecnologia Postcosecha**, v. 8, n. 1, p. 7-16, 2006.

NASCIMENTO, L.M.; SANTOS, E.J.; LEONEZI, A.L. Eficiência da aplicação de diferentes doses de fungicidas em lima ácida tahiti, laranja pêra e tangor murcott para o controle de *Penicillium digitatum*. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, v. 7, n. 1, p. 41-47, 2005.

NUNES, E. E.; BOAS, B. M. V.; CARVALHO, G. L. de; SIQUEIRA, H. H. DE; LIMA, L. C. DE O. Vida útil de pêssegos 'Aurora 2' armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 438-440, 2004.

OETTNER M.; REGINATTO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F., **Fundamentos de Ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. 612p.

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.

OLIVEIRA, S.M.A.; TERAPO, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C.H. **Patologia pós-colheita**: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 855p.

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. **Post-harvest Horticulture Series**, [S.l.], n. 17, p. 153-159, 1997.

PFAFFENBACH, L.B.; CASTRO, J.D.; CARVALHO, C.R.L.; ROSSETO, C.J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 410-413, 2003.

PORAT, R.; WEISS, B.; COHEN, L.; DAUS, A.; AHARONI, N. Reduction of postharvest rind disorders in citrus fruit by modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, n. 1, p. 35-43, 2004.

RAPISARDA, P.; BELLOMO, S.E.; INTELISANO, S. Storage temperature effects on blood orange fruit quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 49, p. 3230-3235, 2001.

RESENDE, J.M.; VILAS BOAS, E.V.B.; CHITARRA, M.I.F. Uso de atmosfera modificada na conservação póscolheita do maracujá amarelo, **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 1, p. 159-168, 2001.

SALA, M.J. Involvement of oxidative stress in chilling injury in cold-stored mandarin fruits. **Postharvest Biology and Technology**, v. 13, n. 3, p. 255-261, 1998.

SCALON, S.P.Q.; DELL'OLIO, P.; FORNASIERI, J.L. Temperatura e embalagens na conservação pós-colheita de *Eugenia uvalha* Cambess – Mirtaceae. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1965-1968, 2004.

SCANAVACA JÚNIOR, L.S.; FONSECA, N.; PEREIRA, M.E.C. Uso de fécula de mandioca na pós-colheita de Manga 'surpresa'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 067-071, 2007.

SHAW, N.B.; MONAHAN, F.J.; O'RIORDAN, E.D.; O'SULLIVAN, M. Physical properties of WPI films plasticized with glycerol, xylitol, or sorbitol. **Journal of Food Science**, v. 67, p. 164-167, 2002.

SILVA, D.F.P.; SIQUEIRA, D.L.; SANTOS, D.; MACHADO, D.L.M.; SALOMÃO, L.C.C. Recobrimentos comestíveis na conservação pós-colheita de 'mexerica-do-rio' **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.especial, p. 357-362, 2011.

SILVA, G.G.; SOUZA, P.A.; MORAIS, P.L.D.; SANTOS, E.C.; MOURA, R.D.; MENEZES, J.B.; Caracterização do fruto de ameixa silvestre. Caracterização do fruto de ameixa silvestre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 311-314, 2008.

SINGH, K.K.; REDDY, B.S.; Post-harvest physico-mechanical properties of Orange peel and fruit. **Journal of Food Engineering**, v. 73, p. 112-120, 2006.

STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R. Qualidade industrial e produção de frutos de laranjeira 'Valência' enxertada sobre sete porta- enxertos. **Laranja**, v. 23, n. 2, p. 453-471, 2002.

TAVARES, S. **Maturação e conservação do Tangor de 'Murcote' (*Citrus reticulata* Blanco X *Citrus sinensis* Osbec) e da Lima Ácida (*Citrus latifolia* Tanaka), sob efeitos de bioreguladores**. 2003. 128f. Tese (doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

TING, S. V.; ATTAWAY, J. A. Citrus fruits. In: **Biochemistry of fruits and their Products**. v. 2, (ed. A.C. Hulme), Academic Press, London, 1971, p.107-169.

VALE, A.A.S.; SANTOS,C.D.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, J.A. Alterações químicas, físicas e físico-químicas da tangerina 'ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) durante o armazenamento refrigerado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.4, p.778-786, 2006.

VENDRELL, M.; PALOMER, X. Hormonal control of fruit ripening in climacteric fruits. **Acta Horticulturae**, v.463, p.325-334, 1997.

VICENTINI, N.M.; CEREDA, M.P. Uso de Filmes de Fecula de Mandioca em Pós-colheita de Pepino (*Cucumis sativus* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 2, n. 1,2, p.87-90, 1999.

YAMASHITA, F.; TONZAR, A. C.; FERNANDES, J. G.; MORIYA, S.; BENASSI, M. T. Embalagem individual de mangas cv. Tommy Atkins em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.3, n.23, p.288-292, 2001.

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE LARANJAS 'CHAMPAGNE' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) MINIMAMENTE PROCESSADA E EM ATMOSFERA MODIFICADA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE
LARANJAS 'CHAMPAGNE' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) MINIMAMENTE
PROCESSADA E EM ATMOSFERA MODIFICADA**

RESUMO – Objetivou-se com este trabalho verificar a influência de diferentes operações de processamento mínimo e embalagens ao longo de oito dias de armazenamento a 5°C nas características físico-químicas e microbiológicas de em laranjas ‘Champagne’. Frutos maduros foram colhidos, lavados, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm) por 10 minutos e refrigerados por 12 horas a 5°C. Os frutos foram submetidos aos seguintes tratamentos a) fruto inteiro sem flavedo b) fruto inteiro sem flavedo e sem albedo c) fruto segmentado em gomo. Os tipos de embalagem utilizados foram: a) bandeja de poliestireno expandido (BPE) sem cobertura (controle); b) BPE com película comestível de gelatina a 3%; c) BPE com cobertura de PVC esticável (9 µm); d) BPE com cobertura de polietileno (60 µm); e) pote plástico de poliestireno translúcido com tampa. As laranjas minimamente processadas foram armazenadas a 5°C por oito dias, e avaliadas a cada dois dias quanto a perda de massa, pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais (°Brix), açúcares totais, ácido ascórbico, contagem de bactérias psicrófilas, bolores e leveduras e coliformes totais e fecais. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 5, sendo cinco embalagens e cinco períodos de avaliação para cada nível de processo com quatro repetições. A maior perda de massa foi observada em frutos com remoção do flavedo e segmentados em gomos sob tratamentos sem embalagem (controle) e contendo película de gelatina a 3%. Os teores de SST e açúcares totais em frutos com remoção somente do flavedo não variaram em função dos fatores tempo e embalagens, enquanto nos outros tratamentos de processamento estes teores aumentaram principalmente para os frutos que sofreram maiores perdas de massa. Quanto ao pH, verificou-se que na maior parte dos tratamentos os resultados tenderam a um ligeiro aumento ao longo do armazenamento com concomitante redução nos teores de acidez total titulável. O teor de ácido ascórbico sofreu redução, sobretudo no início da estocagem, sem interferência do fator embalagem. As análises microbiológicas demonstraram maiores contagens de bactérias psicrófilas somente no 8º dia de armazenamento, com destaque para os frutos processados em gomos e revestidos com filme de gelatina. As contagens de bolores não ultrapassaram os limites preconizados no período avaliado, entretanto, as maiores contagens foram verificadas em frutos descascados sem flavedo. Em nenhum dos tratamentos foram detectados coliformes fecais e a quantidade de coliformes totais elevou-se a medida que avançou o armazenamento. Laranjas ‘Champagne’ embaladas em filmes de PVC, potes de poliestireno com tampa e filmes de polietileno, independente do nível de operação pelos quais foram submetidos mantiveram boa aparência e não apresentaram modificações nas características físico-químicas e microbiológicas que comprometessem a sua qualidade até o 8º dia de armazenamento.

Palavras chave: Citros, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, produtos minimamente processados, embalagem.

**PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF 'CHAMPAGNE' ORANGES (*Citrus sinensis* L. Osbeck) MINIMALLY
PROCESSED AND UNDER MODIFIED ATMOSPHERE**

ABSTRACT - The aim of this study was to verify the influence of different minimal processing operations and packaging during eight days of storage at 5°C in the physical-chemical and microbiological characteristics of 'Champagne' oranges. Mature fruits were harvested, washed and sanitized in sodium hypochlorite solution (200 ppm) for 10 minutes and refrigerated for 12 hours at 5°C. The fruits were subjected to the following treatments: a) whole fruit without flavedo; b) whole fruit without flavedo and albedo; c) segmented fruit in buds. The types of packaging used were: a) extended polystyrene tray (BPE) without cover (control); b) BPE with edible film of gelatin at 3%; c) BPE covered with stretchable PVC (9 µm); d) BPE covered with polyethylene (60 µm); e) polyesthyrene translucent plastic container with a lid. The minimally processed oranges were stored at 5°C for 8 days, and analyzed every two days as the weight loss, pH, total titratable acidity, SST- total soluble solids (°Brix), total sugars, ascorbic acid, counts of psychrophilic bacteria, molds and yeasts and total and fecal coliforms. The experimental design was completely randomized in a 5x5 factorial, with five packagings and five periods of evaluation for each level of process with four replications. The greatest weight loss was observed in fruits without flavedo and segmented fruit in buds under the treatment without packaging (control) and with the film of gelatin at 3%. The levels of SST and total sugars in fruits with only removing the flavedo did not vary with factors of time and packagings while in all the others treatments of processing these increased levels especially for the fruits which suffered greater loss of weight. Related to pH, it was observed that in most of the treatments the results tended in a slight increase during storage with a concomitant reduction in levels of total titratable acidity. The acid ascorbic level was reduced, particularly at the beginning of storage without interference from the packaging factor. The microbiological analysis showed higher counts of psychrophilic bacteria only on the 8th day of storage, giving prominence to the processed fruit into segments and covered with gelatin film. The counts of molds did not exceed the limits recommended during the evaluation period, however, the higher counts were observed in peeled fruit without flavedo. In any treatment were detected fecal coliforms and the number of total coliforms increased as the storage advanced. 'Champagne' oranges packed in PVC film, polyesthyrene plastic containers with a lid and polyesthyrene film, regardless of the level of operation by which they were submitted maintained good appearance and did not show any changes in the physical-chemical and microbiological characteristics that might compromise their quality up to the 8th day of storage.

Key-words: Citrus, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, minimally processed products, packagings.

INTRODUÇÃO

As pessoas têm buscado se alimentar de forma mais saudável incluindo mais frutas e hortaliças em sua alimentação. Porém, o tempo disponível para o preparo dos

alimentos é pequeno devido à vida agitada das grandes cidades. Surgem neste contexto os produtos minimamente processados (PMP) ou produtos prontos para o consumo, para facilitar o preparo e consumo com a vantagem de manter a qualidade dos produtos frescos (CARVALHO e LIMA, 2002).

O processamento mínimo é definido como a operação que elimina as partes não comestíveis, dividindo o produto em tamanhos menores prontos para o consumo ou preparo imediato, sem a perda da condição de produto fresco, com manutenção da qualidade e da sanidade (LIMA et al., 2005). Para obter um produto comestível fresco e pronto para o consumo, é necessário submeter o produto a operações de seleção, lavagem, corte, sanitização, centrifugação, embalagem, armazenamento e comercialização (CHITARRA, 2000).

A demanda por PMP ou “fresh-cut” cresce a cada dia e, por conseguinte, a necessidade de tecnologia para sua produção, uma vez que o processo ainda é muito artesanal dificultando o aumento da escala de produção. Paralelamente ao aumento da produção, é necessário fornecer produtos semelhantes ao fresco, com vida útil prolongada e ao mesmo tempo com boas qualidades nutritivas e sensoriais. No caso de laranjas, o processamento mínimo é muito relevante, uma vez que o consumo *in natura* muitas vezes é limitado pela inconveniência do descascamento, sobretudo pela liberação de óleos essenciais (GROPPO et al, 2009).

Sato et al. (2007) avaliaram o consumo de PMP na cidade de SP e verificaram que 64,3% dos entrevistados adquirem PMP. O grupo de produtos mais adquiridos no formato de minimamente processados são os legumes, seguidos pelas verduras e, por último, as frutas. Para os consumidores destes produtos a principal razão citada para a compra é a praticidade, seguida da higiene. O principal fator que desestimula a compra ou o aumento da frequência ainda é o preço elevado.

As múltiplas operações que envolvem o processamento mínimo, sobretudo o corte, expõe os tecidos internos do vegetal pelo estresse mecânico, acelerando o metabolismo desses produtos e, por conseguinte aumentando as taxas de deterioração em relação ao produto inteiro (KLUGE et al., 2005). A fisiologia dos PMP é a mesma fisiologia dos tecidos injuriados, onde ocorre aumento na respiração e produção de etileno e em alguns casos, a indução da cicatrização de feridas. As injúrias tornam o produto mais suscetível à infecção por patógenos. Outras conseqüências da injúria são de natureza química e física como escurecimento enzimático, oxidação de lipídios ou o aumento na perda de água (JACOMINO et al., 2004).

O fato das laranjas possuírem características fisiológicas (não climatéricas) e morfológicas (estrutura em gomos), além de terem boa resistência à refrigeração tornam-as adequadas para o preparo de PMP por serem mais estáveis às condições de armazenamento (PLAZA et al., 2011; DONADON et al., 2004). Essa maior estabilidade ocorre devido a taxa respiratória dos frutos cítricos, quando descascados, igualar-se à taxa respiratória dos frutos intactos após poucas horas do processamento, tendo em vista a baixa produção de etileno. Mesmo assim, as operações envolvidas no processamento mínimo de frutas reduzem a vida útil das mesmas uma vez que, os exudatos destes cortes são um meio favorável para o desenvolvimento de fungos e bactérias (JACOMINO et al., 2005).

Por serem muito manipulados, esses produtos podem ter sua microbiota deteriorante aumentada, alterada e, eventualmente, veicular micro-organismos patogênicos. Dentre os micro-organismos encontrados em PMPs, podem ser destacadas as leveduras, coliformes totais, coliformes fecais, bolores e mesófilos (NEGUYEN; CARLIN, 1994). Por isso, é necessário associar métodos de controle que visam minimizar as reações metabólicas indesejáveis, que conduzem a deterioração e afetam as características e qualidade dos PMPs. Neste sentido, vários procedimentos têm sido adotados, tais como: a seleção de cultivar apropriada e a determinação do grau de maturação, assim, como as tecnologias que envolvem refrigeração, controle de umidade, adição de químicos e embalagens em atmosferas modificadas têm sido usados com frequência para preservar a qualidade desses produtos e aumentar a vida de prateleira (ARAÚJO e CHITARRA, 2005).

Os PMP são susceptíveis a várias alterações que prejudicam sua qualidade ao longo do tempo. A perda de água nestes produtos não traz como prejuízo somente a perda de peso, mas também a perda de qualidade, principalmente pelas alterações na textura. Até certo limite, se tolera a perda de água, mas deve ser evitada para que não ocorra o murchamento ou enrugamento dos frutos. Para tanto, reduz-se a taxa de transpiração por meio do aumento da umidade relativa do ar, diminuição da temperatura, redução da movimentação do ar e o uso de embalagens protetoras (BARROS et al., 1994). Neste caso, citam-se os filmes plásticos, as ceras e os filmes comestíveis.

Para o preparo de películas (filmes) comestíveis, são utilizados matéria-prima derivada da amilose, da celulose ou do colágeno (LUCENA et al., 2004). A gelatina é obtida a partir da clivagem hidrolítica das cadeias de colágeno por meio de

tratamento ácido ou alcalino. O sol-gel é obtido por precipitação, ou simplesmente o resfriamento de uma suspensão hidrocolóide formada na presença de água e calor (GENNADIOS et al., 1994). Dada a natureza polar das proteínas, a gelatina confere aos seus filmes a propriedade de excelente barreira ao oxigênio (apolar), possivelmente devido a sua impermeabilidade à substâncias apolares e a alta densidade de energia coesiva que apresentam (MAIA et al., 2000).

Alguns trabalhos nacionais e internacionais já vem estudando há algum tempo as transformações pelos quais passam os PMPs provenientes de frutos cítricos como laranja 'Valência' (PLAZA et al., 2011), laranja de Felgueira (ROCHA et al., 1995), laranja 'Pera' (DONADON et al., 2004; LEME et al., 2007; ARRUDA et al., 2008b; GROppo et al., 2009; ARRUDA et al., 2011), laranja 'Salustiana' (PRETEL et al., 1998), tangerinas (TIBOLA et al., 2006; PINTO et al., 2007; DEL-VALLE et al., 2009), tangor 'Murcott' (KLUGE et al., 2003) e limão (HERNÁNDEZ et al., 2007).

Desta forma, o uso da atmosfera modificada por meio de diferentes embalagens ou revestimento comestível como a gelatina torna-se interessante uma vez que minimizam os processos fisiológicos e bioquímicos do produto minimamente processado, bem como na redução da contaminação e proliferação de microorganismos, retardando a senescência. Por isso objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes tipos de processamento e atmosfera modificada na conservação de laranjas 'Champagne' minimamente processadas, mediante análises físico-químicas e microbiológicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Laranjas 'Champagne' em estágio de maturação comercial (50-75% da casca com coloração amarela) foram coletadas, manualmente, em julho de 2010, no período da manhã em uma propriedade rural do município de Amambaí (MS) localizada sob coordenadas geográficas de 23°02'32.67" S e 55°12'48.78" O. Após acondicionamento em caixas plásticas hortifruti, os frutos foram rapidamente transportados em veículos não refrigerados para o laboratório de Bromatologia do Centro Universitário da Grande Dourados, para a condução dos experimentos. Os frutos que se apresentaram fora dos padrões de estágio de maturação assim como aqueles com sinais de injúrias mecânicas foram descartados.

As laranjas selecionadas foram lavadas com detergente neutro para retirada de sujidades grosseiras sendo em seguida imersas em solução clorada com 200 mg.L^{-1} por 10 minutos e refrigeradas por 12 horas a 5°C . Decorrido esse tempo, os frutos foram submetidos a três tipos de processamento (*vide* apêndices): a) inteiro sem o flavedo; b) inteiro sem o flavedo e albedo; c) segmentação dos gomos. Todos os frutos destinados ao processamento em que houve a remoção do albedo e flavedo e os segmentados em gomos foram submetidos ao tratamento hidrotérmico, que consistiu em manter os frutos em água a $50 \pm 1^\circ\text{C}$ por oito minutos (ARRUDA et al., 2008a), com o intuito de facilitar o descascamento para remoção manual do flavedo e albedo.

O acondicionamento dos frutos em embalagens se deu da seguinte forma: a) bandeja de poliestireno expandido (BPE) sem cobertura (controle); b) BPE com película comestível de gelatina a base de colágeno a 3% (m/v); c) BPE com cobertura de PVC esticável ($9\mu\text{m}$); d) BPE com cobertura de polietileno ($60\mu\text{m}$); e) pote plástico de poliestireno translúcido com tampa.

Para o preparo do filme comestível a base de gelatina, massa pré-determinada de gelatina foi pesada e adicionada sob agitação em uma pequena quantidade de água destilada. Essa mistura permaneceu em descanso por 10 minutos para a hidratação da gelatina. Após esse período, foi acrescentado água a 70°C sob agitação até completar o volume. Essa mistura foi resfriada até atingir 30°C e então, os frutos foram imersos por um minuto nesta mistura, deixados para secar em tela e distribuídos nas bandejas de poliestireno expandido.

Todas estas etapas de processamento ocorreram dentro de sala climatizada a 20°C em bancadas devidamente higienizadas e com todos os operadores utilizando roupas de proteção (máscaras, luvas, touca e aventais). O armazenamento foi realizado a 5°C durante 8 dias sendo que a cada dois dias, amostras destes tratamentos foram retiradas do armazenamento e avaliadas quanto aos seguintes parâmetros: perda de massa; pH; acidez titulável (AT); sólidos solúveis totais (SST); teor de vitamina C (mg/100g); açúcares totais (%) e análises microbiológicas (bactérias psicrófilas, bolores e leveduras e coliformes totais e fecais).

A perda de massa foi determinada por meio de pesagem em balança semi-analítica, com os resultados expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial das bandejas contendo os frutos armazenados e aquele obtido a cada intervalo de tempo dos experimentos.

Para avaliação dos parâmetros físico-químicos, os frutos foram retirados das bandejas e submetidos a uma extração ou centrifugação (gomos) para a obtenção do suco. A acidez titulável (AT) foi determinada segundo o Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005) no qual 10 g do suco foram homogeneizados com 90 mL de água destilada e algumas gotas de solução de fenolftaleína como indicador, sendo então procedida a titulação com hidróxido de sódio a 0,1 M até que houvesse mudança na coloração da solução. O teor de sólidos solúveis e o pH foram determinados por leitura direta do suco homogeneizado, em um refratômetro de Abbe e em um peagâmetro devidamente calibrado em pH 7,0 e 4,0, respectivamente. Os resultados do teor de sólidos solúveis foram expressos em °Brix. A determinação do teor de ácido ascórbico (AA) seguiu o método de Tillmans (ASSOCIATION..., 1997). Para isso, 10 g do suco foram homogeneizados com 50 mL de ácido oxálico a 1%, e tituladas com solução de 2,6-diclorofenol-indofenol. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 mL de suco. Os açúcares totais foram determinados pelo método de Lane Eynon descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

As análises microbiológicas para bactérias psicrotóricas e bolores e leveduras seguiram metodologia descrita por Silva et al. (2007), no qual as amostras de suco dos frutos minimamente processados foram previamente diluídas em solução salina peptonada a fim de atingir diluições de 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} e, então, inoculadas por semeadura em superfície em meio “Plate count Agar”, para contagem de bactérias psicrotóricas e por semeadura em profundidade em agar dextrose batata acidificado, para contagem de bolores e leveduras. As placas contendo “Plate count Agar” foram incubadas a 7°C por sete a 10 dias e as placas contendo agar dextrose batata, foram incubadas a 25°C por três a cinco dias. Passado o tempo de incubação, as colônias obtidas nos meios foram contadas (Figura 13 - APÊNDICE) em um contador de colônias e os resultados expressos em UFC/g. Para a contagem de coliformes totais e fecais Placas PetrifilmTM EC (3M Company, St. Paul, MN, EUA) foram inoculadas com alíquotas de 1,0 mL das diferentes diluições preparadas a partir do suco dos PMP. Após incubação das placas a 35°C por 24 e 48 h, colônias azuis e vermelhas com bolhas serão consideradas colônias de *Escherichia coli* (coliformes fecais) e coliformes totais, respectivamente. O resultado foi obtido pela contagem das colônias e expresso em UFC/g.

Este experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 5, composto de 5 tipos de revestimentos (controle, embalagem

PVC, embalagem polietileno, pote de poliestireno, filme de gelatina a 3%) e cinco períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6 e 8 dias) para cada um dos 3 tipos de procedimentos de corte, com quatro repetições.

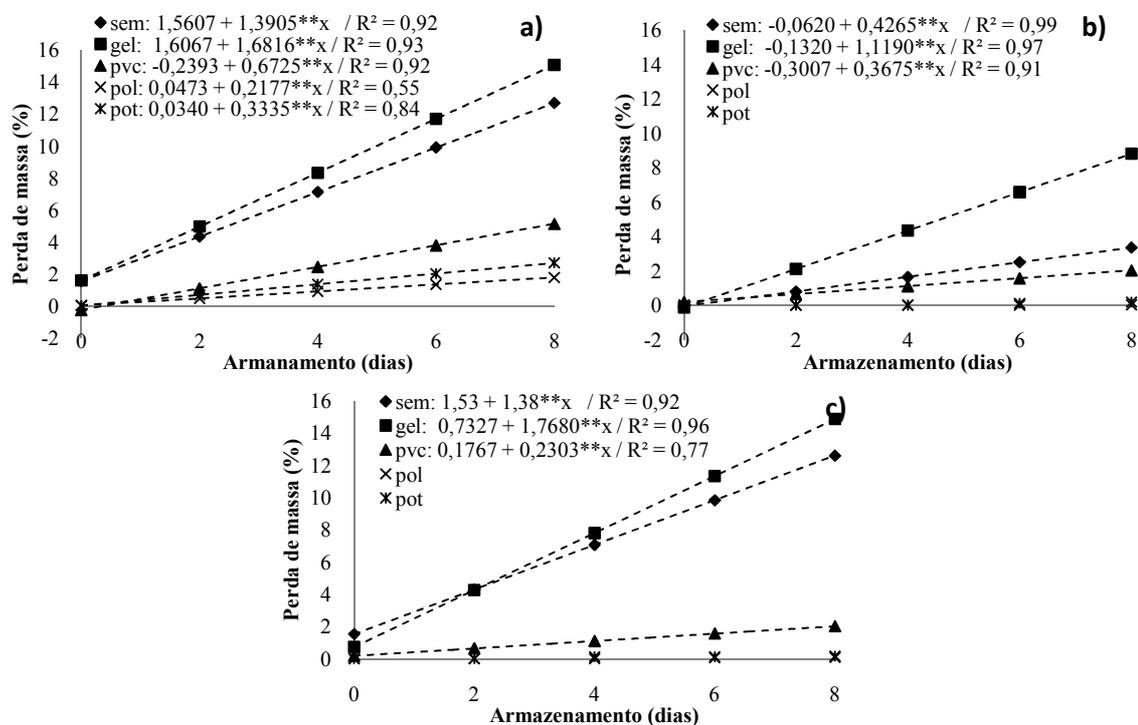
A partir dos resultados das análises de variância (teste F), a interação entre os fatores foi submetida à análise de regressão. O coeficiente de determinação mínimo (R^2) para utilização das curvas foi de 0,50. Para casos em que não houve ajuste de curvas, os valores foram representados apenas pelos pontos. Para comparação de médias foi aplicado o teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação dos efeitos tempo e embalagem na perda de massa das laranjas ‘Champagne’ minimamente processada (Figura 1). Observou-se aumento linear para perda de massa com o avanço do tempo de armazenamento, sobretudo nas laranjas minimamente processadas sem revestimento (controle) e contendo filme comestível de gelatina (3%), uma vez que estes frutos sofreram as maiores perdas de massa durante os oito dias de armazenamento, independente do tipo de processo pelo qual o fruto foi submetido.

Provavelmente um maior gradiente de pressão de vapor de água formado entre os tecidos internos dos frutos sem embalagem e o ar circulante no interior da câmara fria, fez com que estes frutos perdessem mais umidade que os embalados em filmes plásticos ou pote de poliestireno. Vale ressaltar ainda que os frutos envoltos com a película comestível a base de gelatina tiveram inclusive uma perda de massa superior aos frutos controle. Como o filme de gelatina é um hidrocolóide que retém água durante o processo de formação do gel, é possível que essa perda de água adicional não seja do fruto propriamente e sim da própria água retida na película que vai sendo eliminada por vaporização ao longo do armazenamento, mascarando os resultados. Os filmes a base de proteínas e carboidratos geralmente oferecem uma boa barreira contra oxigênio e de baixa a intermediária contra umidade relativa, têm boas propriedades mecânicas, mas a sua barreira contra vapor de água é pobre devido à sua natureza hidrofílica (GENNADIOS et al., 1994). Kester e Fennema (1986) ainda destacam que esses agentes são sacrificantes, ou seja, a umidade do gel evapora antes da desidratação do alimento revestido implicando então no retardo da perda da umidade no fruto. Moreira (2004) também constatou maior perda de massa em frutos de tangor ‘Murcott’

revestidos com película comestível a base de gelatina, cuja magnitude da perda foi proporcional à concentração de gelatina no filme.



*significativo a 5% de probabilidade. **significativo ao nível de 1% de probabilidade.

FIGURA 1. Perda de massa dos frutos de laranjas ‘Champagne’ em função do tempo e embalagem para cada um dos seguintes níveis de processamento: a) inteiro sem flavedo; b) inteiro sem flavedo e sem albedo e c) segmentados em gomos (gel: filme a base de gelatina a 3%. pvc: cloreto de polivinila. pol: filme de polietileno. pot: pote de poliestireno).

Os frutos dos tratamentos baseados no uso de potes de poliestireno e BPE revestidas com filme de polietileno foram os que apresentaram as menores perdas de massa, em todos os níveis de processamento. Certamente, este comportamento positivo, atribui-se a baixa permeabilidade destas embalagens aos vapores de água aliado ao efeito conjugado da atmosfera modificada e baixa temperatura de estocagem que reduzem a atividade respiratória. O efeito do polietileno, segundo Kluge e Jorge (1992) ocorre pela manutenção de uma alta umidade relativa ao redor das frutas, que minimiza o déficit de pressão de vapor de água e por consequência, impede uma grande perda de água pelas frutas por meio da transpiração. Pretel et al. (1998) encontraram perdas de massa inferiores a 0,2% para frutos de laranja ‘Salustiana’ descascados e segmentados

embalados em filmes de polipropileno e estocados por até 11 dias. Da mesma forma, Pinto et al. (2007) encontraram perdas de massa máximas de 0,3% em tangerinas ‘Ponkan’ descascadas e acondicionadas em embalagens plásticas de polipropileno com tampa.

Os frutos embalados em filmes de PVC tiveram perdas de massa superiores aos embalados em filme de polietileno. Tal fato deve-se a baixa espessura deste material (9 μ m), cuja barreira também é menor, permitindo assim a maior permeabilidade da água do meio interno para o externo. Pretel et al. (1998) concluíram que gomos de laranjas armazenados em filmes de menor barreira tiveram a maior perda de massa quando comparados com os filmes de maior barreira.

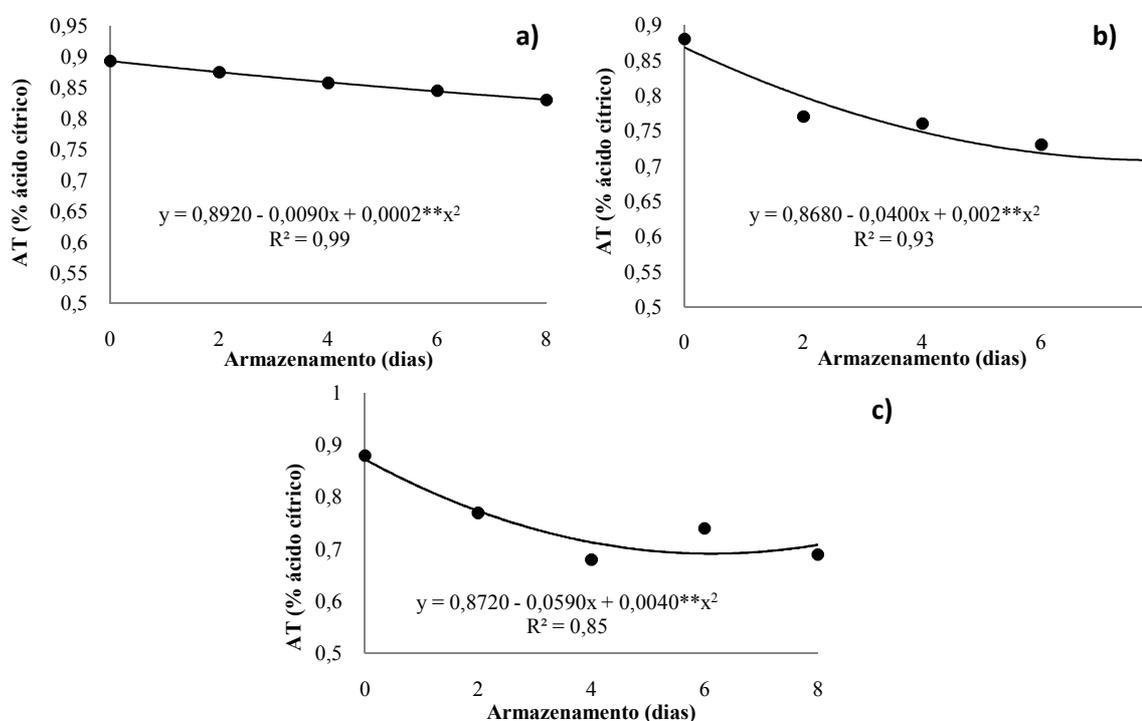
Independente do tipo da operação de processamento mínimo ao qual os frutos foram submetidos foi demonstrado que os frutos embalados em BPE com PVC, BPE com polietileno e potes de poliestireno tiveram boa qualidade visual sem vestígios de murchamento, até o oitavo dia de armazenamento a 5 °C.

A perda de massa nos frutos inteiros sem flavedo foi superior aos frutos sem flavedo e albedo, de modo que no primeiro processo as perdas atingiram valores máximos de 15,06% e no segundo, 8,82%. Neste caso, atribui-se essa maior perda de massa nos frutos com o albedo exposto, justamente por essa parte do fruto ter uma estrutura esponjosa e ser rica em pectina e hemicelulose (SIMÃO, 1998). A pectina é solúvel em água e, quando possui alto teor de metoxilas, tem alto poder de geleificação com açúcares e ácidos (UENOJO e PASTORE, 2007) ligando-se facilmente a moléculas de água, que vai sendo perdida durante o armazenamento em razão das diferenças de pressão de vapor de água entre o ar e os tecidos dos frutos. Logo, é provável que boa parte dessa água perdida não tenha sido do suco da fruta. Comparando esse parâmetro entre os frutos inteiros sem flavedo/albedo e os segmentados em gomos, observou-se que a perda de massa nos frutos segmentados em gomos foi maior. Em ambos os casos a área que fica exposta ao ar é a película que reveste o endocarpo, rica em celulose, mas a perda de massa nos frutos segmentados em gomos foi maior em decorrência da maior área de exposição.

Considerado que perdas de massa na ordem de 3 a 6% são suficientes para causar um marcante declínio na qualidade dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005), deduz-se então que frutos controle ou contendo gelatina a 3% como cobertura comestível e processados na forma de remoção do flavedo ou segmentados em gomos

não possuem qualidade visual já no 4º dia de armazenamento, enquanto que os frutos sem albedo e flavedo, revestidos com gelatina, tiveram a qualidade visual comprometida a partir do 6º dia.

Com relação à AT, foi verificado que para os três tipos de processamento o fator tempo influenciou significativamente na redução da AT a medida que se avançou o período de armazenamento, porém sem influência significativa do tipo de embalagem utilizada (Figura 2). Os frutos submetidos ao processamento menos drástico (inteiro sem flavedo) apresentaram a menor redução no teor de ácido cítrico, 7,05%, quando comparado com reduções de 21,59% e 20,45% constatadas nos tratamentos de frutos inteiro sem flavedo e albedo e frutos segmentados em gomos, respectivamente.



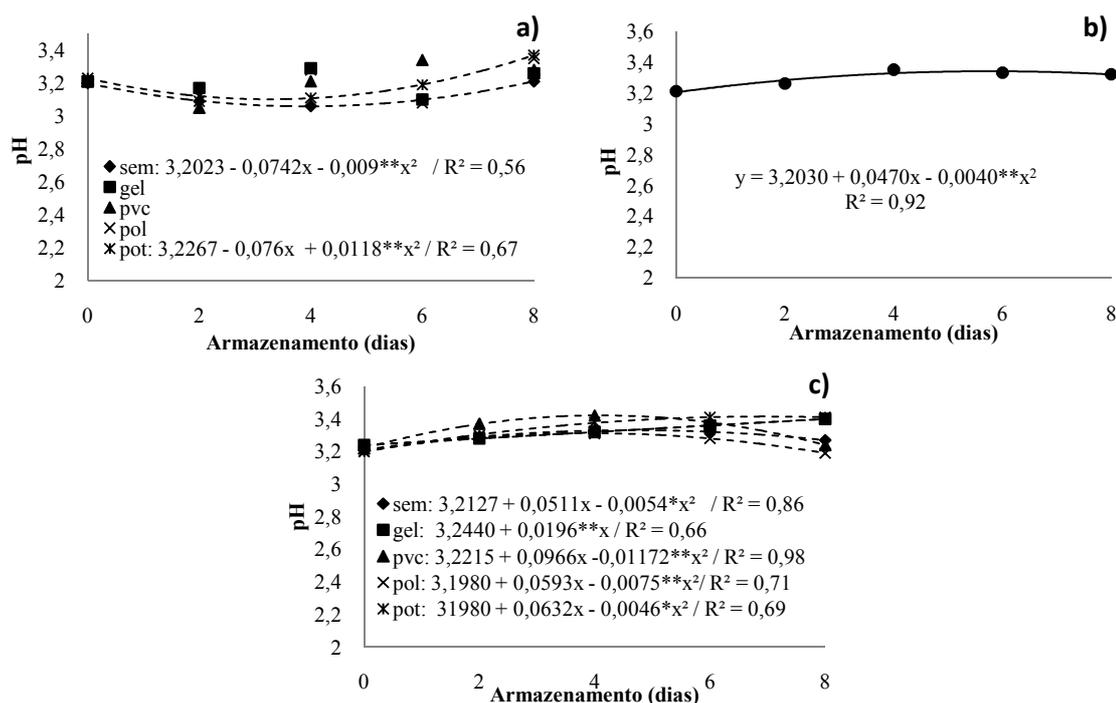
*significativo a 5% de probabilidade. **significativo ao nível de 1% de probabilidade.

FIGURA 2. Acidez titulável (AT) do suco de laranjas ‘Champagne’ em função do tempo e independente da embalagem para cada um dos seguintes níveis de processamento: a) inteiro sem flavedo; b) inteiro sem flavedo e sem albedo e c) segmentados em gomos.

Essa redução pode ter ocorrido em resposta a injúria sofrida pelos tecidos vegetais nas etapas de processamento, que por sua vez ativam uma série de respostas fisiológicas e bioquímicas complexas, como as taxas respiratórias, implicando num maior consumo de substratos, como os ácidos orgânicos. Esse perfil de redução de AT

em função do tempo de armazenamento, sem influência dos tratamentos também foi observado por em laranja ‘Pera’ por Leme et al. (2007) e em laranjas de Portugal por Rocha et al. (1995). Por outro lado, alguns trabalhos envolvendo frutos cítricos minimamente processados relatam nenhuma alteração no teor deste parâmetro nos períodos avaliados (ARRUDA et al., 2011; PRETEL et al., 1998; KLUGE et al., 2003; DONADON et al., 2004; GROppo et al., 2009).

Paralelamente a queda no teor de AT, verificou-se pequeno aumento do pH em função do tempo (Figura 3), sendo que no caso dos frutos com remoção do flavedo esse aumento só passou a ocorrer após o 4º dia. Além disso, nos frutos sem flavedo e segmentados em gomos houve influência significativa do fator embalagem. Esses dados são importantes, tendo em vista que o aumento do pH torna os tecidos vegetais dos frutos mais susceptíveis a sofrerem reações de escurecimento oxidativo (BAVERMAN, 1967 citado por LEME et al., 2007).



*significativo a 5% de probabilidade. **significativo ao nível de 1% de probabilidade.

FIGURA 3. pH do suco de laranjas ‘Champagne’ em função do tempo e embalagem para cada um dos seguintes níveis de processamento nos frutos: a) inteiro sem flavedo; b) inteiro sem flavedo e sem albedo e c) segmentados em gomos (gel: filme a base de gelatina a 3%. pvc: cloreto de polivinila. pol: filme de polietileno. pot: pote de poliestireno).

Groppo et al. (2009) verificaram que os valores de pH diferiram entre os dias de armazenamento, sem entretanto apresentar variação como efeito dos tratamentos utilizados (controle, cloreto de cálcio a 1% e película de alginato de sódio a 1%). Em contrapartida, foi demonstrado por Tibola et al. (2006), que o pH de tangerinas das cultivares Clemenules e Marisol minimamente processadas diminuíram de modo que os autores associaram este comportamento a produção de ácidos orgânicos decorrentes das transformações bioquímicas durante o armazenamento. Rocha et al. (1995), Leme et al. (2007) e Pinto et al. (2007) constataram variações de pH durante o armazenamento de laranja nativa de Portugal, laranja 'Pera' e tangerina minimamente processadas, respectivamente.

Os teores de SST e açúcares totais no suco dos frutos de laranjas 'Champagne' submetidas ao processamento mínimo menos drástico (remoção apenas do flavedo) não foram afetados pela embalagem nem pelo tempo de armazenamento, com teores médios de 11,34 (CV= 6,62%) e 9,46% (CV= 7,27), respectivamente. Levando em conta que os frutos deste tratamento possuem a camada de albedo como proteção, isso justifica a manutenção da qualidade do suco presente no interior do fruto. Deve-se ressaltar também que embora este tipo de processamento mínimo foi o que acarretou maiores perdas de massa, isso não refletiu no aumento dos teores de SST e açúcares em razão de sua concentração, uma vez que a perda ficou restrita a camada de albedo. Muitos estudos envolvendo frutos cítricos demonstraram estabilidade nos teores de SST em função do tempo e tratamentos utilizados, mesmo naqueles casos em que os frutos passaram por tipos de processamentos mais intensos como a remoção total da casca ou segmentação dos gomos (PRETEL et al., 1998; KLUGE et al., 2003; DONADON et al., 2004).

Em se tratando dos frutos submetidos à remoção de albedo e flavedo, foi detectado efeito significativo no teor de SST para a interação entre embalagem e período de armazenamento (Figura 4). No caso dos frutos embalados em pote de poliestireno e filme de polietileno, verificou-se ligeira tendência a redução dos teores de SST até o final do armazenamento. Tal perfil de resposta pode indicar o consumo destes compostos pelo processo respiratório que tende a aumentar após o processamento mínimo. Além disso, estão em concordância com o que foi observado para tangerina 'Marisol' minimamente processada (TIBOLA et al., 2006), tangerina 'Poncã' minimamente processada (PINTO et al., 2007), tangelo 'Minneola' (DEL CARO et al.,

2004) e laranja ‘Pera’ minimamente processada (ARRUDA et al., 2011). Perfil de comportamento diferenciado foi observado para os frutos revestidos com película de gelatina e os sem embalagem, no qual houve tendência à pequena elevação no teor de SST ao longo da estocagem, justificada por estes tratamentos terem sido os que apresentaram as maiores perdas de umidade e por consequência terem concentrado os SST. Embora tenham se verificado diferenças significativas para o SST em função do tempo e embalagens, as mudanças foram pequenas, não atingindo concentrações que interfiram na qualidade organoléptica dos frutos.

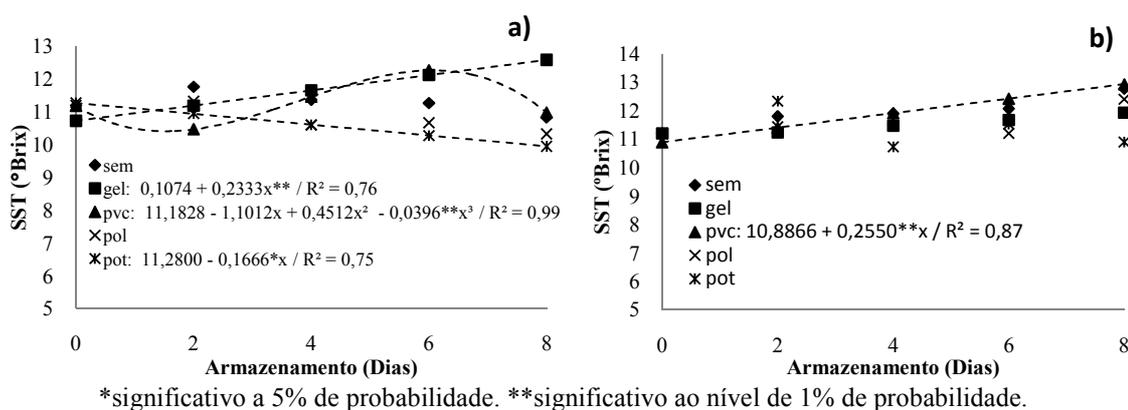


FIGURA 4. SST do suco de laranjas ‘Champagne’ em função do tempo e embalagem para cada um dos seguintes níveis de processamento nos frutos: a) inteiro sem flavedo e sem albedo e b) segmentados em gomos. (gel: filme a base de gelatina a 3%. pvc: cloreto de polivinila. pol: filme de polietileno.pot: pote de poliestireno).

Para os açúcares totais em glicose, verificou-se que houve interação significativa para os fatores tempo e embalagem para os frutos que passaram pela remoção do albedo e do flavedo (Figura 5), porém, a amplitude das alterações foi pequena. De modo geral não houve um padrão característico de resposta, no entanto ao final do armazenamento verificou-se que os frutos que haviam sofrido maior perda de massa, apresentaram os maiores teores de açúcares totais.

Com relação aos frutos segmentados em gomos, o fator tempo exerceu influência significativa no teor destes constituintes, caracterizada principalmente pela diminuição inicial seguida de sua elevação até o 6º dia de estocagem e posterior redução novamente. A redução inicial atribui-se a intensa respiração pelo qual os frutos

submetidos a este processo passam logo após a injúria, já que os açúcares são necessários como substrato no processo metabólico. Paralelamente, ocorre a conversão da sacarose em açúcares redutores: glicose e frutose para que então possam ser utilizados nos processos metabólicos (ROCHA et al., 1995).

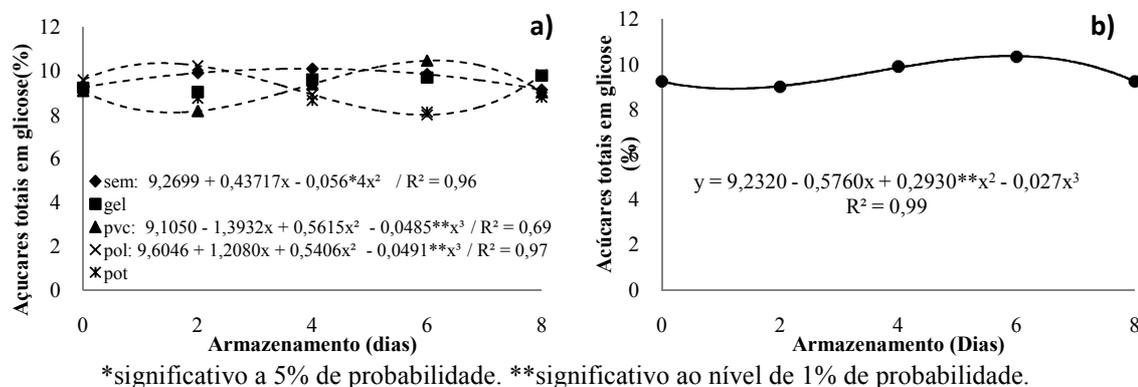


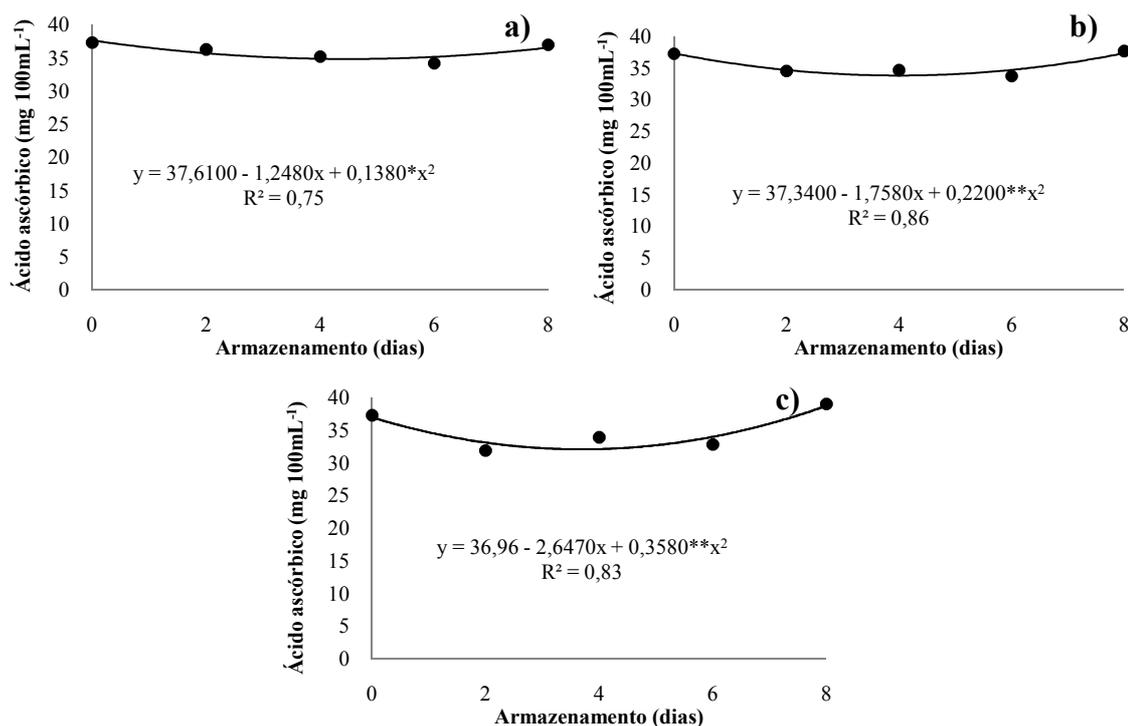
FIGURA 5. Açúcares totais em glicose dos frutos de laranjas ‘Champagne’ em função do tempo e embalagem para cada um dos seguintes níveis de processamento: a) inteiro sem flavedo e sem albedo e b) segmentados em gomos. (gel: filme a base de gelatina a 3%. pvc: cloreto de polivinila. pol: filme de polietileno. pot: pote de poliestireno).

O aumento posterior até o 6º dia pode ser em decorrência da produção adicional destes açúcares pelo metabolismo de polissacarídeos presentes na parede celular (FENNEMA, 1996), até quando não forem mais suficientes para produzirem açúcares e o seu consumo na respiração promover novamente a sua redução. Nem sempre essas mudanças são condizentes com o conteúdo de sólidos totais (ROCHA et al., 1995). Groppo et al. (2009) verificaram aumento no teor de açúcares redutores do 3º até o 12º dia, entretanto não encontraram diferenças significativas no teor de açúcares totais em função do tempo e somente os frutos tratados com cloreto de cálcio apresentaram níveis mais elevados destes constituintes.

O conteúdo de AA em laranjas ‘Champagne’ minimamente processadas oscilou de forma significativa somente em função do tempo em todos os tipos de processamento testados, sem diferir entre os tratamentos envolvendo diferentes embalagens (Figura 6). Del Valle et al. (2009) e Iuamoto (2009) também verificaram este mesmo perfil de comportamento e embora os diferentes tipos de atmosfera modificada utilizadas não tenham diferido significativamente, os primeiros autores

associaram uma maior perda de AA com maiores concentrações de oxigênio nas embalagens.

No presente estudo, verificou-se que num primeiro momento, os teores de AA tenderam a redução até o 4º ou 6º dia, de maneira que a queda atingiu proporção de 8,42%, 9,46% e 14,48% para os frutos sem flavedo, sem flavedo/albedo e segmentados em gomos, respectivamente.



*significativo a 5% de probabilidade. **significativo ao nível de 1% de probabilidade.

FIGURA 6. Ácido ascórbico (AA) do suco de laranjas ‘Champagne’ em função do tempo para cada um dos seguintes tipos de processamento nos frutos: a) inteiro sem flavedo; b) inteiro sem flavedo e sem albedo e c) segmentados em gomos. (gel: filme a base de gelatina a 3%. pvc: cloreto de polivinila. pol: filme de polietileno. pot: pote de poliestireno).

Perdas no teor de ácido ascórbico ao longo do armazenamento de frutos cítricos minimamente processados variando de 7,08% a 36% já foram registradas em outros trabalhos (ROCHA et al., 1995; MOREIRA, 2004; DEL CARO et al., 2004; TIBOLA et al., 2006; PINTO et al., 2007; PLAZA et al., 2011). Tais perdas são associadas à degradação promovida pelos processos oxidativos, cujo estímulo ocorre na presença da luz, oxigênio, calor, peróxidos e enzimas como ascorbato oxidase ou

peroxidase (PLAZA et al., 2006). Reações de oxidação de compostos como o d-limoneno, açúcares e ácido ferúlico conduzem à formação de compostos como furaneol e guaiacol etileno éter, responsáveis pela deterioração do suco durante o seu armazenamento (KIMBALL, 1991). Esses compostos carecem de atividade vitamínica e sua formação é quase instantânea em pH alcalino, rápida ao redor da neutralidade e lenta em condições ácidas. Por esse motivo, o AA presente em frutas cítricas é mais estável (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

Com base nestes resultados, fica claro, portanto que a tecnologia de embalagens não impediu a redução nos teores de AA e que as perdas foram maiores à medida que se intensificaram os níveis de operações. O corte dos tecidos promove o aumento da atividade enzimática promovendo a perda do conteúdo de AA (CHITARRA, 2000).

Alguns trabalhos envolvendo o processamento mínimo em frutos cítricos demonstraram a preservação no teor de ácido ascórbico durante o armazenamento refrigerado (DONADON et al., 2004; ARTES HERNÁNDEZ et al., 2007; LEME et al., 2007; ARRUDA et al., 2011). A manutenção dessa característica é justificada pela proteção exercida pela membrana do hesperídeo que reveste as vesículas de suco e pelas baixas temperaturas de armazenamento (ARRUDA et al., 2011; MACHADO, 2010). O discreto incremento na quantidade de AA observado no final do armazenamento pode ser justificado pelo aumento do ácido desidroascórbico durante o armazenamento como observado por Artez-Hernández et al. (2007).

No tocante as análises microbiológicas realizadas durante o armazenamento, a quantificação de micro-organismos psicrotróficos é essencial, uma vez que os produtos minimamente processados são mantidos em condições de refrigeração. Foi verificado que o armazenamento elevou as contagens dos micro-organismos psicrotróficos, além de que as maiores contagens foram verificadas nos frutos em gomos e revestidos com película a base de gelatina (Tabela 1). Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Moreira (2004), no qual foi demonstrado que os tratamentos a base de película de gelatina a 4% e parafina foram os que apresentaram maiores contagens microbianas aos 4 e 7 dias de armazenamento a 12°C. Levando em consideração que a gelatina é a base de colágeno, ou seja, um tipo de proteína, e que este nutriente é um dos mais importantes para o desenvolvimento microbiano (FRANCO e LANDGRAF, 2003), é possível que essa película misturada com o suco

proveniente do extravasamento, tenha servido como meio de cultura e promovido o crescimento microbiano, elevando as contagens nestas condições.

Embora a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001) não estabeleça limites máximos para bactérias psicrotróficas em frutos e hortaliças, tem-se como pressuposto que as contagens na ordem de $10^5 - 10^6$ UFC g^{-1} são consideradas altas, devendo-se evitar o consumo de produtos com esse nível de contaminação. No 8º dia de armazenamento dos frutos de laranja ‘Champagne’ processados na forma de gomos e com cobertura a base de gelatina foi observada contagem no nível de 10^5 UFC g^{-1} , estando no limite do que é aceitável para alimentos de boa qualidade. Além disso, foi constatado que frutos menos processados, como é o caso daqueles em que houve somente a remoção do flavedo, foram os que apresentaram menores contagens de bactérias psicrotróficas.

TABELA 1. Contagem de bactérias psicrotróficas em suco de laranjas ‘Champagne’ minimamente processadas armazenadas a 5°C

Tratamentos		Dias de armazenamento a 5°C				
		Tempo 0	2º dia	4º dia	6º dia	8º dia
Sem flavedo	SE	< 10	< 10	< 10	< 10	$6,1 \times 10^4$
	GEL	< 10	< 10	2×10^2	< 10	$4,7 \times 10^3$
	PVC	< 10	< 10	8×10^2	< 10	< 10
	POL	< 10	< 10	< 10	1×10	< 10
	POT	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Sem flavedo e albedo	SE	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
	GEL	< 10	< 10	$1,5 \times 10^3$	< 10	$9,4 \times 10^3$
	PVC	< 10	< 10	2×10^2	$4,7 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$
	POL	< 10	< 10	3×10^2	< 10	$2,8 \times 10^4$
	POT	< 10	< 10	2×10^2	7×10^2	$3,2 \times 10^3$
Gomos	SE	< 10	< 10	$1,8 \times 10^3$	< 10	$3,8 \times 10^3$
	GEL	< 10	3×10^2	2×10^2	$1,1 \times 10^5$	3×10^5
	PVC	< 10	1×10^3	2×10^2	< 10	6×10^3
	POL	< 10	< 10	< 10	3×10^2	$8,1 \times 10^4$
	POT	< 10	< 10	4×10^2	< 10	$6,1 \times 10^4$

Resultados expressos em UFC g^{-1} de produto. SE: laranjas acondicionadas em bandejas de poliestireno expandida sem revestimento; GEL: laranjas acondicionadas em bandejas de poliestireno expandida revestidas com filme comestível a base de gelatina a 3%. PVC: laranjas acondicionadas em bandejas de poliestireno expandida revestidas com filme de PVC. POL: laranjas acondicionadas em bandejas de poliestireno expandida revestidas com filme de polietileno. POT: laranjas acondicionadas em potes de poliestireno com tampa.

A contagem total de bolores e leveduras (Tabela 2) obtidas para as amostras demonstraram que os frutos armazenados por mais tempo tenderam a apresentar as maiores contagens. Deve-se levar em consideração que os fungos em comparação com as bactérias são bem resistentes a condições de baixa umidade, pH mais ácido e baixas

temperaturas (FRANCO e LANDGRAF, 2003), de modo que a exposição a estas condições não limita o crescimento destes micro-organismos. Os frutos minimamente processados que continham o albedo apresentaram contagens mais elevadas destes agentes microbianos, embora fosse esperado o contrário pelo fato da presença do albedo servir de barreira mecânica. Neste caso, é possível que o albedo forneça condições nutricionais mais propícias para a proliferação de fungos, uma vez que é um ambiente inóspito para bactérias em razão do menor teor de umidade, presença de óleos essenciais, celulose como fonte de carboidrato. Desta forma, os fungos não competiram com outros agentes, tendo mais chances de se desenvolverem. A ANVISA (BRASIL, 2001) também não impõe limites de quantidades de bolores e leveduras em frutas e hortaliças, porém, alimentos contendo contagens elevadas (10^4 e 10^5 UFC g^{-1}), devem ser evitados.

TABELA 2. Contagem de bolores e leveduras em suco de laranjas ‘Champagne’ minimamente processadas armazenadas a 5°C

Tratamentos		Dias de armazenamento a 5°C				
		Tempo 0	2º dia	4º dia	6º dia	8º dia
Sem flavedo	SE	< 10	1×10^2	< 10	3×10^3	$6,3 \times 10^3$
	GEL	< 10	$3,3 \times 10^2$	$5,5 \times 10^2$	$1,3 \times 10^3$	$3,7 \times 10^2$
	PVC	< 10	$7,7 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	4×10	$1,3 \times 10^3$
	POL	< 10	$1,5 \times 10^2$	< 10	$3,7 \times 10^2$	1×10^3
	POT	< 10	1×10^2	7×10	5×10	$4,6 \times 10^3$
Sem flavedo e albedo	SE	< 10	3×10	4×10	< 10	$1,2 \times 10^3$
	GEL	< 10	< 10	$6,5 \times 10^2$	< 10	$1,2 \times 10^3$
	PVC	< 10	$2,5 \times 10^2$	3×10	8×10	7×10
	POL	< 10	5×10	2×10	$2,2 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$
	POT	< 10	$4,5 \times 10^2$	< 10	1×10^2	1×10
Gomos	SE	< 10	3×10	2×10	6×10	< 10
	GEL	< 10	< 10	$7,2 \times 10^3$	7×10	$7,2 \times 10^2$
	PVC	< 10	3×10	$6,1 \times 10^3$	$4,7 \times 10^2$	< 10
	POL	< 10	5×10	$1,3 \times 10^2$	< 10	8×10
	POT	< 10	1×10	6×10	4×10	$2,0 \times 10^2$

Resultados expressos em UFC g^{-1} de produto. SE: laranjas acondicionadas em bandejas de poliestireno expandida sem revestimento; GEL: laranjas acondicionadas em bandejas de poliestireno expandida revestidas com filme comestível a base de gelatina a 3%. PVC: laranjas acondicionadas em bandejas de poliestireno expandida revestidas com filme de PVC. POL: laranjas acondicionadas em bandejas de poliestireno expandida revestidas com filme de polietileno. POT: laranjas acondicionadas em potes de poliestireno com tampa.

Em nenhum tratamento foi detectado coliformes fecais, sendo que a ANVISA (BRASIL, 2001) preconiza que em frutas frescas e hortaliças, o limite de coliformes a 45°C é de 5×10^2 NMP g^{-1} . No entanto, os frutos processados onde houve a remoção de albedo e flavedo ou segmentação em gomos sem embalagens e revestidos

com película de gelatina a 3% apresentaram maiores contagens de coliformes totais, principalmente nos períodos finais de armazenamento. Deve-se ressaltar ainda que a presença de coliformes em alimentos indica manipulação inadequada durante o processamento, uso de equipamentos em más condições sanitárias ou ainda utilização de matéria-prima contaminada (INTERNACIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS – ICMSF, 1978).

Diante destes resultados, salienta-se que o uso de boas práticas de manipulação adotadas durante o processamento mínimo dos frutos associadas às características intrínsecas favoráveis da laranja (baixo metabolismo, pH baixo, presença de óleos essenciais, etc.) foram responsáveis pelas contagens microbiológicas dentro dos limites aceitáveis.

TABELA 3. Contagem de coliformes totais em suco de laranjas ‘Champagne’ minimamente processadas armazenadas a 5°C

Tratamentos		Dias de armazenamento a 5°C				
		Tempo 0	2º dia	4º dia	6º dia	8º dia
Sem flavedo	SE	< 10	< 10	< 10	8 x 10	1,3 x 10 ²
	GEL	< 10	1,3 x 10 ²	3,8 x 10 ²	6 x 10	1,1 x 10 ²
	PVC	< 10	5 x 10	1 x 10 ²	7 x 10	2 x 10
	POL	< 10	< 10	< 10	3 x 10	2 x 10
	POT	< 10	1 x 10	3 x 10	3 x 10	3 x 10
Sem flavedo e albedo	SE	< 10	< 10	1 x 10	3,5 x 10 ²	1,5 x 10 ³
	GEL	< 10	1,1 x 10 ²	1,3 x 10 ²	7,1 x 10 ³	3 x 10 ³
	PVC	< 10	< 10	4,1 x 10 ²	< 10	1,7 x 10 ²
	POL	2 x 10	< 10	6 x 10	1,1 x 10 ²	1,3 x 10 ²
	POT	8,3 x 10	< 10	< 10	1 x 10	2,3 x 10 ²
Gomos	SE	< 10	< 10	< 10	3,5 x 10 ²	1,5 x 10 ³
	GEL	< 10	1 x 10 ²	< 10	1,3 x 10 ²	3 x 10 ³
	PVC	< 10	1 x 10 ²	< 10	< 10	1,3 x 10 ²
	POL	< 10	< 10	3 x 10	1,1 x 10 ²	9 x 10 ²
	POT	< 10	< 10	< 10	1 x 10	3 x 10 ²

Resultados expressos em UFC g⁻¹ de produto. SE: laranjas acondicionadas em bandejas de poliestireno expandida sem revestimento; GEL: laranjas acondicionadas em bandejas de poliestireno expandida revestidas com filme comestível a base de gelatina a 3%. PVC: laranjas acondicionadas em bandejas de poliestireno expandida revestidas com filme de PVC. POL: laranjas acondicionadas em bandejas de poliestireno expandida revestidas com filme de polietileno. POT: laranjas acondicionadas em potes de poliestireno com tampa.

Sugere-se um estudo complementar envolvendo análises sensoriais por meio de testes de aceitação e métodos analíticos que avaliam alterações de cor e textura para frutos revestidos com PVC, polietileno e pote de poliestireno nas três condições de processos a fim de comprovar que estes tratamentos também mantêm adequadas as

características organolépticas dos frutos para consumo por até oito dias de armazenamento.

CONCLUSÕES

Películas comestíveis a base de gelatina a 3% não foram eficientes em reduzir a perda de massa em laranjas ‘Champagne’ minimamente processadas, enquanto que os filmes de polietileno, PVC e potes de poliestirenos resultaram em perdas inferiores a 5% após 8 dias de armazenamento a 8°C.

O tempo de armazenamento influenciou significativamente na redução do teor de acidez até o 8º dia e pequena redução com posterior aumento de ácido ascórbico, sem interferência do fator embalagem.

Os frutos submetidos à segmentação em gomos apresentaram modificações de maior magnitude comparados aos frutos com menor nível de processamento.

Frutos de laranja ‘Champagne’ embalados em filmes de PVC, potes de poliestireno com tampa e filmes de polietileno, independente do nível de operação pelos quais foram submetidos mantiveram boa aparência e não tiveram modificações nas características físico-químicas e microbiológicas que compromettesse a sua qualidade até o 8º dia de armazenamento.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F.M.M.C.; CHITARRA, A.B. Armazenamento de melão orange flesh minimamente processado sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 346-352, 2005.

ARRUDA, M.C.; JACOMINO, A.P.; PINHEIRO, A.L.; RIBEIRO, R.V.; LOCHOSKI, M.A.; MOREIRA, R.C. Hydrothermal treatment favors peeling of ‘Pêra’ sweet orange and does not alter quality. **Scientia Agricola**, v. 65, p.151-156, 2008a.

ARRUDA, M.C.; JACOMINO, A.P.; PINHEIRO, A.L.; TREVISAN, M.J.; ORTEGA, E.M.M. Atividade respiratória e produção de etileno em laranja ‘Pêra’ submetida a níveis de processamento mínimo e temperaturas de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p.1155-1158, 2008b.

ARRUDA, M.C.; JACOMINO, A.P.; TREVISAN, M.J.; JERONIMO, E.M.; MORETTI, C.L. Atmosfera modificada em laranja 'Pêra' minimamente processada. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 664-671, 2011.

ARTEZ-HERNÁNDEZ, F.; RIVERA-CABRERA, F.; KADER, A.A. Quality retention and potential shelf-life of fresh-cut lemons as affected by cut type and temperature. **Postharvest Biology and Technology**, v. 43, p. 245-254. 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC**. Washington, 1997. p. 16-17. (v. 2)

BARROS, J. C. da S. M. de; GOES, A. de; MINAMI, K. Condições de conservação pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annum* L.). **Scientia Agrícola**, v. 51, n. 2, p. 363-368, 1994.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 3.ed., Varela, São Paulo. 2001. 143p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=7&func=select&orderby=1&Itemid=7. Acesso: 20 jul. 2011.

BRASIL. Resolução RDC n.12 de 02 de janeiro de 2001 da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Dispões sobre o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 de jan. 2001.

CARVALHO, A.V.; LIMA, L.C.O. Qualidade de kiwis minimamente processados submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 679-685, 2002.

CHITARRA M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 783p.

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

DEL CARO, A.; PIGA, A.; VACCA, V.; AGABBIO, M. Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage. **Food Chemistry**, v. 84, p. 99-105, 2004.

DEL-VALLE, V.; HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; CATALÁ, R.; GAVARA, R. Optimization of an equilibrium modified atmosphere packaging (EMAP) for minimally processed mandarin segments. **Journal of Food Engineering**, v.91, p.474-481, 2009.

DONADON, J.R.; DURIGAN, J.F.; SOUZA, B.S.; TEIXEIRA, G.H.A.; SANCHES, J. Efeito do tipo de descasque e da temperatura de armazenamento na qualidade de

laranjas “Pera” minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.3, p.419-423, 2004.

FENNEMA, O.R. **Food Chemistry**. 3. ed. New York: Marcel Dekker, 1996.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2003. 182p.

GENNADIOS, A.; McHUGH, T.H.; WELLER, C.L.; KROCHTA, J.M. Edible coatings and films based on proteins. In: KROCHTA, J.M.; BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O. (Ed.) **Edible coatings and films to improve food quality**. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1994. Cap.9, p.201-277.

GROPPO, V.D.; SPOTO, M.H.F.; GALLO, C.R.; SARMENTO, S.B.D. Efeito do cloreto de cálcio e da película de alginato de sódio na conservação de laranja ‘Pera’ minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.1, p.107-113, 2009.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. *Microorganisms in foods*. 2nd ed. Toronto: University of Toronto Press. 1978. v.1, 438p.

IUAMOTO, M.Y. **Processamento mínimo de laranja ‘Pera’: tipo de corte, sanitização, centrifugação e atmosfera modificada**. 2009. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP, 2009.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C.; MOREIRA, R.C.; KLUGE, R.A. Processamento mínimo de frutas no Brasil. In: SIMPÓSIO ESTADO ACTUAL DEL MERCADO DE FRUTOS Y VEGETALES CORTADOS EN IBEROAMERICA, Costa Rica, 2004. Anais. Costa Rica, abril 2004, p.79- 86.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C.; MOREIRA, R.C. Tecnología de processamento mínimo de frutas cítricas. SIMPOSIUM “NUEVAS TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN Y ENVASADO DE FRUTAS Y HORTALIZAS. VEGETALES FRESCOS CORTADOS” La Habana, Cuba. Marzo, 2005.

KIMBALL, D. A. **Citrus processing: quality control and technology**. New York: AVI Book, 1991, 470 p.

KLUGE, R.A.; COSTA, C.A.; VITTI, M.C.D.; ONGARELLI, M.G.; GALLO, L.A.; MELO, M.; MORETTI, C.L. Avaliação de diferentes tipos de descascamento em beterraba minimamente processada. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.7, n.1, p. 48-55, 2005.

KLUGE, R.A.; JOMORI, M.L.L.; EDAGI, F.K.; JACOMINO, A.P.; AGUILA, J.S. Danos de frio e qualidade de frutas cítricas tratadas termicamente e armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 233-238, 2007.

KLUGE, R.A.; JORGE, R. Efeito da embalagem de polietileno na frigoconservação de ameixas amarelinhas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.231, n.3, p.21-25, 1992.

KLUGE, R.A.; VITTI, M.C.D.; BASSETTO, E.; JACOMINO, A.P. Temperatura de armazenamento de tangores ‘Murcote’ minimamente processados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 535-536, 2003.

LEME, A.C.; GROppo, V.D.; ROMERO, A.C.; SPOTO, M.H.F.; JACOMINO, A.P. Influência do uso de películas comestíveis em laranja ‘Pêra’ minimamente processada. **Boletim CEPPA**, v. 25, n. 1, p. 15-24, 2007.

LIMA, Á.S.; RAMOS, A.L.D.; MARCELLINI, P.S.; BATISTA, R.A. Adição de agentes antiescurecimento, antimicrobiano e utilização de diferentes filmes plásticos, em mamão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p. 149-152, 2005.

LUCENA, C.C.; SILVA, A.C.; SILVA, A.C.; FEITOSA, H.O.; ALMEIDA, F.F.D.; CONEGLIAN, R.C.C.; VASCONCELLOS, M.A.S. Efeito da película de amido na conservação pós-colheita de frutos de banana cv. “Nanicão”. **Agronomia**, v. 38, n. 2, p. 34-37, 2004.

MACHADO, T.V. **Avaliação sensorial e físico-química do suco de laranja proveniente das etapas do processamento do suco concentrado e congelado**. 2010. 117p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade de São Paulo (USP), Araraquara, SP, 2010.

MAIA, L.M.; PORTE, A.; SOUZA, V.F. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio. **B.CEPPA**, v. 18, n. 1, p. 105-128, 2000.

MOREIRA, R.C. **Processamento mínimo de tangor ‘Murcott: caracterização fisiológica e recobrimentos comestíveis**. 2004. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba – SP, 2004.

MORETTO, E.; FETT, R.; GONZAGA, L.V.; KUSKOSKI, E.M. **Introdução à ciência de alimentos**. Florianópolis: UFSC, 2002. 255 p.

NEGUYEN-the, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 34, n. 4, p. 371-401, 1994.

PINTO, D.M.; VILAS BOAS, E.V.B.; DAMIANI, C. Qualidade de tangerina Poncã minimamente processada armazenada a 5°C. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1131-1135, 2007.

PLAZA, L.; CRESPO, I.; PASCUAL-TERESA, S.; ANCOS, B.; SÁNCHEZ-MORENO, C.; MUÑOZ, M.; CANO, M.P. Impact of minimal processing on orange bioactive compounds during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 124, p. 646-651, 2011.

PLAZA, L.; SÁNCHEZ-MORENO, C.; ELEZ-MARTÍNEZ, P.; DE ANCOS, B.; MARÍN-BELLOSO, O.; CANO, M. P. Effect of refrigerated storage on vitamin C and antioxidant activity of orange juice processed by high-pressure or pulsed electric fields

with regard to low pasteurization. **European Food Research and Technology**, v. 223, n. 4, p. 487-493, 2006.

PRETEL, M. T.; FERNÁNDEZ, P. S.; ROMOJARO, F.; MARTÍNEZ, A. The Effect of Modified Atmosphere Packaging on 'Ready-to-Eat' Oranges. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.**, v. 31, p. 322-328, 1998.

ROCHA, A.M.C.N.; BROCHADO, C.M.; KIRBY, R.; MORAIS, A.M.M.B. Shelf-life of chilled cut orange determined by sensory quality. **Food Control**, v. 6, n. 6, p. 317-322, 1995

SATO, G.S.; MARTINS, V.A.; BUENO, C.R.F. Análise exploratória do perfil do consumidor de produtos minimamente processados na cidade de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 37, n. 6, p. 62-71, 2007.

SIMÃO, S. **Tratado de Fruticultura**. Piracicaba – SP: FEALQ, p. 419-465, 1998.

TIBOLA, C.S.; ZAICOVSKI, C.B.; MALGARIM, M.B.; FERRI, V.C.; FERRAREZE, J.P.; SILVA, P.R.; PEGORARO, C. Qualidade e conservação de tangerina minimamente processada. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 2, p. 193-197, 2006.

UENOJO, M.; PASTORE, G.M. Pectinases: Aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, p. 388-394, 2007.

CAPÍTULO IV

NITROGÊNIO E POTÁSSIO NA QUALIDADE DE LARANJA 'CHAMPAGNE' (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

NITROGÊNIO E POTÁSSIO NA QUALIDADE DE LARANJA 'CHAMPAGNE' (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

RESUMO - A metodologia de superfície de resposta foi aplicada para investigar o efeito das adubações nitrogenada e potássica em parâmetros de qualidade de laranja 'Champagne' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) provenientes de um pomar doméstico. Foi utilizado o delineamento composto central rotacional (DCCR), fatorial 2^2 incluindo 4 ensaios nas condições axiais com três repetições no ponto central com as variáveis nitrogênio (N) e potássio (K) em cinco níveis, totalizando onze ensaios. Os experimentos foram conduzidos aleatoriamente e o procedimento de adubação foi realizado por dois anos (safra 2010 e 2011) em quatro parcelas utilizando uréia como fonte de nitrogênio nas doses de 86,9; 120, 200; 280 e 313,1 kg ha ano⁻¹ e cloreto de potássio como fonte de potássio nas doses de 35,2; 60; 120; 180 e 204,84 kg ha ano⁻¹. Quarenta dias após a última parcela de adubação foi realizada análise foliar (N, K, P, Ca, Mg) e de fertilidade do solo (K) e quando os frutos atingiram a maturidade comercial, os mesmos foram colhidos para análises de peso, diâmetros longitudinal e transversal, rendimento de suco, pH, acidez, sólidos solúveis totais, acidez titulável, ácido ascórbico e açúcares totais. As doses combinadas de nitrogênio e potássio não resultaram em efeitos significativos nos parâmetros de qualidade dos frutos e suco. O teor de K no solo foi alterado em função das doses deste nutriente após adubação por dois anos. Maiores teores de N foliar foram verificados para doses intermediárias de N e K e as maiores doses de K tiveram efeitos negativos na concentração foliar de Mg. Com relação aos teores foliares de P, observou-se influência somente para a adubação nitrogenada, na qual as doses intermediárias estiveram relacionadas aos maiores teores de P foliar.

Palavras-chave: Citros, adubação, nutrição mineral, análise foliar.

NITROGEN AND POTASSIUM DOSES IN ORANGE 'CHAMPAGNE' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) QUALITY

ABSTRACT - The response surface methodology was applied to investigate the both length of nitrogen and potassium fertilization on quality parameters of orange 'Champagne' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) from an home orchard. We used the central composite rotational design (CCRD), including 22 experimental trials in four conditions with three replicates at the axial center point with variable nitrogen (N) and potassium (K) into five levels, totaling eleven essays. The experiments were conducted randomly and fertilization procedure was conducted for two years (2010 and 2011 season) in four plots, using urea as a nitrogen source at doses of 86.9, 120, 200, 280 and 313.1 kg ha year⁻¹ and potassium chloride as a source of potassium in doses of 35.2, 60, 120, 180 and 204.84 kg ha year⁻¹. Forty days after the last installment of fertilization, foliar analysis was performed (N, K, P, Ca, Mg) and soil fertility (K) and when the fruit reached commercial maturity, they were harvested for analysis of weight, longitudinal and transverse diameter, juice yield, pH, acidity, total soluble solids, titratable acidity, ascorbic acid and total sugars. The combined rates of nitrogen and potassium did not

result in significant effects on quality parameters of fruit and juice. The K content in soil was altered by doses of this nutrient for two years after fertilization. Higher levels of leaf nitrogen were observed for intermediate doses of N and K and K had higher rates of adverse effects on the foliar concentration of Mg. Regarding the contents of P, was observed only for the influence of nitrogen fertilization, in which intermediate doses were related to higher levels of leaf P.

Keywords: Citrus, fertilizer, mineral nutrition, leaf analysis

INTRODUÇÃO

A citricultura no Brasil exerce uma grande importância, uma vez que parte da produção é destinada à exportação e todas as etapas da cadeia produtiva levam à geração de empregos. De acordo com dados da FAO (2009), a produção mundial de laranja em 2009 foi de 67,79 milhões de toneladas, tendo o Brasil a posição de líder, mundial com produção de 17,62 milhões de toneladas, seguido pelos EUA, Índia, China e México, Espanha. O IBGE (2009) estimou que a área cultivada com laranjais no Brasil em 2009 foi de aproximadamente 787.250 ha, resultando em um rendimento nacional de 22,8 t ha⁻¹. A área plantada e produção no estado de SP representam 70% e 77% do total nacional, respectivamente. Segundo

A produção e a qualidade das frutas cítricas (laranjas, limões, limas, tangerinas, pomelos) são resultados da ação de diversos fatores tais como a planta, solo (calagem, gessagem e adubação), clima, práticas culturais, pragas e moléstias, colheita e pós-colheita. Todos estes fatores devem ser considerados em conjunto e harmoniosamente, uma vez que a falta, excesso ou desequilíbrio de qualquer um pode prejudicar a produção, a qualidade, ou ambas as coisas com conseqüente prejuízo (MALAVOLTA et al., 1994).

A aplicação de fertilizantes em plantas frutíferas é necessária à produção de frutas, dado a pobreza natural dos solos tropicais e/ou pelas grandes quantidades de elementos que são imobilizados pela parte vegetativa ou exportados a cada safra. A pesquisa agrônômica tem o desafio de conciliar os interesses da produtividade sem agredir o ambiente, de modo que as doses, épocas e formas de aplicação dos corretivos e adubos devem ser mais bem estudados, tendo como princípios norteadores a fertilidade do solo, as reais necessidades da planta e a cinética de absorção dos elementos (TAGLIAVINI et al., 1996).

O nitrogênio (N) e o potássio (K) são essenciais na nutrição da planta, uma vez que interferem na intensidade de produção e, principalmente, na qualidade do fruto, destacando-se como os nutrientes que têm apresentado maiores respostas em termos de qualidade dos frutos. O nitrogênio, em doses elevadas correlaciona-se negativamente com o teor de sólidos solúveis totais (SST) do suco dos frutos. Por outro lado, altas doses de potássio têm relação com maiores teores de SST na maioria das plantas, demonstrando a importância que o balanço de nitrogênio e de potássio exerce na qualidade dos frutos (ARAÚJO, 2001).

Na citricultura, a relação N/K nos tecidos foliares afeta a produção e a qualidade dos frutos. A recomendação de adubos a base de nitrogênio é muito complicada na citricultura, uma vez que a avaliação da ciclagem desse elemento no ambiente do pomar é muito complexa. A análise de fertilidade do solo não permite estimativa de disponibilidade de nitrogênio e a análise do teor total deste nas folhas também tem sido questionada como critério diagnóstico. As plantas, de um modo geral, exigem potássio na medida da capacidade de metabolização do nitrogênio (ALMEIDA e BAUMGARTNER, 2002). O N é um dos elementos importantes para as culturas em geral, incluindo a de citros. Há fortes evidências de que a intensidade de florescimento, e, conseqüentemente, a produção, dependem da quantidade de carboidratos presentes na planta e, principalmente, do conteúdo foliar de N (PANZENHAGEN et al., 1999).

O K é altamente móvel nas plantas, isto é, a partir de células individuais para o transporte pelo xilema e floema. Este cátion desempenha um papel importante na ativação de enzimas; na síntese de proteínas; na função estomática; estabilização do pH interno; na fotossíntese; em processos relacionados ao turgor e no transporte de metabólitos. Adicionalmente, o K é necessário para o desenvolvimento adequado do fruto e para o aumento da espessura da casca. Em pomares de boa produtividade, a reposição de K é importante para evitar a diminuição do tamanho dos frutos, sua queda prematura, secamento de ramos e alternância de produção (PANZENHAGEN et al., 1999). A alta disponibilidade de K no solo pode reduzir a absorção de outros cátions, principalmente o magnésio, cálcio e amônio N (ALVA et al., 2006).

Embora o Brasil tenha condições favoráveis para se tornar um polo produtor e exportador de frutas, ainda não explora todo seu potencial. Parte disso se deve ao fato de existirem poucas informações relacionadas às exigências nutricionais e manejo na nutrição mineral das plantas frutíferas. É necessário considerar que o conhecimento e o manejo adequado são fundamentais, uma vez que exercem influência sobre aspectos

ligados à qualidade e produtividade do fruto. Neste sentido, teve-se por objetivo avaliar a influência da combinação de doses de adubo a base de nitrogênio e potássio na qualidade de frutos de laranja 'Champagne', bem como alterações na composição mineral de solos e folhas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi instalado em um pomar doméstico de laranjas 'Champagne' com idade de 15 anos, localizado em uma propriedade rural no município de Amambai MS, sob coordenadas geográficas de 23°02'32.67" S e 55°12'48.78" O e altitude de 501 m (*vide* apêndice). O solo da região é do tipo Latossolo Vermelho-Escuro álico de textura média em uma região de relevo suavemente ondulado. O clima da região é do tipo subtropical úmido (Cfa, segundo a classificação de Köppen) caracterizado por duas estações com marcantes diferenças nos índices pluviométricos, que oscilam anualmente em torno de 1.770 mm. Na estação úmida (outubro a março), as temperaturas são mais altas, enquanto que na estação seca, é comum a ocorrência de geadas durante o inverno. A temperatura média anual é de 22,7°C (EMBRAPA, 2008). O espaçamento entre as plantas no pomar é de 6 x 7 m. Até o período da coleta o pomar havia sido adubado somente com produtos orgânicos a base de esterco bovino, tido a roçada como trado cultural e submetidos a pulverizações com inseticidas a base de piretróide e óleo mineral em um frequência de três vezes ao ano.

Coletaram-se amostras compostas do solo em vários pontos da área do pomar na profundidade de 0-20 e 20-40 cm para análise de fertilidade. Com base na análise de solo, estimativa de safra e análises foliares anteriores foram estabelecidas as doses de N ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e K ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$). Os resultados da análise do solo encontram-se na Tabela 1. A análise foliar demonstrou teor médio de nitrogênio foliar no pomar de $26,53 \text{ g kg}^{-1}$.

TABELA 1. Análise prévia da fertilidade de amostras coletadas no pomar de laranjas 'Champagne'

Profundidade cm	M.O. g/dm ³	pH CaCl ₂	P mg/dm ³	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V%
				cmol (c) /dm ³							
0-20	17,0	4,9	122	0,16	0,12	5,3	2,1	2,32	74,12	97,32	76,16
20-40	12,0	5,2	83	0,13	0,06	4,6	1,9	1,71	65,06	82,16	79,18

O delineamento composto central rotacional aplicável à metodologia de superfície de resposta (BOX e DRAPER, 1987) foi utilizado com a finalidade de estudar o efeito combinado das variáveis doses de nitrogênio e doses de potássio utilizadas na adubação das plantas de laranjas. As variáveis foram estabelecidas em cinco níveis codificados como $-\alpha$, -1 , 0 , $+1$, $+\alpha$ (Tabela 2).

TABELA 2. Variáveis independentes e níveis de variação

Adubação	Variáveis independentes e níveis de variação				
	$-\alpha$	-1	0	$+1$	$+\alpha$
Doses de N (Kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	86,9	120	200	280	313,1
Doses de K (Kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	35,2	60	120	180	204,84

$\alpha = 1,414$ para $k = 2$ (2 variáveis independentes)

No delineamento foram usados 11 tratamentos, sendo quatro fatoriais (combinam os níveis -1 e $+1$), quatro axiais (uma variável nos níveis de $\pm \alpha$ e a outra em zero) e três centrais (as duas variáveis no nível zero). Na Tabela 3, encontram-se os valores codificados e reais do delineamento experimental central composto rotacional para as duas variáveis independentes e cinco níveis de variação.

TABELA 3. Delineamento experimental central composto rotacional para as duas variáveis e cinco níveis com seus valores codificados e reais

tratamentos	Variáveis codificadas		Variáveis reais	
	Doses de N	Doses de K	Doses de N Kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Doses de K Kg ha ⁻¹ ano ⁻¹
1	-1	-1	120	60
2	1	-1	280	60
3	-1	1	120	180
4	1	1	280	180
5	$-\alpha$	0	86,9	120
6	$+\alpha$	0	313,1	120
7	0	$-\alpha$	200	35,2
8	0	$+\alpha$	200	204,84
9	0	0	200	120
10	0	0	200	120
11	0	0	200	120

O experimento foi desenvolvido da mesma forma em duas safras, 2009/2010 e 2010/2011. A parcela para cada ensaio foi compostas por 3 plantas. Os adubos utilizados foram a ureia (45% de N) e o cloreto de potássio (58% de K₂O) granulados. A adubação anual foi feita em quatro parcelas (10%, 60%, 20% e 10% da dose total ano⁻¹), na época de chuvas (setembro, novembro, janeiro e março) aplicando os adubos em covas na projeção da copa (*vide* apêndice). No mês de abril de 2010 e 2011, cerca de 40 dias após a última parcela de adubação, foram coletadas amostras de folhas para fins de diagnose foliar N, K, P, Mg e Ca) e solo para avaliação da fertilidade. A coleta de folhas seguiu as recomendações do grupo Paulista de Adubação e calagem em Citrus (1994), no qual foram retiradas a 3^a e 4^a folhas, em cada quadrante e na altura mediana da copa. No mês de maio de cada ano, quando os frutos atingiram maturidade comercial (50-75% da casca com coloração amarelada), foram coletadas amostras de 45 frutos por tratamento (15 por planta), determinando-se nos mesmos a massa do fruto (MF) em gramas, obtidos por meio de pesagem individual do fruto em balança semi-analítica; diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT), medidos por meio de um paquímetro digital; rendimento de suco (RS), expresso em porcentagem, determinado através da relação: $(MS/MF) \times 100$, onde MS = massa do suco (g) e MF = massa da fruta (g).

Para avaliação da composição química do suco, os frutos foram espremidos e o suco submetido às análises de AT (g de ácido cítrico por 100 mL) por meio de titulação com solução padronizada de NaOH 0,1M, utilizando fenolftaleína como indicador; pH e um peagâmetro digital previamente calibrado com tampões pH 7,0 e pH 4,0; sólidos solúveis totais (°Brix), por meio de leitura direta, sem diluição da amostra, em um refratômetro manual, com compensação automática de temperatura; relação SST/AT e açúcares redutores e totais (açúcares redutores + açúcares não-redutores), os quais foram determinados por meio do método de Lane Eynon, caracterizado por titulação utilizando soluções de Fehling A e B. Todas estas metodologias foram baseadas nas descrições do Instituto Adolf Lutz (2005).

Os teores de ácido ascórbico (AA) expresso em mg/100 mL no suco foram determinados por meio de titulação com DCFI (2.6 diclorofenol indofenol) (ASSOCIATION..., 1997)

A análise dos resultados foi realizada por meio da metodologia de superfície de resposta (BOX e DRAPER, 1987), cuja técnica descreve o comportamento da variável dependente (y) frente às mudanças nas variáveis independentes (x_k) dentro do

intervalo estudado. As médias dos resultados das variáveis respostas de cada um dos 11 tratamentos foram tratadas por análise de regressão múltipla da Metodologia de Superfície de Resposta, para desenvolver modelos matemáticos de segunda ordem, contendo termos lineares, quadráticos e de interação das duas variáveis independentes. O polinômio preditivo para cada resposta pode ser empregado dentro do intervalo estudado, fixado pelos níveis extremos das variáveis independentes (x_k). A análise de variância (teste F) foi aplicada para testar a adequação dos modelos. Foi observada a significância da regressão e da falta de ajuste com relação a 95% de confiança pelo teste F e pelo coeficiente de determinação R^2 . Para se determinar o efeito das variáveis independentes nas respostas avaliadas, foram realizados gráficos de superfícies de resposta quando a ANOVA mostrou diferença significativa e o modelo foi ajustado, eliminando as variáveis não significativas de modo que permaneceu na equação final somente aquelas significativas ao nível de 5% de probabilidade. Para a análise estatística, bem como a obtenção das figuras de superfície de resposta foram obtidas pelo uso do programa Statistica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias observadas após o segundo ano de adubação para as variáveis dependentes a partir determinações em frutos e sucos, bem como análise foliar e de solo dos onze tratamentos do delineamento experimental estão apresentadas nas tabelas 4 e 5, respectivamente.

Não houve efeitos significativos das doses combinadas de nitrogênio e potássio nos parâmetros físico-químicos de frutos e sucos de laranja 'Champagne' após dois anos consecutivos de adubação (*vide* apêndice). Considerando que as doses centrais (0) foram calculadas baseadas na recomendação normal para as condições do solo e folhas colhidas do pomar (GRUPO PAULISTA, 1994), verificou-se que não houve efeito significativo da adubação mesmo com doses de K e N consideradas como subadubação ou nas doses em excesso. Tal fato confirma que plantas cítricas bem conduzidas possuem a capacidade de manterem suas condições nutricionais à custa de suas próprias reservas e das do solo por período relativamente longo, sem que apareçam alterações na qualidade do suco em curto prazo. Os níveis de nutrientes no solo (Tabela 1) indicam status satisfatório, não caracterizando a carência dos nutrientes, por isso, não houve resposta das adubações na qualidade dos frutos.

TABELA 4. Médias observadas para os parâmetros em frutos e suco (DL= diâmetro longitudinal, DT: diâmetro transversal, RS= rendimento de suco, SST: sólidos solúveis totais, AT: acidez titulável, AA: ácido ascórbico) em função das doses de nitrogênio e potássio aplicados na adubação por duas safras em pomar de laranjas 'Champagne'

Tratamentos	Respostas em frutos				Respostas em sucos de frutos				
	Peso (g)	DL (mm)	DT (mm)	RS (%)	pH	AT	SST (%)	Açúcar total (%)	AA (mg 100 mL ⁻¹)
1	382,40	88,05	90,47	53,75	3,49	1,04	10,33	9,05	57,32
2	392,75	87,85	90,98	54,62	3,51	1,06	9,87	8,74	55,24
3	385,08	87,49	91,02	53,56	3,50	0,98	9,67	8,81	52,48
4	405,97	91,14	91,49	54,21	3,49	1,05	10,00	8,84	57,70
5	406,77	90,48	91,91	50,90	3,43	1,14	10,07	8,84	54,01
6	399,33	88,72	91,72	54,97	3,47	1,02	10,03	8,70	54,96
7	396,23	89,39	91,48	53,54	3,47	1,10	9,83	8,77	58,27
8	407,60	91,23	91,30	50,13	3,50	1,11	10,10	8,74	58,58
9	390,13	90,11	89,97	52,61	3,46	1,10	10,07	8,98	56,05
10	375,30	88,18	89,33	50,44	3,47	1,00	9,90	8,79	57,90
11	387,57	88,84	90,81	52,70	3,44	1,07	10,20	8,79	57,45
CV (%)	2,06	1,10	0,82	2,46	0,44	4,85	1,50	1,24	1,69

Alva e Paramasivam (1998) afirmam que a variação entre os níveis de nitrogênio não afeta os parâmetros de qualidade do suco nem o tamanho destes. De fato, é muito bem discutido que o potássio, em razão da sua elevada exportação para os frutos, afeta muito mais a qualidade que o N. O potássio exerce papel importante na síntese de proteínas, carboidratos, açúcares, ácidos orgânicos, entre outras, estando todas essas características relacionadas com a qualidade dos frutos. Além disso, atuam no desenvolvimento das plantas, produtividade e resistência às doenças. Dentre os parâmetros qualitativos afetados pelo K destaca-se o aumento do tamanho do fruto e da espessura e aspereza da casca (QUAGGIO, 1994; MARSCHNER, 1995; MATTOS JÚNIOR et al., 2004 e ALVA et al., 2006).

Duenhas et al. (2002) ao comparar a adubação convencional com a fertirrigação em diferentes concentrações de NPK verificaram que os parâmetros de acidez titulável, SST, relação SST/AT, espessura da casca, rendimento de suco, diâmetro e altura do fruto não apresentaram diferenças significativas para os tratamentos estudados. De forma análoga, outros estudos (INTRIGLIOLO et al., 1999; DASBERG et al., 1998) chegaram a resultados semelhantes. Por outro lado, Sobral et al. (2000) constataram que o N interferiu negativamente e o K positivamente no peso dos frutos, além de que o K elevou a acidez e reduziu a relação SST/AT. Dentro deste contexto, Panzenhagen et al. (1999) associaram maiores teores foliares de N com a

diminuição do peso médio dos frutos. Neste estudo, foi verificado que o tratamento em que os frutos tiveram o maior peso e diâmetro longitudinal foi exatamente aquele em que foi utilizado a maior dose de potássio. Almeida e Baumgartner (2002) reportaram efeitos esparsos do K e N na qualidade dos frutos, sendo que a maior dose de K causou aumento de acidez somente na menor dose de N ao passo que a dose intermediária de K causou diminuição no teor de sólidos solúveis, apenas dentro da maior dose de N. Quaggio et al. (2011) e Mattos Júnior et al. (2004) também constataram o incremento no peso dos frutos de laranja e tangor Murcott, respectivamente, à medida que se elevou as doses de K, sendo que os primeiros autores inclusive associaram as perdas no teor de SST ao efeito de diluição, por conta do maior peso dos frutos.

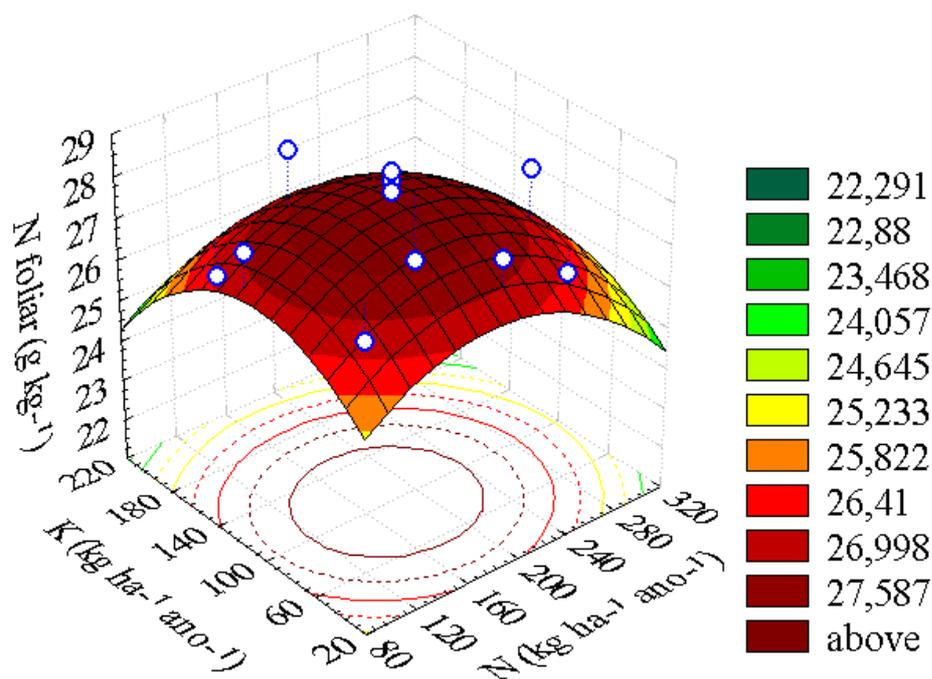
TABELA 5. Médias observadas para os parâmetros foliares (N= nitrogênio, K= potássio, P= fósforo, Ca=cálcio, Mg= magnésio) e de solo (K 0-20= potássio em profundidade de 0-20 cm e P 0-20 cm potássio em profundidade de 0-20 cm) em função das doses de nitrogênio e potássio aplicados na adubação por duas safras em pomar de laranjas 'Champagne'

Tratamentos	Respostas em amostras foliares					Respostas em solos	
	N (g Kg ⁻¹)	K (g Kg ⁻¹)	P (g Kg ⁻¹)	Ca (g Kg ⁻¹)	Mg (g Kg ⁻¹)	K cmol dm ³ 0-20	P mg dm ³ 0-20
1	26,17	8,6	1,29	38,40	4,02	0,14	249,84
2	25,52	11,5	1,37	36,72	3,81	0,13	124,21
3	25,22	11,1	1,42	36,29	3,75	0,15	190,88
4	23,14	11,6	1,44	39,41	3,41	0,17	222,26
5	27,81	13,1	1,28	31,21	3,78	0,16	167,20
6	26,70	10,1	1,30	36,59	4,20	0,15	156,27
7	27,76	11,1	1,57	36,22	4,18	0,12	220,23
8	27,10	12,4	1,39	34,59	3,43	0,16	170,60
9	28,04	11,9	1,49	35,90	3,90	0,15	316,79
10	27,74	12,8	1,53	31,68	4,00	0,16	297,57
11	28,30	11,1	1,44	34,33	3,97	0,15	158,59
CV (%)	0,99	7,13	3,05	6,28	1,29	1,99	86,32

Para a maioria dos parâmetros avaliados na folha e solo, a análise de variância demonstrou que não houve efeitos significativos pela adubação a base de nitrogênio e potássio ao final de dois anos (*vide* apêndice), exceto no teor de N, Mg e P foliares e K no solo. Entretanto para os dois primeiros parâmetros foliares, os coeficientes de determinação (R^2) foram baixos de modo que o modelo não tem uma boa adequação, além disso, a falta de ajuste foi significativa e desta forma o modelo não

pode ser empregado para prever o comportamento das respostas dentro do intervalo de variação estudado.

No caso do nitrogênio foliar, os maiores teores estiveram relacionados às doses do ponto central, ou seja, doses padrões de recomendação (Figura 1). Magalhães (2006) afirma que a ação do potássio depende do teor de N e a atuação de ambos se complementa. A disponibilidade alta de K no solo pode reduzir a absorção de outros cátions, incluindo o amônio N (ALVA et al., 2006). Almeida e Baumgartner (2002) encontraram aumento do teor foliar de N em função das doses crescentes do nutriente apenas em dois últimos anos dos quatro avaliados.

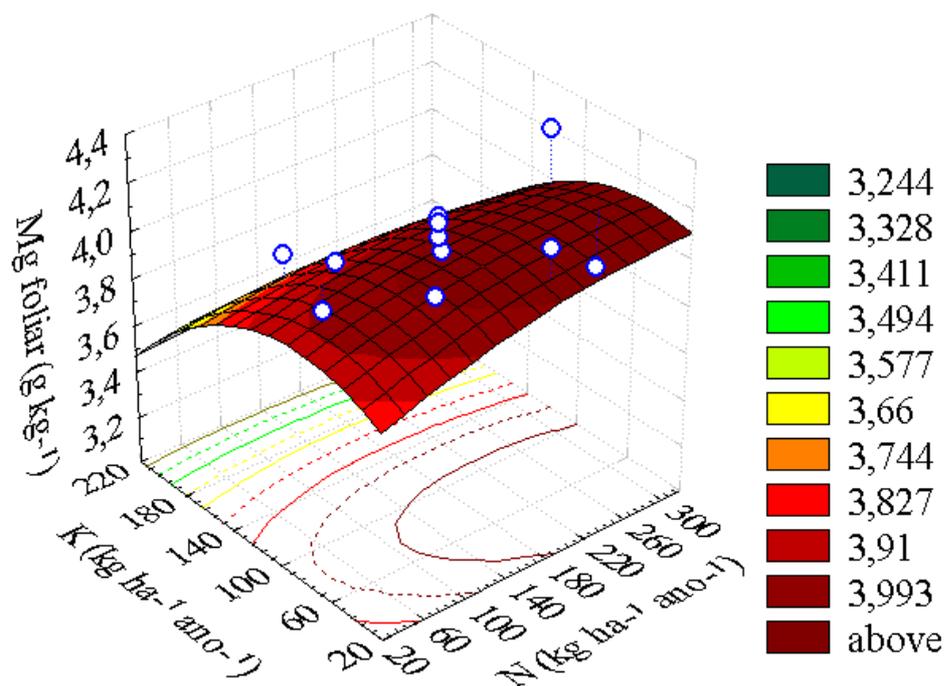


*Significativo a 5% de probabilidade.

FIGURA 1. Concentração de N foliar em laranjeiras 'Champagne' em função da adubação a base de nitrogênio e potássio. $\hat{y} = 19,0630 + 0,0628*N - 0,00015*N^2 + 0,0648*K - 0,00024*K^2 - 0,00007NK$; $R^2 = 0,5144$.

No caso do Mg, verificou-se que o teor foliar deste nutriente foi maior quando utilizaram-se doses de N acima de 180 mg ha⁻¹ ano⁻¹ associadas com as mais baixas doses de K (Figura 2). Conforme Magalhães (2006), a aplicação do N reduz a severidade de sintomas de deficiência de Mg, aumentando o teor de Mg nas folhas, e no tocante ao K, existe um antagonismo entre este elemento e o Mg, de modo que a deficiência de K eleva os teores de Mg, assim como o excesso de potássio pode induzir

a deficiência de Mg. Quaggio et al. (2011) também constataram redução do teor de Mg foliar, bem como do Ca com o incremento das doses de K.



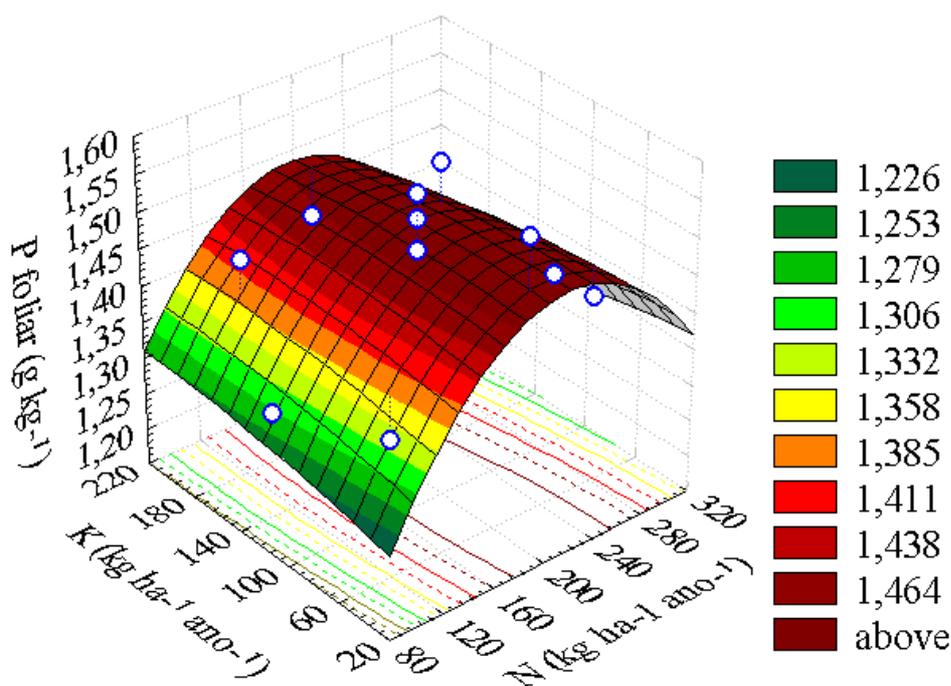
*Significativo a 5% de probabilidade.

FIGURA 2. Concentração de Mg foliar em laranjeiras 'Champagne' em função da adubação a base de nitrogênio e potássio. $\hat{y} = 3,6289 + 0,00024N - 0,00246N^2 + 0,3742*K + 0,07259*K^2 + 0,00422NK$; $R^2 = 0,6601$.

A literatura aborda que o efeito antagônico entre K e Mg também é observado pelos mesmos motivos entre o K e o Ca, porém, não foi verificado neste trabalho a redução do Ca foliar com o aumento das doses de K aplicadas no solo, diferindo dos resultados encontrados por Villas Bôas et al. (2002), Mattos Júnior et al. (2004) e Fidalski et al. (1999), cuja redução do Ca foi atribuída a interação com o K, que como consequência diminuem a absorção de Ca pela planta. Creste (2005) discutem que o Ca e Mg competem pelo mesmo carregador no processo ativo de absorção.

Para o teor de P foliar, verificou-se que as doses da adubação nitrogenada influenciaram significativamente no teor deste parâmetro. Por meio da superfície de resposta gerada e pelas curvas de contorno, pode-se inferir que as doses de nitrogênio dos pontos centrais (doses recomendadas), na faixa de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ estiveram relacionadas com o maior teor de P foliar. Neste caso, é relatado por Magalhães (2006) que o nitrogênio exerce efeito antagônico sobre o fósforo, de modo que dificilmente se

observa excesso de N e P na mesma folha. O modelo de regressão, bem como o gráfico de superfície de resposta estão apresentados na Figura 3. O coeficiente de determinação (R^2) explica 67% da variância das respostas e a não significância da falta de ajuste dá a esse modelo reparametrizado (reduzido) a capacidade de prever o comportamento das respostas.



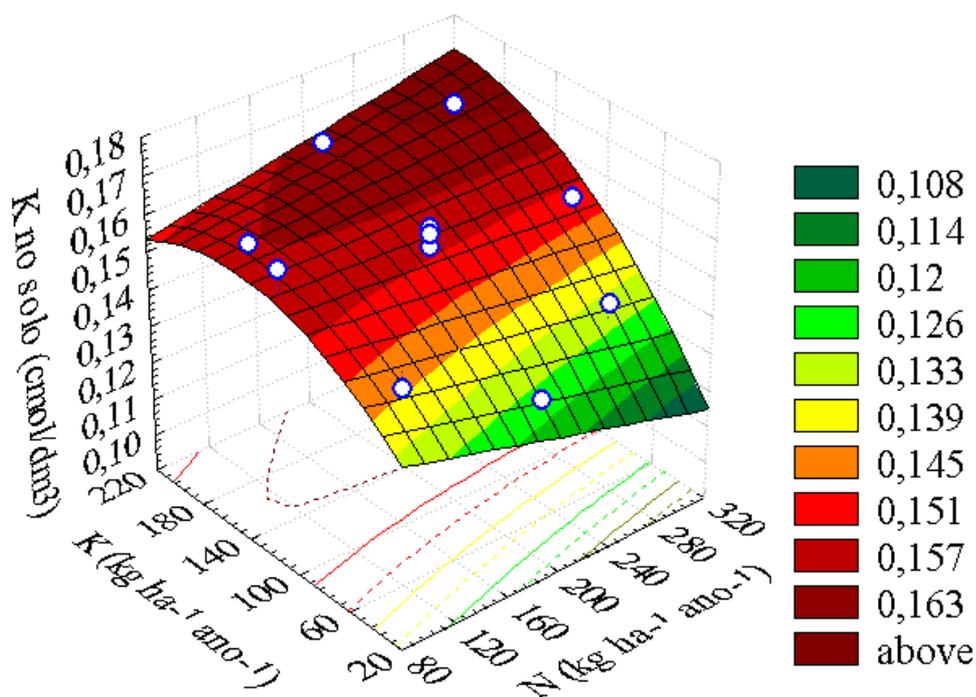
*Significativo a 5% de probabilidade.

FIGURA 3. Concentração de P foliar em laranjeiras 'Champagne' em função da adubação a base de nitrogênio e potássio. $\hat{y} = 0,7441 + 0,0068N - 0,00002*N^2 + 0,00082K - 0,00001K^2 - 0,000003NK$; $R^2 = 0,6700$.

O teor de potássio no solo diferiu significativamente em função das doses de potássio aplicadas no solo (Figura 4). Tal efeito foi citado por Quaggio et al. (2005) e constatado por Sobral et al. (2000) na adubação de laranjeira-Pera com NPK. O modelo reparametrizado (reduzido) gerado pode prever o comportamento das respostas. Vale ressaltar que a adubação potássica não alterou os teores foliares deste nutriente de modo que maior quantidade de potássio pode até ter sido absorvida do solo e também pode ter sido exportado para os frutos, sem, entretanto interferir em um primeiro momento nas propriedades físico-químicas avaliadas nestes produtos.

Creste (2005) relata que o K é o nutriente mais absorvido pelos citros e é o mais exportado para os frutos. Deve-se levar em consideração, ainda, que o pomar já era formado e estava em produção há muitos anos. Esse mesmo autor ainda relata que à

medida que a idade do tecido aumenta, diminui a absorção de K. Tal situação foi confirmada por Sobral et al. (2000), uma vez que observaram que a resposta do K na elevação do peso dos frutos diminuiu com a idade da planta. Veloso et al. (2006) descreveram que com a aplicação dos níveis crescentes de potássio no solo, houve aumento na concentração desses nutrientes no tecido foliar. No entanto, Almeida e Baumgartner (2002) obtiveram uma resposta inesperada no teor foliar de K, pois houve diminuição no teor foliar com o aumento da dose em um dos anos avaliados, justificado pelos autores pela diluição do nutriente em copa e efeito salino que reduziu sua absorção. Sendo assim, não há um padrão definido de resposta nestas circunstâncias.



*Significativo a 5% de probabilidade.

FIGURA 4. Concentração de K no solo do pomar de laranjeiras 'Champagne' em função da adubação a base de nitrogênio e potássio. $\hat{y} = 1,3323 - 0,0014N - 0,0000N^2 + 0,00386*K - 0,000016*K^2 + 0,000010NK$; $R^2 = 0,8827$.

De modo geral, os resultados do teor foliar indicam que os tratamentos influenciaram pouco no estado nutricional das plantas. Parte dos motivos para este perfil de resposta devem ao fato das condições do solo antes do início dos procedimentos de adubação terem demonstrado que os teores de N nas folhas e K no solo estavam normais, e o P no solo, acima da faixa considerada adequada para laranja (MATTOS JÚNIOR et al., 2009; MAGALHÃES, 2006). Além disso, foi verificado alta amplitude

dos teores de alguns nutrientes entre os ensaios, sobretudo para o P no solo, resultando em um alto coeficiente de variação, o que talvez justifique a não significância dos resultados para o nutrientes do solo. Desta forma, deve-se ressaltar que a diferença significativa observada no teor de P foliar pode não estar relacionada somente a interações entre os nutrientes aplicados e sim a variações intrínsecas do próprio solo. Os altos teores de P no solo possivelmente são em decorrência das intensas adubações orgânicas pelos quais esses solos passaram por até um ano antes do início da parte experimental deste estudo.

Villas Boas et al. (2002) ainda discutem que os teores foliares podem não caracterizar diferenças significativas, uma vez que os nutrientes mais disponíveis no solo podem ser utilizados para o desenvolvimento da planta, além do mais, considerando a época de coleta das folhas, sugere também a translocação dos nutrientes, em especial para os frutos.

CONCLUSÕES

As doses combinadas de nitrogênio e potássio não resultaram em efeitos significativos nos parâmetros de qualidade dos frutos e suco.

Constatou-se efeito significativo das doses de K no teor deste nutriente no solo.

Maiores teores de N foliar foram verificados em doses intermediárias de N e K e as maiores doses de K tiveram efeitos negativos na concentração foliar de Mg.

Com relação aos teores foliares de P, verificou-se que houve influência somente para a adubação nitrogenada, no qual as doses intermediárias estiveram relacionadas a maiores teores de P foliar.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.C.; BAUMGARTNER, J.G. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produção e na qualidade de frutos de laranja-‘Valência’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 282-284, abril 2002.

ALVA, A.K.; MATTOS JUNIOR, D.; PARAMASIVA,, S.; PATIL, B.; DOU, H.; SJAWAN, K.S. Potassium management for optimizing citrus production and quality. **International Journal of Fruit Science**, v.6, n.1, p.3-43, 2006.

ALVA, A.K.; PARAMASIVAM, S. Nitrogen management for high yield and quality of citrus in sandy soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.62, n.5, p.1335-42, 1998.

AMARO, A.A.; VICENTE, M.C.M.; BAPTISTELLA, C.S.L. Citricultura paulista: tecnologia e mão de obra. **Laranja**, v. 22, p. 1-37, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC**. Washington, 1997. p. 16-17. (v. 2)

BOX, G.E.P.; DRAPER, N.R. Empirical Model-Building and Response Surfaces. Wiley and Sons, USA., 1987. pp: 1-3.

CRESTE, J. E. **O potássio na cultura dos citrus**. In: YAMADA, T. ; ROBERTS, T. L. Potássio na agricultura Brasileira. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 2005. 841p.

DASBERG, S.; BAR-AKIVA, A.; SPAZINSKY, S.; COHEN, A. Fertigation versus broadcasting in an orange grove. **Fertilizer Research**, v.15, p. 147-54, 1988.

EMBRAPA. **Clima MS**. 2008. Disponível em: <http://www.cpa0.embrapa.br/clima/index.php?pg=chuvams&cad=2&cidade=Amamba%ED&estacao=&intervalo=1>. Acesso em: 12 jan. 2012.

FAO. **Agricultural Data - FAOSTAT**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>. On line. Acesso em: 05 nov. 2010.

FIDALSKI, J.; PAVAN, M. A.; AULER, P. A. M.; JACOMINO, A.P. Produção de frutos de laranjeira pêra e teores de nutrientes nas folhas e no solo, em latossolo vermelho-escuro do noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.273-279, 1999.

GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS. **Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo**. 3.ed. rev. atual. Cordeirópolis: Laranja, 1994. 27p. Edição especial.

DUENHAS, L.H.; VILAS BÔAS, R.L.; SOUZA, C.M.P.; RAGOZO, C.R.A.; BULL, L.T. Fertirrigação com diferentes doses de NPK e seus efeitos sobre a produção e qualidade de frutos de laranja (*Citrus sinensis* O.) 'Valência'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 214-218, 2002

IBGE - **Produção Agrícola Municipal**, 2009. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm> Acesso em: 05/11/2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: ANVISA, 2005. 1018p.

INTRIGLIOLO, F.; ROCCUZZO, G.; ANAC, D.; MARTIN-PREVEL, P. Evaluation of different fertilization strategies on orange. Improved crop quality by nutrient management, p.23-26, 1999.

MAGALHAES, A.F.J. **Nutrição mineral e adubação de citrus irrigados**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical Cruz das Almas, 2006. 12p. Circular técnica 79.

MALAVOLTA, E.; PRATES, H. S.; CASALE, H.; LEO, H.C. Seja o Dr do seu citrus. **Informações Agronômicas**, n. 6, p.1-11, 1994.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 674p.

MATTOS JUNIOR, D.; MILANEZE, T.F.; AZEVEDO, F.A.; QUAGGIO, J.A. Soil nutrient availability and its impact on fruit quality of tahiti acid lime. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 335-342, 2010.

MATTOS JUNIOR, D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; CARVALHO, S.A. Superfícies de resposta do tanger 'Murcott' à fertilização com N, P e K. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 164-167, Abril 2004.

MATTOS JÚNIOR, D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; BOARETTO, R.M. Citros: manejo da fertilidade do solo para alta produtividade. **Informações Agronômicas**, n.128, p.5-12, 2009.

PANZENHAGEN, N.V.; KOLLER, O.C.; SARTORI, I.A.; PORTELINHA, N.V. Respostas de tangerineiras montenegrina à calagem e adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.527-533, 1999.

QUAGGIO, J.A. Adubação NPK e a qualidade de alguns frutos tropicais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21, 1994. p.166-194.

QUAGGIO, J.A.; MATTOS JUNIOR, D.; BOARETTO, R.M. Sources and rates of potassium for sweet orange production. **Scientia Agricola**, v.68, n.3, p.369-375, 2011.

QUAGGIO, J.A.; MATTOS JÚNIOR, D.; CANTARELLA, H. **Manejo da fertilidade do solo na citricultura**. In: MATTOS JÚNIOR, D. de; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; Fundag, 2005. p.485-504.

SOBRAL, S. L.; SOUZA, L.F.S.; MAGALHÃES, A. F. J.; SILVA, J. U. B.; LEAL, M. L. S. Resposta da Laranjeira-pera a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em um latossolo amarelo dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, p.307-312. 2000.

TAGLIAVINI, M.; SCUDELLARI, B.; MARANGONI, D.; TOSELLI, M. Nitrogen fertilization management in orchards to reconcile productivity and environmental aspects. **Fertilizer Research**, v. 43, n. 1-2, p. 93-102, 1996.

VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; SOUZA, F. R. S. de. **Resposta da laranjeira à adubação nitrogenada e potássica em latossolo amarelo no Nordeste Paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 21 p. il. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 61). Disponível também on-line. **URL/URI:** <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/28241/1/BPD61.pdf>

VILLAS BÔAS, R.L.; MORAES, M.H.; ZANINI, J.R., PAVANI, L.C.; CAMARGO, D.A. DUENHAS, L.H.. Teores de nutrientes na folha, qualidade do suco e massa seca de raízes de laranja “Valência” em função da irrigação e fertirrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 231-235, 2002.

APÊNDICES



FIGURA 1. Árvore contendo frutos de laranja 'Champagne'.



FIGURA 2. Localização geográfica do pomar doméstico de laranja 'Champagne' no município de Amambai MS.



FIGURA 3. Laranjas 'Champagne' classificadas como V, VA, AV e A, utilizadas na avaliação das características físico-químicas colhidas em diferentes estádios de maturação.



FIGURA 4. Covas na projeção da copa da árvore para adubações a base de nitrogênio e potássio.



FIGURA 5. Frutos de laranja 'Champagne' utilizados para a avaliação da qualidade pós-colheita de frutos inteiros.



FIGURA 6. Sanitização dos frutos de laranja 'Champagne' em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm.

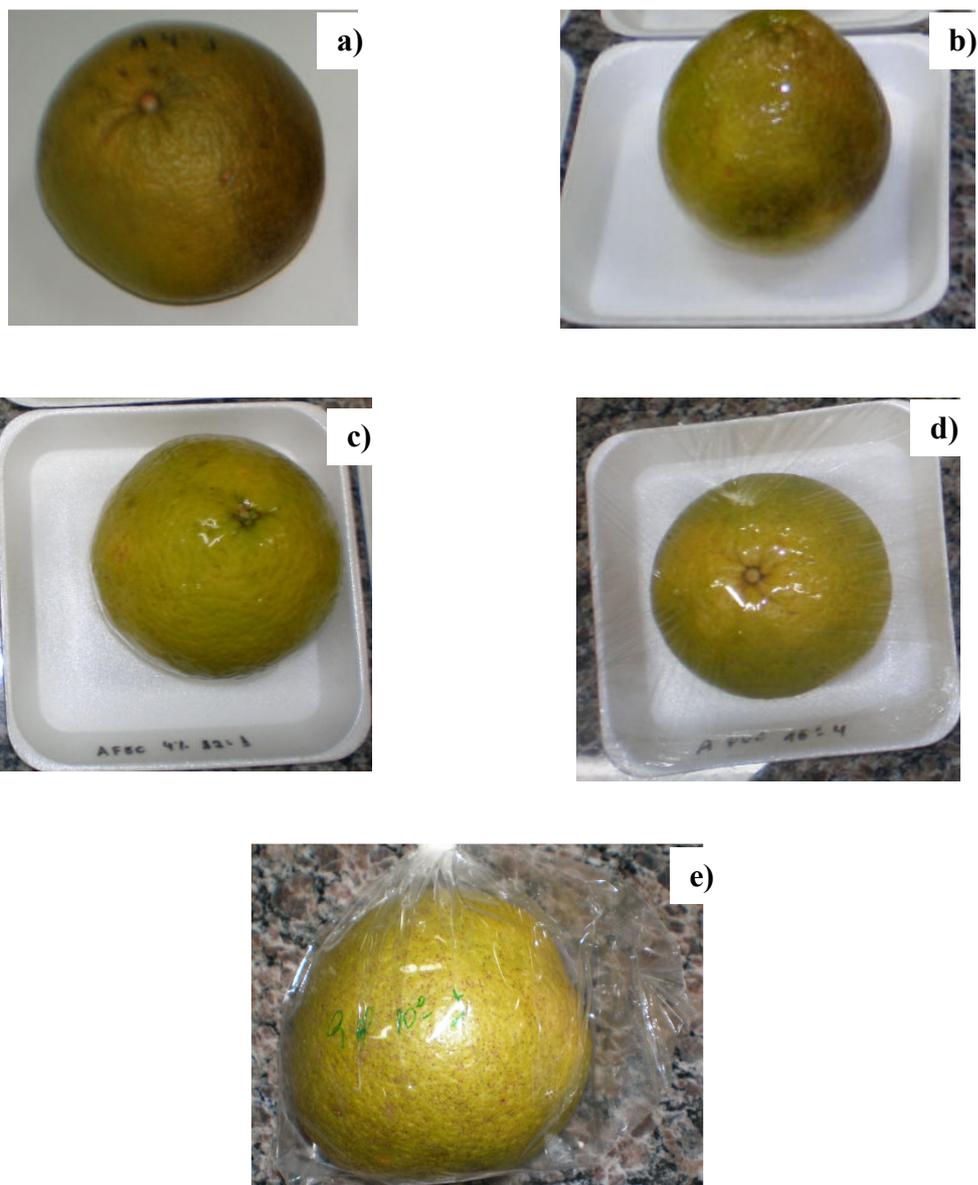


FIGURA 7. Frutos de laranja 'champagne' no dia da montagem dos experimentos, antes dos devidos armazenamentos. a: sem embalagem. b: revestidos com filme de fécula de mandioca a 2%. c: revestidos com fécula de mandioca a 4%. d: revestidos com filme de PVC. e: revestidos com filme de polietileno.

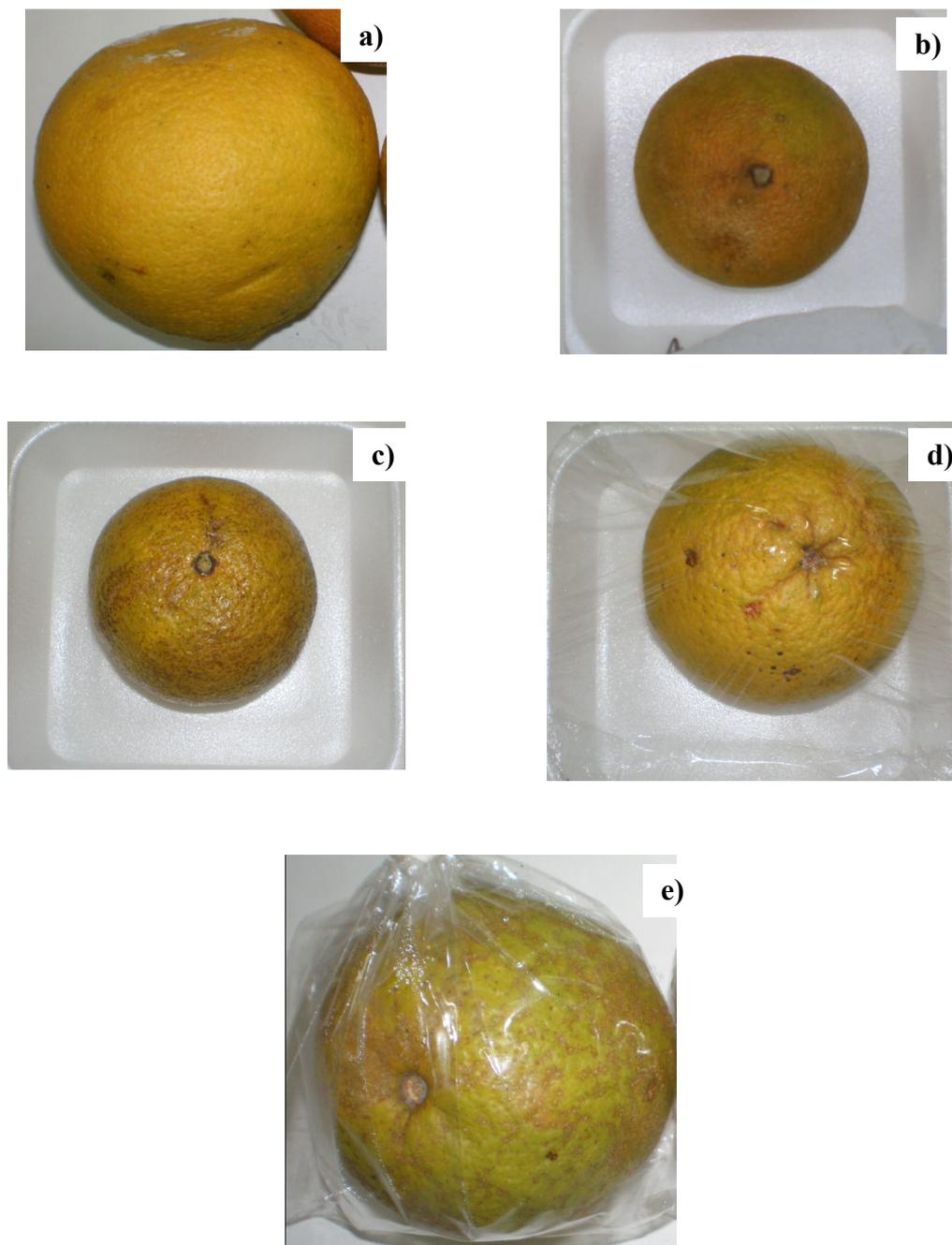


FIGURA 8. Frutos inteiros de laranjas 'champagne' armazenados por 24 dias em temperatura ambiente (25°C). a: sem embalagem. b: revestidos com filme de fécula de mandioca a 2%. c: revestidos com fécula de mandioca a 4%. d: revestidos com filme de PVC. e: revestidos com filme de polietileno.

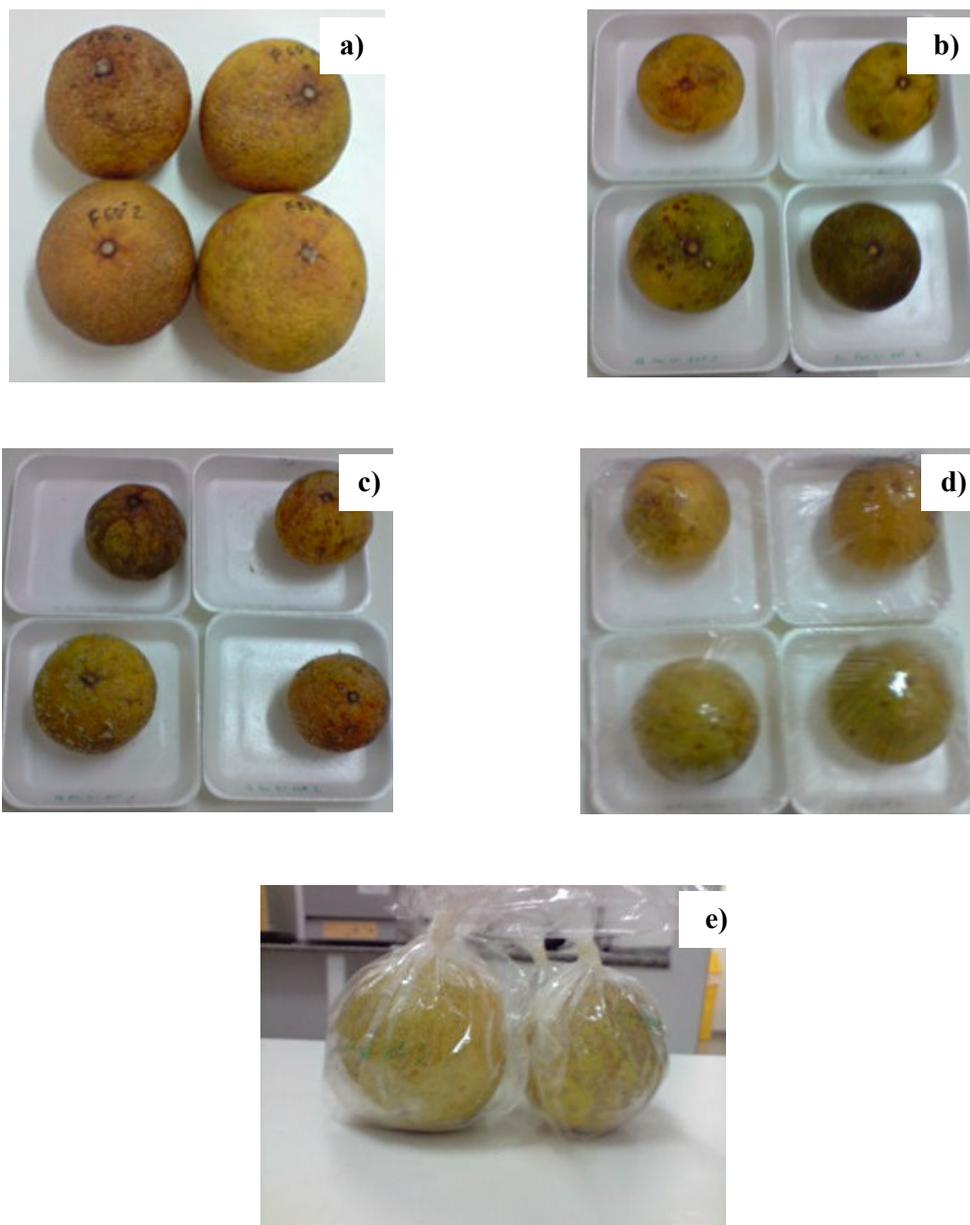


FIGURA 9. Condição dos frutos inteiros de laranja 'champagne' armazenados por 60 dias em temperatura de refrigeração (3°C). a: sem embalagem. b: revestidos com filme de fécula de mandioca a 2%. c: revestidos com fécula de mandioca a 4%. d: revestidos com filme de PVC. e: revestidos com filme de polietileno.

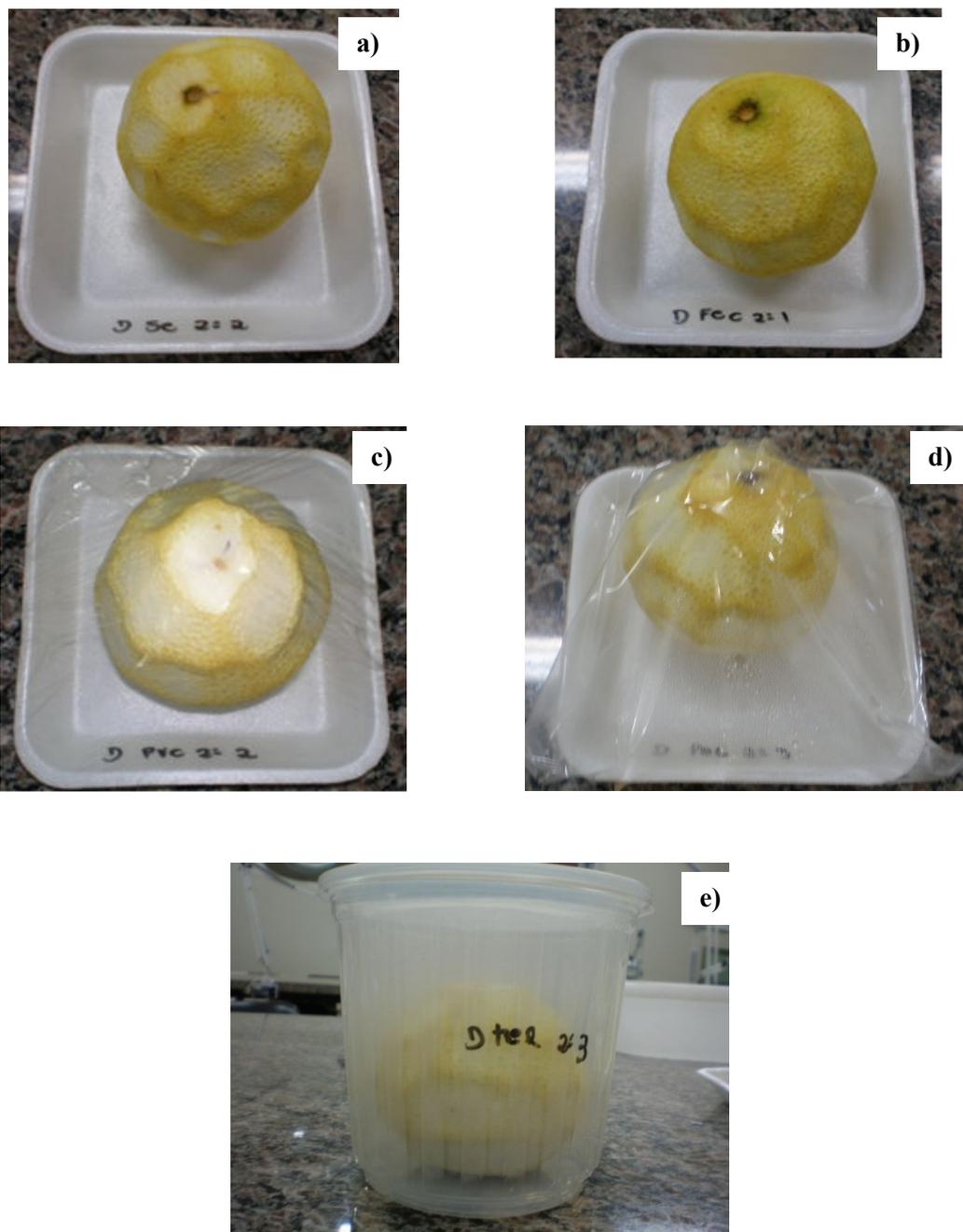


FIGURA 10. Frutos minimamente processados de laranja 'champagne' em nível de remoção do flavedo. a: em BPE sem recobrimento. b: em BPE revestidos com filme de gelatina a 3%. c: em BPE revestidos com filme PVC. d: em BPE revestidos com filme de polietileno. e: embalados em pote de poliestireno com tampa.

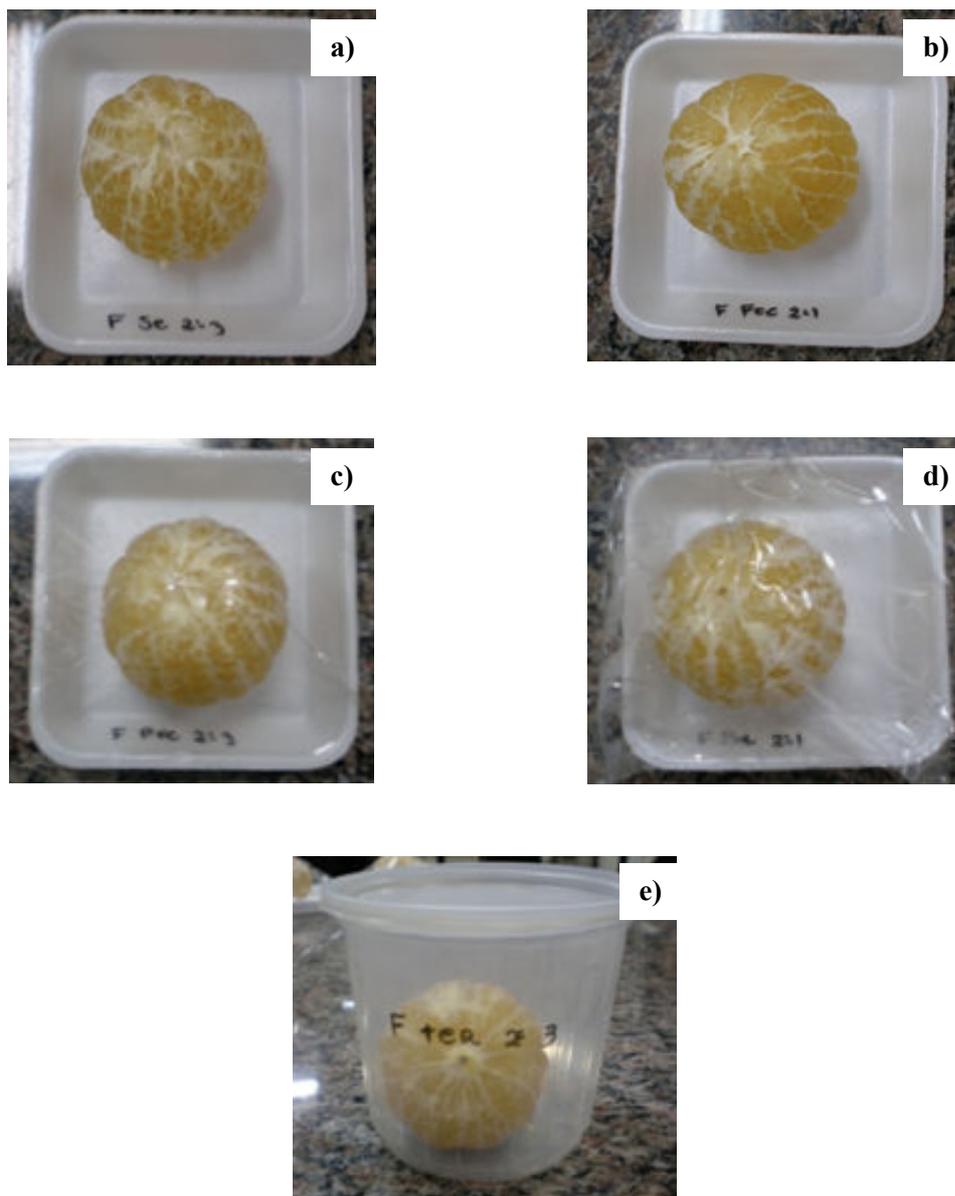


FIGURA 11. Frutos minimamente processados de laranja 'champagne' em nível de remoção do flavedo e albedo. a: em BPE sem recobrimento. b: em BPE revestidos com filme de gelatina a 3%. c: em BPE revestidos com filme PVC. d: em BPE revestidos com filme de polietileno. e: embalados em pote de poliestireno com tampa.

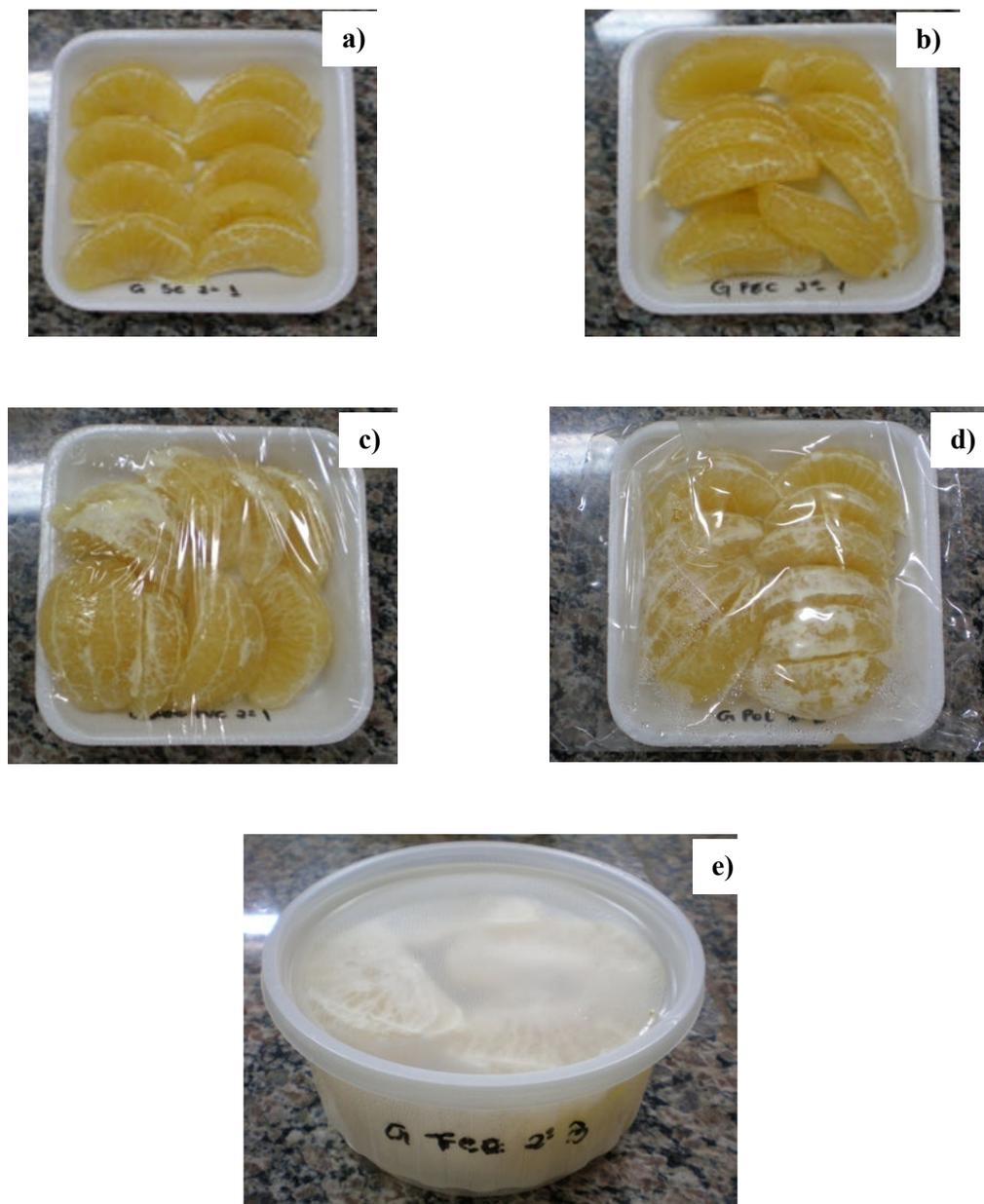


FIGURA 12. Frutos minimamente processados de laranja 'champagne' em nível de segmentação de gomos. a: em BPE sem revestimento. b: em BPE revestidos com filme de gelatina a 3%. c: em BPE revestidos com filme PVC. d: em BPE revestidos com filme de polietileno. e: embalados em pote de poliestireno com tampa.

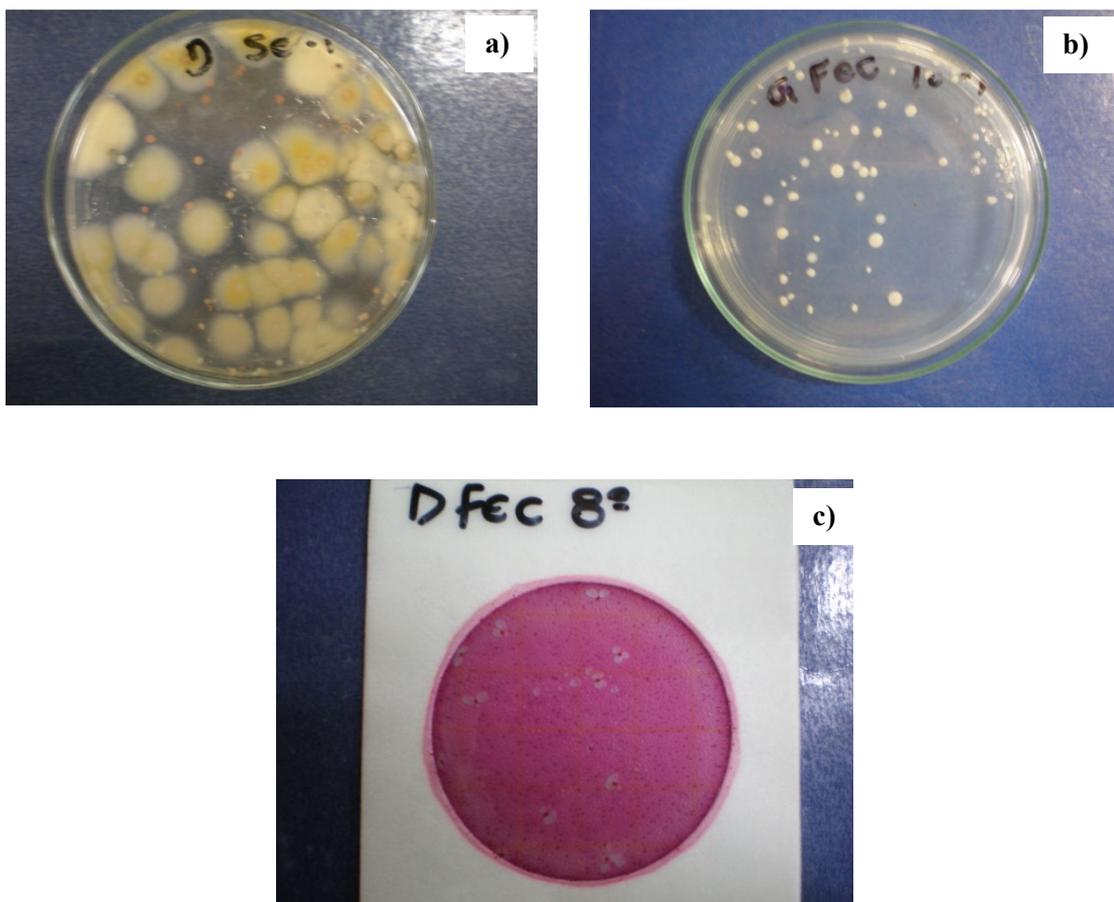


FIGURA 13. Imagens referentes às análises microbiológicas (a: meio de agar dextrose batata contendo bolores e leveduras. b: meio de agar padrão para contagem contendo bactérias psicotróficas. c: meio de Petrifilm contendo coliformes totais).

TABELA 1. Análises de variância para os efeitos de adubação nitrogenada e potássica sobre os parâmetros avaliados em frutos de laranja 'Champagne' (DL= diâmetro longitudinal, DT: diâmetro transversal, RS= rendimento de suco)

Resposta	GL	Soma dos quadrados	F	p
Peso				
x ₁ L/Q	1	53,6912 / 241,3742	0,9193/ 4,1227	0,4388 / 0,1791
x ₂ L/Q	1	127,7385 / 201,2229	2,1871 / 3,4452	0,2773 / 0,2046
x ₁ x ₂	1	27,7729	0,4755	0,5617
Falta de ajuste	3	152,4578	2,6103	0,2891
Erro puro	2	58,4059		
DL				
x ₁ L/Q	1	0,1157 / 0,0157	0,1202 / 0,0163	0,7619 / 0,9100
x ₂ L/Q	1	3,5535 / 0,5157	3,6930 / 0,5359	0,1946 / 0,5403
x ₁ x ₂	1	3,7056	3,8510	0,1887
Falta de ajuste	3	2,6364	2,7399	0,2787
Erro puro	2	0,9622		
DT				
x ₁ L/Q	1	0,0633 / 3,0571	0,1148 / 5,5489	0,7669 / 0,1426
x ₂ L/Q	1	0,0809 / 1,5455	0,1468 / 2,8052	0,7385 / 0,2359
x ₁ x ₂	1	0,0004	0,0007	0,9809
Falta de ajuste	3	0,3879	0,7041	0,6319
Erro puro	2	0,5509		
RS				
x ₁ L/Q	1	6,6160 / 4,8011	4,0404 / 2,9321	0,1821 / 0,2289
x ₂ L/Q	1	3,6764 / 0,7812	2,2452 / 0,4771	0,2728 / 0,5611
x ₁ x ₂	1	0,0121	0,0074	0,9393
Falta de ajuste	3	3,3044	2,0180	0,3483
Erro puro	2	1,6374		

x₁: variável nitrogênio (g ha⁻¹ ano⁻¹). x₂: variável potássio(g ha⁻¹ ano⁻¹). L: efeito linear. Q: efeito quadrático.

TABELA 2. Análises de variância para os efeitos da adubação nitrogenada e potássica sobre os parâmetros avaliados em sucos de laranja 'Champagne'. pH= potencial hidrogeniônico, SST: sólidos solúveis totais, ATT: acidez titulável total, AA: ácido ascórbico)

Resposta	GL	Soma dos quadrados	F	p
pH				
x ₁ L/Q	1	0,0005 / 0,0001	2,3734 / 0,4215	0,2633 / 0,5828
x ₂ L/Q	1	0,0001 / 0,0026	0,5606 / 11,3752	0,5321 / 0,0778
x ₁ x ₂	1	0,0002	0,9643	0,4296
Falta de ajuste	3	0,0008	3,4455	0,2330
Erro puro	2	0,0002		
ATT				
x ₁ L/Q	1	0,0007 / 0,0001	0,3012 / 0,0241	0,6382 / 0,8908
x ₂ L/Q	1	0,0004 / 0,0005	0,1482 / 0,1996	0,7373 / 0,7129
x ₁ x ₂	1	0,0006	0,2373	0,6743
Falta de ajuste	3	0,0055	2,0908	0,3397
Erro puro	2	0,0026		
SST				
x ₁ L/Q	1	0,0043 / 0,0010	0,1923 / 0,0443	0,7038 / 0,8528
x ₂ L/Q	1	0,0027 / 0,0175	0,1213 / 0,7766	0,7609 / 0,4711
x ₁ x ₂	1	0,1560	6,8936	0,1196
Falta de ajuste	3	0,0359	1,5880	0,4089
Erro puro	2	0,0226		
Açúcar total				
x ₁ L/Q	1	0,0285 / 0,0017	2,3735 / 0,1397	0,2633 / 0,7444
x ₂ L/Q	1	0,0042 / 0,0035	0,3456 / 0,2874	0,6161 / 0,6455
x ₁ x ₂	1	0,0289	2,4017	0,2613
Falta de ajuste	3	0,0070	0,5832	0,6813
Erro puro	2	0,0120		
AA				
x ₁ L/Q	1	2,5130 / 12,9962	2,6998 / 13,9619	0,2421 / 0,0647
x ₂ L/Q	1	0,4719 / 1,1615	0,5070 / 1,2479	0,5503 / 0,3801
x ₁ x ₂	1	3,3225	14,3124	0,0633
Falta de ajuste	3	0,8596	0,9235	0,5574
Erro puro	2	0,9308		

x₁: variável nitrogênio (g ha⁻¹ ano⁻¹). x₂: variável potássio(g ha⁻¹ ano⁻¹). L: efeito linear. Q: efeito quadrático.

TABELA 3. Análises de variância para os efeitos de adubação nitrogenada e potássica após duas safras sobre os parâmetros avaliados em folhas de laranja 'Champagne' e solos (K 0-20= potássio em profundidade de 0-20 cm e P 0-20= fósforo em profundidade de 0-20 cm)

Resposta	GL	Soma dos quadrados	F	p
N foliar				
x ₁ L/Q	1	2,3112 / 5,3016	29,4297 / 67,5073	0,0323* / 0,0145*
x ₂ L/Q	1	2,2692 / 4,3861	28,8949 / 55,8498	0,0329* / 0,0174*
x ₁ x ₂	1	0,5112	6,5097	0,1254
Falta de ajuste	3	3,9111	49,8018	0,01975*
Erro puro	2	0,0785		
K foliar				
x ₁ L/Q	1	0,0009 / 0,0095	0,1223 / 1,3166	0,7599 / 0,3699
x ₂ L/Q	1	0,0246 / 0,0063	3,4065 / 0,8804	0,2062 / 0,4471
x ₁ x ₂	1	0,0144	1,9908	0,2937
Falta de ajuste	3	0,0309	4,2730	0,1954
Erro puro	2	0,0072		
P foliar				
x ₁ L/Q	1	0,0206 / 0,0560	1,0119 / 27,5495	0,4204 / 0,0344*
x ₂ L/Q	1	0,0003 / 0,0001	0,1823 / 0,0586	0,7110 / 0,8312
x ₁ x ₂	1	0,0009	0,4426	0,5743
Falta de ajuste	3	0,0088	4,3474	0,1926
Erro puro	2	0,002033		
Ca foliar				
x ₁ L/Q	1	10,2321 / 2,9992	2,2491 / 0,6593	0,2724 / 0,5021
x ₂ L/Q	1	0,3739 / 12,3940	0,0822 / 2,7244	0,8013 / 0,2406
x ₁ x ₂	1	5,7600	1,2661	0,3774
Falta de ajuste	3	8,1391	1,7891	0,3782
Erro puro	2	4,5493		
Mg foliar				
x ₁ L/Q	1	0,0002 / 0,0025	0,0910 / 0,9345	0,7914 / 0,4357
x ₂ L/Q	1	0,3742 / 0,07260	142,1061 / 27,5683	0,0070* / 0,0344*
x ₁ x ₂	1	0,0042	1,6044	0,3328
Falta de ajuste	3	0,0759	28,8135	0,0337*
Erro puro	2	0,0026		
K solo (0-20)				
x ₁ L/Q	1	0,00001 / 0,0000	1,3488 / 0,0003	0,3654 / 0,9879
x ₂ L/Q	1	0,00129 / 0,00018	138,6708 / 19,8754	0,0071* / 0,0468*
x ₁ x ₂	1	0,00010	10,7143	0,0820
Falta de ajuste	3	0,000065	6,9695	0,1280
Erro puro	2	0,000009		
P solo (0-20)				
x ₁ L/Q	1	1504,82 / 10634,39	0,2019 / 1,4270	0,6972 / 0,3547
x ₂ L/Q	1	120,2100 / 3982,35	0,0161 / 0,5344	0,9105 / 0,5408
x ₁ x ₂	1	6163,04	0,8270	0,4591
Falta de ajuste	3	978,08	0,1312	0,9333
Erro puro	2	7452,01		

x₁: variável nitrogênio (g ha⁻¹ ano⁻¹). x₂: variável potássio (g ha⁻¹ ano⁻¹). L: efeito linear. Q: efeito quadrático.

*significativo a 5% de probabilidade.