

RADIAÇÃO GAMA NA CONSERVAÇÃO DO SUÇO CONCENTRADO DE LARANJA:
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS

MARTA HELENA FILLET SPOTO

ORIENTADOR: *Rachel Elisabeth Domarco*

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Agronomia: ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Energia Nuclear na Agricultura.

P I R A C I C A B A
ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL
DEZEMBRO - 1988

Spoto, Marta Helena Fillet

S765r Radiação gama na conservação do suco concentrado de laranja; características físicas, químicas e sensoriais. Piracicaba, 1988.

91p.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia

1. Laranja - Produto derivado. 2. Radiação gama em alimento. 3. Suco concentrado de laranja - Caracterização. 4. Suco concentrado de laranja - Conservação por irradiação. I. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

CDD 663.63

RADIAÇÃO GAMA NA CONSERVAÇÃO DO SUCO CONCENTRADO DE LARANJA:
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS

MARTA HELENA FILLET SPOTO

APROVADA EM: 13/03/1989

COMISSÃO JULGADORA:

Prof. ^a Dra. Rachel Elisabeth Domarco	CENA/USP
Prof. Dr. Julio Marcos Melges Walder	CENA/USP
Prof. ^a Dra. Ruth dos Santos Garruti	UNICAMP



Prof.^a Dra. RACHEL ELISABETH DOMARCO
Orientador

À minha *mãe*,
pelo incentivo e compreensão,

AGRADEÇO

Ao meu *marido*
e meus *filhos*,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- A *Dra. Rachel Elisabeth Domarco*, pela orientação e revisão minuciosa dos originais.
- A *Dra. Ruth dos Santos Garruti*, pela orientação na coordenação das análises sensoriais.
- Ao *Dr. Julio Marcos Melges Walder*, pelo apoio, sugestões e facilidades concedidas no decorrer do curso.
- Ao *Dr. Frederico Maximiliano Wiendl*, pela amizade e inestimável ensinamentos transmitidos.
- A *Dra. Regina Teresa Rosin Monteiro*, pelas críticas, sugestões e incentivo.
- Ao técnico *Odair Bastos de Almeida* e estagiária *Ana Lúcia Pusch*, pelo auxílio nas análises sensoriais.
- A equipe de provadores (*Gilberto R. Furlan, Rosângela A. Rocha, Rachel E. Domarco, Rosana E. Sperandio, Valdemar L. Tornisiello, Silvana R. Vicino, Maria Helena A. Leme, Neivaldo Costa*), pela participação na análise sensorial do suco de laranja.
- A *Citrosuco*, pela doação do suco de laranja, e a equipe técnica pela realização das análises químicas do suco.

.iii.

- Aos técnicos *Adilson C. Silva* e *Luís Anselmo Lopes*, pela colaboração na irradiação do suco.
- Ao *José Claret Matioli* e *Gabriel Adrian Sarries*, pelo processamento dos dados e pela realização das análises estatísticas.
- Ao *Dr. Humberto de Campos*, pelas sugestões nas análises estatísticas.
- Ao *Dr. Valter Arthur* e demais amigos da área de *Ciências Ambientais e fitossanidade* pelo incentivo e amizade.
- A *Eliane Zaidan Silvestre*, pela colaboração na confecção das tabelas.
- Aos Srs. *Cleusval Bissi* e *Alfredo José F. de Mello*, pela datilografia.
- Ao *Departamento de Ciências Ambientais e Fitossanidade*, pelas facilidades concedidas para a realização desta dissertação.
- E a todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

.iv.

	Página
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Análise química	18
3.1.1. Marcha analítica	18
3.1.1.1. Teor de sólidos solúveis (T.S.S.)	18
3.1.1.2. Acidez titulável	18
3.1.1.3. pH	19
3.1.1.4. Teor de ácido ascórbico - Vitamina C	19
3.1.2. Análise estatística	19
3.2. Análise microbiológica	20
3.3. Análise sensorial	21
3.3.1. Análise estatística	25
3.4. Análise colorimétrica	25
4. RESULTADOS	27
4.1. Análises químicas	27
4.1.1. Teor de sólidos solúveis (^o Brix)	27
4.1.2. Acidez total (% Ácido cítrico)	31
4.1.3. pH	35
4.1.4. Ácido ascórbico (Vitamina C)	37
4.2. Análise microbiológica	41
4.3. Análise sensorial	41

	Página
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	54
5.1. Porcentagem de sólidos solúveis	54
5.2. Acidez titulável.	57
5.3. pH.	60
5.4. Ácido ascórbico (Vitamina C).	61
5.5. Análise sensorial	65
6. CONCLUSÕES.	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
APÊNDICE.	81

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	- Modelo da Ficha de Avaliação usada na Fase I da Seleção de Provedores.	23
2	- Modelo da Ficha de Avaliação usada na Fase II da Seleção de Provedores.	23
3	- Curvas ajustadas para a Regressão Polinomial entre as Doses de Irradiação e o Teor de Sólidos Solúveis, em diferentes Temperaturas de Irradiação (A); Temperaturas de Armazenamento (B), Períodos de Armazenamento (C). Piracicaba-SP. Dezembro/88.	30
4	- Curvas ajustadas para a Regressão Polinomial entre as Doses de Irradiação e pH, em diferentes Temperaturas de Irradiação (A); Temperaturas de Armazenamento (B); Períodos de Armazenamento (C). Piracicaba-SP. Dezembro/88.	36
5	- Curvas ajustadas para a Regressão Polinomial entre as Doses de Irradiação e Ácido Ascórbico, em diferentes Temperatura de Irradiação (A); Temperaturas de Armazenamento (B); Períodos de Armazenamento (C). Piracicaba-SP. Dezembro/88.	39

LISTA DE TABELA

<u>Tabela</u>	<u>Página</u>
1 - Efeito da dose, temperatura de irradiação, tempo e temperatura de armazenamento no teor de sólidos solúveis (^o Brix) do suco concentrado de laranja. (Piracicaba-SP, nov/88).	28
2 - Efeito da dose, temperatura de irradiação, tempo e temperatura de armazenamento, para acidez total (% ácido cítrico) do suco <u>con</u> centrado de laranja. (Piracicaba-SP, nov/88).	32
3 - Efeito da dose, temperatura de irradiação, tempo e temperatura de armazenamento, para o pH do suco concentrado de laranja. (Pira <u>c</u> icaba-SP, nov/88).	34
4 - Efeito da dose, temperatura de irradiação, tempo e temperatura de armazenamento, para o teor de ácido ascórbico (mg/100 g de <u>su</u> co), no suco concentrado de laranja. (Pira <u>c</u> icaba-SP, nov/88).	38
5 - Estimativas de F para os atributos de sa- bor, em relação aos tratamentos durante o período de armazenamento.	42
6 - Médias dos tratamentos para os diferentes atributos do suco concentrado de laranja. Efeito da dose e temperatura de irradiação no 1º dia de armazenamento.	44

Tabela

Página

7 - Média de tratamentos para sabor "LARANJA" do suco concentrado. Efeito da dose e temperatura de irradiação e temperatura de armazenamento durante 30, 60 e 90 dias ⁽¹⁾ .	45
8 - Médias de tratamento para sabor "ÁCIDO" do suco concentrado. Efeito da dose e temperatura de irradiação e temperatura de armazenamento, durante 30, 60 e 90 dias ⁽¹⁾ .	47
9 - Médias de tratamentos para sabor "DOCE" do suco concentrado. Efeito da dose e temperatura de irradiação e temperatura de armazenamento, durante 30, 60 e 90 dias ⁽¹⁾ .	49
10 - Médias de tratamentos para "IMPRESSÃO GLOBAL" do suco concentrado. Efeito da dose e temperatura de irradiação e da temperatura de armazenamento, durante 30, 60 e 90 dias ⁽¹⁾	50
11a - Análise colorimétrica do suco concentrado de laranja irradiado.	53
11b - Análise colorimétrica do suco concentrado de laranja irradiado e armazenamento até 90 dias.	53

RADIAÇÃO GAMA NA CONSERVAÇÃO DO SUCO CONCENTRADO DE LARANJA: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS

AUTORA: Marta Helena Fillet Spoto

ORIENTADOR: Rachel Elisabeth Domarco

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a conservação do suco de laranja concentrado, através da ação sinérgica do calor e irradiação, em diferentes temperaturas e períodos de armazenamento. O material foi enlatado em recipientes de 200 ml revestidos internamente com material apropriado. Uma parte foi aquecida a 50°C por 30 min e imediatamente irradiada, outra parte foi irradiada à temperatura ambiente (25°C). Para a irradiação utilizou-se uma fonte de cobalto-60 tipo Gammabeam-650, com atividade de aproximadamente $1,92 \times 10^8$ M Bq, e uma taxa de dose de 5,37 kGy/h. As doses utilizadas foram 2,5; 5,0 e 7,5 kGy. Após a irradiação, os 2 lotes foram armazenados a 0°C, 5°C e temperatura ambiente (22 - 25°C). As análises químicas (Brix, acidez total, pH e vitamina C) foram realizadas após 30, 60 e 90 dias e as análises sensoriais foram realizadas após 1, 30, 60, 90 e 180 dias de armazenamento. Os resultados obtidos mostraram pequenas variações no teor de sólidos solúveis, acidez total, pH e ácido ascórbico, em relação às doses de irradiação, sendo este último muito mais in-

fluenciado pelas temperaturas e períodos de armazenamento. Foram detectadas mudanças na cor do suco armazenado à temperatura ambiente, a partir de 30 dias de armazenamento, no entanto as características de qualidade permaneceram no valor normal (nível 5), numa escala de 9 pontos. Para o suco armazenado a 0°C e 5°C não foram detectadas alterações na cor, não diferenciando da testemunha armazenada a -18°C durante todo o período de armazenamento.

PRESERVATION OF CONCENTRATED ORANGE JUICE BY GAMMA RADIATION:
PHYSICAL, CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS

AUTHOR: Marta Helena Fillet Spoto
ADVISER: Rachel Elisabeth Domarco

SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the conservation of concentrated orange juice, through the synergic action of heat and irradiation in different temperatures and storage periods. The orange juice was canned in 200 ml recipients. One lot of 200 samples was heated at 50°C for 30 min, and irradiated at this temperature, and another lot of 200 samples was irradiated at room temperature (25°C). A source of cobalt-60, type Gammabeam-650, with an activity of approximately 4,912 Ci was utilized at the dose rate of 5.37 kGy/h. The doses used were 2.5; 5.0 and 7.5 kGy. After the irradiation, the two set of samples were stored at 0°C, 5°C and room temperature (22 - 25°C). The chemical and sensory analyses were done after 1, 30, 60, 90 and 180 days of storage. The irradiation doses effect caused small variations in the total soluble solids, acidity, pH and ascorbic acid. The degradation of ascorbic acid was influenced by temperatures and storage time. Color changes were detected on the juice stored at room temperature. The

characteristic of quality received score 5, in a 9-point scale. There were no differences on the color of the juice stored at 0°C and 5°C, which remained similar to the control (stored at -18°C).

1. INTRODUÇÃO

A produção de suco de laranja tem sofrido considerável desenvolvimento nos últimos trinta anos. O crescimento geral da oferta de frutas frescas, a saturação do mercado europeu de frutas e, conseqüentemente, as dificuldades de comercialização, fizeram com que as indústrias de transformação ganhassem importância em muitos países produtores. O fornecimento de frutas para o setor de sucos ainda depende, em grande parte, da oferta dessas frutas que, principalmente por motivos de qualidade, não podem ser comercializadas no seu estado natural. Mas, mesmo assim, esse setor absorve uma quantidade cada vez maior da produção. Essa tendência persistirá, sem dúvida, em conseqüência não só do aumento da quantidade de frutas impróprias à venda no mercado de produtos frescos, mas também da redução esperada entre os preços dos frutos e os dos produtos processados, determinada pela pressão de uma oferta mais abundante.

Destacado produtor mundial de frutas cítricas, (2º lugar com 25% da produção mundial, segundo BRACCO (1986), o Brasil luta em várias frentes para expandir o incipiente

mercado de sucos tropicais, consciente do potencial econômico que encerra e da importância que tem para o desenvolvimento da própria fruticultura nacional.

Comparando-se suco cítrico e tropical, em termos de exportação, o primeiro, considerando-se a laranja, dá liderança ao país em termos de mercado externo, representando 95% do total de sucos exportados.

Em 1987 o Brasil exportou 728 mil toneladas de suco, que representaram cerca de US\$ 800 milhões. Em 1988, porém, foram exportadas apenas 648 mil toneladas, que representaram US\$ 884,25 milhões (D'ANDRÉA, 1988). Em vista disso, o investimento no mercado interno tem sido intenso, principalmente no segmento educacional, divulgando, através de um bem planejado trabalho de estudo de mercado, as vantagens e o baixo custo deste produto, cujo teor vitamínico só traz benefícios.

O principal problema enfrentado pelas empresas produtoras de suco é o congelamento à temperatura de 18°C negativos, necessários para a conservação e distribuição do produto.

O equipamento para refrigeração, compressores para câmaras frigoríficas, assim como o gás refrigerante, são importados, representando portanto um alto custo de ma-

nutenção desse equipamento, e de conservação do suco.

Em vista desses problemas, torna-se necessário um processo alternativo para a conservação de sucos.

A irradiação gama tem sido alvo de crescentes atenções durante as últimas décadas, devido às vantagens distintas que apresenta sobre os métodos convencionais de processamento de alimentos: os alimentos podem ser tratados após empacotamento, podem ser conservados no estado fresco e os perecíveis podem ser conservados por mais tempo sem perda de qualidade.

Para frutas, sucos de frutas e vegetais, o tratamento mais promissor é a combinação da radiação com o tratamento a quente, pois a esterilização somente com a irradiação poderia requerer uma alta dose e ainda assim não promover a inativação enzimática, responsável pelas mudanças sensoriais durante o armazenamento.

No presente trabalho procurou-se avaliar os efeitos da irradiação, combinada ou não com o aquecimento, comparando-se as características do suco em várias temperaturas de armazenamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O uso comercial de irradiação para preservação de suco de frutas depende largamente da redução da dose requerida, a fim de minimizar as características e qualidades organoléticas indesejáveis, e melhorar os aspectos econômicos do processo. Em vista deste fator, várias fontes de pesquisas foram consultadas (SUPRIR; EMBRAPA; INIS ATHO MINDEX, FOOD TECHNOLOGY) a partir de 1960, embora poucos trabalhos tenham sido publicados. Como a maioria dos trabalhos realizados são dirigidos a irradiação das frutas, foram citadas algumas pesquisas relevantes a esse respeito. O fato básico de que um tratamento combinado de irradiação e aquecimento moderado possa causar um efeito inibitório sinérgico sobre a multiplicação de células de microrganismos deterioradores, tem sido utilizado para investigação tecnológica na preservação de suco de frutas. Segundo DHARKAR (1964) a esterilização efetiva do suco de laranja foi obtida submetendo-o a uma dose de radiação de 8 kGy ou a uma dose de 4 kGy seguida de aquecimento a 50°C por 15 minutos. A redução drástica da dose requerida foi obtida através da sensibilização ao calor dos microrganismos dete-

riorantes ao calor, pelo tratamento térmico prévio à irradiação. A esterilização por este método contribuiu para maior retenção do ácido ascórbico, tiamina e riboflavina do que somente a irradiação, pois a dose requerida foi bem menor. Mudanças na cor, causada pela irradiação sob atmosferas de nitrogênio e ar, também foram estudadas pelo autor. O escurecimento induzido pela irradiação na presença de ar foi inibido pela irradiação sob nitrogênio.

KAINDL (1966), adotou esse método de calor e irradiação em testes de preservação de sucos de maçã e uva, sob diferentes temperaturas de armazenamento (4, 10 e 28°C). Os seguintes parâmetros foram estudados durante o tempo de armazenamento: fermentação, estado microbiológico, testes organoléticos, componentes voláteis e não voláteis. Os resultados mostraram que o suco de maçã de baixa qualidade, como os utilizados em suco industrial, pode ser armazenado sem fermentação por mais de um ano à temperatura de 28°C, ou mais baixa, em estado não filtrado quando aquecido a 50°C e irradiado a 3 kGy. Para o suco de uva filtrado foi necessário uma dose de 10 kGy. Os testes organoléticos mostraram que o suco de maçã irradiado foi ligeiramente inferior ao controle armazenado sob congelamento, mas melhor do que o suco pasteurizado. A mudança de cor foi insignificante, comparada ao suco pasteurizado.

O processo de combinação de calor e irradiação também foi utilizado com sucesso na esterilização de manga e sapota, em pedaços, enlatados. (DHARKAR *et alii*, 1966). As frutas, descascadas e picadas, foram embaladas em latas esterilizadas, com xarope de sacarose, e as enzimas respiratórias foram inativadas por aquecimento a 70°C por 10 minutos. As latas foram fechadas a vácuo, duplamente seladas, e irradiadas a uma dose de 4 kGy à temperatura ambiente. A avaliação organolética, retenção de vitaminas e testes de esterilização mostraram que estas condições de processamento foram ótimas e ofereceram um produto aceitável. As mangas enlatadas irradiadas com doses acima de 4 kGy, mostraram uma aceitabilidade menor, comparadas com o produto processado termicamente. As sapotas não mostraram deterioração apreciável até a dose de 12 kGy.

Outro processo combinado de radiação e refrigeração foi utilizado nas populações de levedura e microbiana no purê concentrado de goiaba (BREKKE *et alii*, 1968). O purê foi inoculado com pequena porção de purê contaminado por levedura. A população microbiana foi determinada antes e após a irradiação, com doses de 1,5 a 10 kGy. O purê enlatado e irradiado foi armazenado a 7,2 e 24°C e analisado durante três dias por diluições em série, em placas de cultura. A amostra não irradiada se deteriorou após dois dias

a 24°C e de quatro a seis dias quando armazenadas a 7,2°C. A desvantagem da irradiação a 5 e 10 kGy foi que desenvolveu aroma indesejável, entretanto não houve alteração de cor.

Já KISS (1973), observou que a crioconcentração e tratamento com irradiação são processos físicos que substituem a utilização de conservantes químicos. Estudos foram feitos para preservar sucos de morango, uva e maçã, pela combinação da crioconcentração e radiação ionizante. O suco de fruta obtido pelos métodos convencionais foi clarificado (50°C) com enzima pectolítica e concentrado a vários graus (30-50%) pelo método da crioconcentração. Os produtos foram então irradiados nas doses de 3 a 13 kGy e armazenados a 20-22°C. Durante o período de armazenamento foi verificado que a estabilidade microbiológica e a qualidade sensorial dos produtos é altamente dependente da atividade da água, sobre a temperatura de clarificação e a dose de irradiação. A conservação da qualidade do produto foi substancialmente aumentada com 6 kGy e o tratamento com 8 kGy a 13 kGy assegurou um produto praticamente estéril. A cor diminuiu sensivelmente e durante o armazenamento ocorreram processos de escurecimento, principalmente no caso do morango. A qualidade de 40% dos concentrados não mudou e o aroma original foi conservado.

HUSSAIN e MAXIE (1974), por sua vez, inocularam suco de laranja da variedade Washington Navel, com células de *Sacharomyces cerevisiae* var. ellipsoideus, e trataram como se segue: (1) irradiaram com doses de 2,5 a 10,0 kGy; (2) aqueceram por 20 minutos a 45, 50 e 55°C; (3) aqueceram a 45, 50 e 55°C antes e após a irradiação com doses de 1,0 a 5,0 kGy. A aceitabilidade do suco foi determinada por uma equipe de 9 provadores através de uma escala hedônica de 9 pontos. Os resultados indicaram que o suco de laranja não tratado não pode ser armazenado à temperatura ambiente por quatro dias, mas as amostras aquecidas (50°C) por 20 minutos puderam ser armazenadas por seis dias sem causar deterioração no produto. A esterilização efetiva do suco de laranja, com qualidade aproximada do normal, foi conseguida com uma dose de 3 kGy, seguida de aquecimento por 20 minutos a 50°C. A perda de ácido ascórbico e total de carotenóides foi maior pela irradiação somente (10 kGy), quando comparada ao tratamento combinado de aquecimento e irradiação.

WILSKA-JESZKA e SKORUPINSKA (1975) irradiaram sucos de tomate e ameixa e xaropes de groselha preta e vermelha, com 5 a 15 kGy e os armazenaram a $20 \pm 3^\circ\text{C}$. Durante o período de doze meses, ligeiras mudanças de pH e acidez total foram encontradas, embora as perdas de antocianina e

ácido ascórbico fossem maiores no suco radurizado que no pasteurizado. As análises sensoriais do suco irradiado a 10 kGy não mostraram nenhuma mudança no suco de tomate, muito pouca no suco de ameixa, e consideráveis alterações nos sucos de groselha preta e vermelha.

HOANG e JULIEN (1975), utilizando os processos de calor e irradiação, aqueceram sucos clarificados e não clarificados de maçã por 8 segundos a 60, 70 e 80°C e irradiaram com as doses de 2,0; 3,5 e 5,0 kGy. Os testes sensoriais mostraram que o suco aquecido a 70°C e irradiado com 3,5 kGy apresentou excelente qualidade após quatro semanas de armazenamento a 30°C. Os testes químicos (Brix, acidez, pH) e de cor indicaram que melhores resultados foram obtidos pela irradiação do suco clarificado.

KAUPERT *et alii* (1981). avaliando a conservação do suco concentrado de maçã e pera, irradiaram os sucos com 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 kGy e aqueceram, posteriormente, a 50°C por 10 minutos. O armazenamento se deu à temperatura ambiente. Nenhuma diferença foi encontrada referente às análises do total de sólidos solúveis a 50°C. Foi notado também, que os açúcares se tornavam solúveis quando a pectina se precipitava. As variações observadas para o pH, como um efeito direto dos tratamentos aplicados, foram abaixo de 0,02 unidades. Uma ligeira tendência para a alcalinização

foi detectada nas amostras durante o período de armazenamento. Este fenômeno foi mais notável entre as amostras controle do que aquelas irradiadas. Assim, no dia zero, as amostras controle mostraram pH 3,56, enquanto aquelas tratadas a 50°C e com 4,0 kGy mostraram pH 3,54. Aos 150 dias, os valores aumentaram para 3,73 e 3,61, respectivamente. As características de aceitabilidade permaneceram num valor normal (nível 5), na escala hedônica de 7 pontos.

JONA *et alii* (1983), observaram as mudanças induzidas pela irradiação em suco de uva não fermentado. As amostras engarrafadas de suco de uva, obtido da cultura "Merlot" foram irradiadas em uma escala industrial com 0; 5; 10 e 25 kGy e armazenadas à temperatura ambiente, sendo analisadas 8 meses após o tratamento. Irradiação, sempre com altas doses, foi incapaz de erradicar completamente a população de leveduras e ocorreu alguma fermentação. Surpreendentemente, após longo espaço de tempo, a fermentação não foi igual em todos os tratamentos, mas a quantidade de álcool pareceu ser inversamente proporcional à dose de irradiação. Os açúcares foram mais abundantes em amostras irradiadas com doses mais altas.

MUNHOZ-BURGOS (1985) irradiou sucos naturais e concentrados de laranja, tangerina, tomate de árvore e maracujá, pasteurizados e não pasteurizados, imediatamente após

enlatados com doses de 0,25 a 1 kGy, à temperatura ambiente. Os produtos irradiados foram conservados à temperatura ambiente. Periodicamente foram controladas as variações de cor, sabor, odor, pH, graus brix, acidez total, e conteúdo de ácido ascórbico. Paralelamente, controlou-se a estabilidade microbiológica. Os produtos irradiados sem prévia pasteurização, deterioraram-se mais rapidamente que os produtos submetidos à pasteurização e irradiação, devido à ação microbiana e enzimática. Os sucos naturais e concentrados, somente irradiados e não pasteurizados tiveram, inicialmente, menor variação nas propriedades sensoriais, mas seu tempo de conservação foi menor que o dos sucos pasteurizados e logo irradiados. As variações de pH, sólidos solúveis, acidez total, e conteúdo de vitamina C não foram muito significativas quando as doses não passavam de 0,5 kGy, mas a 2,0 kGy essas variações se tornaram significativas.

As características químicas das frutas cítricas (Brix, acidez, pH e ácido ascórbico), bem como suas propriedades organolépticas podem sofrer os mesmos processos que os sucos, quando submetidos à irradiação. Os efeitos da irradiação sobre as características sensoriais das frutas cítricas são influenciados, em grande parte, pela dosagem, temperatura de armazenamento, e duração do armazenamento. ROMANI *et alii* (1963), em irradiação de laranjas Valên

cia com 2 a 16 kGy, observaram um decréscimo imediato no teor de ácido ascórbico do suco, e até 4,0 kGy essa perda é mínima. Acima dessa dose o decréscimo foi maior, com uma perda total a 12 kGy.

MAXIE *et alii* (1964), em irradiação de limões da variedade Eureka com 2,0 a 4,0 kGy, acharam que, 1 dia após o tratamento, a perda no ácido ascórbico foi desprezível, mas houve redução marcada, após 1 mês de armazenamento a 15°C, nas frutas sujeitas a 3,0 e 4,0 kGy, sendo a maioria destituída de vitamina. Os mesmos autores (MAXIE *et alii*, 1969), relataram que a irradiação a 2,0 kGy não afetou significativamente o conteúdo de ácido ascórbico de laranjas Washington Navel após 100 dias a 0°C, mas houve um progressivo declínio nas taxas de sabor e aroma do suco, pela equipe de provadores, nas doses de 1,0; 2,0 e 3,0 kGy, embora o suco das frutas tratadas com 2,0 kGy fosse "aceitável" pelos degustadores. Nas laranjas irradiadas a 2,0 kGy e armazenadas por 3 semanas a -1°C, uma alta porcentagem de sólidos solúveis foi encontrada, mas nas frutas armazenadas a 5, 15 e 25°C os níveis foram significativamente menores. Em suco de laranja da variedade Shamoreti, irradiadas com 0,14 a 2,8 kGy, foi observado pequeno decréscimo no ácido ascórbico, e nenhum efeito sobre o teor de sólidos solúveis e ácido cítrico (MONSELINE e KHAN, 1966 e 1968. MACFARLANE e

ROBERTS (1968) observaram ligeiro decréscimo no teor de sólidos solúveis com o aumento da dose e notaram ligeiro efeito sobre o sabor em laranjas Washington Navel e Valência, irradiadas abaixo de 1,0 kGy.

NAGAI e MOY (1985), irradiando laranjas Valência, da Califórnia, com 0,30 a 1,00 kGy, observaram que, após duas semanas a 7°C, quatro semanas a 7°C e duas semanas a 21°C, as laranjas conservaram ótimas condições de mercado, incluindo qualidades organoléticas, ácido ascórbico, acidez total e sólidos solúveis.

NUNEZ SELLES *et alii* (1986) observaram que, em grapefruits irradiados com 0, 5 e 10 kGy, após quatro semanas de armazenamento, o efeito da irradiação não foi maior que o efeito do armazenamento na avaliação sensorial do suco. Nas propriedades físico-químicas (pH e Brix/porcentagem de acidez), os efeitos da irradiação não neutralizaram os efeitos do armazenamento. Nenhum componente radiolítico volátil foi encontrado no extrato do suco, em concentração maior que 1 µg/l.

O'MAHONY e GOLDSTEIN (1987), compararam laranjas irradiadas com 0,33 a 0,50 kGy aos controles, em aparência, sabor, odor e textura. Outros testes foram realizados, oferecendo anteriormente aos provadores, um tratamento com *Gymena sylvestre* para bloquear os receptores de sabor

doce. O suco das laranjas irradiadas pode ser distinguido do suco do controle, em termos de odor e sabor. Estas diferenças também puderam ser distinguidas quando a sensitividade para doce foi eliminada nos provadores, indicando que algumas dessas diferenças no sabor foram causadas por compo-nentes outros que não os açúcares.

Interessante pesquisa realizada por KISS (1973) demonstrou que o rendimento do suco de uva pode ser aumentado pela irradiação da fruta. Isso ocorreu pela mudança das propriedades tencológicas das uvas e aumento da permeabilidade da parede celular. A avaliação das análises químicas sensoriais do vinho fermentado de uvas tratadas pela irradiação, mostrou que a aplicação de doses acima de 8,0 kGy não é desejável. Conforme os resultados obtidos pela interpolação, observou-se um aumento de 10 a 12% no rendimento do suco, com as doses de 4,0 a 5,0 kGy.

MOY *et alii* (1983), estudando as qualidades sensoriais de pêssegos da Califórnia, nectarinas e ameixas irradiadas com doses até 1 kGy, observaram que os resultados do teste triangular, com uma equipe de 15 a 20 provadores, não mostraram diferença nas qualidades sensoriais entre as amostras de ameixa e nectarina, irradiadas a 0,3 kGy e seus controles. A 0,5 kGy as amostras irradiadas diferiam do controle para cor e aroma em pêssegos, e textura em

ameixas. A 1,0 kGy, diferenças foram encontradas na textura das ameixas, nectarinas e pêssegos e na cor e sabor das nectarinas. Os autores concluíram que o controle de armazenamento, transporte e manuseio poderão ajudar na retenção das qualidades destas frutas irradiadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido nos laboratórios da Seção de Ciências Ambientais e Fitossanidade do Centro de Energia Nuclear na Agricultura CENA/USP, conjuntamente com os laboratórios da CITROSUCO (Limeira/SP.).

O suco concentrado, processado pela CITROSUCO, foi obtido de laranjas da variedade Pêra, as quais foram armazenadas à temperatura ambiente (22-25°C) por 72 horas, desde a colheita até o início do processamento.

Após a lavagem das laranjas, foi realizada a extração do suco, em extrator industrial de linha modelo FMC. O suco resultante foi concentrado em 8 evaporadores atingindo a temperatura de 98°C no último evaporador. Após resfriado, e mantido no Blender a 20°C por 24 horas, o suco foi congelado a -18°C e mantido por 45 dias nessa temperatura. Decorrido tal período de armazenamento, elevou-se a temperatura para $-7 \pm 1^\circ\text{C}$ e o suco foi embalado. Foram utilizadas latas de amostragem padrão, com capacidade para 200 ml de suco, revestidas internamente com verniz apropriado e encravadas com tampas do mesmo material. Foi conservado um lote a -18°C, num tambor de 200 l revestido internamente com

saco plástico, onde o suco normalmente é embalado, e, a cada período de análise, uma amostra desse suco era retirada e analisada juntamente com os tratamentos.

Depois de embalado, o suco foi congelado e mantido a -18°C por 4 dias em câmaras frigoríficas da CITROSUCO, e as latas foram transportadas ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura para a irradiação. O transporte foi feito em caixas de isopor, levando 45 min para chegar ao local do experimento.

O total de 450 amostras foi dividido em 2 lotes iguais. Um lote foi aquecido em banho-maria a 80°C até o suco atingiu a temperatura de 50°C e imediatamente irradiado. O tempo de aquecimento foi determinado através de amostras prévias, colocando-se, em banho-maria, 6 latas contendo um termômetro no centro, vedado com isopor. O tempo necessário para atingir a temperatura interna de 50°C foi de 30 minutos.

Outro lote foi deixado à temperatura ambiente até as latas atingirem a temperatura de 25°C (± 1).

A irradiação foi efetuada num irradiador de Cobalto-60, tipo gammabeam 650, da "Atomic Energy of Canada Ltd", Ottawa, Canada com atividade atual de $1,92 \times 10^8$ MBq. Foram empregadas as doses de: 0,0; 2,5; 5,0 e 7,5 kGy, a uma taxa de dose de 5,37 kGy/h. Após a irradiação, os 2 lotes

(25 e 50°) foram divididos em 3 sub-lotes cada, os quais foram armazenados às temperaturas de $0\pm 1^{\circ}\text{C}$, $5\pm 1^{\circ}\text{C}$, e temperatura ambiente ($22-25^{\circ}\text{C}$).

A determinação de qualidade das amostras foi feita através das análises químicas, microbiológica e sensorial, após 1, 30, 60, 90 e 180 dias de armazenamento.

3.1. ANÁLISE QUÍMICA

3.1.1. MARCHA ANALÍTICA

As análises químicas foram realizadas seguindo-se o método da A.O.A.C., "Manual de Controle de Qualidade para o processamento de citrus" (HENDRIX, 1966), no laboratório da Citrosuco. Foram determinados, o teor de sólidos solúveis, a acidez titulável, o pH e o teor de ácido ascórbico.

3.1.1.1. TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS (T.S.S.)

O Teor de Sólidos Solúveis foi medido em graus Brix, utilizando-se um refratômetro Baush Lomb modelo 33-45-88.

3.1.1.2. ACIDEZ TITULÁVEL

Foi determinada e calculada como o volume em

mililitros de NaOH requeridos para titular 100 ml de suco na presença de fenolftaleína até o pH 8,1, expresso como porcentagem de ácido cítrico, ou acidez total. O suco concentrado das amostras foi diluído na proporção de 1:10 para esse processo.

3.1.1.3. pH

O pH foi medido no suco reconstituído a 11,5° Brix, com potenciômetro Metrohm Fluisau Modelo E520 (Suíça).

3.1.1.4. TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO - VITAMINA C

Determinado e calculado como o volume em mililitros de solução de iodo gastos para titular 50 ml de suco a 15° Brix, na presença de indicador de amido, até viragem levemente verde, expresso como mg de ácido ascórbico/100 ml de suco.

3.1.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise univariada, seguindo-se um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com os tratamentos postos em esquema fato

rial (COCHRAN & COX, 1957) de: 2 TEMPERATURAS DE IRRADIAÇÃO (25° e 50°) x 4 DOSES DE IRRADIAÇÃO (0,0; 2,5; 5,0, 7,5 kGy) x 3 TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO (0°C, 5°C e 25°C) X 5 TEMPOS DE ARMAZENAMENTO (1; 30; 60; 90 e 180 dias), com 3 repetições por tratamento. Cada repetição consistiu de 200 ml de suco.

As comparações múltiplas para as médias foram determinadas pelo teste de F ($F > 0,01$). Utilizou-se o teste de Tukey ($p > 0,05$), somente quando obteve-se significância $p > 0,05$ no teste de F. Tratando-se de dados de distribuição normal, não houve necessidade de transformações antes da análise de variância. As relações entre os parâmetros: dose de irradiação x temperatura de irradiação x temperatura de armazenamento x período de armazenamento, foram determinados através do estudo de regressão polinomial para cada variável (Brix, acidez total, pH, vitamina C). A significância das equações polinomiais foi determinada pelo teste de F, considerando-se o ajustamento dos polinômios até 2 graus.

Todas as análises foram efetuadas em microcomputador, utilizando-se o sistema SANEST.

3.2. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Foi realizada nos laboratórios da Citrosuco.

Utilizou-se 1 ml de suco diluído em 1/10 ml de solução tampão de fosfato, o qual foi inoculado em meios de cultura "Orange Serum Agar" (pH a 25°C = 5,5) e "Potato Dextrose Agar" (pH a 21°C = 5,6 ± 0,1), HENDRIX (1966). A contagem de microorganismo foi realizada após 48 horas a 32°C e 72 horas a 20°C.

3.3. ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi conduzida aplicando-se métodos analíticos de diferença para seleção de provadores e método descritivo para medir qualidade do suco.

A equipe de provadores foi constituída de 4 homens e 6 mulheres, na faixa etária de 20 - 40 anos, constituindo-se de pesquisadores, técnicos e estagiários da Seção.

Os testes foram desenvolvidos em 2 fases distintas: Seleção e treinamento dos provadores e Avaliação sensorial de qualidade dos tratamentos, sendo que a seleção dos provadores foi realizada em duas etapas:

1ª) Teste de Reconhecimento de Sabores - utilizando-se, como material, soluções quimicamente puras dos gostos básicos: doce (0,14% sacarose), ácido (0,07% ácido cítrico), salgado (0,5% cloreto de sódio), amargo (0,07% ca-

feina). Essas soluções e mais água destilada foram oferecidas aos provadores em copos plásticos descartáveis arranjados aleatoriamente em bandejas. Através de uma tabela de números aleatórios de 3 algarismos (FISHER e YATES, 1971), foram identificadas alíquotas de 25 ml para cada um dos estímulos.

O reconhecimento dos sabores foi conduzido em sala com temperatura controlada (22°C), estando cada um dos provadores individualizado em cabines previamente montadas. Cada cabine continha bandejas com as amostras, fichas de avaliação, conforme modelo nas figuras 1 e 2, e copos com água para a lavagem da boca entre as avaliações. Uma vez provadas as amostras, estas foram discriminadas nas fichas, para as qualidades de gosto. As fichas por sua vez, foram comprovadas com os códigos dos copinhos para determinar se algum provador era portador de "ageusia", através da porcentagem de acertos. Este procedimento foi realizado com repetição, excluindo-se dois provadores que não atingiram a margem de 80 e 100% de acertos nas duas baterias de provas.

2ª.) Teste de Sensitividade para gosto, empregando-se o Teste Triangular (HELM e TROLLE, 1946; GARRUTI, 1976), através de soluções aquosas quimicamente puras em diferentes concentrações de ácido cítrico: 0,01-0,04%.

Nome: _____ Data: __/__/__ Série: _____

INSTRUÇÕES: Por favor, prove as amostras, identificando os sabores básicos (ácido, doce, neutro, amargo, salgado), na frente das numerações das amostras. Lave a boca após provar cada amostra.

AMOSTRA Nº	SABOR
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Figura 1 - Modelo da ficha de avaliação usada na Fase I da seleção de provadores

Nome: _____ Data: __/__/__ Série: _____

INSTRUÇÕES: Duas dessas 3 amostras são iguais e uma é diferente.

Por favor, prove da esquerda para a direita com intervalo de 20 segundos entre as amostras e indique a amostra diferente, fazendo um círculo ao redor do número.

Lave a boca após provar cada amostra.

	Nº DAS AMOSTRAS		
1)	_____	_____	_____
2)	_____	_____	_____
3)	_____	_____	_____

Figura 2 - Modelo da ficha de avaliação usada na Fase II da seleção de provadores.

A seleção final dos provadores, a partir dos resultados de uma série de testes triangulares com aplicação da análise sequencial (WALD, 1947), com os seguintes valores de probabilidade: $P_0 = 0,45$; $P_1 = 0,65$; $\alpha = \beta = 0,05$, onde P_0 = máxima habilidade inaceitável, α = probabilidade de se rejeitar um candidato aceitável; β = probabilidade de de se selecionar um candidato rejeitável e P_1 = mínima habilidade aceitável.

A fase de treinamento da Análise Descritiva Quantitativa (A.D.Q.) constou de uma preleção aos provadores pela supervisora, objetivando desenvolver terminologia descritiva na identificação dos atributos sensoriais (sabor, aroma + gosto + sensação na boca + residual) de familiarizar os provadores com a escala a ser usada para medida da intensidade de cada atributo. Várias sessões de treinamento foram realizadas no início do experimento. No treinamento foram utilizadas diferentes amostras de suco irradiado, suco não irradiado e suco de outra marca comercial, todos diluídos na proporção de 1:8. (1 parte de suco para 8 partes de água).

A avaliação sensorial para o experimento foi realizada no mesmo ambiente e condições dos testes da fase 1. O suco foi apresentado à temperatura ambiente, nas mesmas condições usadas na fase de seleção. Entre uma sessão e

outra eram oferecidos biscoitos tipo água e sal, como tira gosto, para ajudar a evitar a fadiga e o "efeito residual" da prova anterior.

Os atributos selecionados foram: "LARANJA", "ÁCIDO", "DOCE" e "IMPRESSÃO GLOBAL". O método sensorial utilizado para a avaliação do sabor das amostras do experimento foi "Análise Descritiva Quantitativa" (ADQ). Para medida de intensidade de cada atributo foi usada uma Escala Não Estruturada de 0-10 cm. As escalas para os atributos "LARANJA", "ÁCIDO", "DOCE", variaram de 1 (fraco) a 9 (forte) e para "IMPRESSÃO GLOBAL" variou de 1 (péssimo) a 9 (ótimo).

3.3.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental empregado foi Látice Quadrado Balanceado 5×5 com $t = 25$, $K = 5$, $r = 3$, $b = 15$, $\lambda = 1$ (COCHRAN & COZ, 1957). Aos dados obtidos foi aplicada a Análise de Variância Univariada e as variâncias foram discriminadas pelo teste de F ($p > 0,05$ e $P > 0,01$). As comparações múltiplas entre as médias foram efetuadas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$), somente quando a estatística de F foi significativa.

3.4. ANÁLISE COLORIMÉTRICA

A análise de cor foi medida no suco diluído

na proporção de 1:6 e os resultados constam nas Tabelas 11a e 11b. Foi utilizado colorímetro "Difference meter", Hunter lab, modelo D45 - D2, cuja escala de cor foi graduada em 36 a 40 pontos (HENDRIX, 1966 - pg. 24).

4. RESULTADOS

4.1. ANÁLISES QUÍMICAS

Os dados originais obtidos das análises químicas e os resultados das análises de variância são apresentados nos apêndices de 1 a 5.

Considerando-se o número elevado de tratamentos e as diversas interações existentes, os valores de D.M.S. obtidos foram relativamente baixos, permitindo que diferenças numéricas muito pequenas apresentassem significância estatística.

4.1.1. TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX)

Os valores das médias dos tratamentos para o teor de sólidos solúveis encontram-se na Tabela 1. Pode-se observar, por esses valores que as doses de 2,5; 5,0 e 7,5 kGy, apresentaram teores de sólidos solúveis médios significativamente mais elevados que a testemunha. As médias dos teores de sólidos solúveis na temperatura de 25°C de irradiação foram superiores às do tratamento a 50°C apenas a 0,0 e 7,5 kGy. Entretanto, a 50°C, os sucos irradiados com

Tabela 1 - Efeito da dose, temperatura de irradiação, tempo e temperatura de armazenamento no teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) do suco concentrado de laranja. (Piracicaba-SP, nov/88).

Parâmetros	Doses (kGy)				Valor Padrão (-18 $^{\circ}$ C)
	0,0	2,5	5,0	7,5	
Temperatura de Irradiação ($^{\circ}$C)					
25	65,48 B a	65,48 B a	65,49 B a	65,53 A a	
50	65,42 B b	65,49 A a	65,50 A a	65,48 A b	
Temperatura de Armazenamento ($^{\circ}$C)					
0	65,37 B c	65,46 A a	65,46 A b	65,46 A b	
5	65,55 A a	65,50 B a	65,52 AB a	65,51 AB ab	
25	65,43 C b	65,49 B a	65,51 AB a	65,55 A a	
Período de Armazenamento (dias)					
1	65,49 C b	65,51 B b	65,56 AB b	65,59 A ab	65,28
30	65,34 B c	65,44 A c	65,36 B c	65,43 A c	65,26
60	65,63 B a	65,58 B a	65,72 A a	65,61 B a	65,42
90	65,50 A b	65,50 A b	65,50 A b	65,52 A b	65,46
180	65,28 B c	65,40 A c	65,35 A c	65,37 A c	65,32
C V % 0,10 %					

(1) - Os valores seguidos da mesma letra (maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas) não foram estatisticamente significativos pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

2,5; 5,0 e 7,5 kGy apresentaram maior percentagem de sólidos solúveis, em relação ao não irradiado. À temperatura de 25°C de irradiação, somente o tratamento com 7,5 kGy apresentou-se significativamente mais concentrado em sólidos solúveis que os demais. À temperatura de 50°C de irradiação apenas o tratamento não irradiado apresentou maior percentagem de significância.

Pela Figura 3A, na interação dose de irradiação X temperatura de irradiação, nota-se um aumento no teor de sólidos solúveis do suco a 25°C com o aumento das dosagens de irradiação, com o maior teor ocorrendo no suco irradiado com 7,5 kGy. A amostra irradiada a 50°C, apresentou maior teor de sólidos solúveis até 5,0 kGy, ocorrendo a partir daí uma redução no °Brix com o aumento da dosagem.

O desdobramento da interação Doses de Irradiação X Temperatura de Armazenamento (Tabela 1) indicou diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, com aumento no teor de sólidos solúveis nos tratamentos a 5°C e temperatura ambiente, em relação a 0°C. A Figura 3B evidencia um aumento constante no teor de sólidos solúveis com o aumento da dose de irradiação, no suco armazenado à temperatura ambiente. Entretanto, no suco armazenado a 25°C, o ponto máximo da curva do teor de sólidos solúveis ocorreu a 65,47°Brix, com a dose de 5,44 kGy. Acima dessa dose, o

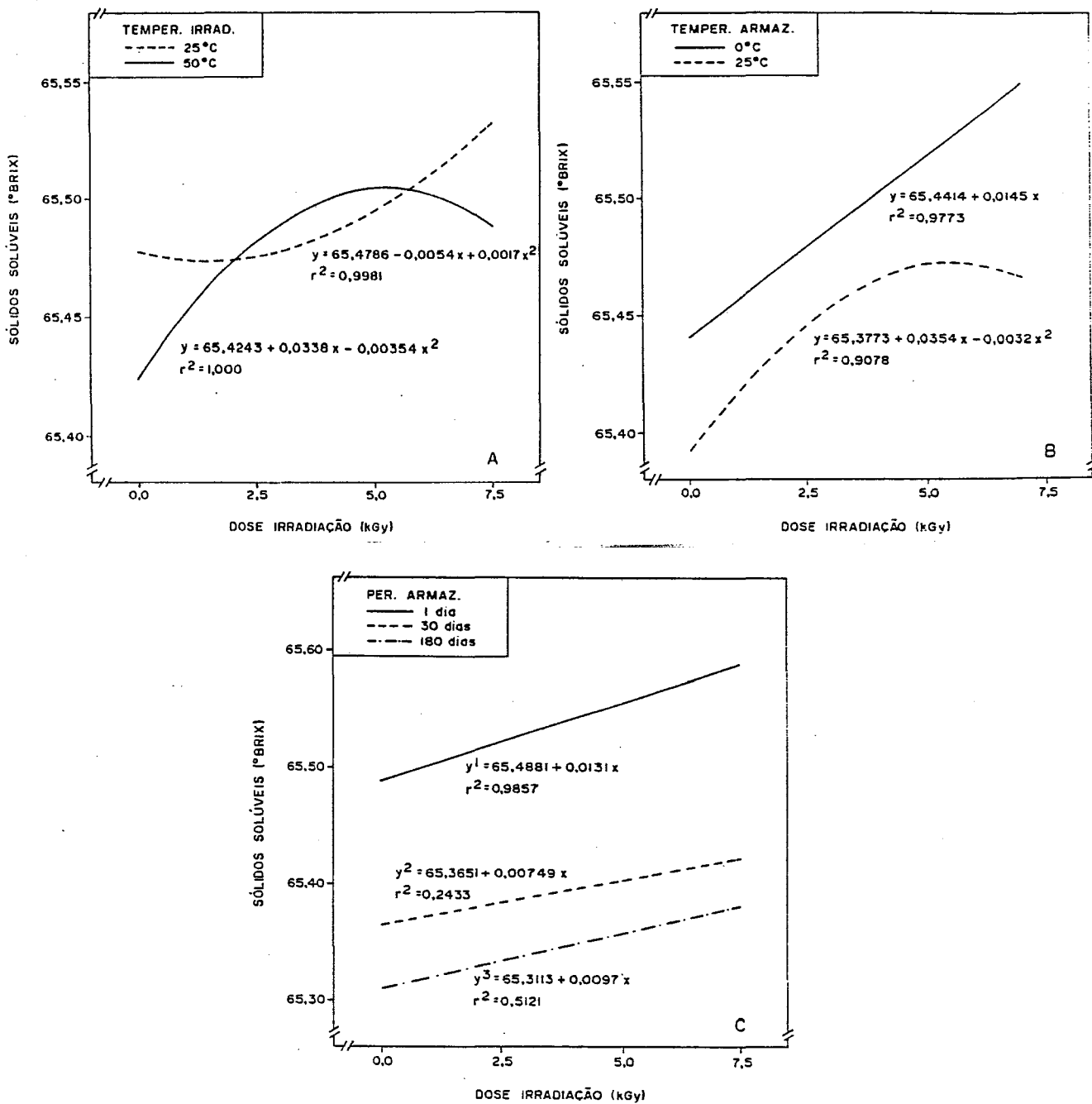


Figura 3. Curvas ajustadas para a Regressão Polinomial entre as doses de irradiação e o Teor de Sólidos Solúveis, em diferentes Temperaturas de irradiação (A); Temperaturas de armazenamento (B), Períodos de armazenamento (C). Piracicaba-SP. Dezembro/88.

teor de sólidos solúveis decresceu.

Com o prolongamento da armazenagem (Tabela 1), observou-se um decréscimo significativo no teor médio de sólidos solúveis, embora no período de 60 dias houvesse um aumento brusco, passando a diminuir no restante dos períodos. Aos 30 e 180 dias os tratamentos não diferiram entre si em todas as dosagens, o mesmo ocorrendo com 1 e 90 dias.

O desdobramento da interação Períodos de Armazenamento X Doses de Irradiação não apresentou resultados significativos, embora se evidenciasse, para quase todos os períodos de armazenamento, um aumento no teor de sólidos solúveis paralelo à elevação das dosagens.

Resultados semelhantes foram encontrados na análise do suco de laranja concentrado, armazenado a -18°C (Tabela 1).

Pode-se observar ainda, pela Figura 3C, que o aumento no teor de sólidos solúveis, relacionado à elevação das dosagens de irradiação, foi linear, com diferença mais acentuada no 1º dia de armazenamento.

4.1.2. ACIDEZ TOTAL (% ÁCIDO CÍTRICO)

Os valores médios dos tratamentos para acidez total encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Efeito da dose, temperatura de irradiação, tempo e temperatura de armazenamento, para acidez total (% ácido cítrico) do suco concentrado de laranja. (Piracicaba-SP, nov./88).

Parâmetros	Doses (kGy)				Valor Padrão (-18 °C)
	0,0	2,5	5,0	7,5	
Temperatura de Irradiação (°C)					
25	5,46 A b	5,47 A a	5,47 A a	5,46 A b	
50	5,48 A a	5,47 A a	5,48 A a	5,48 A a	
Temperatura de Armazenamento (°C)					
0	5,47 A ab	5,47 A a	5,48 A a	5,48 A a	
5	5,48 A a	5,47 A a	5,48 A a	5,47 A ab	
ambiente	5,46 A b	5,46 A a	5,47 A a	5,46 A b	
Período de Armazenamento (dias)					
1	5,54 A a	5,55 A a	5,54 A a	5,54 A a	5,60
30	5,50 A b	5,51 A b	5,50 A b	5,50 A b	5,58
60	5,42 A d	5,43 A d	5,43 A d	5,43 A d	5,48
90	5,41 A d	5,41 A d	5,42 A d	5,41 A d	5,52
180	5,46 AB c	5,45 B c	5,47 A c	5,47 A c	5,47
C V % 0,33 %					

(1) - Os valores seguidos da mesma letra (maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas) não foram estatisticamente significativos pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

Através desses valores, observa-se que as doses de irradiação não diferiram significativamente entre si em nenhum dos tratamentos. O suco aquecido a 50°C apresentou maior acidez total em relação ao irradiado à temperatura ambiente, nos tratamentos com 0,0 e 7,5 kGy.

Observando-se ainda o Quadro 2, pode-se notar, que à temperatura ambiente de armazenamento, houve um decréscimo significativo na acidez total, em relação ao suco armazenado a 0 e 5°C, nos tratamentos com 0,0 e 7,5 kGy. À dose de 0,0 kGy, o tratamento armazenado à 5°C diferiu do armazenado à temperatura ambiente para maior teor de ácido cítrico.

Quanto ao período de armazenamento, observou-se um decréscimo significativo na acidez total até 60 dias. Dos 60 aos 90 dias não houve alteração significativa, e aos 180 dias foi observado um pequeno acréscimo na acidez. Comparando-se com os dados do suco armazenado a -18°C, considera-se que não houve alterações relevantes na acidez total dos tratamentos.

Durante o período de armazenamento não foram observadas diferenças entre as doses, exceto aos 180 dias, quando o tratamento com 2,5 kGy diferiu de 5,0 e 7,5 kGy, para menor porcentagem de ácido no suco.

Tabela 3 - Efeito da dose, temperatura de irradiação, tempo e temperatura de armazenamento, para o pH do suco concentrado de laranja. (Piracicaba-SP., nov./88).

Parâmetros	Doses (kGy)				Valor Padrão (-18 °C)
	0,0	2,5	5,0	7,5	
Temperatura de Irradiação (°C)					
25	3,58 A a	3,56 B a	3,56 B a	3,56 B a	
50	3,55 A b	3,55 A b	3,55 A b	3,54 A b	
Temperatura de Armazenamento (°C)					
0	3,57 A a	3,56 AB a	3,55 B a	3,57 A a	
5	3,56 A a	3,56 A a	3,56 A a	3,55 A b	
ambiente	3,56 A a	3,55 AB a	3,55 AB a	3,54 B b	
Período de Armazenamento (dias)					
1	3,58 A a	3,57 AB a	3,57 AB b	3,56 B a	3,52
30	3,57 A a	3,53 B b	3,53 B b	3,54 B b	3,55
60	3,52 A b	3,52 A b	3,52 A a	3,52 A c	3,55
90	3,57 A a	3,58 A a	3,58 A a	3,57 A a	3,55
180	3,57 A a	3,58 A a	3,58 A a	3,57 A a	3,58
C V % 0,81 %					

(1) - Os valores seguidos da mesma letra (maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas) não foram estatisticamente significativos pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

4.1.3. pH

No Quadro 3, estão as médias dos tratamentos para pH. Analisando-se esses valores nota-se que ocorreu uma ligeira diminuição nas médias do pH nos tratamentos irradiados em relação à testemunha.

Na interação Dose de Irradiação X Temperatura de Armazenamento, comparando-se as médias de temperaturas de irradiação verifica-se que o pH diminuiu nos tratamentos aquecidos (50°C), em relação aos irradiados à temperatura ambiente (25°C). Pela Figura 4A, observa-se que essa redução de pH foi linear, com o aumento da dose de irradiação, principalmente a 50°C . A 25°C , entretanto, o ponto mínimo da curva para o pH ocorreu com a dose de 5,3 kGy.

Observando-se ainda o Quadro 3 para a interação Dose de Irradiação X Temperaturas de Armazenamento, pode-se notar no suco irradiado a 7,5 kGy, um decréscimo do pH, na temperatura ambiente (25°C), em relação a 0°C .

Na Figura 4B, observa-se que a 5° e 25°C de armazenamento a elevação da dosagem de irradiação causou um decréscimo linear no pH do suco, até à dosagem de 7,5 kGy, onde se obteve o pH mais baixo. No suco armazenado a 0°C , houve um decréscimo do pH, passando a aumentar a partir de 4,0 kGy.

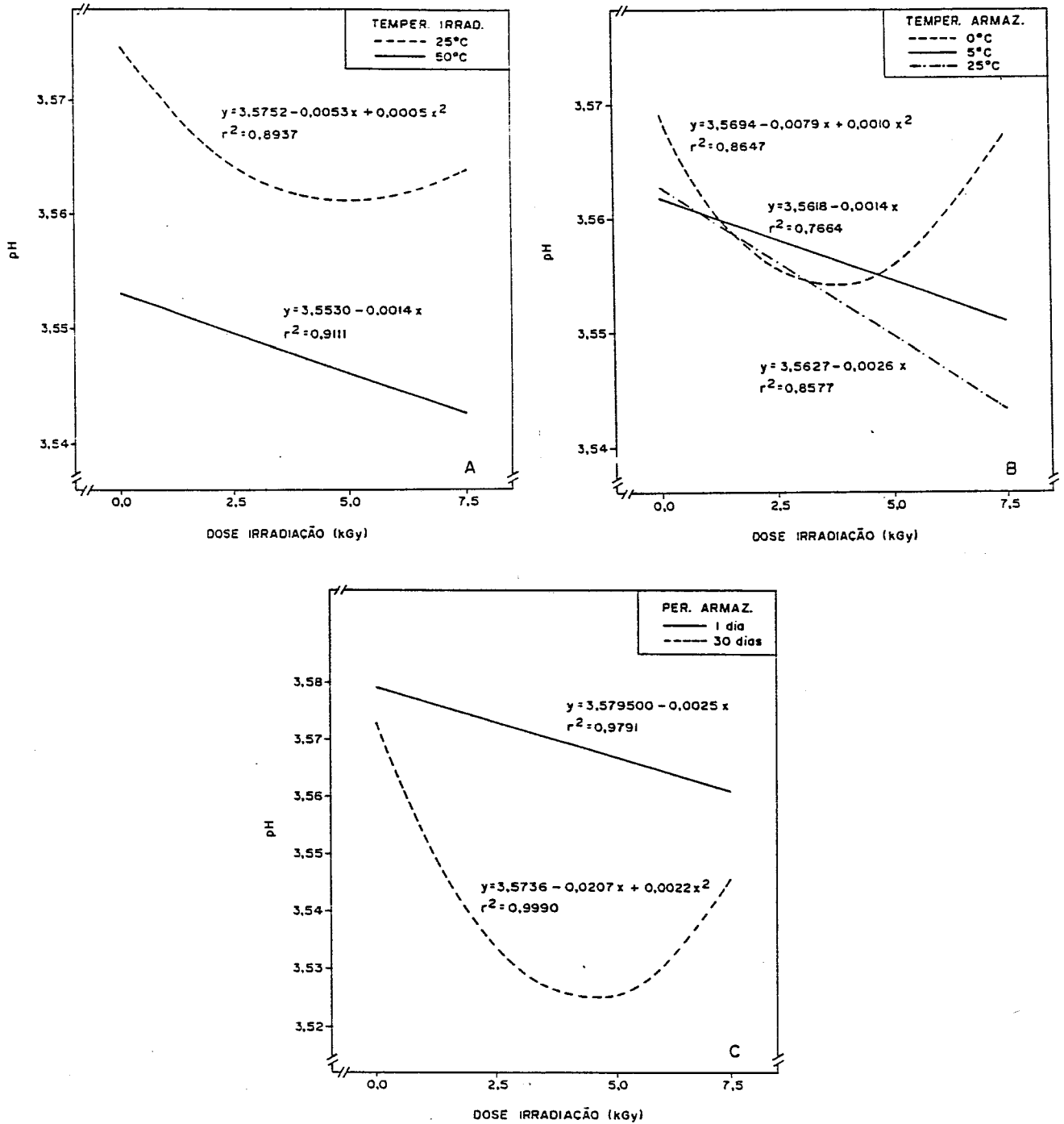


Figura 4. Curvas ajustadas para a Regressão Polinomial entre as doses de irradiação e pH, em diferentes Temperaturas de Irradiação (A); Temperaturas de armazenamento (B); Períodos de armazenamento (C). Piracicaba-SP. Dezembro/88.

Na interação Dose de Irradiação X Período de Armazenamento (Tabela 3), pode-se notar uma diminuição no pH do suco aos 30 e 60 dias. No 1º, 90 e 180 dias, os tratamentos não diferiram entre si, para o pH.

Pelas curvas de regressão (Figura 4C), pode se notar que no primeiro dia de análise o pH decresceu linearmente, com o aumento da dosagem de irradiação, atingindo o seu valor mais baixo na dosagem mais alta. Após o período de 30 dias de armazenamento, o pH mais baixo se obteve com a dose de 4,5 kGy, passando a subir até a dose de 7,5 kGy.

4.1.4. ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C)

No Quadro 4 estão os valores das médias dos tratamentos para teor de ácido ascórbico.

Em relação à interação Doses de Irradiação X Temperaturas de Irradiação, o ácido ascórbico diminuiu significativamente nas parcelas aquecidas (50°C), principalmente no suco não irradiado e no irradiado a 5,0 kGy. À 25°C houve um decréscimo significativo da vitamina C com o aumento das doses, fato este observado em menor escala a 50°C.

Os resultados são reiterados na Figura 5A, com um decréscimo no teor de vitamina C relacionado ao au-

Tabela 4 - Efeito da dose, temperatura de irradiação, tempo e temperatura de armazenamento, para o teor de ácido ascórbico (mg/100 g de suco), no suco concentrado de laranja. (Piracicaba-SP, nov./88).

Parâmetros	Doses (kGy)				Valor Padrão (-18 °C)
	0,0	2,5	5,0	7,5	
Temperatura de Irradiação (°C)					
25	44,54 A a	43,24 AB a	43,69 BC a	42,78 C a	
50	43,58 A b	43,02 AB a	42,76 AB b	42,36 B a	
Temperatura de Armazenamento (°C)					
0	47,38 A a	47,26 A a	46,89 A a	46,68 A a	
5	46,16 A b	46,76 A a	46,46 A a	46,35 A a	
ambiente	38,64 A c	35,38 BC b	36,32 B b	34,67 C b	
Período de Armazenamento (dias)					
1	48,62 A a	48,12 AB a	47,22 B a	46,99 B a	48,67
30	46,44 A b	45,49 A b	45,10 AB b	43,74 B b	49,48
60	45,13 A b	44,62 A b	43,80 A b	44,16 A b	49,08
90	40,98 A c	41,00 A c	41,83 A c	41,34 A c	50,71
180	39,13 A d	36,43 B d	38,17 A d	36,61 B d	49,08
C V % 3,78 %					

(1) - Os valores seguidos da mesma letra (maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas) não foram estatisticamente significativos pelo teste de Tukey ($P \geq 0,05$).

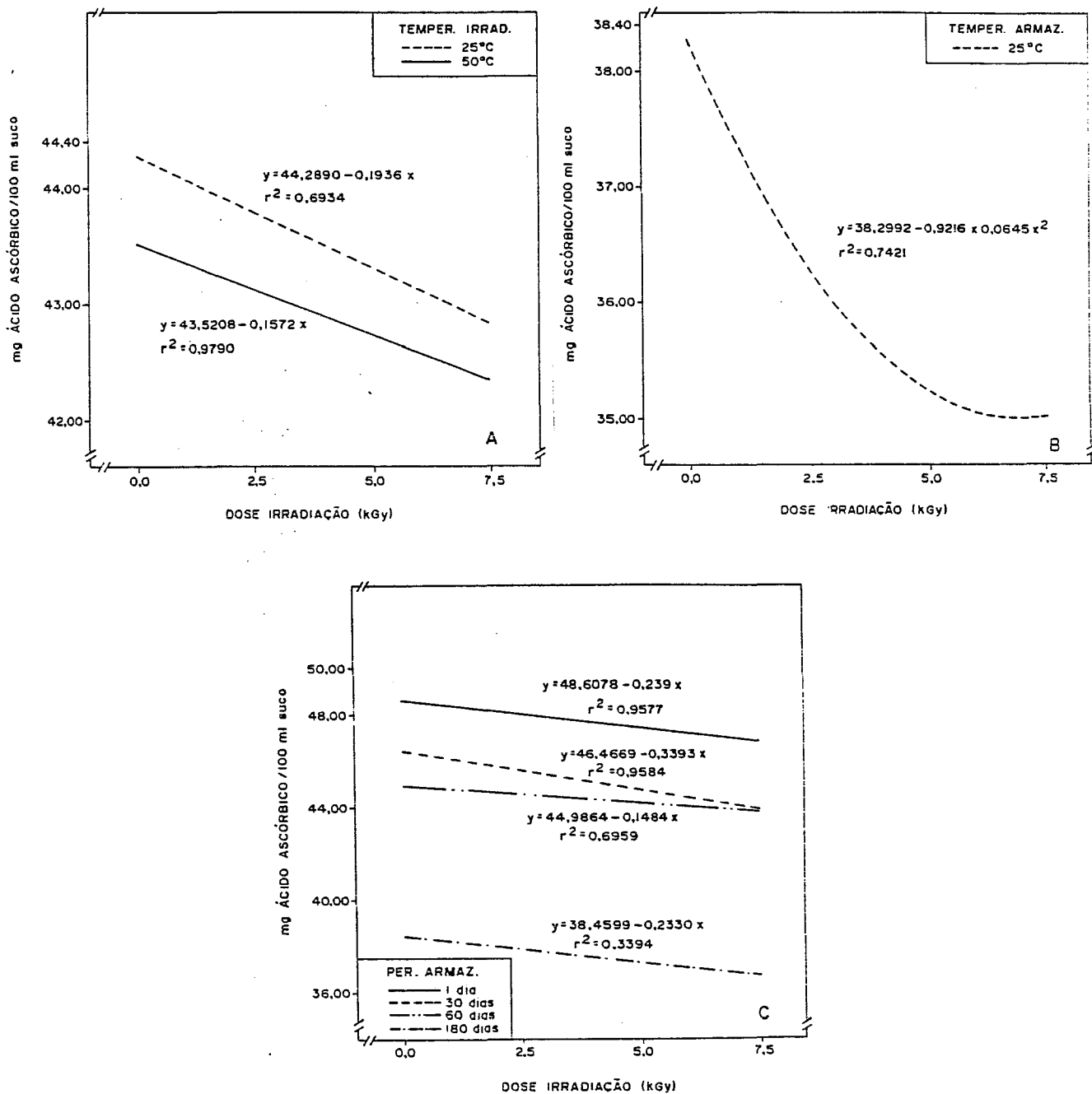


Figura 5. Curvas ajustadas para a Regressão Polinomial entre as doses de irradiação e ácido ascórbico, em diferentes temperaturas de irradiação (A); Temperaturas de armazenamento (B); Períodos de armazenamento (C). Piracicaba-SP. Dezembro/88.

mento das doses de irradiação, e com o menor valor no suco irradiado à maior dose (7,5 kGy).

Na interação Dose de Irradiação X Temperatura de Armazenamento (Quadro 4), não houve diferença significativa em relação às temperaturas de 0°C e 5°C para as parcelas irradiadas. À temperatura ambiente, houve uma redução significativa no teor médio de vitamina C. Em relação à parcela não irradiada essa diferença foi significativa.

Pela curva de regressão para doses de irradiação e temperaturas de armazenamento (Figura 5B), observa-se um decréscimo no teor de vitamina C com o aumento das doses, sendo o menor teor observado no suco irradiado com a dose mais alta (7,5 kGy), à temperatura ambiente.

Pela interação Dose de Irradiação X Período de Armazenamento, observa-se um decréscimo acentuado no teor de vitamina C, sendo na proporção linear, do 1º aos 180 dias (Tabela 4). Aos 30 e 60 dias, esse decréscimo não foi significativo.

Observando-se as curvas de regressão (Figura 5C) nota-se aos 1, 30, 60 e 180 dias uma diminuição linear no ácido ascórbico com o aumento da dosagem de irradiação.

Em nenhum dos tratamentos o ácido ascórbico

atingiu o nível obtido pelo valor padrão do suco armazenado a -18°C (Tabela 4). Somente a parcela não irradiada obteve resultados semelhantes no 1º após a irradiação.

4.2. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

O resultado do controle microbiológico do suco foi negativo durante todo o experimento, demonstrando com isso a ausência de bactérias mesofílicas, fungos e leveduras que poderiam interferir na qualidade do suco.

4.3. ANÁLISE SENSORIAL

Os dados originais, obtidos das análises sensoriais para os atributos "LARANJA", "DOCE", "ÁCIDO" e "IMPRESSÃO GLOBAL", foram submetidos à análise de variância, e as médias ajustadas para os tratamentos, constam nas Tabelas de 6 a 10. A Tabela 5 apresenta um resumo das significâncias dos resultados apresentados nos apêndices 6 a 9.

A amostra não irradiada, armazenada a -18°C foi considerada como testemunha do experimento.

Observa-se para o atributo "LARANJA" (Tabela 6), que no 1º dia de armazenamento não foram obtidas diferenças significativas entre os tratamentos. Constata-se as-

Tabela 5 - Estimativas de F para os atributos de sabor, em relação aos tratamentos durante o período de armazenamento.

Variáveis	Período de Armazenamento (dias)			
	1	30	60	90
"LARANJA"	5,82 n.s.	4,71*	3,05**	4,10**
"ÁCIDO"	2,18 n.s.	1,13 n.s.	0,73 n.s.	0,60 n.s.
"DOCE"	1,20 n.s.	1,66 n.s.	1,01 n.s.	4,00**
"I. GLOBAL"	3,88 n.s.	3,87**	8,23**	11,34**

*p \geq 0,05.

**p \geq 0,01.

sim que nenhum dos tratamentos diferiu entre si ou da testemunha em relação às doses de irradiação (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5 kGy) ou à temperatura de irradiação (25 e 50°C) após o 1º dia de armazenamento.

Considerando-se as mesmas temperaturas de irradiação e armazenamento (Tabela 7), pode-se observar que não houve diferença significativa entre as doses de irradiação, durante os períodos de armazenamento (30, 60 e 90 dias).

Aos 30 dias de armazenamento, o tratamento à dose 0,0 kGy sob aquecimento (50°C) e armazenamento a 0°C (Trat. 13) diferiu dos demais (Trat. 9 e 21) nas mesmas condições de irradiação e armazenados à temperatura ambiente (25°C), apresentando médias mais altas para o atributo "LARANJA". Com a dose 5,0 kGy, no período de 30 dias de armazenamento, os tratamentos armazenados à temperatura ambiente (25°C), diferiram da testemunha (-18°C) com média mais baixa. Os demais tratamentos não diferiram significativamente entre si e a testemunha.

Aos 60 dias de armazenamento, à dose 0,0 kGy e temperatura de irradiação a 50°C, o suco armazenado à temperatura ambiente (Trat. 21) diferiu significativamente do suco armazenado a 0°C (Trat. 13), com média mais baixa para o atributo "LARANJA", embora não houvesse diferido da testemunha (Trat. 25).

Tabela 6 - Médias dos tratamentos para os diferentes atributos do suco concentrado de laranja. Efeito da dose e temperatura de irradiação no 1º dia de armazenamento.

Dose (kGy) Temp. Irrad.	Laranja				Ácido			
	0,0	2,5	5,0	7,5	0,0	2,5	5,0	7,5
25	(1) 6,8 A a	(2) 6,2 A a	(3) 5,4 A a	(4) 5,4 A a	(1) 5,4 A a	(2) 6,5 A a	(3) 5,8 A a	(4) 4,8 A a
50	(5) 6,2 A a	(6) 6,1 A a	(7) 5,4 A a	(8) 6,1 A a	(5) 3,8 A a	(6) 4,3 A a	(7) 4,2 A a	(8) 5,2 A a
	(9) 7,9 A a				(9) 5,5 A a			
dms	2,71				3,52			
σ	0,176				0,257			
	Doce				Impressão Global			
	0,0	2,5	5,0	7,5	0,0	2,5	5,0	7,5
25	(1) 2,8 A a	(2) 2,8 A a	(3) 3,4 A a	(4) 3,1 A a	(1) 8,5 A a	(2) 7,1 A a	(3) 5,8 A a	(4) 6,0 A a
50	(5) 3,1 A a	(6) 3,1 A a	(7) 3,6 A a	(8) 2,9 A a	(5) 7,0 A a	(6) 6,9 A a	(7) 6,5 A a	(8) 6,0 A a
	(9) 3,1 A a				(9) 7,4 A a			
dms	1,20				2,78			
σ	0,101				0,231			

P < 0,05.

Nº () = Número dos tratamentos.

(1) Os valores seguidos da mesma letra (maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas) não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey (P > 0,05).

Tabela 7 - Médias de tratamentos para sabor "LARANJA" do suco concentrado. Efeito da dose e temperatura de irradiação e temperatura de armazenamento durante 30, 60 e 90 dias. (1)

Irradiação (kGy)	Tempo de Armazenamento (dias)											
	30			60			90					
	Dose (kGy)	Dose (kGy)	Dose (kGy)	Dose (kGy)	Dose (kGy)	Dose (kGy)	Dose (kGy)	Dose (kGy)	Dose (kGy)			
25	0,0	2,5	5,0	7,5	0,0	2,5	5,0	7,5	0,0	2,5	5,0	7,5
	(01) 5,0 A ab	(02) 6,4 A a	(03) 5,2 A ac	(04) 4,3 A a	(01) 5,5 A ab	(02) 4,4 A a	(03) 4,8 A a	(04) 4,7 A a	(01) 6,0 A a	(02) 4,9 A a	(03) 4,6 A a	(04) 5,3 A ab
50	(13) 7,5 A a	(14) 5,6 A a	(15) 6,2 A ac	(16) 4,9 A a	(13) 6,8 A a	(14) 5,8 A a	(15) 6,2 A a	(16) 5,3 A a	(13) 5,5 A a	(14) 4,9 A a	(15) 5,7 A a	(16) 4,3 A ab
25	(05) 5,4 A ab	(06) 5,5 A a	(07) 5,4 A ac	(08) 4,3 A a	(05) 4,3 A ab	(06) 6,2 A a	(07) 5,7 A a	(08) 5,1 A a	(05) 4,8 A a	(06) 6,5 A a	(07) 4,9 A a	(08) 4,3 A ab
50	(17) 5,6 A ab	(18) 6,3 A a	(19) 6,0 A aa	(20) 5,3 A a	(17) 6,5 A a	(18) 5,5 A a	(19) 6,2 A a	(20) 5,1 A a	(17) 4,6 A a	(18) 4,0 A a	(19) 4,8 A a	(20) 4,9 A ab
25	(09) 4,0 A b	(10) 3,9 A a	(11) 3,4 A c	(12) 4,2 A a	(09) 3,8 A ab	(10) 3,9 A a	(11) 4,4 A a	(12) 2,2 A a	(09) 3,6 A a	(10) 4,8 A a	(11) 2,9 A a	(12) 2,9 A ab
25,0	(21) 4,0 A b	(22) 5,0 A a	(23) 3,5 A c	(24) 4,5 A a	(21) 2,5 A b	(22) 4,7 A a	(23) 3,5 A a	(24) 4,7 A a	(21) 4,0 A a	(22) 4,1 A a	(23) 2,9 A a	(24) 2,6 A b
Testem. -18	(25) 6,2 ab				(25) 5,1 ab				(25) 5,7 a			
d.m.s.	2,79				3,80				2,91			
σ = Erro-padrão	0,137	0,137			0,187				0,02			
P < 0,05												

Nº () = Número dos tratamentos.

(1) Os valores seguidos da mesma letra (maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey (P > 0,05).

Aos 90 dias de armazenamento, apenas a parcela irradiada com 7,5 kGy a 50°C e armazenada à temperatura ambiente diferiu significativamente da testemunha (-18°C) com valor mais baixo para o atributo "LARANJA" (Tabela 7, Trat. 24 e 25).

De maneira geral, embora não houvesse diferença estatística, as parcelas armazenadas à temperatura ambiente, foram as que obtiveram menor média para o sabor "LARANJA". Dentro das temperaturas de armazenamento a dose de 7,5 kGy foi a que obteve as médias mais baixas para o atributo. Observando-se os resultados na Tabela 7, nota-se que, no decorrer dos períodos, as médias dos tratamentos 1, 4, 6 e 10, aumentaram ligeiramente, como as amostras que receberam as doses 0,0, 2,5 e 7,5 kGy e foram armazenadas à temperatura ambiente.

Para o atributo de sabor "ÁCIDO" (Tabelas 5, 6 e 8), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, em nenhum dos períodos de armazenamento, indicando que a temperatura e dose de irradiação, juntamente com o período de armazenamento, não exerceram efeito significativo sobre a variável. Analisando-se as Tabelas 2 e 3, pode-se notar que não houve variações na acidez total e pH com as doses de irradiação, e as diferenças entre as médias das demais variáveis (temperaturas de irradiação e armaze-

namento e período de armazenamento) foram muito pequenas, não interferindo nas características sensoriais do suco.

Para o atributo de sabor "DOCE", no período de 1 a 60 dias não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabelas 5, 6 e 9). Somente aos 90 dias a parcela irradiada a 2,5 kGy (25°C) e armazenada à temperatura ambiente diferiu da testemunha ao nível de significância de 5%, apresentando a menor nota para sabor "DOCE" (Tabela 9, Trat. 10 e 25).

Para "IMPRESSÃO GLOBAL", podemos constatar (Tabelas 5 e 6) que não foram obtidas diferenças significativas entre os tratamentos após o 1º e o 30º dias de armazenamento. Nos períodos de 60 e 90 dias houve diferença ao nível de significância de 5% (Tabela 5). Em análise sensorial realizada após 30 dias de armazenamento (Tabela 10) não se obtiveram diferenças significativas entre os tratamentos e a testemunha, embora as amostras armazenadas à temperatura ambiente tivessem alcançado médias numericamente inferiores. O suco irradiado com 0,0 kGy e armazenado a 0°C alcançou as melhores médias para "IMPRESSÃO GLOBAL" (Trat. 1 e 13).

Aos 60 dias de armazenamento, a amostra aquecida, não irradiada (0,0 kGy) e armazenada à temperatura ambiente (25 ± 1°C) diferiu significativamente da amostra não

Tabela 9 - Médias de tratamentos para sabor "DOCE" do suco concentrado. Efeito da dose e temperatura de irradiação e temperatura de armazenamento, durante 30, 60 e 90 dias. (1)

Temperatura Irradiação Tempo de armazenamento (dias)	Tempo de Armazenamento (dias)					
	30		60		90	
	Dose (kGy)	Dose (kGy)	Dose (kGy)	Dose (kGy)	Dose (kGy)	Dose (kGy)
25	0,0 (01) 2,2 A a (02) 2,5 A a (03) 2,8 A a (04) 2,2 A a	0,0 (01) 3,0 A (02) 2,6 A (03) 4,2 A (04) 4,3 A	0,0 (01) 4,8 A a (02) 4,9 A a (03) 3,0 A a (04) 3,7 A a	7,5 (05) 2,9 A a (06) 3,7 A a (07) 2,8 A a (08) 4,5 A a	7,5 (05) 2,9 A a (06) 3,7 A a (07) 2,8 A a (08) 4,5 A a	7,5 (05) 2,9 A a (06) 3,7 A a (07) 2,8 A a (08) 4,5 A a
50	0,0 (13) 3,0 A a (14) 3,4 A a (15) 3,0 A a (16) 3,6 A a	0,0 (13) 3,3 A a (14) 2,5 A a (15) 3,8 A a (16) 2,9 A a	0,0 (13) 2,4 A a (14) 2,5 A ab (15) 2,2 A a (16) 3,0 A a	5,0 (05) 3,2 A a (06) 2,6 A a (07) 3,0 A a (08) 3,3 A a	5,0 (05) 3,2 A a (06) 2,6 A a (07) 3,0 A a (08) 3,3 A a	5,0 (05) 3,2 A a (06) 2,6 A a (07) 3,0 A a (08) 3,3 A a
25	5,0 (17) 3,2 A a (18) 3,5 A a (19) 3,0 A a (20) 3,1 A a	5,0 (17) 3,3 A a (18) 3,2 A a (19) 2,8 A a (20) 2,6 A a	5,0 (17) 3,7 A a (18) 5,1 A a (19) 5,3 A a (20) 3,6 A a	5,0 (09) 2,3 A a (10) 3,6 A a (11) 3,4 A a (12) 3,9 A a	5,0 (09) 2,3 A a (10) 3,6 A a (11) 3,4 A a (12) 3,9 A a	5,0 (09) 2,3 A a (10) 3,6 A a (11) 3,4 A a (12) 3,9 A a
50	25,0 (21) 2,5 A a (22) 4,2 A a (23) 4,2 A a (24) 2,8 A a	25,0 (21) 4,0 A a (22) 3,6 A a (23) 3,4 A a (24) 3,6 A a	25,0 (21) 4,5 A a (22) 5,2 A a (23) 3,3 A a (24) 4,8 A a	25,0 (21) 2,5 A a (22) 4,2 A a (23) 4,2 A a (24) 2,8 A a	25,0 (21) 2,5 A a (22) 4,2 A a (23) 4,2 A a (24) 2,8 A a	25,0 (21) 2,5 A a (22) 4,2 A a (23) 4,2 A a (24) 2,8 A a
Testem. - 18 (25) 3,8 A a						
d.m.s.	4,54	3,16	3,20			
σ = Erro padrão	0,132	0,60	0,157			

P < 0,05

Nº () = Número dos tratamentos.

(1) Os valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey (P > 0,05).

Tabela. 10 - Médias de tratamentos para "IMPRESSÃO GLOBAL" do suco concentrado. Efeito da dose e temperatura de irradiação e da temperatura de armazenamento, durante 30, 60 e 90 dias. (1)

Temperatura de irradiação	Tempo de Armazenamento (dias)						
	30		60		90		
	Dose (kGy)		Dose (kGy)		Dose (kGy)		
	2,5	5,0	2,5	5,0	2,5	5,0	
25	(01) 6,9 A a	(02) 5,4 A a (03) 5,4 A a (04) 4,8 A a	(01) 7,8 A a	(02) 5,4 A ab (03) 5,9 A a (04) 5,2 A a	(01) 5,0 A ac (02) 5,4 A ab (03) 4,4 A bc (04) 4,2 A bd	0,0	
50	(13) 7,8 A a	(14) 5,9 A a (15) 6,1 A a (16) 6,2 A a	(13) 6,1 A ab (14) 7,8 A a (15) 6,4 A a (16) 5,2 A a	(13) 6,6 A a (14) 7,6 A a (15) 7,9 A a (16) 5,5 A bc	(05) 6,0 A a (06) 5,6 A a (07) 5,2 A a (08) 4,3 A a	(05) 4,6 A ac (06) 5,2 A ab (07) 4,7 A ac (08) 3,6 A cd	5,0
50	(17) 5,4 A a (18) 5,4 A a (19) 6,1 A a (20) 4,5 A a	(17) 5,8 A ab (18) 4,8 A ac (19) 4,9 A a (20) 4,7 A a	(17) 4,8 A ac (18) 5,1 A ab (19) 6,1 A ab (20) 5,2 A bc	(09) 4,9 A a (10) 2,9 A a (11) 3,7 A a (12) 3,1 A a	(09) 2,7 A b (10) 1,4 A c (11) 3,0 A a (12) 1,7 A a	(09) 3,0 A c (10) 1,8 A c (11) 2,8 A c (12) 1,5 A d	25,0
50	(21) 4,2 A a (22) 4,2 A a (23) 3,1 A a (24) 4,4 A a	(21) 2,0 A b (22) 3,7 A bc (23) 3,5 A a (24) 2,7 A a	(21) 2,8 A c (22) 2,5 A bc (23) 2,5 A c (24) 3,5 A cd	(25) 6,0 a	(25) 5,1 ab	(25) 6,9 ab	
d.m.a.	3,60	3,60	3,60	3,20	3,20	3,20	
σ = Erro padrão	0,176	0,173	0,148				

P < 0,05

Nº () = Número dos tratamentos.

(1) Os valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey (P > 0,05).

aquecida (0,0 kGy) armazenada a 0°C, apresentando menor média para "IMPRESSÃO GLOBAL"; entretanto não diferiu da testemunha (Trat. 1, 21 e 25).

Um único tratamento diferiu da testemunha para pior "IMPRESSÃO GLOBAL" que foi a amostra não aquecida (25°C), irradiada a 2,5 kGy e armazenada à temperatura ambiente (Trat. 10). Esse tratamento apresentou menor média desde o início do experimento. Através das Tabelas 3 e 4 pode ser observar que houve uma diminuição no pH e ácido ascórbico do suco, para este tratamento.

No período de 90 dias de armazenamento todos os tratamentos armazenados à temperatura ambiente diferiram significativamente da testemunha, apresentando médias mais baixas para "IMPRESSÃO GLOBAL".

Considerando-se iguais temperaturas de armazenamento (0°C, 5°C e ambiente), pode-se dizer que não houve diferença significativa entre as doses de irradiação (0; 2,5; 5,0 e 7,5 kGy).

Analisando-se as médias para o atributo "IMPRESSÃO GLOBAL", para os tempos de 30, 60 e 90 dias de armazenamento, observou-se um aumento nas médias, durante os períodos de 60 e 90 dias de armazenamento, nos tratamentos com 2,5 e 5,0 kGy do suco aquecido a 50°C e posteriormente armazenado à 0°C, obtendo-se, inclusive, valores acima ao da tes

temunha (Tabela 10, tratamentos 4 e 15).

Em geral não houve diferença significativa entre a testemunha e demais tratamentos, mas pode-se notar que, em todos os períodos de armazenamento (Tabela 10), os sucos armazenados à temperatura ambiente de armazenamento foram os que obtiveram as médias mais baixas para "IMPRESSÃO GLOBAL". Foi observado pelos provadores, nestas mesmas temperaturas de armazenamento, um acentuado escurecimento do suco, aumentando com o avanço do período de armazenamento. Esse escurecimento também foi observado pela análise colorimétrica do suco, cujos dados são apresentados na Tabela 11b.

Além do escurecimento foi observado um certo grau de geleificação do suco, principalmente nos tratamentos com elevada temperatura durante a irradiação (50°C) e naqueles armazenados à temperatura ambiente.

Tabela 11a. - Análise colorimétrica do suco concentrado de laranja irradiado.

1º DIA DE ARMAZENAMENTO				
TEMPERATURA	DOSE			
IRRADIAÇÃO	0,0	2,5	5,0	7,5
25	37,4	37,4	37,3	37,1
50	37,4	37,3	37,2	37,2
0				
TESTEMUNHA (-18 C) 37,4				

Tabela 11b. - Análise colorimétrica do suco concentrado de laranja irradiado e armazenado até 90 dias.

PARÂMETROS		TEMPO DE ARMAZENAMENTO - DIAS											
Irradiação	Temperatura Armaz./ Dose (kGy)	30				60				90			
		0,0	2,5	5,0	7,5	0,0	2,5	5,0	7,5	0,0	2,5	5,0	7,5
25	0,0	37,4	37,2	37,3	37,1	37,3	37,3	37,0	37,1	37,5	37,0	37,3	37,1
50		37,4	37,1	37,4	37,1	37,1	37,1	36,9	36,8	37,4	37,3	37,4	37,2
25	5,0	37,3	37,1	37,2	37,1	37,1	37,1	37,0	37,0	37,2	37,5	37,2	37,1
50		37,2	37,2	37,1	37,1	37,1	37,0	37,0	36,7	37,4	37,2	37,5	37,4
25	25,0	37,5	37,7	37,7	37,7	38,3	38,3	38,4	38,2	39,1	39,2	39,4	39,2
50		37,5	37,5	37,4	37,7	38,0	38,1	37,9	38,0	38,9	39,0	39,2	39,2
TESTEMUNHA -18,0		37,5				37,4				37,6			

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. PORCENTAGEM DE SÓLIDOS SOLÚVEIS

Sólidos solúveis em suco de laranja incluem, entre outros, os principais açúcares que são: glicose, levulose e sacarose. Esses açúcares, juntamente com o teor de ácido cítrico, indicam o grau de maturação da fruta ao ser processada, e o grau de concentração do suco. As concentrações mais frequentemente mencionadas são: 53,3; 58,5 e 65° Brix, nas quais a tendência para clarificação e formação de gel é menor e a estabilidade do aroma é maior (RICE *et alii*, 1954; DUBOIS e MURDOCK, 1955 e BISSETT *et alii*, 1957).

No presente trabalho, pode-se notar que, embora houvessem ligeiras variações entre os tratamentos, no total das doses, períodos e temperaturas de armazenamento, o teor de sólidos solúveis não ultrapassou os limites oferecidos pelos padrões de um suco tipo exportação (Tabela 1).

Comparando-se as doses de irradiação, pode-se observar um aumento no teor de sólidos solúveis na parcela irradiada, em relação à testemunha. Esse fato foi também

observado por MUNHOZ-BURGOS (1985) em suco de tangerina, ao passo que no suco de laranja o conteúdo de sólidos solúveis permaneceu estável. Segundo o autor, o suco de laranja conserva menor teor de pectina e, devido a isso, o conteúdo de sólidos solúveis se mantém constante à dose de 1 kGy. O suco de tangerina por sua vez, com natureza diferente, e possivelmente com maior teor de pectina, mostra uma variação muito maior no Brix. No suco de tomate de árvore, o autor observou uma diminuição no teor de sólidos solúveis na dose de 1 kGy e o suco de maracujá apresentou diferença no Brix logo nas primeiras doses de irradiação.

KAUPERT *et alii* (1981), não observaram alterações no teor de sólidos solúveis dos sucos de maçã e pera irradiadas durante o período de 150 dias de armazenamento. Além disso, as amostras irradiadas (aquecidas ou não), perderam somente 7% de pectina. Segundo os autores, soluções puras de pectina são altamente sensíveis aos efeitos da irradiação ionizante, embora este não seja o caso quando estas aparecem junto com os açúcares. Estes parecem exercer uma ação competitiva com a pectina, quando sujeita aos efeitos mencionados anteriormente.

Observando-se ainda a tabela 1 pode-se notar uma diminuição no teor de sólidos solúveis com o decorrer do período de armazenamento. Já HUSSAIN e MAXIE (1974)

não observaram efeito imediato da irradiação sobre o total de sólidos solúveis do suco de laranja. No entanto, os valores aumentaram com o armazenamento em todas as amostras, mas nenhuma diferença estatística foi encontrada entre as amostras irradiadas e não irradiadas. WILSKA-JESZKA e SKORUPINSKA (1975), entretanto, encontraram diferença para menor teor de sólidos solúveis em suco de tomate e xarope de groselha irradiados a 10 e 15 kGy em relação ao produto pasteurizado somente, após 52 semanas de armazenamento.

Essa divergência de resultados também ocorreu na irradiação de frutas. AHMED (1977), DENNISON (1968), KHAN e MONSELINE (1965), KUROSAKI e OGATTA (1971), MONSELINE e KAHAN (1966), NAGAI e MOY (1985), não observaram alterações significativas no teor de sólidos e açúcares totais ou redutores no suco de laranjas irradiadas, enquanto outros notaram ligeiro decréscimo com o aumento da dosagem de irradiação (MACFAKLANE e ROBERTS, 1968).

A temperatura de armazenamento também exerceu grande influência no teor dos sólidos solúveis. Podemos observar, pela Tabela 1, que houve um aumento no teor dos sólidos solúveis com o aumento da temperatura de armazenamento. Resultado inverso foi obtido por MAXIE *et alii* (1969), que observaram uma diminuição no teor dos sólidos solúveis, em suco de laranjas irradiadas, com o aumento da temperatura de armazenamento.

5.2. ACIDEZ TITULÁVEL

Em suco de citros, o principal ácido encontrado é o ácido cítrico, com pequenas quantidades dos ácidos málico, tartático e succínico. A acidez total, expressa em porcentagem de ácido cítrico é determinada para testes de maturidade da fruta, bem como possui papel importante na palatabilidade do suco.

Observando-se a Tabela 2, nota-se que não houve mudança na acidez titulável do suco com o aumento da dosagem de irradiação. O mesmo foi observado por WILSKA-JESZKA e SKORUPINSKA (1975) em xarope de groselha vermelha irradiado a 10 e 15 kGy, em relação às amostras somente pasteurizadas. O autor observou também um aumento da acidez titulável em suco de tomate, e uma diminuição no xarope de groselha preta.

MUNHOZ-BURGOZ (1985) observou uma diminuição na acidez titulável em sucos de laranja e maracujá, com aumento da dose de irradiação até 1,0 kGy, sendo que em suco de tomate de árvore não houve alteração, e no suco de tangerina houve um pequeno acréscimo na porcentagem de ácido cítrico, com o aumento das doses. Já KISS (1973), em análises químicas de vinhos, obtidos de variedades de uvas irradiadas com diferentes níveis de doses (0 a 16,0 kGy), observou

uma diminuição na acidez titulável, com o aumento das doses de irradiação. Na literatura também são mencionados trabalhos em que o teor de ácido cítrico não foi influenciado pela irradiação de citros (MAXIE *et alii*, 1969; MACFARLANE e ROBERTS, 1968; KUROSAKI e OGATTA, 1971).

Pode-se constatar ainda, no presente trabalho, que, embora não houvesse alterações na acidez total do suco (Quadro 2), houve um aumento no teor de sólidos solúveis (Quadro 1), com o aumento da dosagem de irradiação. Sabendo-se que a relação Brix/acidez total indica o grau de acidez do suco (SOULE *et alii*, 1966), poderíamos supor que o suco irradiado apresenta características mais doces em relação ao suco não irradiado. Geralmente, conforme aumenta essa relação (Brix/acidez titulável), o sabor do suco melhora (FELLERS *et alii*, 1986). O'MAHONY e GOLDSTEIN (1987), observaram maior índice do "ratio" em laranjas irradiadas, embora encontrassem menor teor de sólidos solúveis e de acidez que o controle.

Observando-se ainda o Quadro 2 nota-se que a porcentagem de acidez diminuiu com o avanço do período e temperatura de armazenamento. Pelos dados da Tabela 1, pode-se notar um ligeiro aumento no teor de sólidos solúveis nesses dois parâmetros (principalmente aos 60 dias de armazenamento). Isso poderia significar um aumento no "ratio"

e, conseqüentemente, poderia se supor que o sabor doce do suco tivesse aumentado. Entretanto, verificando-se os resultados da análise sensorial (Quadro 9), não se constataram variações no atributo de sabor "DOCE" durante esta época de armazenamento.

No trabalho realizado por WILSKA-JESKA e SKORUPINSKA (1975), foi observado também uma diminuição na acidez titulável durante o período de armazenamento de 52 semanas, em suco e xarope de groselha preta irradiados com 10 e 15 kGy. Na amostra que recebeu a dose de 15 kGy, essa diminuição ocorreu mais rapidamente no mesmo intervalo de tempo. No xarope de groselha vermelha, entretanto, houve um aumento na acidez titulável durante este período. MAXIE *et alii* (1969) e MACFARLANE e ROBERTS (1968) relataram uma perda na acidez titulável em limões Eureka, submetidos a doses de 2,00 kGy ou mais, seguidos de 49 dias de armazenamento a 15°C, no entanto, DENNISON e AHMED (1966), não observaram perdas de ácido cítrico nas laranjas. Elevados teores de ácido succínico e menores teores de ácido cítrico e málico foram relatados por KUROSAKI e OGATTA (1971) em laranjas Satsumã, irradiadas com 0,5 a 2,0 kGy.

5.3. PH

O suco de laranja, bem como o suco de outras frutas cítricas, são caracterizados principalmente pelo sabor ácido. A acidez não somente contribui para o odor e sabor, mas o meio ácido (pH 3,5 a 4,0) faz com que os microorganismos cresçam lentamente, especialmente sob temperatura de refrigeração, e o tratamento por aquecimento em condições atmosféricas (85°C) é suficiente para se obter um produto comercialmente estéril, e para se inativar a enzima pectinesterase (NELSON e TRESSLER, 1980).

Observando-se a Tabela 3 pode-se constatar que, embora houvesse diferença no pH entre os vários tratamentos, em nenhum caso o valor foi maior que o estipulado anteriormente para um bom suco, quanto aos dados organoléuticos ou microbiológicos. Comparando-se as doses, nota-se uma ligeira diminuição no pH, embora, verificando-se a Tabela 8, não se observe diferenças significativas para o atributo de sabor "ÁCIDO" na análise sensorial do suco. WILSKA-JESZKA e SKORUPINSKA (1975) também observaram uma diminuição no pH do suco de tomate, xarope de groselha preta e vermelha, com o aumento das doses de irradiação. Já KISS (1973), em diversas variedades de uvas observou um acréscimo do pH, com o aumento das doses de irradiação.

Conforme se observa na Tabela 3, a temperatura exerceu influência na dosagem de irradiação. No suco irradiado à temperatura ambiente (25°C), o pH diminuiu para a maioria das amostras quando comparadas à testemunha, enquanto que no suco aquecido (50°C) e posteriormente irradiado, o pH permaneceu inalterado. MUNHOZ-BURGOS (1985), também notou ligeira diminuição no pH em sucos de tangerina, tomate de árvore e maracujá, irradiados a 15°C. Entretanto, no suco de laranja o pH permaneceu constante. KAUPERT *et alii* (1981), por sua vez, observaram que a variação do pH em sucos de maçã e pera irradiados e aquecidos a 50°C foi mínima, isto é, abaixo de 0,02 unidades, havendo ligeira tendência para a alcalinização.

MAXIE *et alii* (1969), observaram um pH significativamente maior em laranjas irradiadas do que na testemunha. NAGAI e MOY (1985), não observaram diferenças no pH de peras e nectarinas irradiadas em relação à testemunha.

5.4. ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C)

O ácido ascórbico é uma das vitaminas mais sensíveis à irradiação (PROCTOR e GOLDBLITH, 1949), mas há muitas frutas nas quais o nível de ácido ascórbico não é reduzido significativamente, nas doses que a fruta pode tolerar (MAXIE *et alii*, 1964). As doses utilizadas neste experi

mento estão acima do nível de tolerância para o suco de laranja. Pelos resultados observados na tabela 4, nota-se o decréscimo no ácido ascórbico com o aumento das doses de irradiação, atingindo o menor valor na maior dose (7,5 kGy) . Os resultados apresentados estão de acordo com MUNHOZ-BURGOS (1985), que também observou diminuições no teor de vitamina C, com o aumento das doses de irradiação em sucos de laranja, tangerina, tomate de árvore e maracujá, sendo os sucos de laranja e tangerina, os mais sensíveis à irradiação. WILSKA-JESZKA e SKORUPINSKA (1975), também observaram drástica diminuição no ácido ascórbico em sucos de tomate e xaropes de groselha preta e vermelha irradiados, em relação à pasteurização pelo calor. Fato este de acordo com HUSSAIN e MAXIE (1974), que observaram perdas de até 70,2% de vitamina C em suco de laranja irradiado com 2,5 a 10 kGy.

Embora haja alguma discordância sobre os efeitos da irradiação no conteúdo de ácido ascórbico em frutas cítricas, os resultados da maioria dos estudos, parecem indicar que esta perda é mínima até a dose de 1,0 kGy. Exposições a doses maiores podem causar a destruição desta vitamina, numa taxa que aumenta proporcionalmente com o aumento das doses (AHMED, 1977; AHMED *et alii*, 1968; DENNISON, 1968; GUERREIRO *et alii*, 1967; KUROSAKI e OGATTA, 1971; MACFARLANE e ROBERTS, 1968; MAXIE *et alii*, 1964; MAXIE *et alii*, 1969;

MONSELINE e KHAN, 1966; MOSHONAS e SHAW, 1984; ROMANI *et alii*, 1963). Os valores mínimos do ácido ascórbico encontrados por MONSELINE e KAHAN (1966) chegaram ao redor de 84% em relação ao controle e as diferenças foram somente significativas em frutas verdes em relação às frutas maduras. JOSEPHSON *et alii* (1978), chegaram à conclusão que a retenção do ácido ascórbico em laranjas, tangerinas, tomates e mamões, varia de 100% a 72% com as doses de 0,4 a 3,0 kGy.

Embora tenha ocorrido uma perda maior do ácido ascórbico na parcela aquecida (50°C), em relação à temperatura ambiente de irradiação (25°C), (Tabela 4), a variação entre as doses foi menor nesta mesma temperatura. Entretanto alguns autores (HUSSAIN e MAXIE, 1974; DHARKAR, 1964) relataram uma perda maior do ácido ascórbico pela irradiação somente, quando comparada ao tratamento combinado de aquecimento e irradiação.

MUNHOZ-BURGOS (1985), observou por sua vez, maior retenção do ácido em suco de tangerina irradiado, previamente pasteurizado, em relação ao irradiado somente na dose de 1,0 kGy.

Muito mais pronunciados que os efeitos das doses e temperaturas de irradiação, foram as temperaturas e períodos de armazenamento (Tabela 4). Em trabalhos apresen-

tados por WILSKA-JESZKA e SKORUPINSKA (1975), pode-se também notar que, a porcentagem de perda do ácido ascórbico variou de 15 a 23% do suco irradiado a diversas doses em relação ao suco pasteurizado e de 76-80% com o avanço do período de armazenamento (52 semanas).

Com relação à irradiação em citros, NAGAY e MOY (1985), observaram que a perda do ácido ascórbico em vãrias amostras irradiadas quando comparadas com o controle, não foram significativas, durante o período de armazenamento, ou à diferentes temperaturas de armazenamento. O mesmo observaram MAXIE *et alii* (1964) em laranjas irradiadas e armazenadas a 0°C por 100 dias. Em limões armazenados a 15°C por 1 mês, houve uma redução no conteúdo de ácido ascórbico.

A maioria dos dados relatados na literatura são para perdas induzidas pela irradiação, ocorrentes no ácido ascórbico presente principalmente na forma reduzida. No entanto, a perda efetiva poderia ser menor que a relatada, porque a irradiação pode converter o ácido ascórbico na forma reduzida em ácido dehidro ascórbico, que é ainda biologicamente ativo (THOMAS, 1986a). Em limões da variedade Eureka irradiados com 4,0 kGy, a perda do ácido ascórbico foi acompanhada por aumento quase equivalente do ácido dehidro ascórbico (ROMANI *et alii*, 1963). Descobertas semelhantes foram relatadas por KUROSAKI e OGATTA (1971) em limões

e laranjas das variedades Natsuma e Natsudaïdai.

5.5. ANÁLISE SENSORIAL

Os efeitos da irradiação sobre as características sensoriais das frutas cítricas são influenciados, em grande parte, pela dosagem, temperatura de armazenamento e tempo de armazenamento (THOMAS, 1986a). Observando-se as análises dos resultados obtidos, pode-se concluir que as características sensoriais foram muito mais afetadas pela temperatura e período de armazenamento do que pela dosagem de irradiação, uma vez que, nas análises realizadas no primeiro dia de irradiação (Tabela 6), não houve variação significativa em nenhum dos atributos de sabor detectados pela análise descritiva quantitativa: LARANJA, ÁCIDO, DOCE, IMPRESSÃO GLOBAL.

Analisando-se a característica de sabor "LARANJA" durante os períodos de 1, 30, 60 e 90 dias de armazenamento (Tabelas 6 e 7), pode-se perceber que, embora não houvesse diferenças significativas em relação a testemunha, as doses 0,0 e 2,5 kGy, juntamente com as temperaturas de armazenamento de 0°C e 5°C, foram os tratamentos que obtiveram melhores resultados, com os valores numéricos às vezes maiores do que a testemunha (-18°C). No entanto, GUERREIRO *et alii* (1967) observaram decréscimo no sabor LA-

RANJA em todos os tratamentos, conforme o aumento do período de armazenamento.

No presente trabalho, embora alguns tratamentos atingissem bons resultados, inclusive maiores até do que a testemunha, na maioria dos casos a intensidade do gosto "LARANJA" não foi alta, principalmente nas amostras irradiadas e conservadas à temperatura ambiente. Os sabores estranhos, como: remédio, amargo, cozido, ionizado e outra fruta, como jatobá, abio, carambola, foram percebidos pelos provadores. É possível que isto tenha contribuído para que o atributo "LARANJA" não atingisse altos valores. Mesmo assim, as médias não diferiram significativamente da testemunha (-18°C), que por sua vez não ultrapassou o valor médio da Escala-padrão do U.S. Grade A (HENDRIX, 1968).

Isso se deve, provavelmente, ao fato de que, para o consumidor brasileiro que está habituado ao suco natural de laranja, os valores de qualidade de um suco processado não correspondam aos mesmos obtidos de um suco natural de laranja.

Em relação aos demais atributos, como ÁCIDO e DOCE (Tabela 6) pode-se observar que não houve diferença entre os tratamentos durante os períodos e temperaturas de armazenamento, tão pouco para as doses de irradiação.

Através das Tabelas 1 e 3, pode-se notar que,

embora haja diferença estatística entre os tratamentos, a variação entre as médias, tanto para o teor de sólidos solúveis, como para a acidez titulável, não ultrapassou 0,2%. Segundo FELLERS *et alii* (1986), em trabalhos de degustação de suco de laranja concentrado não irradiado, os provadores só notaram diferença no atributo "DOCE", quando o BRIX variou de 41,8° a 44,8°, ou seja, um aumento de 3% no valor. O'MAHONY e GOLDSTEIN (1987), por sua vez, observaram diferenças entre as laranjas irradiadas (0,33 e 0,5 kGy) e a testemunha, em relação às características "DOCE" e "ÁCIDO", mas foi utilizado para análise sensorial o Teste de Diferença, que é um teste de maior acuidade, viável somente para poucos tratamentos.

Pela análise dos resultados obtidos na IMPRESSÃO GLOBAL (Tabela 9), vê-se que o fator temperatura de armazenamento exerceu grande influência nos tratamentos, sendo a temperatura ambiente a mais prejudicial para a qualidade do suco, em contraste com trabalhos apresentados por KISS e FARKAS (1972). Esses autores não encontraram diferenças significativas na qualidade do suco concentrado de maçã tratado com 8 a 13 kGy e armazenado a 20-22°C durante 4 meses. À parte das temperaturas de armazenamento, pode-se observar que não houve diferença entre os tratamentos para as doses de irradiação (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5 kGy). MUNHOZ-BURGOS (1985)

observou no suco de laranja, modificações em suas propriedades organoléticas de cor, odor, sabor, em forma significativa, até uma dose de 1,0 kGy. Em suco de tomate de árvore, estas variações foram menos significativas do que no caso de laranjas e tangerinas.

Analisando-se ainda a Tabela 9, pode-se perceber que, embora não haja diferença estatística para as temperaturas de irradiação, nos períodos de 60 e 90 dias, a "IMPRESSÃO GLOBAL" passou a aumentar ligeiramente para as médias do suco aquecido (50°C), obtendo-se, inclusive as melhores notas para os tratamentos com 2,5 e 5,0 kGy e armazenados a 0°C. Estes valores ultrapassaram as notas observadas para testemunha (-18°C) e atingiram o valor "moderadamente bom", na escala apresentada pela U.S. Grade A (HENDRIX, 1968). Estes resultados estão de acordo com FELLERS *et alii* (1986), HUSSAIN e MAXIE (1974) e DHARKAR *et alii* (1966), os quais também observaram que amostras tratadas pelo calor e irradiação eram melhores que àquelas sujeitas à irradiação somente.

Em relação ao escurecimento observado pelos provadores, pode-se concluir que não foi ocasionado pela temperatura, ou dose de irradiação, sendo mais influente a temperatura de armazenamento, visto que, somente à temperatura ambiente de armazenamento, foi observado o escurecimento do suco. Os resultados estão de acordo com

KISS e FARKAS (1972). HOANG e JULIEN (1975), no entanto, observaram que a cor desejável do suco de maçã foi alcançada com uma irradiação às doses 1,0 a 3,5 kGy. A uma dose superior a 3,5 kGy, não houve mudança adicional na cor.

Segundo FONSECA *et alii* (1974), o escurecimento não enzimico de sucos naturais e concentrados de citros, especialmente limões e pomelos, é atribuído à oxidação e degradação do ácido ascórbico. Todavia, este fenômeno só se processa depois que a maior parte do ácido ascórbico desapareceu. Uma vez que estas reações são aceleradas pelas altas temperaturas, o abaixamento destas, a níveis de refrigeração ou mesmo congelamento, durante o armazenamento dos alimentos, pode minimizar o escurecimento.

6. CONCLUSÕES

Tomando-se por base os resultados obtidos durante o desenvolvimento deste trabalho pode-se concluir que:

- 1- O teor de sólidos solúveis aumentou com a elevação da dose e temperatura de irradiação e da temperatura de armazenamento e diminuiu com o avanço do período de armazenamento;
- 2- Não houve alterações na acidez total com as variações na dosagem de irradiação. O suco aquecido (50°C) apresentou maior acidez em relação ao não aquecido (25°C). Houve um decréscimo na acidez total com o aumento da temperatura e do período de armazenamento.
- 3- O pH diminuiu com o aumento da dose, temperatura de irradiação e período de armazenamento. A 0°C de temperatura de armazenamento, o pH diminuiu nas primeiras doses (0,0 a 5,0 kGy), voltando a subir a

7,5 kGy. Nas demais temperaturas de armazenamento (5 e 25°C), o decréscimo do pH foi linear até 7,5 kGy.

- 4- Pode-se concluir para os itens 1, 2 e 3 que, embora houvesse diferença significativa entre os tratamentos, essas diferenças não foram suficientes para alterar as características químicas e sensoriais do suco.
- 5- Tanto a dosagem, como a temperatura de irradiação, provocaram apenas ligeira alteração na porcentagem do ácido ascórbico do suco. Este foi muito mais influenciado pelas temperaturas e períodos de armazenamento.
- 6- A dosagem de irradiação não teve influência nos atributos sensoriais ("LARANJA", "ÁCIDO", "DOCE", "IMPRESSÃO GLOBAL") do suco.
- 7- O aquecimento do suco, inicialmente alterou as características para pior qualidade de sabor, em relação ao suco não aquecido. No decorrer do período de armaze-

namento, essa diferença diminuiu, até o ponto em que o suco aquecido apresentou melhor qualidade do que o irradiado à temperatura ambiente.

8- O suco armazenado à temperatura ambiente apresentou pior qualidade desde os primeiros dias de armazenamento. Os demais, armazenados à 0°C e 5°C não apresentaram diferenças significativas durante todo o período de armazenamento, apresentando, inclusive resultados superiores ao da testemunha. Portanto, os sucos podem ser armazenados nestas temperaturas sem qualquer alterações em suas qualidades.

9- Tanto a dosagem de irradiação, como o aquecimento, não impediram o escurecimento do suco. O processo de escurecimento foi sensivelmente diminuído pela temperatura de armazenamento a 0 e 5°C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, E.S. Biochemical responses of skim-coated citrus fruits irradiated for preservation, *Arab. J. Nucl. Sci. Appl.*, Cairo, 10:155, 1977.
- AHMED, E.M.; DENNISON, R.S.; MERKLEY, M.S. Effects of low level irradiation upon preservation of food products, Report OKO-675, *U.S. Atomic Energy Commission*, Washington, D.C. 1968.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC, "*Official Methods of Analysis*, 11th. Ed. Washington, D.C., 1970, Method N° 22019.
- BISSETT, O.W.; VELDHUIS, M.K.; GUYER, R.B.; MÜLLER, W.M. Stability of frozen concentrated orange juice. III. The effect of heat treatment in the production of high-Brix frozen concentrate. *Food Technol.*, 1957.
- BRACCO, A. Sucos tropicais conquistando um lugar ao sol. *Alimentos e Tecnologia*, São Paulo. 1(8):4-9, 1986.
- BREKKE, J.E.; TONAKI, K.; MOY, J.H. The effect of gamma irradiation and refrigeration on spoilage and microbial population in guava pure concentrate. *Food Irradiation*, Saclay, 8(4):10, 1968.

- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Experimental designs. 2, ed.
New York, John Wiley, 1957. 576p.
- D'ANDRÉA, R. Exportação de suco rendem US\$ 1,1 bilhão ao
Brasil. *Toda Fruta*, São Paulo, 3(26):22, ago. 1988.
- DENNISON, R.S. & AHMED, E.M. Review of the status of
irradiation effect on citrus fruits, in Food Irradiation.
International Atomic Energy Agency, Vienna, p.619, 1966.
- DENNISON, R.S. Effects of low level irradiation upon the
preservation of food products. *Progress Report*. Agric.
Exp. Stn, Gainesville, 6-8, fev. 1968.
- DHARKAR, S.E. Radiation of orange juice. *Indian J. Engng.
Technol.*, Bombay, 2(1):24, 1964.
- DHARKAR, S.D.; SAVAGAON, K.A.; KUMTA, U.S.; SREENIVASAN, A.
Development of a radiation process of some indian fruits;
mangoes and sapodillas. *J. Food Science*, Bombay,
31:22-8, 1966.
- DUBOIS, C.W. & MURDOCK, D.I. The effect of concentration
on quality of frozen orange juice with particular
reference to 58,5° and 42° Brix products. I. Chemical
and physiological effects. *Food Technology*, Champaign,
9:60-3, 1955.

- FELLERS, P.J.; JAGER, R.; POOLE, M.J. Quality of retail-Florida-packed frozen concentrated orange juice as determined by consumers and physical and chemical analysis. *Journal of Food Science*, Florida, 51(5):1187-90, 1986.
- FISHER, R.A. Y YATES, F. Tabelas estatísticas para biologia, medicina e agricultura, USP, São Paulo, 150 p., 1971.
- FONSECA, H.; NOGUEIRA, J.N.; GRANER, M.; PRADO FILHO, L.G.; CAMARGO, R.; OLIVEIRA, A.T. *Bioquímica de Alimentos*. Piracicaba, ESALQ, 1974. 260 p.
- GARRUTI, R.S. Metodologia na Seleção Sequencial e não sequencial de provadores para análise sensorial de alimentos e bebidas. Campinas, 1976 (180p.). Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola - UNICAMP
- GUERRERO, F.P.; MAXIE, E.C.; JOHNSON, C.F.; EAKS, I.L. SOMMER, N.F. Effect of post harvest gamma irradiation on orange fruits. *Proc. Am. Soc. Hortic.*, Geneva, 90:515, 1967.
- HELM, E. & TROLLE, B. Selection of a taste panel. *Wallerstein Lab. Commun.* 9:181., 1946.
- HENDRIX, C.M.; JEFFERSON J.C. Quality control manual for citrus processing plants. *INTERCIT, Inc.* 1966, 262p.
- HOANG, N.H.; JULIEN, J.P. Effects of heating and irradiation (post-irradiation) on the flavour and colour of apple juice *C. Inst. Food Technol. J.*, Canada, 8(1):12-5, 1975.

- HUSSAIN, A. & MAXIE, E.C. Effect of gamma rays on shelf life and quality of orange juice. *International Biodeterioration Bulletin*, California, 10(3):81-6, 1974.
- JONA, R.; GRIBAUDO, I.; VIGLIOCCO, R. Changes induced by radiations in unfermented grape juice. *Radiation Phys. Chem.*, Torino, 22(3/5):755-8, 1983.
- JOSEPHSON, E.S.; THOMAS, M.H.; CALHOUN, W.K. Nutritional aspects of food irradiation. *J. Food Processing and Preservation*, 1978.
- KHAN, R.S. & MONSELINE, S.P. Extension of storage life of citrus fruits by irradiation. *Food Technology*, Yavneh, 19,122, 1965.
- KAINDL, K. International programme on irradiation of fruit and fruit juices. IN: SYMPOSIUM ON FOOD IRRADIATION, Vienna, 1966. *Proceedings*. Vienna, IAEA, 1966. p. 701-13.
- KAUPERT, N.L.; LESCANO, H.G.; KOTLIAR, N. Conservation of apple and pear juice concentration energetic heat and radiation. IN: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMBINATION PROCESS IN FOOD IRRADIATION, Colombo, 1980. *Proceedings*. Vienna, IAEA, 1981. p. 205-16. (Proceedings Series).

- KISS, I. Radiation preservation of fruit juice semiconcentrates prepared by cryoconcentration. *Acta Alim*, Budapest, 2(3):275-83, 1973.
- KISS, I. & FARKAS, J. Radiation preservation of fruit juices in combination with freeze-concentration. *International Journal of Applied Radiation and Isotopes*, Budapest, 23(4):161-71, 1970.
- KUROSAKI, T. & OGATTA, K. Effects of low dose gamma irradiation on the storage life of Satsuma oranges, *Engei Gakkaizasshi*, Hiroshima, 40:85, 1971.
- MACFARLANE, J.J. & ROBERTS, E.A. Some effects of gamma irradiation on Washington Navel and Valencia oranges. *J. Exp. Agric. Anim. Flusb.*, Australia 8:625, 1968.
- MAXIE, E.C.; EAKS, I.L.; SOMMER, N.F. Some physiological effects of gamma irradiation on lemon fruit. *Radiation Botany*, California, 4:405-11, 1964.
- MAXIE, E.C.; SOMMER, N.F.; EAKS, I.L. Effect of gamma radiation on citrus fruits. IN: INTERNATIONAL CITRUS SYMPOSIUM, California, 1969. *Proceedings*. Vienna, IAEA, 1969. p. 1375-87.
- MONSELINE, S.P. & KAHAN, R.S. Changes in composition and enzymatic activities of flavour and juice of Shamonti oranges following gamma irradiation. *Radiat. Bot.*, YAVNEH, 6:265-74, 1966.

- MONSELINE, S.P. & KAHAN, R.S. Effect of gamma irradiation on appearance, composition and enzymatic activities of fruits. IN: PRESERVATION OF FRUITS AND VEGETABLES BY RADIATION, *International Atomic Energy Agency*, Vienna, 93, 1968.
- MOSHONAS, M.G. & SHAW, P.E. Effects of low dose γ irradiation on grapefruit products. *J. Agric. Food Chem.*, Easton, 32:1098, 1984.
- MUNHOZ-BURGOS, R.A. Uso de la radiacion gamma para extender el tiempo de conservation de jugos de algunas frutas exóticas. IN: SEMINÁRIO SOBRE IRRADIACION DE ALIMENTOS PARA PAISES DA AMÉRICA LATINA, I., Quito, 1985. Actas. Vienna, IAEA, 1985. p. 1-25. (Paper IAEA/Tecdoc, 331).
- MOY, I.H.; KANESHIRO, K.Y.; OHTA, T.; NAGAI, N. Radiation desinfestation of California store fruits infested by medfly-effectiveness and fruit quality. *J. Food Science*, California, 48(3):928-31, 1983.
- NAGAI, N.Y. & MOY, J.H. Quality of gamma irradiated California Valencia oranges. *Journal Food Science*, California, 50(1):215-19, 1985.
- NELSON, P.E. & TRESSLER, D.K. Fruit and vegetables juice processing technology. 3 ed. Westpoint, AVI, 1980. 603 p.

- NUNEZ SELLES, A.J.; MAARSE, H.; BEMELMANS, J.M.H. Flavour change in gamma irradiated grapefruit. *Food Chemistry Zeist* 21(3):183-93, 1986.
- O'MAHONY, M.A.D.P. & GOLDSTEIN, L.R. Methods for sensory evaluation of navel oranges treated with electron beam irradiation. *Lekensmittel-Wissenschaft und Technologie, California*, 20(2):78-82, 1987.
- PROCTOR, B.E. & GOLDBLITH, S.A. Effect of soft X-rays on vitamins (niacin, riboflavin, and ascorbic acid). *Nucleonics*, New York, 5:56-62, 1949.
- RICE, R.G.; KELLER, G.J.; MCCOLOUCH, R.J.; BEAVENS, E.A. Fruit concentrates, flavour-fortified high-density frozen citrus concentrates. *J. Agr. Food Chem.*, Easton, 2 1968-8, 1954.
- ROMANI, R.J.; KOOY, J.V.; LIM, L.; BOWERS, B. Radiation physiology of fruit-ascorbic acid, sulphhydryl and soluble nitrogen content of irradiated citrus. *Radiation Botany*, Londo, New York, 3:363-9, 1963.
- THOMAS, P. Radiation preservation of feed of plant origin III. Tropical fruits: bananas, mangoes, and papayas, *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Bombay, 23:147-204, 1986a.

- THOMAS, P. Radiation preservation of feed of plant origin.
Part IV. Subtropical fruits: citrus, grapes and
avocados. *Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition*,
Bombay, 24(1):53-89. 1986b.
- WALD, A. Sequential analysis by Abraham Wald. New York,
John Wiley, 1947. 272p.
- WILSKA-JESKA, J. & SKORUPINSKA, A. Evaluation of radurized
and pasteurized fruits juices during 12 months of
storage. *SESZ. NAUK. POLITECH. LODZ. CHEM SPOZYWCZEA*,
23:243-59, 1975.

APÊNDICE

Apêndice 1 - Relação de tratamentos para o suco de laranja concentrado. (Análise química).

NÚMERO DE TRATAMENTO	RADIAÇÃO		ARMAZENAMENTO (1, 30, 60, 90 e 180 DIAS)
	TEMP. °C	DOSE KGy	
01	25	0,0	0,0
02	25	0,0	0,0
03	25	0,0	0,0
04	25	2,5	0,0
05	25	2,5	0,0
06	25	2,5	0,0
07	25	5,0	0,0
08	25	5,0	0,0
09	25	5,0	0,0
10	25	7,5	0,0
11	25	7,5	0,0
12	25	7,5	0,0
13	25	0,0	5,0
14	25	0,0	5,0
15	25	0,0	5,0
16	25	2,5	5,0
17	25	2,5	5,0
18	25	2,5	5,0
19	25	5,0	5,0
20	25	5,0	5,0
21	25	5,0	5,0
22	25	7,5	5,0
23	25	7,5	5,0
24	25	7,5	5,0
25	25	0,0	25,0
26	25	0,0	25,0
27	25	0,0	25,0
28	25	2,5	25,0
29	25	2,5	25,0
30	25	2,5	25,0
31	25	5,0	25,0
32	25	5,0	25,0
33	25	5,0	25,0
34	25	7,5	25,0
35	25	7,5	25,0
36	25	7,5	25,0

Apêndice 2 - Relação de tratamentos para o suco de laranja concentrado. (Análise química).

NÚMERO DE TRATAMENTO	RADIAÇÃO		ARMAZENAMENTO (1, 30, 60, 90 e 180 DIAS)
	TEMP. ° C	DOSE KGy	
37	50	0,0	0,0
38	50	0,0	0,0
39	50	0,0	0,0
40	50	2,5	0,0
41	50	2,5	0,0
42	50	2,5	0,0
43	50	5,0	0,0
44	50	5,0	0,0
45	50	5,0	0,0
46	50	7,5	0,0
47	50	7,5	0,0
48	50	7,5	0,0
49	50	0,0	5,0
50	50	0,0	5,0
51	50	0,0	5,0
52	50	2,5	5,0
53	50	2,5	5,0
54	50	2,5	5,0
55	50	5,0	5,0
56	50	5,0	5,0
57	50	5,0	5,0
58	50	7,5	5,0
59	50	7,5	5,0
60	50	7,5	5,0
61	50	0,0	25,0
62	50	0,0	25,0
63	50	0,0	25,0
64	50	2,5	25,0
65	50	2,5	25,0
66	50	2,5	25,0
67	50	5,0	25,0
68	50	5,0	25,0
69	50	5,0	25,0
70	50	7,5	25,0
71	50	7,5	25,0
72	50	7,5	25,0

Apêndice 3 - Dados originais obtidos das análises químicas
do suco de laranja concentrado nos períodos:
1 e 30 dias de armazenamento.

.84.

1º dia				30 dias			
Brix	Acide	pH	Vit C	Brix	Acide	pH	Vit C
65.26	05.54	03.60	47.85	65.30	05.50	03.55	48.67
65.27	05.66	03.60	47.85	65.35	05.51	03.55	49.32
65.27	05.61	03.58	48.26	65.35	05.50	03.58	48.67
66.07	05.60	03.55	48.67	65.40	05.50	03.58	48.67
65.64	05.56	03.55	47.85	65.46	05.51	03.60	48.65
65.36	05.54	03.53	47.03	65.45	05.48	03.55	48.26
65.67	05.60	03.52	46.21	65.30	05.51	03.52	48.67
65.96	05.55	03.52	47.03	65.30	05.50	03.55	48.67
65.66	05.54	03.52	44.99	65.35	05.52	03.55	47.21
65.97	05.58	03.52	44.99	65.30	05.50	03.58	47.21
65.86	05.54	03.51	45.80	65.34	05.49	03.60	47.03
65.67	05.56	03.55	47.85	65.35	05.50	03.55	47.03
65.77	05.56	03.55	47.47	65.40	05.52	03.52	47.21
65.86	05.55	03.55	47.85	65.55	05.53	03.52	47.03
65.87	05.56	03.52	47.85	65.46	05.50	03.50	47.03
65.47	05.56	03.52	47.03	65.50	05.52	03.50	47.21
65.47	05.56	03.55	44.99	65.55	05.53	03.52	47.03
65.56	05.54	03.55	47.03	65.48	05.51	03.50	47.03
65.46	05.51	03.52	44.79	65.45	05.50	03.52	45.56
65.56	05.54	03.55	45.39	65.45	05.53	03.55	46.62
65.57	05.56	03.60	45.15	65.45	05.50	03.52	45.52
65.67	05.59	03.60	44.58	65.35	05.50	03.52	47.40
65.67	05.55	03.58	44.17	65.30	05.51	03.50	47.21
65.67	05.58	03.55	48.67	65.30	05.50	03.50	47.01
65.47	05.56	03.52	48.67	65.30	05.50	03.52	40.47
65.67	05.62	03.50	48.67	65.30	05.51	03.50	40.90
65.67	05.60	03.50	48.67	65.35	05.50	03.55	39.68
65.58	05.65	03.48	47.44	65.40	05.50	03.50	40.49
65.58	05.63	03.50	48.67	65.40	05.48	03.50	40.49
65.28	05.60	03.48	47.47	65.45	05.51	03.50	40.90
65.48	05.64	03.45	46.62	65.40	05.50	03.50	42.17
65.57	05.62	03.45	46.78	65.40	05.50	03.51	42.71
65.67	05.59	03.45	47.03	65.45	05.52	03.50	41.71
65.67	05.62	03.40	46.21	65.45	05.51	03.50	38.85
65.57	05.57	03.42	45.15	65.50	05.52	03.48	39.26
65.57	05.61	03.42	45.80	65.45	05.51	03.52	38.44
65.36	05.50	03.62	49.65	65.28	05.50	03.55	47.21
65.36	05.51	03.58	49.31	65.35	05.51	03.58	47.85
65.36	05.50	03.61	49.48	65.20	05.50	03.55	47.21
65.46	05.50	03.60	49.24	65.35	05.50	03.50	47.26
65.46	05.50	03.62	49.08	65.30	05.49	03.50	47.26
65.46	05.50	03.63	49.08	65.28	05.48	03.50	47.26
65.36	05.51	03.59	48.67	65.30	05.50	03.52	47.03
65.36	05.52	03.65	48.26	65.30	05.51	03.52	47.26
65.46	05.52	03.59	48.67	65.30	05.50	03.52	47.13
65.36	05.50	03.57	47.85	65.35	05.51	03.80	45.80
65.46	05.52	03.63	47.85	65.30	05.50	03.60	47.26
65.36	05.50	03.61	49.32	65.30	05.50	03.60	47.03
65.46	05.50	03.61	49.89	65.35	05.49	03.70	47.44
65.36	05.52	03.64	49.48	65.35	05.49	03.68	47.44
65.36	05.52	03.61	49.08	65.35	05.50	03.70	47.26
65.46	05.50	03.61	48.67	65.30	05.50	03.60	48.67
65.46	05.52	03.64	48.67	65.30	05.50	03.58	47.26
65.36	05.52	03.61	48.83	65.35	05.51	03.68	48.26
65.36	05.50	03.63	48.83	65.30	05.50	03.54	48.26
65.56	05.52	03.64	48.42	65.30	05.50	03.55	48.26
65.46	05.52	03.62	48.26	65.30	05.51	03.55	47.26
65.56	05.50	03.62	48.01	65.50	05.52	03.50	41.71
65.46	05.50	03.66	47.85	65.55	05.50	03.50	42.17
65.56	05.52	03.62	49.65	65.60	05.51	03.50	41.71
65.56	05.50	03.63	49.08	65.30	05.48	03.60	47.26
65.46	05.52	03.61	48.67	65.35	05.52	03.60	47.85
65.46	05.52	03.62	47.44	65.30	05.50	03.58	47.44
65.46	05.52	03.64	48.67	65.65	05.55	03.50	42.17
65.56	05.52	03.62	48.83	65.66	05.54	03.52	41.71
65.56	05.52	03.62	48.83	65.60	05.60	03.50	39.36
65.56	05.50	03.62	48.42	65.45	05.50	03.50	39.67
65.56	05.52	03.66	48.26	65.30	05.50	03.50	39.67
65.56	05.52	03.62	48.01	65.35	05.49	03.50	39.40
65.56	05.52	03.63	47.85	65.60	05.51	03.52	40.90
65.46	05.52	03.61	49.65	65.65	05.49	03.50	40.49
65.46	05.52	03.62	49.88	65.60	05.50	03.52	40.90

Apêndice 4 - Dados originais obtidos das análises químicas
do suco concentrado de laranja nos períodos:
60 e 90 dias de armazenamento.

.85.

60 dias				90 dias			
Brix	Acide	pH	Vit C	Brix	Acide	pH	Vit C
65.34	05.42	03.52	48.67	65.66	05.47	03.58	45.80
65.34	05.40	03.51	48.26	65.56	05.46	03.56	44.58
65.30	05.41	03.54	48.26	65.60	05.44	03.58	45.39
65.40	05.48	03.53	48.65	65.68	05.48	03.56	44.58
65.44	05.42	03.51	48.26	65.60	05.47	03.58	45.80
65.42	05.46	03.54	48.67	65.68	05.46	03.58	44.17
65.42	05.45	03.53	48.26	65.55	05.44	03.59	45.39
65.40	05.46	03.52	48.67	65.65	05.45	03.60	45.58
65.34	05.44	03.51	48.67	65.58	05.45	03.57	44.58
65.34	05.42	03.51	48.67	65.72	05.42	03.60	45.80
65.36	05.41	03.55	48.68	65.65	05.43	03.59	45.39
65.40	05.40	03.52	48.26	65.62	05.44	03.61	45.80
65.80	05.46	03.52	49.32	65.55	05.45	03.58	44.17
65.60	05.42	03.52	48.26	65.65	05.46	03.55	44.58
65.84	05.43	03.51	49.32	65.68	05.44	03.60	45.51
65.70	05.42	03.50	48.26	65.50	05.42	03.59	44.58
65.74	05.43	03.52	49.32	65.60	05.44	03.60	45.39
65.72	05.46	03.52	48.67	65.55	05.43	03.61	45.80
65.78	05.40	03.52	48.67	65.62	05.42	03.58	45.39
65.84	05.43	03.50	48.67	65.52	05.44	03.57	45.80
65.80	05.42	03.52	48.26	65.67	05.43	03.60	44.58
65.64	05.42	03.52	48.67	65.60	05.42	03.59	45.80
65.60	05.42	03.50	48.26	65.70	05.43	03.58	45.39
65.65	05.40	03.51	48.26	65.65	05.44	03.57	44.58
65.34	05.38	03.50	39.42	65.40	05.37	03.60	33.94
65.30	05.40	03.50	39.42	65.35	05.36	03.59	32.31
65.35	05.40	03.51	39.42	65.45	05.38	03.61	32.31
65.34	05.38	03.51	38.44	65.45	05.36	03.59	28.63
65.30	05.36	03.54	38.44	65.40	05.37	03.60	30.67
65.38	05.39	03.55	38.44	65.30	05.35	03.61	31.08
65.90	05.42	03.55	35.99	65.40	05.38	03.60	32.31
65.84	05.40	03.54	35.99	65.38	05.39	03.59	36.40
65.90	05.41	03.55	35.99	65.42	05.37	03.58	33.94
65.44	05.42	03.50	35.74	65.45	05.36	03.59	33.94
65.50	05.42	03.52	35.74	65.40	05.38	03.60	32.31
65.60	05.45	03.55	35.74	65.38	05.35	03.61	31.08
65.74	05.41	03.52	47.02	65.50	05.41	03.55	47.44
65.80	05.42	03.55	47.02	65.45	05.43	03.56	45.80
65.88	05.42	03.55	47.02	65.50	05.42	03.54	47.03
65.70	05.44	03.52	47.03	65.40	05.42	03.57	47.85
65.74	05.46	03.51	47.03	65.50	05.41	03.55	47.03
65.68	05.46	03.54	46.21	65.45	05.44	03.56	46.21
65.76	05.44	03.50	47.44	65.50	05.42	03.57	46.80
65.70	05.44	03.52	47.44	65.40	05.44	03.54	47.34
65.84	05.44	03.50	46.21	65.50	05.41	03.55	47.85
65.48	05.46	03.52	47.04	65.40	05.42	03.52	46.21
65.50	05.45	03.52	48.26	65.45	05.40	03.53	47.85
65.54	05.43	03.51	47.44	65.55	05.43	03.55	47.03
65.60	05.42	03.52	48.26	65.50	05.41	03.56	46.80
65.65	05.42	03.52	47.44	65.52	05.42	03.53	47.03
65.88	05.48	03.51	48.67	65.47	05.40	03.55	46.21
65.64	05.43	03.51	47.03	65.57	05.42	03.53	47.85
65.60	05.42	03.51	48.67	65.60	05.41	03.52	47.03
65.65	05.41	03.50	47.44	65.55	05.43	03.55	46.80
65.60	05.43	03.52	46.21	65.47	05.49	03.55	46.21
65.54	05.42	03.51	48.26	65.57	05.52	03.56	47.03
65.62	05.41	03.50	46.21	65.50	05.43	03.54	46.80
65.80	05.40	03.50	49.32	65.50	05.44	03.53	47.85
65.84	05.42	03.51	48.26	65.55	05.42	03.54	47.03
65.82	05.41	03.50	48.67	65.60	05.43	03.55	46.80
65.90	05.44	03.55	38.85	65.38	05.37	03.60	28.63
65.92	05.44	03.59	38.85	65.42	05.36	03.58	31.08
65.84	05.40	03.52	38.85	65.40	05.37	03.56	29.03
65.60	05.42	03.50	37.21	65.35	05.36	03.60	31.08
65.54	05.41	03.52	37.21	65.40	05.38	03.61	32.31
65.80	05.44	03.54	37.21	65.40	05.35	03.59	31.08
65.90	05.46	03.58	35.17	65.40	05.34	03.60	32.31
65.84	05.45	03.51	35.18	65.38	05.40	03.61	33.94
65.92	05.50	03.50	35.17	65.42	05.38	03.59	30.67
65.90	05.45	03.52	35.99	65.45	05.38	03.60	31.08
65.74	05.40	03.50	35.98	65.38	05.36	03.59	29.03
65.68	05.42	03.52	35.98	65.40	05.38	03.56	31.08

Apêndice 5 - Dados originais obtidos
das análises químicas do
suco de laranja concen-
trado no período de
180 dias de armazenamen-
to.

.86.

180 dias			
Brix	Acide	pH	Vit C
65.04	05.43	03.58	47.44
65.16	05.52	03.58	48.26
65.08	05.50	03.58	44.99
65.29	05.44	03.58	45.39
65.26	05.50	03.60	46.62
65.29	05.45	03.60	44.99
65.26	05.50	03.58	44.99
65.26	05.50	03.58	44.99
65.25	05.44	03.55	45.39
65.29	05.52	03.58	44.99
65.26	05.48	03.55	44.99
65.25	05.48	03.55	44.99
65.25	05.48	03.58	45.80
65.24	05.47	03.58	44.99
65.36	05.44	03.60	48.67
65.42	05.46	03.60	45.39
65.46	05.45	03.60	45.31
65.24	05.44	03.58	45.80
65.46	05.50	03.60	45.31
65.42	05.46	03.58	44.99
65.32	05.44	03.60	45.31
65.02	05.48	03.54	44.99
65.06	05.49	03.55	44.99
65.05	05.48	03.60	45.31
65.14	05.42	03.58	20.04
65.12	05.43	03.58	15.88
65.12	05.47	03.58	20.04
65.52	05.41	03.58	20.04
65.54	05.42	03.58	18.81
65.60	05.46	03.60	18.81
65.14	05.42	03.58	18.40
65.10	05.42	03.60	19.22
65.15	05.44	03.58	20.45
65.40	05.44	03.58	20.04
65.42	05.44	03.56	20.45
65.45	05.45	03.56	19.22
65.20	05.41	03.58	44.08
65.20	05.42	03.60	49.08
65.10	05.46	03.62	44.08
65.12	05.42	03.58	49.08
65.40	05.42	03.58	44.08
65.10	05.44	03.58	45.80
65.26	05.44	03.55	49.08
65.20	05.44	03.58	44.08
65.20	05.45	03.58	44.08
65.50	05.49	03.58	44.08
65.55	05.52	03.55	44.99
65.48	05.48	03.58	44.99
65.58	05.47	03.52	20.04
65.65	05.50	03.50	44.58
65.45	05.49	03.50	40.08
65.40	05.49	03.52	40.08
65.35	05.48	03.50	44.58
65.37	05.45	03.58	44.08
65.60	05.51	03.58	44.08
65.58	05.51	03.58	44.58
65.55	05.52	03.55	44.99
65.30	05.44	03.58	47.44
65.30	05.44	03.58	48.26
65.32	05.46	03.58	44.99
65.45	05.50	03.55	42.12
65.52	05.49	03.55	40.08
65.45	05.47	03.58	40.08
65.50	05.54	03.58	18.81
65.52	05.47	03.58	18.81
65.45	05.46	03.62	19.36
65.45	05.51	03.62	20.04
65.58	05.51	03.60	34.35
65.60	05.51	03.60	32.72
65.75	05.49	03.55	17.85
65.60	05.47	03.58	17.99
65.72	05.49	03.58	18.40

Apêndice 6 - Relação de tratamentos de suco de laranja con
centrado. (Análise sensorial).

NÚMERO DE TRATAMENTO	RADIAÇÃO		ARMAZENAMENTO (1, 30, 60, 90 e 180 DIAS)
	TEMP. ° C	DOSE KGy	
01	25	0,0	0,0
02	25	2,5	0,0
03	25	5,0	0,0
04	25	7,5	0,0
05	25	0,0	5,0
06	25	2,5	5,0
07	25	5,0	5,0
08	25	7,5	5,0
09	25	0,0	25,0
10	25	2,5	25,0
11	25	5,0	25,0
12	25	7,5	25,0
13	50	0,0	0,0
14	50	2,5	0,0
15	50	5,0	0,0
16	50	7,5	0,0
17	50	0,0	5,0
18	50	2,5	5,0
19	50	5,0	5,0
20	50	7,5	5,0
21	50	0,0	25,0
22	50	2,5	25,0
23	50	5,0	25,0
24	50	7,5	25,0
25	- 18	-	-

Apêndice 7 - Dados originais relativos aos atributos de sabor, obtidos pela "ADQ" da análise sensorial do suco de laranja concentrado após o 1º dia de armazenamento.

Tratamentos	Laranja	Ácido	Doce	I. Global
1 1 8	07.20	07.85	04.09	07.10
1 1 9	09.00	05.85	04.20	09.20
1 1 7	06.10	05.40	04.88	07.25
1 2 4	04.30	03.06	03.10	04.00
1 2 5	05.65	03.20	02.75	04.20
1 2 6	05.00	03.30	03.10	04.80
1 3 3	06.50	03.93	01.70	07.20
1 3 1	07.80	04.05	01.00	08.50
1 3 2	07.60	04.10	01.00	08.25
2 4 6	07.30	04.60	01.01	04.85
2 4 8	06.90	07.00	01.01	06.90
2 4 1	07.95	05.50	01.01	07.90
2 5 4	03.95	04.10	03.70	03.75
2 5 9	06.10	04.10	03.85	04.90
2 5 2	04.20	02.40	03.70	03.90
2 6 7	05.10	05.00	05.35	05.15
2 6 3	04.95	04.50	05.15	05.20
2 6 5	05.35	04.65	05.20	05.95
1 1 9	06.15	06.60	02.45	07.00
1 1 4	05.40	06.52	02.60	05.60
1 1 2	06.05	06.50	02.60	07.00
1 2 8	06.60	05.30	02.60	06.00
1 2 6	06.50	04.80	02.50	07.08
1 2 1	07.00	05.60	02.91	09.00
1 3 3	06.60	06.52	05.13	06.60
1 3 7	06.90	05.30	04.88	07.90
1 3 5	08.80	04.40	03.22	08.75
2 4 6	05.00	03.60	03.10	04.80
2 4 4	05.05	03.15	02.80	04.00
2 4 5	04.10	03.20	02.40	04.35
2 5 7	06.20	03.20	01.50	07.20
2 5 8	06.25	05.00	01.40	07.20
2 5 9	08.40	04.55	01.00	08.50
2 6 2	07.80	06.75	01.01	07.00
2 6 3	07.82	05.30	01.01	06.45
2 6 1	09.00	05.25	01.01	08.40

Apêndice 8 - Dados originais relativos aos atributos de sabor, obtidos pela "ADQ" da análise sensorial do suco de laranja concentrado, 30 e 60 dias de armazenamento.

Tratamento	Laranja	Acido	Doce	I.Glob	Tratamento	Laranja	Acido	Doce	I.Glob
1 01 01	05.45	05.55	01.40	07.70	1 01 16	07.80	04.50	02.80	06.00
1 01 04	04.60	05.75	03.15	06.40	1 01 14	06.00	06.00	02.35	08.25
1 01 03	05.65	06.70	03.60	08.40	1 01 05	03.25	04.00	02.38	04.15
1 01 02	07.50	06.75	03.30	06.80	1 01 23	04.15	02.98	02.08	02.40
1 01 05	05.85	08.30	00.50	07.70	1 01 07	08.05	06.10	02.25	06.60
1 02 06	04.20	06.75	03.20	03.35	1 02 22	04.00	05.30	03.80	03.50
1 02 09	03.70	07.75	03.65	03.70	1 02 20	03.70	03.70	02.40	03.30
1 02 08	03.50	07.65	03.15	03.50	1 02 06	04.80	03.35	01.60	04.25
1 02 07	03.70	07.50	03.00	04.85	1 02 04	03.80	03.95	02.05	03.70
1 02 10	03.60	08.40	02.20	02.75	1 02 13	06.05	03.00	02.80	03.80
1 03 11	04.80	04.05	01.00	02.00	1 03 15	06.40	07.15	04.30	07.75
1 03 14	06.40	05.50	01.60	05.90	1 03 08	05.75	02.60	01.00	05.25
1 03 13	07.95	06.55	01.00	08.25	1 03 24	05.70	04.40	01.00	01.75
1 03 12	04.85	03.35	01.00	01.00	1 03 17	07.80	06.80	01.00	07.00
1 03 15	06.40	06.40	01.00	04.60	1 03 01	06.40	04.80	01.00	09.00
1 04 16	05.50	03.60	01.00	07.00	1 04 03	04.65	03.82	03.75	05.30
1 04 19	05.70	02.15	01.00	06.20	1 04 21	03.30	04.65	03.35	01.00
1 04 18	06.80	02.20	01.00	05.75	1 04 12	02.30	04.92	01.00	01.01
1 04 17	05.50	01.00	01.00	04.35	1 04 10	03.00	06.17	01.00	01.01
1 04 20	05.00	01.00	01.00	03.80	1 04 19	07.30	07.00	01.00	04.55
1 05 21	04.30	05.00	03.75	03.75	1 05 09	04.35	05.60	03.35	03.75
1 05 24	05.55	05.55	03.90	04.05	1 05 02	04.40	05.30	02.60	04.45
1 05 23	05.35	04.80	05.95	03.55	1 05 18	04.71	05.45	03.25	04.00
1 05 22	05.95	04.30	04.95	05.00	1 05 11	04.10	04.60	03.20	04.35
1 05 25	06.45	05.00	05.15	05.35	1 05 25	05.70	05.55	03.15	05.10
2 06 15	05.75	04.55	05.30	05.55	2 06 16	03.35	03.20	03.85	04.65
2 06 08	03.80	03.90	05.10	04.15	2 06 25	04.25	03.95	04.85	04.75
2 06 17	05.10	04.75	05.10	05.85	2 06 04	04.50	04.10	04.95	04.45
2 06 01	04.85	04.70	04.85	05.20	2 06 08	04.50	04.10	04.80	04.80
2 06 24	04.00	04.55	04.95	04.10	2 06 12	03.20	03.45	05.05	02.21
2 07 09	03.85	02.90	02.30	05.55	2 07 13	06.90	06.80	02.85	06.15
2 07 02	06.37	04.10	02.90	05.85	2 07 17	06.35	04.20	03.75	05.25
2 07 11	02.30	04.70	04.55	04.00	2 07 21	01.15	04.62	04.30	01.70
2 07 25	07.55	04.45	04.10	07.45	2 07 05	04.81	05.00	04.80	04.95
2 07 18	05.75	03.65	05.35	06.00	2 07 09	03.97	05.67	02.20	03.20
2 08 03	05.75	04.60	03.00	06.00	2 08 02	04.50	04.20	03.70	06.00
2 08 21	04.35	05.95	03.90	05.20	2 08 06	05.80	04.50	03.95	05.80
2 08 10	03.80	05.45	03.40	04.15	2 08 15	06.15	05.30	03.10	06.70
2 08 19	06.30	02.65	03.15	06.50	2 08 19	05.65	04.15	03.80	05.40
2 08 12	04.25	05.45	04.90	04.60	2 08 23	03.70	04.20	05.40	04.89
2 09 22	05.15	08.20	03.35	05.80	2 09 10	05.90	06.45	01.30	01.62
2 09 20	06.90	05.70	02.35	06.75	2 09 14	06.30	06.10	02.35	07.95
2 09 04	04.60	05.90	03.25	06.40	2 09 18	08.50	08.40	03.50	06.21
2 09 13	08.40	04.00	02.95	08.50	2 09 22	05.95	03.90	03.55	02.95
2 09 06	05.90	04.20	02.40	07.25	2 09 01	08.70	04.05	02.95	08.50
2 10 16	04.30	05.90	03.05	04.45	2 10 24	04.50	03.30	03.40	03.80
2 10 14	04.10	04.25	03.05	04.35	2 10 03	04.35	04.35	03.80	05.55
2 10 23	03.50	04.50	03.55	03.75	2 10 07	03.70	04.40	02.95	05.95
2 10 07	03.90	07.05	02.95	04.75	2 10 11	04.35	04.40	03.25	03.40
2 10 05	04.40	04.45	03.40	04.10	2 10 20	04.80	04.00	03.30	04.30
3 11 18	06.50	05.40	01.00	04.10	3 11 07	06.25	04.10	01.65	07.00
3 11 14	06.40	05.50	01.00	05.05	3 11 09	03.60	05.75	01.00	01.50
3 11 01	05.10	03.80	01.00	07.30	3 11 10	05.05	05.90	01.00	01.55
3 11 10	04.10	07.50	01.00	01.00	3 11 06	07.75	05.25	02.00	08.40
3 11 22	05.35	07.25	01.00	02.00	3 11 08	05.90	02.50	01.00	05.15
3 12 15	06.10	01.00	01.00	07.00	3 12 12	01.00	04.92	01.00	01.00
3 12 06	05.90	02.05	01.00	06.45	3 12 14	07.35	06.30	01.00	07.00
3 12 23	01.00	03.15	01.00	01.00	3 12 15	06.78	06.80	01.00	04.90
3 12 02	05.25	01.00	01.00	05.10	3 12 11	04.45	06.55	03.15	01.01
3 12 19	05.70	02.00	01.00	06.20	3 12 13	06.70	05.05	01.00	07.30
3 13 07	07.70	02.70	04.85	04.80	3 13 22	05.00	04.45	03.50	04.50
3 13 03	05.25	04.95	06.75	06.10	3 13 24	04.10	03.69	03.85	03.45
3 13 20	05.15	02.50	04.65	04.55	3 13 25	05.15	04.40	03.30	05.90
3 13 24	04.85	04.30	03.90	05.05	3 13 21	03.20	04.50	03.85	03.40
3 13 11	04.15	05.10	05.00	05.20	3 13 23	03.20	04.40	04.50	03.90
3 14 04	04.10	04.10	05.10	03.60	3 14 17	04.90	04.60	05.10	05.30
3 14 25	04.95	03.70	05.20	05.50	3 14 19	05.00	04.70	05.05	04.70
3 14 12	03.90	04.00	05.30	03.45	3 14 20	04.75	04.60	05.20	05.10
3 14 16	04.00	04.70	05.85	06.10	3 14 16	04.20	03.85	04.50	04.60
3 14 08	04.20	04.50	05.60	03.90	3 14 18	03.90	03.90	04.00	04.25
3 15 21	04.25	03.20	02.00	04.80	3 15 02	03.75	05.75	05.75	06.35
3 15 17	06.00	02.55	02.60	05.30	3 15 04	04.15	05.45	04.95	06.85
3 15 09	03.80	02.90	05.10	05.65	3 15 05	04.85	04.80	04.00	04.50
3 15 13	07.20	05.00	05.40	07.35	3 15 01	02.90	05.30	03.25	06.70
3 15 05	05.80	05.00	04.40	06.75	3 15 03	04.50	05.30	03.70	06.30

Apêndice 9 - Dados originais relativos aos atributos de sabor, obtidos da análise sensorial do suco de laranja concentrado, 90 dias de armazenamento.

.90.

	Tratamento	Laranja	Acido	Doce	I. Global	
1	01	07	05.70	07.70	04.00	05.30
1	01	10	05.70	05.90	01.30	02.40
1	01	09	04.50	07.35	03.20	03.50
1	01	06	06.70	06.85	02.85	06.10
1	01	08	04.15	08.30	01.95	04.75
1	02	02	04.30	03.50	04.40	03.90
1	02	05	03.85	02.00	03.70	04.30
1	02	04	04.30	03.30	02.30	04.10
1	02	01	05.40	04.70	03.90	05.00
1	02	03	04.40	04.80	03.00	03.50
1	03	22	04.15	02.20	05.02	02.80
1	03	25	07.80	03.00	05.30	09.00
1	03	24	04.70	03.40	05.07	01.00
1	03	21	05.35	03.20	04.00	02.00
1	03	23	03.90	01.72	03.00	03.10
1	04	12	03.05	06.00	01.01	03.25
1	04	15	05.85	06.55	01.01	08.15
1	04	14	05.65	04.62	01.01	08.30
1	04	11	03.45	06.00	01.01	01.00
1	04	13	05.70	06.10	01.01	05.00
1	05	17	05.80	04.60	03.30	05.10
1	05	20	04.90	03.40	04.60	04.00
1	05	19	05.60	04.30	05.05	04.90
1	05	16	03.70	03.40	03.90	03.25
1	05	18	04.35	04.15	05.85	03.15
2	06	25	04.40	04.85	04.60	04.35
2	06	02	04.60	04.00	05.00	04.75
2	06	18	05.00	05.00	05.15	05.25
2	06	09	02.00	04.10	04.90	01.90
2	06	11	02.85	04.15	04.90	02.35
2	07	19	03.55	06.20	06.70	05.10
2	07	21	02.75	07.05	06.35	04.80
2	07	12	02.80	06.90	06.45	04.80
2	07	03	03.50	06.50	05.30	05.35
2	07	10	04.10	07.30	01.00	04.90
2	08	01	06.70	04.25	03.90	05.82
2	08	08	04.60	03.18	03.65	03.75
2	08	24	01.20	03.85	05.10	03.90
2	08	15	05.10	03.85	02.90	07.20
2	08	17	03.90	02.85	04.10	05.85
2	09	13	06.10	05.35	02.10	06.55
2	09	20	05.45	07.90	01.45	05.15
2	09	06	06.70	06.85	01.80	06.00
2	09	22	05.60	05.60	03.35	01.35
2	09	04	05.40	08.62	02.75	03.95
2	10	07	04.50	03.75	02.55	04.45
2	10	14	04.35	03.50	03.60	04.40
2	10	05	04.50	03.15	03.75	04.00
2	10	16	04.90	04.30	03.10	05.00
2	10	23	04.60	03.30	03.10	03.00
3	11	09	05.10	02.30	04.05	01.95
3	11	13	06.20	03.50	01.05	08.55
3	11	17	04.85	02.90	03.70	06.60
3	11	05	06.50	03.40	03.50	05.85
3	11	21	05.10	02.30	04.00	01.75
3	12	23	01.00	07.50	03.50	01.60
3	12	02	04.45	03.80	04.70	04.80
3	12	06	06.75	06.85	02.32	04.20
3	12	15	04.50	07.50	05.50	03.70
3	12	15	05.85	06.50	01.00	07.67
3	13	12	02.95	02.65	04.90	02.55
3	13	16	04.85	02.30	03.30	04.70
3	13	25	06.00	02.95	05.00	05.30
3	13	08	04.60	04.65	05.80	03.00
3	13	04	06.50	04.00	05.40	05.60
3	14	20	04.90	04.50	04.95	04.95
3	14	24	02.40	03.90	05.05	02.60
3	14	03	04.50	04.25	04.95	04.80
3	14	11	02.15	03.55	04.95	02.25
3	14	07	05.00	04.75	04.95	05.00
3	15	01	04.20	04.47	06.70	06.85
3	15	10	03.40	06.90	01.00	04.65
3	15	14	04.20	07.30	01.80	06.00
3	15	22	03.25	06.90	06.70	04.70
3	15	18	03.30	06.40	05.50	04.35

Apêndice 10 - Tabela de valores de avaliação de qualidade para suco de laranja concentrado congelado (U.S. GRADE A.).

VALORES	
10,00	Excelente
9,0	Muito bom
8,0	Bom
7,0	Moderadamente bom
6,5	Regular
4,0	Moderadamente ruim
3,0	Ruim
2,0	Muito ruim
1,0	Inaceitável

OBS. : A contagem dos valores não deve ser abaixo de 5 pontos, quando graduado sobre uma escala de 1 a 10 no sistema padrão.