



CNEN/SP

ipen Instituto de Pesquisas
Energéticas e Nucleares

AUTARQUIA ASSOCIADA A UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

TÉCNICAS QUIMIOMÉTRICAS NA AVALIAÇÃO DO SABOR E AROMA DO SUCO DE LARANJA CONCENTRADO E IRRADIADO

MARTA HELENA FILLET SPOTO

Tese apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Doutor em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear.

Orientador:
Prof. Dr. Julio Marcos Melges Walder

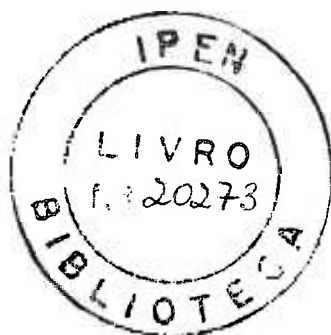
São Paulo
1994

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
AUTARQUIA ASSOCIADA A UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TÉCNICAS QUIMIOMÉTRICAS NA AVALIAÇÃO DO SABOR E
AROMA DO SUCO DE LARANJA CONCENTRADO E IRRADIADO

MARTA HELENA FILLET SPOTO

Engenheiro Agrônomo



Tese apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do grau
de Doutor em Tecnologia Nuclear.

ORIENTADOR: PROF. DR. JULIO MARCOS MELGES WALDER

SÃO PAULO

1994

**TÉCNICAS QUIMIOMÉTRICAS NA AVALIAÇÃO DO SABOR E AROMA DO SUCO
DE LARANJA CONCENTRADO E IRRADIADO**

MARTA HELENA FILLET SPOTO

Aprovada em: 27/01/94

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Rachel Elisabeth Domarco	CENA/USP
Profa. Dra. Nélida L. Del Mastro	IPEN/USP
Profa. Dra. Ruth dos Santos Garruti	UNICAMP
Prof. Dr. Roy E. Bruns	UNICAMP
Prof. Dr. Julio Marcos Melges Walder (Orientador)	CENA/USP

DEDICATÓRIA

À minha mãe pelo amor e dedicação sempre presentes, agradeço
e dedico

Ao Roberto, querido companheiro, que muito me ajudou com seu
carinho e compreensão

Aos meus filhos, Eduardo, Rodrigo e Renato, que me ensinaram
a enfrentar a vida com amor e resignação

Aos meus irmãos, Luís e Silvana, pelo exemplo de perseverança
e amor à vida

AGRADECIMENTOS

À amiga, Profa. Dra. Rachel Elisabeth Domarco, que me orientou desde os meus primeiros passos na atividade científica, transmitindo sempre confiança, agradeço pelo incentivo e revisão do texto.

Ao Prof. Dr. Júlio Marcos Melges Walder, pela orientação, contribuição para o meu crescimento científico, e sobretudo pela grande amizade.

Ao Prof. Dr. Roy Edward Bruns, pela valiosa colaboração nas análises estatísticas do trabalho.

À Profa. Dra. Ieda Spacino Scarminio e à Profa. Marilda Zanoni Mariotti Abbas pelas sugestões construtivas na área de estatística.

À Profa. Dra. Ruth dos Santos Garruti, a quem devo meus ensinamentos no campo da Análise Sensorial, agradeço e ofereço minha estima e consideração.

Ao pesquisador José Eduardo de Mendonça e técnicos do Laboratório de Química da CITROSUCO PAULISTA S.A.- Matão, S.P. pela colaboração e disposição de equipamentos para as análises cromatográficas.

À técnica Clarice Matraia pelo auxílio nos trabalhos de laboratório e pela amizade demonstrada.

Aos técnicos Luiz Anselmo Lopes e Adilson Correa da Silva, responsáveis pelo processo de irradiação.

Aos amigos Maria de Lourdes Z. Costa, Lúcia C. A. dos Santos, Maria Aparecida C. Garcia, Gilberto Furlan, Rosângela A. D. Rocha, Silvana V. Sarriés, Neivaldo Costa e Moisés Storino, Valdemar L. Tornizielo, Regina T. R. Monteiro, Odair B. Almeida, pelas contribuições como membros da equipe das Análises Sensoriais.

À Nadir Helena Voltarelli, pelas valiosas sugestões e colaboração na digitação do trabalho.

Ao João Geraldo Brancalion, pelo esmero na elaboração das ilustrações.

Aos meus amigos da Ecologia pelo incentivo e apoio nas primeiras fases do experimento.

À FAPESP, pelo apoio financeiro.

TÉCNICAS QUIMIOMÉTRICAS NA AVALIAÇÃO DO SABOR E AROMA DO SUCO
DE LARANJA CONCENTRADO E IRRADIADO

AUTOR: Marta Helana Fillet Spoto

ORIENTADOR: Prof. Dr. Julio Marcos Melges Walder

RESUMO

Os efeitos da temperatura e tempo de armazenamento no suco de laranja concentrado foram estudados para as amostras submetidas à radiação gama (^{60}Co) nas doses 0,0; 2,5; 5,0 e 7,5 kGy. As amostras foram armazenadas a 0°, 5° e 25°C por 1, 30, 60 e 90 dias. O suco concentrado foi submetido às análises, sensorial e cromatográfica. A técnica do perfil livre foi avaliada por provadores treinados através da "Análise Descritiva Quantitativa", empregando-se escala não estruturada de 0 a 10 cm. As amostras armazenadas por mais do que um dia sofreram uma diminuição no atributo "laranja", com correspondentes aumentos nos atributos "amargo", "remédio" e "cozido". O armazenamento a 0° e 5°C causou menores efeitos sobre os atributos "doce", "óleo", "ácido" e "remédio". Na maioria dos casos, o aumento nos níveis de doses de radiação foi acompanhado por uma diminuição no atributo "laranja" e aumento nos atributos "remédio" e "cozido". Quarenta e três componentes químicos foram caracterizados. Mirceno, octanal, δ -3-careno, limoneno, citronelal e neral foram correlacionados entre si por coeficientes de correlação altos

e estatisticamente significativos. Todos estes componentes apresentaram baixos coeficientes de correlação, mas com correlações positivas ao nível de 95% de confiança, com o atributo "laranja". Por outro lado, o grupo do hexanal, octanol, produtos de oxidação, terpineno-4-ol, cis-carveol, nerol, carvona, geraniol, álcool perililo e cariofileno foram associados com os atributos "amargo", "remédio" e "cozido" do suco de laranja concentrado irradiado.

QUEMOMETRICS TECHNIQS ON EVALUATION OF THE FLAVOR OF
IRRADIATED ORANGE JUICE CONCENTRATE

AUTHOR: Marta Helena Fillet Spoto

ADVISER: Prof. Dr. Julio Marcos Melges Walder

SUMMARY

The effects of storage temperature and time on can orange juice concentrated were studied for samples irradiated at 2.5, 5.0 and 7.5 kGy doses from a gamma-ray source as well as for untreated samples. All samples were stored at 0°, 5° and 25°C for periods of 1, 30, 60 and 90 days. The concentrated orange juice was subjected to sensorial evaluations and gas chromatographic analysis. The free profile technique was applied using eight trained panel applying the "Quantitative Descriptive Analyses", using a 10 cm unstrutred category scale for each attribute. Samples stored for more than one day showed a diminution in the "orange" attribute rating and correspondent increases in ratings for the "bitterness", "medicinal" and "cooked" attributes. Storage at 0° and 5°C showed smaller effects on the "sweetness" ratings as well as on the "oily", "acidic" and "medicinal" flavor characteristics. In most cases increased radiation levels were accompanied by lower intensity of "orange" attribute values and higher intensity of "bitter", "medicinal" and "cooked" attributes. Forty

three chemical compounds were characterized. Mircene, octanal, δ -3-carene, limonene, citronelal, and neral were highly correlated and statistically significant correlation coefficients. All these components showed low, but 95% confidence significant level correlations with the "orange" attribute. On the other hand the correlated group of hexanal, octanol, oxidation products, terpinene-4-ol, cis-carveol, nerol, carvona, geraniol, perilyl alcohol and cariophilene substances can be associated with the "bitter", "medicinal" and "cooked" attributes of the irradiated orange juice concentrate.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)	22
2.2. Quimiometria	23
3. METODOLOGIA	27
3.1. Análise Sensorial	28
3.2. Análise Cromatográfica	36
3.3. Análise Estatística Multivariada	37
3.3.1. Autoescalamento	39
3.3.2. Correlação	40
3.3.3. Análise das componentes principais	41
3.3.4. Rotação Varimax	43
4. RESULTADOS E DISCUSSOES	45
4.1. Avaliação dos atributos de Sabor e Aroma do Suco Irradiado e Submetido a Diferen- tes Temperaturas e Períodos de Armazena- mento	45

4.2. Avaliação dos Componentes do Óleo Essencial Irrradiado e Submetido a Diferentes Temperaturas e Períodos de Armazenamento . . .	55
4.3. Avaliação de Dose no Sabor e Aroma do Suco de Laranja Concentrado e Irrradiado	66
4.4. Avaliação dos Efeitos de Dose nos Componentes do Óleo Essencial Irrradiado	73
5. CONCLUSÕES	79
6. BIBLIOGRAFIA	82
7. APÊNDICES	96

SUMÁRIO DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS

Tabela 1. Médias e desvios padrões para os atributos do suco de laranja irradiado e armazenado a 0°, 5° e 25°C, por 1, 30, 60 e 90 dias. 46

Tabela 2. Coeficientes de correlação para os atributos do sabor e aroma do suco de laranja irradiado e armazenado a 0°, 5° e 25°C por 1, 30, 60 e 90 dias 47.

Tabela 3. Pesos e variâncias das principais componentes do conjunto de dados do suco de laranja irradiado e armazenado a 0°, 5° e 25°C após 1, 30, 60 e 90 dias 48.

Tabela 4. Médias e desvios padrões dos dados cromatográficos do óleo essencial irradiado e armazenado a 0°, 5° e 25°C por 1, 30, 60 e 90 dias. 56

Tabela 5. Pesos e variâncias das componentes principais dos atributos de sabor e aroma do suco de laranja e os dados cromatográficos do óleo essencial, irradiados e armazenados a 0°, 5° e 25°C, por 1, 30, 60 e 90 dias. 57

Tabela 6. Coeficientes de correlação (r) entre os atributos de sabor e aroma do suco e componentes do óleo essencial, sob diferentes temperaturas e períodos de armazenamento 61

Tabela 7. Médias e desvios padrões dos atributos do suco de laranja irradiado. 67

Tabela 8. Coeficientes de correlação (r) para os atributos de sabor e aroma do suco de laranja irradiado. 68

Tabela 9. Pesos e variâncias das componentes principais para os atributos de sabor e aroma do suco de laranja irradiado. 69

Tabela 10. Médias e desvios padrões dos dados cromatográficos do óleo essencial irradiado. 73

Tabela 11. Análise de correlação e significância atributos de sabor e aroma do suco irradiado com os dados cromatográficos do óleo essencial.	75
Tabela 12. Pesos das componentes principais do óleo essencial irradiado.	76
Quadro 1. Termos descritivos coletados dos componentes do óleo essencial usados como padrões na cromatografia.	29
Quadro 2. Termos descritivos utilizados para avaliação das características do sabor e aroma do suco de laranja irradiado.	32
Quadro 3. Conjunto de atributos relacionados ao perfil do sabor e aroma do suco de laranja irradiado.	33
Figura 1. Ficha de avaliação do perfil sensorial do suco de laranja irradiado.	35
Figura 2. Gráfico da primeira e segunda componentes principais, para os três grupos de amostras armazenadas a 0°, 5° e 25°C	50

Figura 3. Gráfico das análises de correspondência dos atributos do sabor e aroma com as amostras do suco concentrado.	54
Figura 4. Gráfico da primeira e segunda componentes principais dos atributos do sabor e aroma e dos dados cromatográficos. Os pontos pretos correspondem aos dados cromatográficos do óleo essencial das Tabelas 1 e 2.	65
Figura 5. Gráfico dos pesos das duas primeiras componentes para os atributos do perfil do suco de laranja irradiado71
Figura 6. Gráfico da Escala de Similaridade das doses de radiação para os atributos do suco de laranja irradiado.	72
Figura 7. Gráfico dos pesos das duas primeiras componentes para os dados cromatográficos do óleo essencial.	78

1. INTRODUÇÃO

A radiação ionizante tem sido utilizada com sucesso em vários campos da indústria, agricultura, serviços de saúde, proteção ambiental, tratamento de objetos de arte, etc.

Apesar dos intensivos esforços nas pesquisas e desenvolvimento no campo da irradiação de alimentos, nos últimos quarenta anos, poucos trabalhos, avaliando os aspectos intrínsecos dos efeitos da radiação nos alimentos, foram publicados.

Esses efeitos foram determinados, mais comumente, pelos estudos da vida de prateleira dos alimentos tratados, através do controle de qualidade. Nesses estudos, foram avaliados os aspectos físicos do alimento, como perda de peso, e aspecto externo e alterações no sabor e aroma.

Grandes esforços têm ocorrido para explicar essas alterações, e a cromatografia líquida e gasosa (GLC) é uma das técnicas usadas para obter medidas objetivas da qualidade do sabor e aroma. Essa relação pode ser usada não somente no controle de qualidade, mas também para determinar quais componentes são importantes para o aroma, quando a

cromatografia é usada em conjunto com avaliações sensoriais para a determinação dos valores de "threshold" do aroma.

Muitos analistas sensoriais têm direcionado suas pesquisas no sentido de estudar a relação entre a análise instrumental e análise sensorial, de modo a estabelecer, de maneira objetiva, a natureza do sabor e aroma (MARTENS et al., 1987). Os analistas instrumentais têm se esforçado principalmente em achar a correlação entre um único ou um grupo de componentes, e uma propriedade específica do alimento (BUTTERY, 1981).

Desde a década de sessenta, a propagação do computador e das análises cromatográficas abriram uma nova era para as análises do sabor e aroma. Com a automação de instrumentos, a disponibilidade de microcomputadores e a necessidade de trabalhar com problemas complexos, os químicos vêm demonstrando a importância dos métodos estatísticos multivariados e sua utilização na pesquisa, surgindo um ramo interdisciplinar da química, denominado Quimiometria (KOWALSKI, 1981).

Um dos objetivos da quimiometria é a conversão dos dados em informação e finalmente em conhecimento que possa ser utilizado na solução de problemas. Para isso são utilizados os métodos de reconhecimento de padrões, os quais permitem identificação rápida e eficiente das relações básicas existentes em um grande conjunto de dados (SCARMÍNIO,

1989). Esses métodos são de grande contribuição nas análises do conjunto de dados formado pelas análises sensoriais e técnicas cromatográficas dos componentes do sabor e aroma. No entanto, esses métodos estão ainda longe da popularidade entre os cientistas de alimentos, a despeito da sua fácil teoria e ampla diversidade.

No presente trabalho, o principal objetivo foi estudar as correlações entre os resultados das análises sensoriais e aqueles obtidos pelas análises cromatográficas, exatas o suficiente para determinar os componentes voláteis importantes que contribuem para o sabor e aroma do suco de laranja concentrado, submetido a várias doses de radiação gama e a diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O processo combinado de irradiação e aquecimento ou refrigeração, que possa causar um efeito inibitório no crescimento de microrganismos, tem sido utilizado para investigação tecnológica na preservação de suco de frutas (KAINDL, 1966; DHARKAR *et al.*, 1966; HUSSAIN & MAXIE, 1974; WILSKA-JESZKA & SKORUPINSKA, 1975; KAUPERT *et al.*, 1981; MUNHOZ BURGOS, 1985). Entretanto algumas alterações podem ser detectadas no sabor e aroma dos sucos quando irradiados com doses esterilizantes (KAINDL, 1966; BREKKE *et al.*, 1968; KISS, 1973; HUSSAIN & MAXIE, 1974; KAUPERT *et al.*, 1981; SPOTO, 1988).

KAINDL (1966), adotou o 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 componentes voláteis e não voláteis, e os testes organoléticos foram estudados. Os resultados mostraram que o suco de maçã de baixa qualidade, como os utilizados em suco industrial, pode ser armazenado sem sofrer 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 com 3 kGy. Para o suco de uva filtrado foi necessária 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 alteração da cor não foi significativa, comparada ao suco pasteurizado. Os testes utilizados pelo autor nas análises sensoriais (sabor e cor) foram testes de diferença.

O processo de combinação de calor e irradiação também foi utilizado com sucesso na esterilização de enlatados de manga e sapota em pedaços (DHARKAR et al., 1966). As enzimas foram inativadas por aquecimento a 70°C por 10 minutos, as amostras foram irradiadas, à seguir, com a dose de 4 kGy. A análises, sensorial e retenção de vitaminas e testes de esterilização mostraram que estas condições de processamento foram ótimas e ofereceram um produto aceitável. As mangas enlatadas e irradiadas com doses acima de 4 kGy mostraram uma aceitabilidade menor, comparadas com o produto somente processado termicamente.

Outro processo combinado de irradiação e refrigeração foi utilizado nas populações de levedura e microbiana no purê de goiaba (BREKKE et al., 1968). As populações microbianas foram determinadas 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. A amostra não irradiada deteriorou-se após dois dias a 24°C e de quatro a seis dias quando armazenadas a 7,2°C. A irradiação com 5 e 10

kGy desenvolveu aroma indesejável, não havendo alteração de cor.

KISS (1973), observou que a crioconcentração e tratamento com radiação foram processos físicos que substituíram a utilização de conservantes químicos, em sucos de morango e uva. Os sucos clarificados foram irradiados com doses de 3 a 13 kGy e armazenados a $\pm 21^{\circ}\text{C}$. A estabilidade microbiológica e a qualidade sensorial foram altamente dependentes da atividade de água (a_w), temperatura de clarificação e dose de radiação. A conservação do produto foi substancialmente aumentada, empregando-se 6 kGy e o tratamento com 8 a 13 kGy assegurou um produto praticamente estéril. A análise sensorial do suco tratado com radiação, foi realizada através dos testes de aceitabilidade, e os sucos de morango e uva permaneceram aceitáveis durante o período de cinco semanas de armazenamento.

WILSKA-JESZKA & SKORUPINSKA (1975) irradiaram sucos de tomate e ameixa e xaropes de groselha preta e vermelha, com 5 a 15 kGy e os armazenaram à temperatura ambiente (20° a 22°C). As análises sensoriais do suco irradiado com 10 kGy não apresentaram mudança alguma no suco de tomate, muito pouca no suco de ameixa, e consideráveis alterações nos sucos de groselha preta e vermelha.

HOANG & JULIEN (1975) utilizaram as doses de 2,0; 3,5 e 5,0 kGy em sucos clarificados e não clarificados de

maçã, após o aquecimento a 60°, 70° e 80°C por oito minutos. As análises 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.

KAUPERT *et al.* (1981), irradiaram sucos de maçã e pera com 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 kGy e aqueceram posteriormente a 50°C por 10 minutos. Os testes de preferência alcançaram nível cinco na escala hedônica de 7 pontos.

MUNHOZ-BURGOS (1985) irradiou sucos de laranja, tangerina, tomate e maracujá, pasteurizados e não pasteurizados, com doses de 0,25 a 1,0 kGy. Os sucos naturais e concentrados, somente irradiados e não pasteurizados tiveram menor aceitabilidade na análise sensorial, e seu tempo de conservação foi menor que o dos sucos pasteurizados e logo irradiados.

Alguns estudos foram realizados na tentativa de caracterizar os componentes que causam alterações no sabor e aroma do suco irradiado. BRADDOCK *et al.* (1970) relataram que as análises cromatográficas dos constituintes voláteis de laranjas, realizadas em tres estágios de maturação, indicaram algumas diferenças quantitativas, mas poucas diferenças qualitativas entre as laranjas irradiadas (300 krad) e as não irradiadas. Entre os componentes voláteis, as maiores diferenças quantitativas devidas à radiação, foram notadas em octanal, d-limoneno e linalool. Também foram observadas

diferenças detectáveis no sabor e odor nas amostras do suco.

NAGASHIMA *et al.* (1975) detectaram algumas mudanças no teor de d-limoneno e pineno em óleo essencial extraído de *Citrus unshiu* irradiado com 150 krad de raios catódicos. Foi atestado que o odor desfavorável da fruta irradiada pode ser causado pelas mudanças na relação destes componentes.

DUBOIS *et al.* (1955) analisando os constituintes voláteis dos sucos de maçã, irradiado e não irradiado, observaram que no suco não irradiado apareceram cinco aldeídos: acetaldeído, isobutiraldeído, butiraldeído, isovalérico e capronaldeído, e no suco irradiado com 500 krad apareceram somente três aldeídos: acetaldeído, isobutiraldeído e capronaldeído. Esse mesmo autor, analisando em "Head Space" o suco de maçã pasteurizado, aquecido e irradiado, descobriu que a maioria dos compostos determinados no suco irradiado com 0,5 Mrad, foram também determinados no suco aquecido, com exceção do furan. A presença de furan no suco, parece ser um indicador de irradiação, do mesmo modo que o hydroxymetil furfural indica o tratamento pelo calor.

BARRERA *et al.* (1967), ao invés do "Head space", usaram os métodos de concentração do aroma antes da análise cromatográfica à gás. Os autores observaram um aumento do acetaldeído (1,5 mg/kg com 1,4 Mrad) em sucos de maçã e uva e de n-propanol (0,03mg/kg com 1,9 Mrad) em suco de maçã. O hexanol e o 2-hexanal decresceram com as doses crescentes de

radiação, no intervalo de Mrad.

Em estudos mais recentes, MOSHONAS & SHAW (1984) compararam os componentes voláteis do sabor e aroma, presentes no óleo da casca extraído de grapefruit sujeito à fumigação (EDB, MB e fosfina) e irradiação (25 e 50 krad de raios-x ou raios gama de ^{60}Co e 25 e 60 krad de raios-gama de ^{137}Cs) para a desinfestação de mosca das frutas. Não foram encontradas diferenças qualitativas no perfil do sabor e aroma das frutas tratadas. Foram identificados 30 componentes voláteis do sabor e aroma e a maior diferença quantitativa foi a redução do β -pineno em óleo obtido da fruta irradiada com 50 e 60 krad.

As características do suco armazenado, bem como suas propriedades sensoriais, também sofrem alterações quando submetido a outros processos de conservação. Algumas pesquisas relevantes a esse respeito são citadas a seguir, a fim de se poder correlacionar com o atual trabalho de pesquisa.

A caracterização do sabor e aroma do suco de laranja depende largamente dos métodos subjetivos que empregam os testes sensoriais. Embora o critério básico de aceitabilidade encontre-se na agradabilidade do sabor e aroma determinados pelo gosto, cheiro e tato na boca, há necessidade de métodos analíticos para determinar os componentes químicos, que contribuem para o sabor e aroma.

Consequentemente, as análises químicas tem sido amplamente usadas.

O óleo essencial tem sido enfatizado, na maioria dos trabalhos como a contribuição dos componentes voláteis ao sabor e aroma do suco de laranja extraído industrialmente. POORE (1932) foi um dos pioneiros em analisar os constituintes do óleo de laranja. GUENTER & GRIMM (1938) mostraram a presença de citral em óleo de laranja Valência. BLAIR *et al.* (1952) atribuíram a origem dos componentes do sabor e aroma, que caracterizaram o suco de laranja, ao óleo da casca. Esses mesmos autores observaram também que o d-limoneno sofre uma série de reações produzindo o α -terpineol, 1,4-cineol e outros produtos. Opinião também corroborada por outros autores, que relataram o α -terpineol como um produto de degradação do suco de laranja sob longo período de armazenamento (KIRCHNER & MILLER, 1957; RYMAL *et al.*, 1968). KEFFORD (1959), relacionou o sabor e aroma característicos dos citros aos aldeídos e ésteres presentes no óleo da casca.

Com a aplicação da cromatografia líquida e gasosa, técnicas de separação e isolamento dos componentes voláteis tem sido desenvolvidas. RYMAL *et al.* (1968) observaram reduções no d-limoneno e linalool e aumentos no furfural e α -terpineol no suco de laranja armazenado a 20°C em comparação com o armazenado a 4°C. ATTAWAY & OBERBACHER (1968), estudando os componentes voláteis de laranjas armazenadas,

observaram que a presença de etanol pode ser devida à atividade de microrganismos durante o período de armazenamento, enquanto o d-limoneno se origina do óleo da casca. Os ésteres de etila são provavelmente responsáveis pelo aroma característico de fruta, o qual foi originariamente descrito como remanescente do butirato de etila. Cinco outros sesquiterpenos foram identificados como β -elemeno, cariofileno, farneseno, humuleno e δ -cadineno. Estes componentes parecem ser os maiores contribuintes na formação do aroma de laranjas frescas.

MOSHONAS & LUND (1969), estudando os componentes isolados da porção volátil do óleo do suco de laranja Valência, observaram que os mais abundantes são n-octanal, n-nonanal, citrionelal, n-decanal, neral, geranial, carvona, nootkatone, β -sinensal e α -sinensal, estimados pelos relativos tamanhos dos picos no cromatograma do GLC. Segundo os autores, todos esses componentes possuem potentes e distintos odores, os quais provavelmente contribuem significativamente para o aroma característico de citros. O carvona possui odor de menta; o nootkatone, odor de grapefruit e o sinensal, um cheiro doce, penetrante e pungente. BIELIG *et al.*, (1972), usando GLC, demonstrou que em pH 3,5, na presença de ferro ou estanho, o valenceno é oxidado pelo oxigênio atmosférico transformando-se em nootkatone, um componente característico do sabor e aroma do

grapefruit. O autor sugere que esta reação seja responsável pelo desenvolvimento do sabor amargo no suco do grapefruit enlatado, o que não ocorreu no suco engarrafado.

GUADAGNI *et al.* (1970) estudaram a estabilidade do aroma em laranjas Valência, armazenadas a -18° , -12° , -7° , 1° , e 21°C . Variações significativas no aroma foram observadas dentro de seis meses a um ano de armazenamento a -7° e 1°C . A -18°C , o aroma fresco da laranja foi mantido sem variações significativas até oitenta e oito semanas. Em amostras armazenadas a 21°C por nove semanas, ocorreu a perda quase total do limoneno. Nestas amostras, o aroma foi preservado utilizando embalagens de vidro e armazenando no escuro. KOCH (1972), em trabalhos semelhantes, concluiu que as mudanças no aroma do suco pasteurizado e mantido a 4° e 20°C , envolveram principalmente o limoneno. Em armazenamento a 4°C as mudanças foram marcadamente retardadas.

ASKAR (1973a) utilizou o processo de aquecimento para a conservação do suco de laranja. O suco ($11,5^{\circ}$ Brix) foi reconstituído do suco concentrado congelado, engarrafado a 80°C , mantido a esta temperatura por 10 minutos e então resfriado e armazenado à temperatura ambiente. O n-octanal e n-hexanal aumentaram durante os primeiros dois meses de armazenamento, após o qual houve um declínio. A concentração de n-decanal aumentou e a do limoneno e do d-linalool diminuíram durante o armazenamento. O α -terpineol mostrou um

aumento linearmente proporcional durante o período de armazenamento, demonstrando, mais uma vez, o seu uso como um indicador para prognóstico do período de armazenamento do suco de laranja.

Uma série de experimentos com suco de laranja é descrita por ASKAR *et al.* (1973b). Amostras de suco sem aditivos, suco com 1 ml de linalool/l e suco com 9 ml de limoneno/l sofreram os mesmos processos descritos anteriormente por ASKAR (1973a). O limoneno e o linalool decresceram em concentração durante o armazenamento; a porcentagem de decréscimo foi dependente da temperatura de armazenamento. Cinco componentes (incluindo α -terpineol e 1,8-terpineno) foram formados do limoneno. Segundo o autor, o aumento do α -terpineol em suco de laranja é largamente dependente da degradação do linalool, embora SLATER & WATKINS (1964) atestem que o α -terpineol seja formado da hidratação do limoneno em condições ácidas do suco.

BIELIG *et al.* (1974) observaram aumentos no α -terpineol, n-octanal e n-hexenal durante o engarrafamento do suco, e aumentos no n-hexanal, n-hexenal e n-octanal durante o período de armazenamento. O armazenamento também provocou um acréscimo no n-decanal durante seis meses, decréscimo nos ácidos graxos, possivelmente pela autoxidação ou oxidação enzimática (causando odor de papelão) e aumento no α -terpineol a partir do d-limoneno e linalool. Posteriormente

TATUM et al. (1975) observaram que o α -terpineol e o furanone, exibiram odor desagradável quando isolados pela cromatografia gasosa. A equipe de provadores descreveu o odor do α -terpineol, quando adicionado ao suco fresco, como "passado", "envelhecido", "mofado" ou "pinho". O furanone foi o responsável pelo odor de "abacaxi" no suco de laranja envelhecido. RODIN et al. (1965) atestaram que este é o principal componente do sabor e aroma do abacaxi. Tal componente não parece ser limitante no suco de laranja, mas causou um sabor não natural no suco. O aroma global de laranja foi suprimido ou mascarado quando este componente excedeu o nível de 0,05 ppm.

Cinco outros componentes, furfural, 3-hydroxy-2-pyrone, 2-hydroxyacetyl furan, ácido benzóico e 5-hydroxymethyl furfural, isolados por TATUM et al. (1975), foram identificados como produtos de degradação em suco de laranja desidratado. Nootkatone foi encontrado no controle e no suco armazenado em elevadas temperaturas. Este componente é de interesse por causa do seu aroma de "grapefruit", odor característico de suco passado (MOSHONAS & LUND, 1969). Outro componente, o furanone, em combinação com outros produtos de degradação, também foi responsável pelo aroma de "grapefruit" do suco armazenado.

O "threshold" de sabor e aroma foram determinados para quatro hidrocarbonetos, cinco álcoois, treze aldeídos,

seis ésteres e duas cetonas, acreditados importantes ao aroma da laranja e de outras frutas (AHMED et al., 1978a). A contribuição relativa dos componentes individuais do aroma da laranja foi analisada através da avaliação do "threshold" do componente em solução aquosa, em correlação com o nível relatado previamente em suco de laranja. O octanal, nonanal, decanal e o dodecanal, possuem sabor e aroma típicos de laranja e um ligeiro gosto amargo com 1 ppm em solução aquosa. O perilaldeído, na sua forma pura, tem um aroma floral característico de rosa, enquanto o citral possui aroma típico de limão. O acetaldeído e o octanol foram apresentados pelo autor como os maiores contribuintes ao sabor e aroma da laranja.

Os hidrocarbonetos d-limoneno, mirceno e α -pineno são os três maiores constituintes do óleo da casca e o p-cymeno, o qual contribui para o "off-flavor" do óleo da casca, poderia ser formado durante a deterioração da fruta. O butirato de metila, butirato de etila, e o propionato de etila, são os ésteres voláteis mais importantes ao sabor e aroma do suco, pois eles possuem um forte aroma de fruta. O octanol, decanol, linalool e o α -terpineol são os álcoois mais abundantes; o α -terpineol e o d-carvona contribuem para o sabor e aroma desagradáveis no suco armazenado (AHMED et al., 1978a). Dois outros hidrocarbonetos contribuem, ainda, largamente para o sabor e aroma da laranja, o d-limoneno, que

é de longe o maior componente do óleo da casca, e o mirceno, o segundo componente mais abundante do óleo da laranja.

Duas cetonas podem ser importantes na formação sabor e odor da laranja (AHMED *et al.*, 1978b). O d-carvona possui aroma de "alcarávia", "cominho" ou "salsa", os quais são objetáveis, quando adicionados em misturas sintéticas, contendo aromas de "laranja". Segundo o autor, o nível de carvona no suco de laranja não tem sido relatado, mas parece aumentar com a decomposição oxidativa durante o armazenamento.

Alguns componentes do óleo essencial foram adicionados ao suco de laranja industrializado, em concentrações semelhantes àqueles encontrados no suco de laranja natural (AHMED *et al.*, 1978b). A qualidade do sabor e aroma do suco modificado foi determinada por três equipes de provadores: treinada, peritos e não treinada. O suco industrializado contendo acetaldeído, citral, butirato de etila, d-limoneno e octanal, recebeu o maior grau de nota pelos três painéis. Os escores mais baixos foram dados à mistura contendo trans-2 hexenal. Entretanto, JOHNSON & VORA (1983) atestam que os componentes mais importantes, contribuintes ao aroma da "laranja", são o acetato de etila, o acetal e o butirato de etila, incluindo também o metanol, 1-propanol e o d-limoneno. Entre os componentes do óleo essencial estão o acetato de etila, acetal, butirato de

etila, hexanal, trans-2-hexanal, octanal, decanal, neral e geranial. Sendo o maior componente do óleo essencial o d-limoneno (93,6%), e o valenceno (1,7%) o maior sesquiterpeno presente no óleo essencial.

Os efeitos da adição de aromas ao concentrado de laranja (60° Brix) antes ou após o armazenamento a 0° a 2° C, também foram estudados por LAFUENTE *et al.* (1980). Os resultados mostraram uma queda significativa na qualidade sensorial dos produtos armazenados por 2, 4 e 6 meses com aroma já adicionado, comparados com a adição imediatamente antes do teste sensorial. A cromatografia líquida e gasosa revelou algumas mudanças na composição do produto armazenado com o aroma e o óleo essencial, ou seja, uma notável redução no limoneno e um aumento no terpinoleno e α -terpineol, resultados de acordo com DUERR *et al.* (1981), o qual descreveu o suco como "mofado", mas ainda aceitável, após 3 meses, a 4°C.

Observações interessantes foram realizadas por PINO *et al.* (1986), indicando o butirato de metila, butirato de etila, decanal, limoneno e particularmente o nootkatone como importantes contribuintes à agradabilidade do sabor e aroma do "grapefruit". Os outros componentes, como o t-epoxydihidrolinalool, c-epoxydihidrolinalool e α -terpineol contribuíram ao sabor desagradável do suco, quando suas concentrações aumentaram durante o armazenamento.

Um procedimento, envolvendo baixa pressão de destilação e cromatografia à gás do destilado, foi usado para monitorar 29 componentes voláteis de suco de laranja durante oito meses de armazenamento a 21° e 26°C (MOSHONAS & SHAW, 1989). Um decréscimo gradual em alguns componentes do sabor e aroma, 1-penteno-3-um, hexanal, butirato de etila, octanal, neral e geranial, e um acréscimo em dois componentes indesejáveis, furfural e α -terpineol, foram observados em adição a outras mudanças. Após dois meses de armazenamento, a equipe de provadores treinados encontrou diferença significativa no suco armazenado comparado à amostra controle. Continuados decréscimos nos conteúdos de óleo e ácido ascórbico foram observados durante oito meses de armazenamento. O conteúdo de cetona foi variável, mas geralmente aumentou durante o armazenamento.

Os valores quantitativos e qualitativos dos componentes de 15 sucos frescos e 13 sucos processados, foram determinados por NIESPEROS-CARRIEDO & SHAW (1990). As análises foram realizadas em cromatógrafo à gás, modelo 8500 (Perkin-Elmer, Avondale, P.A.). Foi observado pelos autores que as amostras com baixos níveis de aldeídos e acetaldeídos apresentaram menor sabor e aroma. O octanal e o decanal apresentaram baixos níveis no suco fresco, com relação ao suco processado. Analisando-se os ésteres, foi observado que a maioria das amostras do suco processado continham níveis

mais baixos de butirato de etila do que o suco fresco, exceto para o suco pasteurizado e não concentrado. Além do butirato de etila, mais dois ésters foram quantificados neste estudo, o acetato de etila e o butirato de metila; estes três elementos são conhecidos por contribuírem para o "top-note" do sabor e aroma da fruta (ARCTANDER, 1969). O butirato de etila é geralmente o ester volátil de maior teor em sucos de laranja e é um importante contribuinte à agradabilidade do sabor e aroma em produtos de laranja (AHMED *et al.*, 1978a). O etanol foi, sem dúvida, o maior álcool presente nas amostras e sua quantidade variou largamente e inconsistentemente com a qualidade do produto. Alguns sucos processados, especialmente o suco enlatado continha baixo nível de etanol. Segundo ARCTANDER (1969), o principal efeito do etanol em flavorizantes e perfumes, em adição às suas propriedades solventes, é realçar os aromas dos outros componentes.

O hexanol apresentou-se somente nos sucos, fresco e não pasteurizado, em quantidades apreciáveis (NIESPEROS-CARRIEDO & SHAW, 1990). Esse álcool, em baixos níveis, provavelmente não contribue apreciavelmente para o sabor e aroma da laranja. Dois álcoois insaturados, *cis*-3-hexenol e *trans*-2-hexenol, são importantes na caracterização do sabor "verde", contribuindo para o "top-note" no frescor da laranja e outras frutas. Os sucos frescos e processados neste

estudo geramente continham níveis muito baixos de cis-3-hexenol em relação ao trans-2-hexenol. O linalool foi encontrado somente em quantidades traço, nos sucos fresco e processado. O α -terpineol aumentou linearmente com o período de armazenamento.

Quatro hydrocarbonetos foram ainda analisados pelos autores (NIESPERO-CARRIEDO & SHAW, 1990). O α -pineno, julgado como tendo contribuição positiva ao sabor e aroma da laranja em sucos processados (AHMED *et al.*, 1978a), aumentou com o conteúdo de óleo. O suco fresco, com baixo conteúdo de óleo, apresentou somente quantidades traço deste componente. O Γ -terpineno e o sabineno, também componentes do óleo da casca, estiveram ambos presentes em níveis consistentemente baixos na maioria das amostras do suco. O Γ -terpineno possui aroma igual ao de citros, enquanto o sabineno possui aroma "quente" e "picante" (ARCTANDER, 1969); sua contribuição entretanto, não tem sido determinada na laranja.

O valenceno, um sesquiterpeno quantificado pelos autores (NIESPEROS-CARRIEDO & SHAW, 1990), esteve presente em maiores quantidades no óleo do suco, do que no óleo da casca. Tal elemento possui um fraco aroma de "citrus" e pode contribuir para o sabor e aroma da "laranja", embora seu "threshold" não tenha sido determinado. O limoneno, o segundo componente volátil mais importante após o etanol, é considerado pelos autores um importante contribuinte ao sabor

e aroma da laranja, quando adicionado ao nível de 190 ppm (0,019%) no suco processado.

Os componentes do óleo de oito variedades de pomelo foram identificados, medidos e comparados com outras variedades de citrus por (SAWAMURA *et al.*, 1991). As análises foram realizadas em cromatógrafo à gas, associado ao espectrômetro de massa. O nootkatone, foi o único fator discriminante entre o pomelo e outras variedades de citros. Segundo os autores, os componentes do aroma, tais como o octanal, decanal, citronelal e nootkatone, contribuíram significativamente para a agradabilidade do aroma.

Os componentes aromáticos de laranjas inteiras foram examinados usando técnicas cromatográficas, com o objetivo de distinguir laranjas boas de laranjas doentes e danificadas (McCALLEY & TORRES-GRIFOL, 1992). O aroma obtido de laranjas inteiras, da variedade "Navel" foi examinado usando "headspace" seguido de cromatografia gasosa, associada com espectrômetro de massa. Laranjas doentes, afetadas por *Penicillium* apresentaram concentrações relativamente altas de acetaldeído, metanol e etanol. O início da esporulação do fungo coincidiu com a produção de dois outros componentes, os quais foram identificados como formato de etila e acetato de etila.

Em estudos quimiométricos, apresentando escala multidimensional como método de correlação entre os atributos

sensoriais e instrumentais dos aromas do suco de laranja armazenado a 0°, 20° e 35°C por 1, 2 e 3 meses, VELEZ *et al.* (1993) concluíram que somente 7 dos 38 componentes foram afetados pela temperatura e período de armazenamento, sendo eles, butirato de etila, acetona, linalool, α -terpineol, P-cimeno, ethyl 3-OH-hexanoato e ethyl hexanoato. A cetona e o P-cimeno, apresentaram níveis de correlações muito baixas, sugerindo que as mudanças nas concentrações destes componentes fossem relacionadas ao tempo e temperatura de armazenamento. O α -terpineol e o linalool obtiveram os maiores níveis de correlação, com 0,84 e 0,71, respectivamente, indicando aumento nos componentes com o aumento do período e temperatura de armazenamento.

2.1. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

Nos atuais estudos objetivos-subjetivos do sabor, muitas técnicas de avaliação tem se direcionado aos métodos sensoriais, destinados a eliminar as preferências pessoais nas avaliações. Devido à natureza das informações, necessárias para os propósitos de correlação, o método de Análise Descritiva parece ser o mais satisfatório. O método mais conhecido e o mais usado é Perfil Sensorial, o qual utiliza pequenos números de provadores especificamente treinados (SJÖSTRÖM, 1968).

A Análise Descritiva representa a mais sofisticada das metodologias de avaliação sensorial, comparada com os testes de aceitação e diferença. Os resultados incluem uma descrição sensorial completa dos produtos teste e fornecem a base para a determinação das características sensoriais que são importantes para aceitação. O método é capaz de relacionar os ingredientes específicos ou processos variáveis com mudanças específicas nas características sensoriais de um produto (STONE *et al.*, 1974).

A análise de Perfil Sensorial é um método que nos fornece informações qualitativas do alimento. Assim, novos métodos descritivos foram desenvolvidos à fim de quantificar essas informações, dentre eles é citado o método de Análise Descritiva Quantitativa (STONE *et al.*, 1974), o qual identifica, descreve e quantifica os atributos sensoriais do produto. A Análise Descritiva Quantitativa é ferramenta valiosa para aumentar a informação sobre a aparência, aroma, sabor e textura dos produtos, e é usada efetivamente para produtos e processos em desenvolvimento, estudos de prateleira, controle de qualidade, e correlações objetivas-subjetivas nas avaliações dos alimentos (GILLETTE, 1984).

2.2. Quimiometria

A quimiometria pode ser definida como a disciplina

química que utiliza métodos matemáticos e de estatística multivariada para definir ou selecionar as condições ótimas de medição e experiência, além de extrair dos dados químicos o máximo de informação (SCARMÍNIO, 1989).

Os princípios matemáticos e estatísticos básicos que envolvem algumas das técnicas difundidas em quimiometria tem sido assimilados em várias ciências, como geologia (KOWALSKI *et al.*, 1972; JÖRESKOG *et al.*, 1976; DAVIS, 1973; ZAGATTO, 1981; BISANI *et al.*, 1983), agricultura (WILLIAMS, 1976; KWAN & KOWALSKI, 1978), ecologia (PIELOU, 1984), etc.

De acordo com KOWALSKI (1981), a quimiometria compoe-se de onze diferentes elementos: estatística, otimização, modelagem, calibração, análise de fatores, resolução, processamento de sinais, reconhecimento de padrões, pesquisas bibliográficas, relações propriedades-estruturas e inteligência artificial.

A maioria dos métodos matemáticos e estatísticos na quimiometria são aplicados aos conjuntos de dados multivariados. As análises multivariadas são, portanto, muito apropriadas para estudos quimiométricos. A causa da necessidade da aplicação das técnicas quimiométricas em análises do sabor e aroma é a complexidade e a diversidade dos componentes do sabor e aroma.

A relação entre a avaliação sensorial e análise instrumental do sabor e aroma é apresentada na forma de

matrizes (A e B) (AISHIMA & NOBUHARA, 1977). Os dados da matriz A são obtidos da avaliação sensorial, enquanto os dados da matriz B provém das análises instrumentais. Algumas vezes os dados devem ser transformados a fim de padronizar as distribuições das variáveis. Ambas as matrizes são conectadas usando análises multivariadas.

Muitas análises multivariadas e seus programas tem sido aplicados em avaliações do sabor e aroma. Os métodos frequentemente aplicados em tais análises são: Análises de Regressão Múltipla, Análises Discriminantes, Análises Canônicas, Análises de Componentes Principais, Análises de Fatores e Escala de Similaridade. Recentemente, outras metodologias estatísticas tais como Mínimos Quadrados Parciais (PLS) (MARTENS & MARTENS, 1986), Modelos Independentes de Similaridade Utilizando Componentes Principais (SIMCA) (DERDE et al., 1984) e Escala Multidimensional (MDS) (SCHIFFMAN et al., 1981), vem ganhando popularidade entre as análises do sabor e aroma.

Modelos de regressão múltipla foram calculados dos dados sensoriais e cromatográficos de molho de soja, usando coluna capilar (AISHIMA, 1981). Em duas regressões diferentes, foram obtidos os coeficientes de determinação de 0,857 e 0,903 respectivamente; 90% de informação dos dados sensoriais foram explicados pelos dez picos selecionados. As análises de variância sugeriram a existência de correlação

significativa entre os dados sensoriais e os dados cromatográficos.

Mudanças entre os aromas do suco de laranja, devidas à temperatura e período de armazenamento, também foram estudadas por VELEZ *et al.* (1993) através da detecção entre as amostras pelas análises, sensorial e cromatografia gasosa, de 38 componentes voláteis. Escala mutidimensional foi aplicada aos dados antes das análises de correlação. Concentrações absolutas dos constituintes voláteis não foram correlacionadas com os dados sensoriais, mas altas correlações foram observadas com os dados analíticos normalizados. Assim, os coeficientes de correlação foram, respectivamente, 0,47 e 0,74, considerando: (1) concentrações relativas de todos os voláteis, expressando a concentração de cada constituinte na amostra, como proporção da máxima concentração observada deste constituinte e (2) concentrações relativas dos constituintes que apresentaram variações significativas (95% de confiança) devido ao período de armazenamento ou temperatura.

Os coeficientes de correlação individual entre os dados instrumentais e os dados sensoriais foram maiores para o linalool, α -terpineol, 3-OH-hexanoato de etila e hexanoato de etila a 95% de confiança, enquanto que, para a acetoína e o P-cimeno, os coeficientes de correlação foram menores do que 0,29, sugerindo que as mudanças nas concentrações desses componentes estivessem relacionadas com o tempo e temperatura de armazenamento.

3. METODOLOGIA

Procurou-se, no presente trabalho, caracterizar, através de análises cromatográficas e sensoriais, os componentes responsáveis pelas alterações no sabor e aroma do suco de laranja, submetido a diferentes doses de radiação, tempo e temperaturas de armazenamento.

As amostras foram obtidas de suco concentrado de laranja (65° Brix) da variedade Pera, extraído em extrator industrial (CITROSUCO PAULISTA S.A.). As laranjas 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 extraído, 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 $-7^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e embalado. Foram utilizadas, para embalagem, folhas de flandres (FL) de amostragem padrão, com capacidade para 200ml de suco, tipo T3.

Depois de embalado, o suco foi transportado ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura para a irradiação.

O transporte foi feito em caixas de isopor, levando 45 minutos para chegar ao local do experimento.

A irradiação foi efetuada num irradiador de cobalto-60, tipo Gammabeam, da "NORDION Ltda., Ottawa, Canadá, com atividade de $1,92 \times 10^8$ Bq, empregando-se as doses de 0,0; 2,5; 5,0 e 7,5 kGy. Após a irradiação, os lotes foram armazenados a 0°, 5° e 25°C.

As análises sensoriais foram realizadas após 1, 30, 60 e 90 dias de armazenamento. A partir dos resultados dessas análises, iniciaram-se as análises cromatográficas com o objetivo de se detectar as possíveis alterações dos componentes do suco que acarretaram mudanças no sabor.

3.1. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no laboratório de Irradiação de Alimentos do CENA, em sala com cabines apropriadas. A equipe de provadores foi constituída de pesquisadores, técnicos e estagiários do CENA, num total de oito provadores, na faixa etária de 20 a 40 anos. A seleção foi feita, levando-se em consideração a disponibilidade de tempo do provador, assim como suas habilidades na percepção das diferenças no aroma e sabor das amostras do suco. Os

fumantes foram excluídos.

Os testes de seleção foram realizados em duas etapas, envolvendo os Testes de Reconhecimento de Sabores e os Testes de Sensitividade para Gosto (SPOTO, 1988).

Posteriormente procedeu-se a fase de treinamento, a qual constou de uma preleção aos provadores pela supervisora, objetivando desenvolver terminologia descritiva na identificação dos atributos sensoriais de sabor e aroma, sensação na boca e residual, e de familiarizar os provadores com a escala de categoria, já estruturada, a ser usada para medida da intensidade de cada atributo.

Várias sessões de treinamento foram realizadas no início do experimento, onde foram utilizadas diferentes amostras de suco de laranja irradiado e não irradiado, essências, extratos e sucos de laranja de outras marcas comerciais. Os sucos foram diluídos a 11,8°Brix. As amostras de odor constituíram-se dos componentes do óleo essencial de suco de laranja adsorvidos em sachês de parafina armazenados em pequenos vidros de abertura larga e, vedados com tampas plásticas. Os vidros foram codificados ao acaso e apresentados aos provadores para descreverem os atributos percebidos (Quadro 1).

Quadro 1: Termos descritivos obtidos pela equipe de provadores, através da técnica do perfil livre em amostras dos componentes do óleo essencial, usados como padrões na cromatografia.

Octanal	- laranja podre, rançoso, cera, maria fedida, sumo, gorduroso, limão, glicerina.
Decanal	- flor, gerânio, pungente, cebion, laranja, lima-limão.
α e β Sinensal	- aroma característico de suco de laranja fresco, sumo de laranja, casca da laranja, albedo da laranja.
Geranial (Citral A)	- erva cidreira, hortelã.
Neral (Citral B)	- erva cidreira, cepacol.
Perilaldeído	- maria fedida.
Trans-2-hexanal	- maria fedida.
Hexanal	- queijo roquefort.
Nonanal	- cheiro de sauna, vaporizador, cânfora.
Acetal	- acetona, cola tenaz, éter.
Octanol	- cheiro da casca, maria fedida, limão, eucalipto, cidreira.
Linalool	- colônia pós barba, desodorante, flor do mato, gerânio, flor de limão, poeira, sumo de limão, resina do pinho, limão doce, madeira de eucalipto, engordurado, óleo de eucalipto.
3-hexen-1-ol	- mato, óleo, pólen.
Terpineno-4-ol	- pinho sol, tinta latex, loção de barba.
Timol	- óleo queimado, óleo singer, pomada gelol, cânfora, madeira, óleo de peroba.
Etanol	- álcool etílico.
α -Terpineol	- pinho sol, tinta, desinfetante, eucalipto, cânfora, mofo.
Mirceno	- gerânio, ácido, pungente, oleoso, desagradável, ozônio.
Valenceno	- cheiro característico de suco, suave, floral.
Terpinoleno	- água velva, pinho, óleo de peroba, lima-limão, limão passado, fruta silvestre, genipapo, mel.
Limoneno	- limonada, limão, tang, suco de laranja.

Cymeno	- tinta de caneta, tinta à óleo, solvente.
γ-terpineno	- manga verde, leite de manga, óleo de cravo, aroma adocicado, verniz, pasta de flúor, pungente, maria fedida.
Butirato de etila	- manga madura, abacaxi passado, adocicado, sugle, essência de abacaxi.
Hidroxiexanoato	- óleo bronzeador, bode.
Acetato de etila	- verniz, acetona, madeira, álcool, tiner.
carvona	- pasta de dentes, erva doce, hortelã, menta, adocicado.
ÓLEO ESSENCIAL	- sumo de laranja, cebion, laranja passada.
OIL-PHASE	- laranja, suco de laranja, laranja passada, mofada.

Uma vez familiarizados com os odores dos componentes, os provadores passaram a avaliar o perfil de sabor e aroma dos sucos de laranja, irradiado, não irradiado, e mais duas marcas comerciais (Lanjal, Frutal). Os termos descritivos encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2 - Termos descritivos obtidos pela técnica do perfil livre em amostras do suco de laranja irradiado.

Hospital	Essência de abacaxi	Ácido
Químico	Fuso da cana	Linalool
Medicinal	Ionizado	Picante
Laranja verde	Oleoso	Verde
Laranja passada	Óleo de tela	Ácido acético
Laranja madura	Óleo de máquina	Metálico
Irradiado	Solvente	Tanino
Pixe	Queimado	Fruta madura
Cítrico	Pungente	Mato
Jatobá	Cozido	Licoroso
Abio	Gerânio	Essência
Carambola	Flor	Pólen
Remédio	Laranja podre	Hortelã
Oleo da casca	Rançoso	Cepacol
Ácido	Cera	Amargo
Ácido ascórbico	Doce	Bode
Cozido	Sumo de laranja	Sugle
Manga madura	Óleo queimado	Abacaxi passado
Adocicado	Sugus	Limoneno

Durante as primeiras sessões, um número de anomalias se tornaram aparentes, alguns termos foram eliminados e outros substituídos. Outros ainda foram agrupados formando um conjunto de sete grupos representativos do sabor e aroma do suco irradiado (Quadro 3).

Quadro 3. Conjunto de atributos relacionados pelos provadores ao perfil do sabor e aroma do suco de laranja irradiado.

Laranja:	sinensal, valenceno, suave, floral, limoneno, fruta, citros.
Ácido:	gerânio, linalool, laranja verde, ácido acético, metálico, picante.
Amargo:	rançoso, tanino.
Doce:	fruta madura, adocicado, licoroso, laranja madura.
Remédio:	hortelã, cepacol, geranial, citral, ácido ascórbico, cidreira.
Cozido:	queimado, piche, fuso da cana, decanal, óleo queimado, óleo de máquina.
Óleo:	óleo da casca, gomoso, cera, mato, óleo, pólen.

A partir daí, foram escolhidos os atributos que fizeram parte do perfil característico do suco irradiado. Os resultados foram então discutidos para avaliar se os atributos foram realmente representativos do suco de laranja irradiado e armazenado. Os provadores foram familiarizados, mediante vários testes de treinamento, com as definições e a escala de notas a ser utilizada, utilizando-se o suco não irradiado, armazenado a -18°C , como padrão de referência.

A avaliação sensorial final para os diversos tratamentos foi realizada no mesmo ambiente e condições dos testes de seleção. Entre uma prova e outra foram oferecidos biscoitos tipo água e sal, como tira gosto, para ajudar a evitar a fadiga e o efeito residual da amostra anterior. Os atributos selecionados foram avaliados através da "Análise Descritiva Quantitativa" (ADQ) (STONE *et al.*, 1974). Para medida da intensidade de cada atributo foi usada uma escala não estruturada de 0 a 10 cm, ancorada nas extremidades com os termos "fraco e forte" (Figura 1).

O delineamento experimental empregado foi Látice Quadrado 5×5 com $t = 25$, $k = 5$, $r = 3$, $b = 15$, $y = 1$ (COCHRAN & COX, 1957).

Figura 1: Ficha de avaliação do perfil sensorial do suco de laranja irradiado.

Nome: _____ Data: __ / __ / __ Nº

Amostra: _____

INSTRUÇÕES: Por favor, prove cada amostra e indique a intensidade percebida para cada atributo abaixo relacionado, colocando um traço vertical num ponto da linha horizontal. Aguarde 20 segundos entre uma amostra e outra. Obrigada.

SABOR	FRACO	FORTE
Laranja	_____	_____
Ácido	_____	_____
Amargo	_____	_____
Remédio	_____	_____
Cozido	_____	_____
Oleo	_____	_____
Doce	_____	_____

COMENTÁRIOS: _____

3.2. Análise Cromatográfica

Para a análise dos componentes por cromatografia, extraiu-se o óleo essencial do suco de laranja do mesmo lote utilizado no experimento sensorial e irradiou-se com as doses de 0,0; 2,5; 5,0; 7,5 kGy e, após a irradiação, as amostras foram armazenadas a 0°, 5° e 25°C por 1, 30, 60 e 90 dias.

As análises cromatográficas foram realizadas no laboratório de Química da CITROSUCO PAULISTA S.A. Utilizou-se um cromatógrafo modelo HP 58-90, com detector de ionização de chama e integrador, associado ao espectrômetro de massa, modelo HP 59-70. O cromatógrafo possui sistema de injeção em coluna (7 PSI e fluxo de 55 cm/min); a coluna capilar é do tipo SPB-5 com 30 m de comprimento por 0,25 mm de diâmetro interno e 250 μ de espessura do filme. Obedecendo a uma programação, nos primeiros 4 minutos a temperatura esteve a 40°C e foi aumentada a uma taxa de 5°C por minuto até atingir 180°C, a qual foi mantida durante 10 minutos. O tempo total de análise correspondeu a 42 minutos, durante os quais o detector foi mantido a 200°C. O hidrogênio foi usado como gás de arraste, com velocidade linear de 15 cm/seg. As amostras foram injetadas automaticamente na quantidade de 2 μ l. Cada componente foi identificado pelo seu tempo de retenção e as quantidades foram determinadas pela porcentagem de área dos

picos dos componentes. foram obtidos 48 cromatogramas, com 43 picos cromatográficos cada amostra (Apêndices 4, 5, 6 e 8).

3.3. Análise Estatística Multivariada

As análises estatísticas multivariadas foram aplicadas aos dados obtidos das avaliações sensoriais e cromatográficas (Apêndices 1 a 6). Os dados foram organizados na forma de matriz X , conforme o esquema apresentado abaixo. O elemento X_{ki} neste esquema corresponde ao valor da variável i para amostra k .

		ATRIBUTO						
		1	2	3	...	i	...	P
A M O S T R A	1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	...	X_{1i}	...	X_{1P}
	2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	...	X_{2i}	...	X_{2P}
	3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	...	X_{3i}	...	X_{3P}

	K	X_{k1}	X_{k2}	X_{k3}	...	X_{ki}	...	X_{kP}

	N	X_{N1}	X_{N2}	X_{N3}	...	X_{Ni}	...	X_{NP}

NXP

A matriz que compõe o conjunto de dados possui ordem de 48 x 50, sendo que as primeiras sete colunas correspondem às médias dos provadores para os atributos "laranja", "ácido", "amargo", "doce", "remédio", "cozido" e "óleo" (Apêndices 1, 2 e 3). Na coluna 8 até a coluna 50, as amostras correspondem às concentrações estimadas das substâncias químicas, listadas nos apêndices 4, 5 e 6 e determinadas das áreas dos picos cromatográficos. As 48 linhas, uma linha para cada amostra, correspondem às amostras com todas as combinações possíveis de doses de radiação (0°, 5° e 25°C) e períodos de armazenamento (1; 30; 60 e 90 dias).

O conjunto de dados, contidos nos apêndices, foi submetido aos tratamentos matemáticos e estatísticos multivariados. Para tanto, utilizaram-se os métodos contidos no sistema computacional ARTHUR escrito em FORTRAN-IV para computadores de grande porte (HARPER *et al.*, 1979) e modificado para ser executado em microcomputadores (BRUNS & SCARMÍNIO, 1988).

Dentre os principais programas deste sistema, foram selecionados para esta pesquisa: Autoescalamento, Correlação, Análises de Componentes Principais tipo-R e Representações Gráficas (VARVAR).

3.3.1. Autoescalamento

Os processos de autoescalamento e correlação foram transcritos de ABBAS (1989).

Para análise dos dados, houve a necessidade de proceder a uma padronização dos mesmos. Deste modo, as variáveis (valores sensoriais e porcentagem de área dos picos cromatográficos) expressas em unidades não diretamente comparáveis e com diferentes magnitudes, sofreram uma transformação, o autoescalamento, sendo-lhes atribuído o mesmo peso na etapa inicial dos cálculos. Para tanto, subtraiu-se a média das variáveis (\bar{X}_i) dos valores individuais (X_{ki}) e dividiu-se pelo desvio padrão (S_i) das mesmas, resultando em novos valores com média igual a zero e variância igual a um. Como as variâncias em todas as variáveis são iguais, seus pesos estatísticos nos cálculos também o são, permitindo que as mesmas sejam comparáveis umas com as outras (KOWALSKI & BLENDER, 1972).

O autoescalamento envolveu os seguintes cálculos:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{K=1}^N X_{Ki}$$

onde:

N= número total de amostras.

$$S_i = \left[\frac{1}{N-1} \sum_{K=1}^N (X_{Ki} - \bar{X}_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$X'_{Ki} = \frac{X_{Ki} - \bar{X}_i}{S_i}$$

X'_{ki} = valor autoescalonado da variável i para a amostra k

3.3.2. Correlação

Para se avaliar a interdependência entre os pares de variáveis, estimaram-se os coeficientes de correlação (r) para o conjunto total e categorias, baseado no seguinte cálculo (SOUNIS, 1975; SHARAF et al, 1986).

$$r_{ij} = \frac{\sum_{K=1}^N (X_{K,i} - X_i) \cdot (X_{K,j} - X_j)}{\left[\sum_{K=1}^N (X_{K,i} - X_i)^2 \sum_{K=1}^N (X_{K,j} - X_j)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}$$

onde:

$r_{i,j}$ = coeficiente de correlação entre as variáveis i e j para as amostras.

O valor de r pode variar no intervalo de -1 a $+1$. Os valores -1 e $+1$, indicam o máximo de correlação, o sinal (+ ou -) indica o sentido da correlação e o valor zero indica ausência de correlação, ou seja, independência entre as variáveis.

3.3.3. Análise das Componentes Principais

As componentes principais tipo-R (MARDIA *et al.*, 1979; COOLEY & LOHNES, 1971) foram obtidas através da diagonalização do produto da matriz $x'x$ onde x é a matriz de dados autoescalados e x^t sua transposta. Os escores (características das amostras) foram normalizados às variâncias da componente principal enquanto os pesos (características das variáveis) foram normalizados a um.

A análise de correspondência (JORESÖG *et al.*, 1976) foi também realizada para facilitar a comparação das amostras relativas aos atributos do suco de laranja. Essa análise produz um fator que simultaneamente representa as amostras e as variáveis (atributos). Isto ocorre devido ao tratamento simétrico das linhas e colunas da matriz X . O objetivo deste método é obter os valores dos atributos do fator tipo-R e os valores das amostras do fator tipo-Q em escalas equivalentes permitindo uma comparação direta entre as amostras e os atributos.

Os dados da matriz são transformados usando a relação:

$$b_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_i^n \sum_j^m X_{ij}}$$

$$\sum_j^m \frac{b_{ij}}{b_i} = 1$$

onde X_{ij} são elementos da matriz x e n e m são, respectivamente, os números das amostras e dos atributos estudados, respectivamente. Esta transformação conserva as relações proporcionais entre os valores nas linhas e colunas dos dados da matriz. Para obter a medida de similaridade entre as amostras e os atributos, a matriz B deve ser transformada usando a relação:

$$W = \underline{D}_r^{\frac{1}{2}} \underline{B} \underline{D}_c^{-\frac{1}{2}}$$

onde D é a matriz diagonal $m \times n$ contendo as somas das colunas de B e D_r é uma matriz diagonal contendo as somas das linhas de B . A matriz de covariância modificada pode ser calculada como:

$$C = W' W = (\underline{D}_c^{-\frac{1}{2}} \underline{B} \underline{D}_r^{-\frac{1}{2}}) (\underline{D}_r^{-\frac{1}{2}} \underline{B} \underline{D}_c^{-\frac{1}{2}})$$

Os autovetores de C são usados como coordenadas X do gráfico contendo os valores das amostras e dos atributos, preservando as distâncias entre as amostras.

3.3.4. Rotação Varimax

A técnica da Rotação Varimax (Cooley-Lohnes, 1971), é uma transformação ortogonal que tem sido empregada para auxiliar na interpretação dos componentes principais, de modo a maximizar a variância contida nos pesos de cada componente. Conseqüentemente ocorre uma diminuição do número de variáveis com pesos intermediários, e um aumento do número de variáveis com pesos grandes e pequenos. A quantidade de variância a ser maximizada é definida pela fórmula:

$$V = \frac{\sum_{j=1}^l \left| P \sum_{i=1}^P (V_{ij}^2 h_i^2)^2 - \left(\sum_{i=1}^P V_{ij}^2 h_i^2 \right)^2 \right|}{P^2}$$

sendo:

$$h_i^2 = \sum_{j=1}^l V_{ij}^2$$

onde:

i = valores dos índices de todas as variáveis (1, 2, ... P)

V_{ij} = peso da variável i no componente j

h_i^2 = comunalidade da variável i (fração da variável i , comum às componentes retidas no modelo)

P = número de variáveis

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Avaliação dos atributos de sabor e aroma do suco irradiado e submetido a diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.

Os dados obtidos das avaliações sensoriais para os atributos "laranja", "ácido", "amargo", "doce", "remédio", "cozido" e "óleo" (Apêndices 1 a 3), foram submetidos às análises de variância e as médias aritméticas e os desvios padrões encontram-se na Tabela 1. Os valores médios variaram entre 3 e 5 para todos os atributos, com "laranja", "ácido" e "remédio" apresentando médias ao redor de cinco (5,0). Em geral, os desvios padrões estiveram acima de um, exceto para os atributos "ácido" e "doce" do suco concentrado.

Tabela 1. Médias e desvios padrões para os atributos de sabor do suco de laranja irradiado e armazenado a 0°, 5° e 25°C, por 1, 30, 60 e 90 dias.

ATRIBUTOS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Laranja	5,02	1,27
Ácido	4,92	0,75
Amargo	3,30	1,57
Doce	3,64	0,95
Remédio	4,83	1,50
Cozido	4,08	2,19
Óleo	4,00	1,07

Para avaliar a interdependência entre as variáveis, calculou-se a matriz de correlação a partir dos dados autoescalados. Foram selecionados os coeficientes de correlação com índices maiores do que 0,70 (Tabela 2), considerados acentuados de acordo com SOUNIS (1975). Os coeficientes da Tabela 2, são estatisticamente significantes acima do nível de 95% de confiança. Verifica-se por essa tabela que os pares são altamente correlacionados,

apresentando correlação positiva entre os atributos "amargo", "remédio" e "cozido" e correlação negativa desses atributos com o "laranja". Os atributos "ácido", "doce" e "óleo", obtiveram baixo índice de correlação, apresentando menores contribuições às alterações do sabor e aroma do suco concentrado.

Tabela 2. Coeficientes de correlação para os atributos do sabor e aroma do suco irradiado e armazenado a 0°, 5° e 25°C por 1, 30, 60 e 90 dias.

ATRIBUTOS	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO
Cozido - Remédio	0,800
Remédio - Amargo	0,801
Cozido - Laranja	-0,705
Cozido - Amargo	0,791
Laranja - Amargo	-0,730

Três componentes principais foram extraídas do conjunto total de dados, explicando 86% da variância (Tabela 3). A primeira componente principal, explicando mais da metade da variância estatística (57,5%), é caracterizada pelos altos valores positivos para o "amargo", "remédio" e "cozido", e valor negativo para o atributo "laranja". Tais atributos possuem altos desvios padrões (Tabela 1) e seus valores refletem dos coeficientes de correlação, o atributo

"laranja" sendo negativamente correlacionado com os outros três. Pode-se concluir, portanto, que esta componente possa ser correlacionada com a qualidade global do suco de laranja concentrado. A segunda componente principal explica 18% da variância, e possui um alto valor negativo para o atributo "ácido", com contribuições menos importantes para os atributos "doce" e "óleo". A terceira componente principal, com 10,5% da variância possui um alto valor negativo para o atributo "ácido" e valor positivo para o "óleo".

Tabela 3. Pesos e variâncias das componentes principais do conjunto de dados do suco de laranja irradiado e armazenado a 0°, 5° e 25°C por 1, 30, 60 e 90 dias (a).

ATRIBUTOS	COMPONENTES PRINCIPAIS		
	1	2	3
Laranja	-0,416	-	-
Ácido	-	0,751	-0,537
Amargo	0,450	-	-
Doce	0,347	0,365	-
Remédio	0,431	-	-
Cozido	0,459	-	-
Óleo	0,321	-0,306	0,729
Variância	4,02	1,26	0,73
Variância(%)	57,50	18,00	10,50

(a) Pesos com valores absolutos menores que 0,300 não estão incluídos nesta tabela.

A Figura 2 apresenta o gráfico da primeira e segunda componentes principais para todas as amostras. As amostras representadas neste gráfico podem ser divididas em três grupos principais, de acordo com o tempo e temperatura de armazenamento. O grupo I é caracterizado pelos altos índices para os atributos "laranja" e "ácido", isto é, com escores negativos para ambas as componentes principais. Oito amostras deste grupo foram armazenadas somente por um dia. Quatro amostras foram armazenadas por 30 dias, mas sempre a 0°C. Uma amostra foi armazenada por 90 dias a 5°C e não parece ser representativa deste grupo de características. A amostra mantida a 25°C foi armazenada somente por um dia. Apenas uma amostra do grupo foi tratada com 7,5 kGy (armazenada por um dia a 0°C), duas amostras não foram tratadas e as demais irradiadas com 2,5 e 5,0 kGy.

O grupo II é caracterizado por altos índices de "amargo", "remédio" e "cozido". Todas as amostras deste grupo foram armazenadas a 25°C por 30, 60 e 90 dias e receberam todos os níveis de doses. Esta alta temperatura de armazenamento resultou em amostras com escores da primeira componente principal muito diferentes daquelas do grupo I, mas não parece ter afetado as taxas dos atributos "doce" e "ácido", importantes na determinação da segunda componente principal.

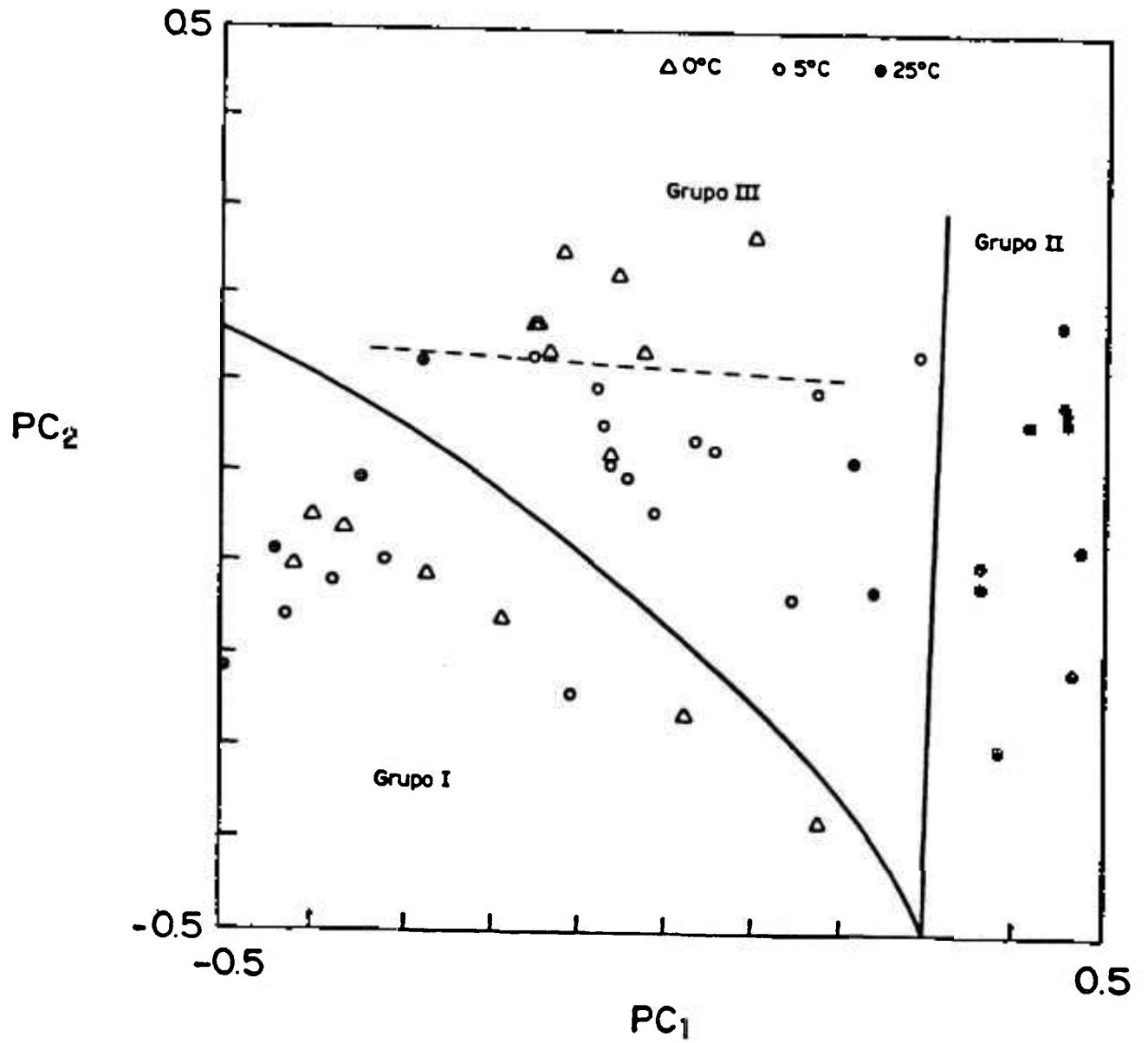


Figura 2. Gráfico da primeira e segunda componentes principais, para os três grupos de amostras armazenadas a 0°, 5° e 25°C.

Pode-se concluir portanto, que o armazenamento à temperatura ambiente prejudicou a qualidade do suco, diminuindo o atributo "laranja" e aumentando os atributos "amargo", "remédio" e "cozido". Os resultados confirmam os observados por SHAW (1986) e GUADAGNIE (1971), onde o sabor e aroma do suco de laranja são facilmente modificados pelo tratamento pelo calor, ou por diferentes temperaturas de armazenamento. VELEZ *et al.* (1993), em trabalhos semelhantes, concluíram que o armazenamento a 0°C e a curto período a 20°C raramente afeta o aroma do suco de laranja, mas longo período a 20°C pode afetar. Armazenamentos a 35°C, mesmo a curto período, causam sérios danos no aroma (LAFUENTE *et al.* 1979; IZQUIERDO & SERRA, 1978).

O grupo III, ainda na Figura 2, contém 22 amostras com pequenos escores para as componentes principais, refletindo valores intermediários para os atributos "laranja", "amargo", "remédio" e "cozido". Tais amostras são caracterizadas por um ligeiro aumento no atributo "doce" em relação às demais amostras dos grupos anteriores. Todas as amostras acima da linha pontilhada, exceto duas, foram armazenadas a 0°C. Por outro lado, todas as amostras do grupo III, abaixo da linha, foram armazenadas a 5°C. Isto indica que o principal efeito da diminuição da temperatura de 5°C para 0°C foi aumentar o atributo "doce" do suco de laranja concentrado.

Os resultados das análises de componentes principais também foram submetidos à rotação varimax (COOLEY & LOHNES, 1971 ; SHARAF et al., 1986). As análises da rotação varimax levaram essencialmente às mesmas conclusões das apresentadas para análises de componentes principais. Em adição, os dados X da matriz foram também analisados usando análise do tipo Q de Imbrie (JÖRESKOG et al., 1976). Novamente os resultados obtidos confirmaram aqueles já apresentados para as análises dos componentes principais tipo R.

Na Figura 3 (Apêndices 1, 2 e 3), os resultados das análises de correspondência são dispostos graficamente com os primeiros quatro autovetores como abscissa e ordenada. Ambos os valores das amostras e atributos são representados neste gráfico permitindo associações entre várias amostras e atributos. Por exemplo, a maioria das amostras do grupo I estão intimamente associadas com o atributo "laranja". Quatro amostras do grupo I estão muito mais relacionadas com o atributo "óleo". Estas quatro amostras foram armazenadas por mais de um dia (três amostras por trinta dias a 0°C e uma amostra por noventa dias a 5°C). Todas as outras amostras do grupo I, que estão muito mais relacionadas com o atributo "laranja", foram armazenadas por um dia, exceto uma amostra que não foi irradiada, mas foi armazenada por trinta dias a 0°C.

As amostras do grupo II, caracterizadas pelo armazenamento a 25°C, estão agrupadas no lado esquerdo do gráfico, com os valores dos atributos "amargo" e "cozido". Cinco amostras estão estreitamente relacionadas ao atributo "amargo", e sete amostras vizinhas estão correlacionadas ao atributo "cozido". Todas as amostras do grupo II que foram tratadas com 7,5 kGy (três amostras), estão no sub-grupo associado ao atributo "cozido". Também as outras amostras estreitamente relacionadas a ambos os atributos "óleo" e "cozido" receberam 5,0 ou 7,5 kGy.

As análises de correspondência do grupo II também confirmam as observações resultantes das análises de componentes principais. As amostras armazenadas a 0°C por 60 e 90 dias com altas doses de radiação (5,0 e 7,5 kGy) estão mais estreitamente correlacionadas ao "doce", enquanto aquelas armazenadas a 5°C estão posicionadas entre o "ácido", "remédio" e "óleo".

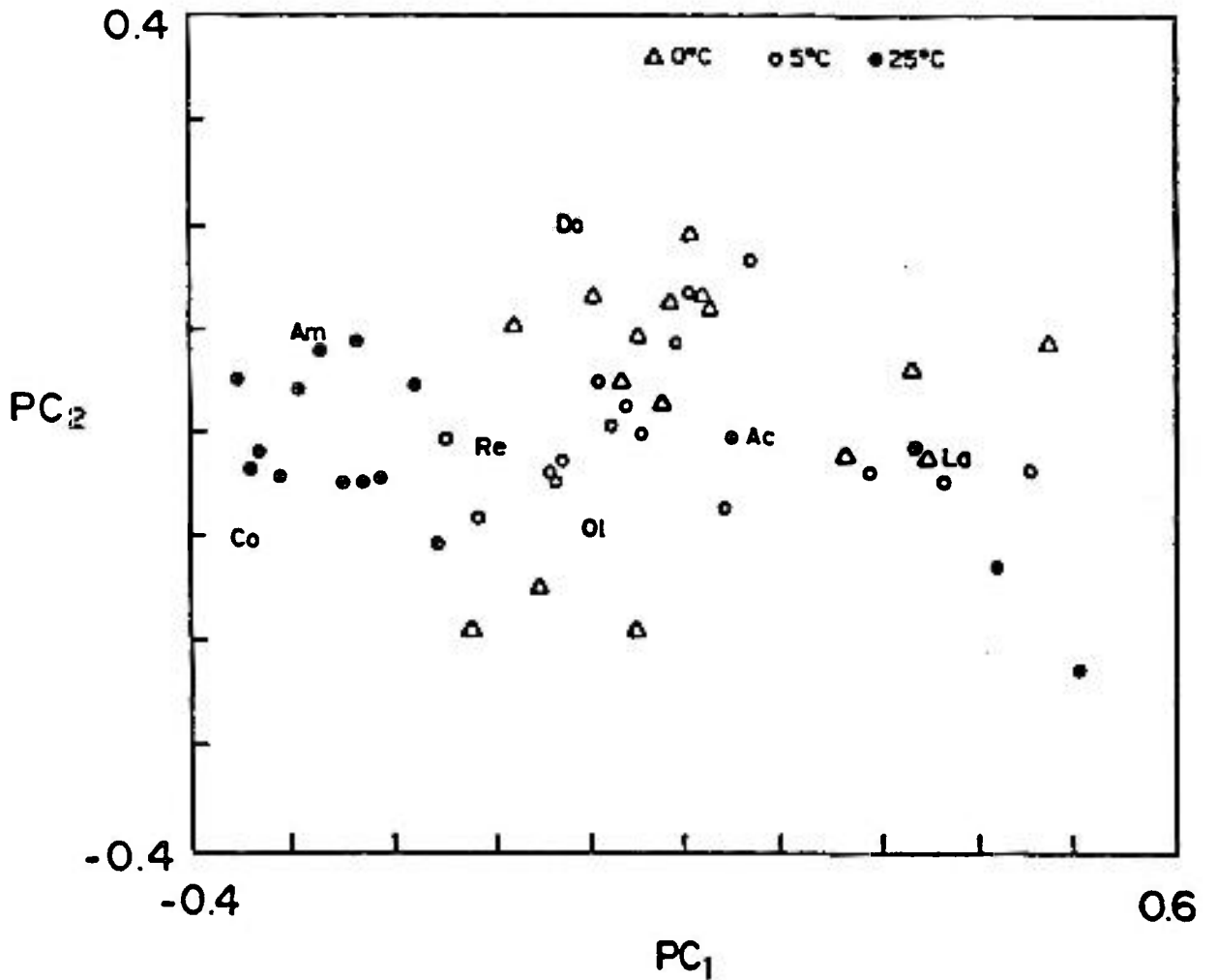


Figura 3. Gráfico ilustrando as análises de correspondência dos atributos do sabor e aroma com as amostras do suco concentrado irradiado. (La, laranja; Ac, ácido; Ol, óleo; Re, remédio; Co, cozido; Am, amargo; Do, doce; ■, 0°C; +, 5°C; ., 25°C).

4.2. Avaliação dos Componentes Químicos do óleo essencial irradiado e armazenado sob diferentes temperaturas e períodos.

A Tabela 4 apresenta uma listagem dos 43 componentes químicos identificados pelas análises cromatográficas, contendo suas médias (em % de área dos picos) e desvios padrões; os dados originais encontram-se nos apêndices 4, 5 e 6. As médias mais altas (acima de 0,1% em área) correspondem ao limoneno, mirceno, sabineno, α -pineno, linalool, octanal, δ -3-careno e decanal. Por outro lado, os maiores desvios padrões ocorreram para o limoneno, mirceno, cis-carveol, carvona e produtos de oxidação. Esses últimos três componentes possuem médias em porcentagem de área ao redor de 0,05 ou menos.

As análises das componentes principais foram determinadas novamente para os atributos sensoriais em conjunto com os dados cromatográficos. As duas primeiras componentes principais contribuem com 2/3 do total dos dados da variância. Os pesos das variáveis nessas duas componentes e componentes das variâncias são relatados na Tabela 5. A primeira componente principal contribuiu com a maioria dos dados da variância total (48,3%) e além das diferenças de normalização causadas pela inclusão das variáveis cromatográficas, há também os pesos dos atributos relatados anteriormente, usando o conjunto de dados apenas com os valores dos atributos sensoriais.

Tabela 4. Médias e desvios padrões dos dados cromatográficos do óleo essencial irradiado e armazenado a 0°, 5° e 25°C por 1, 30, 60 e 90 dias.

COMPONENTES	MÉDIA (% área)	DESVIO PADRAO
1 Hexanal	0,0031	0,0010
2 Tuieno	0.0045	0.0005
3 α -pineno	0.5495	0.0133
4 Canfeno	0.0040	0.0020
5 Sabineno	0.5535	0.0187
6 Mirceno	1.8930	0.1972
7 Octanal	0.2789	0.0292
8 δ -3-careno	0.2100	0.0210
9 Limoneno	9.4510	1.7800
10 β -phelandreno	0.0125	0.0024
11 Γ -terpineno	0.0106	0.0021
12 Octanol	0.0280	0.0077
13 Terpinoleno	0.0279	0.0044
14 Linalool	0.3834	0.0051
15 Nonanal	0.0478	0.0021
16 Prod. oxidação	0.0279	0.0727
17 Citronelal	0.0404	0.0051
18 Terpinene-4-ol	0.0108	0.0222
19 α -terpineol	0.0445	0.0027
20 decanal	0.1915	0.0085
21 Ac.-2-et.hexila	0.0040	0.0005
22 Cis-carveol	0.0514	0.1477
23 Nerol	0.0168	0.0072
24 Neral	0.0469	0.0052
25 Carvona	0.0477	0.1259
26 Geraniol	0.0038	0.0017
27 Geranial	0.0818	0.0137
28 Perilaldeído	0.0299	0.0056
29 Alcool Perililo	0.0163	0.0108
30 Acetato Perila	0.0124	0.0058
31 α -cubeno	0.0318	0.0754
32 β -cubeno	0.0237	0.0037
33 Dodecanal	0.0356	0.0035
34 Cariofileno	0.0110	0.0030
35 T-bergamoteno	0.0248	0.0045
36 α -humuleno	0.0079	0.0082
37 Aromadendreno	0.0183	0.0061
38 Valenceno	0.0113	0.0017
39 δ -cadineno	0.0239	0.0047
40 β -elemeno	0,0066	0.0023
41 β -sinensal	0.0294	0.0071
42 α -sinensal	0.0184	0.0060
43 Nootkatone	0.0073	0.0026

(a) Valores expressos em porcentagem de área dos picos cromatográficos. Somente os valores absolutos acima de 0,09 estão incluídos nessa tabela.

Tabela 5. Pesos e variâncias das componentes principais para os atributos de sabor e aroma do suco e os dados cromatográficos do óleo essencial irradiado e armazenado a 0°, 5° e 25°C por 1, 30, 60 e 90 dias. (a)

ATRIBUTOS	1ª COMP.	2ª COMP.
Laranja	-0.091	-
Acido	-	-
Amargo	0.105	-
Doce	-	-
Remédio	0.093	-
Cozido	0.106	0.101
Óleo	-	0.116
COMPONENTES		
1 Hexanal	0.184	-
2 Tuieno	-	-
3 α -pineno	-0.123	0.174
4 Canfeno	-0.122	-
5 Sabneno	-0.110	0.128
6 Mirceno	-0.201	-
7 Octanal	-0.179	-0.106
8 δ -3-careno	-0.185	-
9 Limoneno	-0.201	-
10 β -Felandreno	-	0.199
11 γ -Terpineno	-	-
12 Octanol	0.201	-
13 Terpinoleno	-	0.166
14 Linalool	-0.091	0.125
15 Nonanal	-0.147	0.177
16 Produtos de oxidação	0.198	-
17 Citronelal	-0.189	-0.104
18 Terpinene-4-ol	0.202	-0.110
19 α -terpineol	0.161	-0.096
20 Decanal	-	-
21 Acet-2-ethyl hexila	0.159	-
22 Cis-carveol	0.201	-
23 Nerol	0.198	-
24 Neral	-0.186	-0.123
25 Carvona	0.202	-
26 Geraniol	0.187	-
27 Geranial	-0.149	-0.107
28 Perilaldeído	0.137	-
29 Alcool perililo	0.198	-
30 Acetato de perila	0.166	-0.134
31 α -cubeno	0.163	-0.112

32 β -cubeno	0.121	-0.264
33 Dodecanal	-	-0.345
34 Cariofileno	0.191	-
35 Trans-bergamoteno	-	-
36 α -humuleno	0.096	-
37 Aromadendreno	0.108	-0.221
38 Valenceno	-	-0.243
39 Cadineno	-0.119	-0.250
40 β -elemeno	-	-0.297
41 β -sinensal	-0.138	-0.175
42 α -sinensal	-0.136	-0.245
43 Nootkatone	0.127	-
% Variância	48.3	15.800

(a) Somente os pesos com valores absolutos acima de 0,09 são incluídos nesta tabela.

Os pesos dos atributos mais importantes foram para "laranja", "amargo", "remédio" e "cozido", representantes das características do sabor e aroma do suco de laranja. O atributo "laranja" obteve um sinal oposto ao "amargo", "remédio" e "cozido". A segunda componente principal, correspondendo a 15,8% do total dos dados da variância, possui os pesos diferentes dos atributos, relatados anteriormente para o suco irradiado e armazenado, no item 4.1. A inclusão dos dados cromatográficos resultou em dois pesos importantes dos atributos "óleo" e "cozido", como mostrado na Tabela 5, enquanto somente as notas dos provadores resultou nos maiores pesos para os atributos "ácido", "doce" e "óleo".

Os efeitos das diferentes doses de radiação, período e temperatura de armazenamento sobre as amostras do

suco de laranja, foram essencialmente os mesmos daqueles encontrados anteriormente no ítem 4.1, exceto que as amostras armazenadas por trinta dias ou mais à temperatura ambiente foram discriminadas das outras amostras. Estas amostras alcançaram valores médios altos para os atributos "amargo", "remédio" e "cozido", enquanto as amostras armazenadas a 0°C e 5°C estiveram mais estreitamente associadas com o atributo "laranja".

O maior objetivo nesta fase do estudo, foi determinar os componentes químicos que poderiam estar associados aos diferentes atributos do sabor e aroma do suco de laranja irradiado. Essa informação está contida nas Tabelas 5 e 6.

Observa-se pela Tabela 6 que a maioria dos aldeídos mostraram correlações positivas com o atributo "laranja", exceção feita ao hexanal e perilaldeído. Tais observações estão em conformidade com outros autores que consideram os aldeídos importantes contribuintes ao sabor e aroma da laranja (NAVES, 1974; BRUEMER, 1975; ARCTANDER, 1969; BOELENIS & VAN GEMERT, 1987), sendo que o octanal, nonanal, decanal e dodecanal possuem sabor e aroma típicos de "laranja", enquanto o perilaldeído, na sua forma pura, possui aroma floral característico de "rosa" (AHMED et al., 1978) e o α -sinensal apresenta um aroma "doce" e "penetrante" (MOSHONAS & LAND, 1969).

O hexanal, manteve correlação negativa com o atributo "laranja". Segundo ARCTANDER (1969), esta substância

é considerada importante para o "sabor verde" do suco.

Ainda na Tabela 6, após os aldeídos, os grupos de componentes químicos que mais apresentaram correlações com os atributos sensoriais já citados, foram os álcoois e os hidrocarbonetos.

Em geral, os álcoois apresentaram correlações negativas com atributo "laranja" e correlações positivas com os atributos "amargo", "remédio" e "cozido" do suco armazenado, exceção feita ao linalool.

Os resultados estiveram de acordo com alguns autores, que afirmam que alguns álcoois são produtos de degradação do suco armazenado (KIRKNER & MILLER, 1953; PINO *et al.*, 1986; NIESPEROS-CARRIEDO & SHAW., 1990). O linalool, juntamente com o limoneno, são facilmente degradados em suco armazenado sob temperaturas elevadas, dando origem ao α -terpineol, componente de sabor e aroma de "mofado", "envelhecido" e "passado". O α -terpineol é considerado um indicador do suco armazenado (KIRKNER & MILLER, 1957; RYMAL *et al.*, 1968; AHMED *et al.*, 1978; PINO *et al.*, 1986; MOSHONAS & SHAW, 1989, RYMAL *et al.* 1968 e NIESPEROS-CARRIEDO & SHAW, 1990).

Os hidrocarbonetos se mantiveram divididos, enquanto o α -pineno, canfeno, sabineno, mirceno, δ -3-careno, limoneno, e valenceno mantiveram correlações positivas com o atributo "laranja" e negativas com os atributos "amargo", "remédio" e "cozido", o α e β -cubeno, β -elemeno, cariofileno e o α -humuleno sofreram processos contrários.

Tabela 6. Coeficientes de correlação (r) entre os atributos de sabor do suco de laranja irradiado e componentes do aroma do óleo essencial irradiado, sob diferentes temperaturas e períodos de armazenamento.

		Laranja	Amargo	Remédio	Cozido
1	Hexanal	-0,450	0,712	0,422	0,679
3	α -pineno	0,457	-0,457	-0,422	-0,535
4	Canfeno	0,352	-0,481	-0,405	-0,462
5	Sabineno	0,368	-0,386	-0,270	-0,270
6	Mirceno	0,384	-0,448	-0,391	-0,465
7	Octanal	0,457	-0,457	-0,441	-0,535
8	δ -3-careno	0,352	-0,481	-0,405	-0,462
9	Limoneno	0,351	-0,433	-0,378	-0,422
12	Octanol	-0,368	0,464	0,404	0,440
14	Linalool	0,131	-0,163	-0,147	-0,179
15	Nonanal	0,320	-0,344	-0,380	-0,498
16	Prod. oxidação	-0,370	0,451	0,379	0,419
17	Citronelal	0,422	-0,471	-0,444	-0,549
18	Terpineno-4-ol	-0,375	0,467	0,414	0,464
19	α -terpineol	-0,230	0,227	0,171	0,268
21	Ac.-2-et.hexila	-0,330	0,394	0,408	0,506
22	Cis-carveol	-0,351	0,434	0,379	0,425
23	Nerol	-0,349	0,443	0,383	0,409
24	Neral	0,394	-0,443	-0,450	-0,538
25	Carvona	-0,363	0,444	-0,392	-0,440
26	Geraniol	-0,392	0,440	0,363	0,416
28	Perilaldeído	-0,330	0,345	0,337	0,443
29	Alcool Peril.	-0,338	0,400	0,340	0,383
31	α -cubeno	-0,231	0,320	0,233	0,210
32	β -cubeno	-0,322	0,349	0,228	0,164
34	Cariofileno	-0,425	0,444	0,380	0,456
36	α -humuleno	-0,191	0,128	0,082	0,127
38	Valenceno	0,045	-0,029	-0,103	-0,235
40	β -elemeno	-0,267	0,320	0,138	0,062
43	Nootkatone	-0,531	0,552	0,480	0,503

Os resultados estão de acordo com AHMED *et al.* (1978) que afirmam que o α -pineno, limoneno e o Γ -terpineno contribuem positivamente ao sabor e aroma dos sucos processados. Segundo ATTAWAY & OBERBACHER (1968), o β -elemeno, cariofileno, farneseno, humuleno e δ -cadineno, são os maiores contribuintes ao odor de laranjas frescas. O valenceno é oxidado pelo oxigênio atmosférico, transformando-se em nootkatona, componente característico do sabor e aroma do grapefruit.

As cetonas (carvona e nootkatona), assim como os produtos de oxidação, obtiveram correlação negativa com o atributo "laranja" e positiva com os atributos "amargo", "remédio" e "cozido". Segundo PINO *et al.* (1986), a nootkatona fornece contribuição positiva ao sabor do suco, embora o autor afirme que os componentes como as cetonas e os produtos de oxidação possuam contribuições inversas. Esse elemento possui controvérsias, enquanto alguns autores afirmam essa substância como importante contribuinte à agradabilidade do sabor, particularmente de grapefruit (PINO *et al.*, 1986; SAWAMURA *et al.*, 1991), outros autores afirmam que tal odor é característico de suco passado (MOSHONAS & LAND, 1969). O carvona possui aroma de "alcarávia" ou "salsa", os quais são objetáveis, quando adicionados em misturas sintéticas, apresentando aroma de laranja. O nível de carvona no suco de laranja é esperado aumentar com a

decomposição oxidativa durante o armazenamento (AHMED et al., 1978a).

Na Figura 4 é apresentado um gráfico de pesos das primeiras duas componentes principais da Tabela 5. As letras no gráfico representam os atributos de sabor e aroma e os pontos representam os 43 componentes químicos listados nessa Tabela. Os componentes químicos situados à extrema direita do gráfico e indicados na área cercada como grupo I, com pesos positivos na Tabela 5 (hexanal, octanol, produtos de oxidação, terpineno-4-ol, ciscarveol, nerol, carvona, geraniol, álcool perililo e cariofileno) possuem correlações altamente positivas uns com os outros, sempre acima de 0,70. Todas estas correlações são significantes acima de 95% de confiança. Esses componentes químicos estão mais estreitamente associados com os atributos "amargo", "remédio" e "cozido". Os símbolos dos atributos são posicionados na parte superior à esquerda dos símbolos dos componentes químicos, representando os pesos para este grupo de substâncias químicas. Em geral as correlações entre as quantidades desses componentes químicos e desses três atributos são baixas, entre 0,35 e 0,55, mas são sempre significantes ao nível de 95% de confiança.

Os componentes químicos posicionados à extrema esquerda do gráfico (Figura 4) e indicados como grupo II, mirceno, octanal, δ -3-careno, limoneno, citronelal e neral

são alta e positivamente correlacionados entre si, com coeficientes de correlações acima de 0,70, todas significantes ao nível de 95% de confiança. Em adição, todos esses componentes químicos possuem coeficientes de correlação (entre $-0,70$ e $-1,00$) com os componentes químicos já mencionados, à extrema direita do gráfico.

Também o mirceno, octanal, δ -3-careno, limoneno, citronelal e neral são os mais estreitamente associados com o atributo "laranja". O símbolo para este atributo está localizado justamente à direita dos símbolos para esses componentes químicos. Todos esses componentes exibiram baixos, mas significantes níveis de correlação (entre 0,35 e 0,46) ao nível de 95% de confiança com o atributo "laranja".

Informando-se que o atributo "laranja" possui coeficientes de correlação negativos com o "amargo" ($-0,73$), "cozido" ($-0,71$) e "remédio" ($-0,59$) para os dados já investigados neste trabalho, pode-se afirmar (Figura 4) que o atributo "laranja" está à esquerda e os demais atributos ("amargo", "remédio" e "cozido"), estão à direita do gráfico. Em outras palavras, estas correlações negativas entre os atributos do sabor e aroma estão associadas aos componentes químicos localizados às extremas, direita e esquerda do gráfico da componente principal.

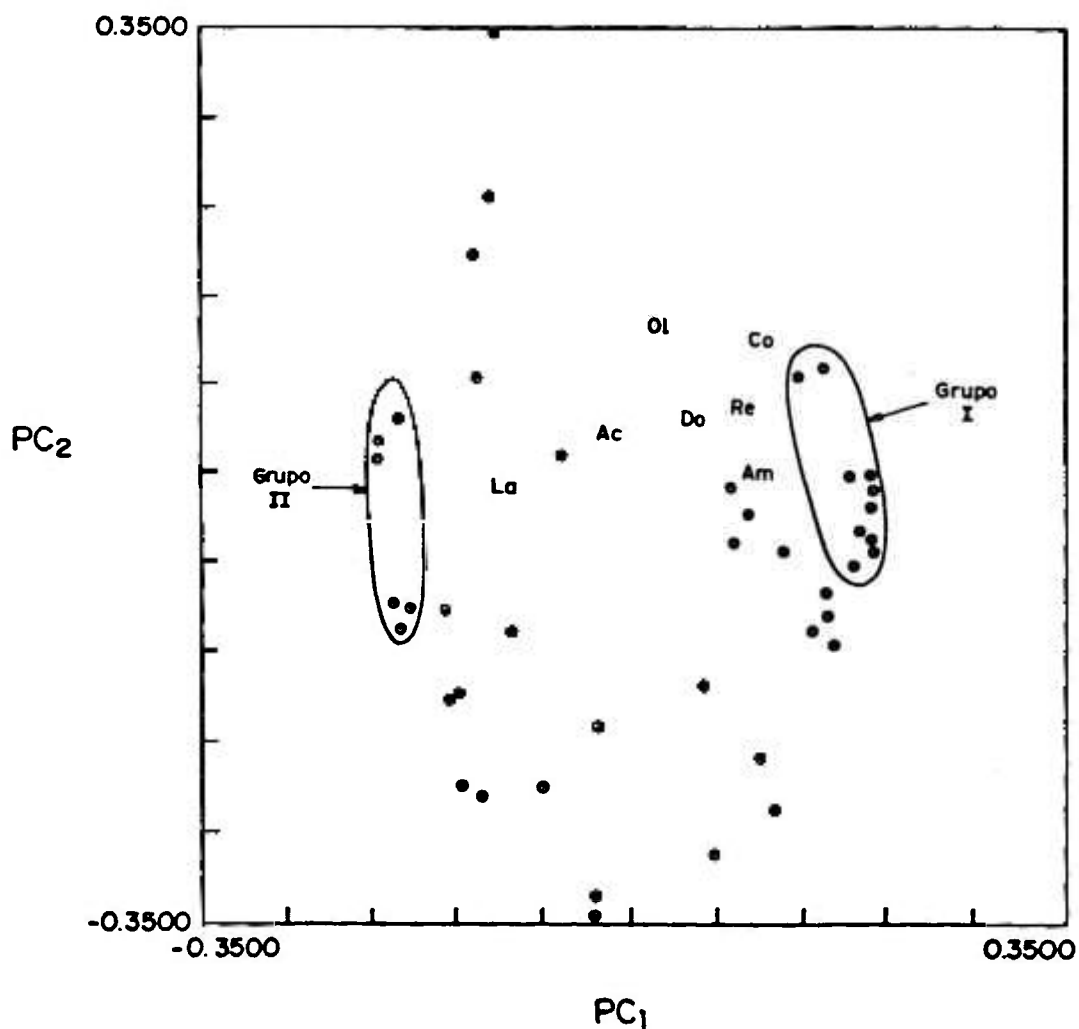


Figura 4. Gráfico da primeira e segunda componentes principais dos atributos dos componentes químicos. Os pontos pretos correspondem aos picos cromatográficos do óleo essencial das Tabelas 1 e 2. Os símbolos são La, laranja; Ac, ácido; Ol, óleo; Re, remédio; Co, cozido; Am, amargo; Do, doce.

4.3. Avaliação dos Efeitos de dose no Sabor e Aroma do Suco de Laranja Concentrado e irradiado

Os atributos apresentados no suco irradiado e armazenado, foram muito mais influenciados pela temperatura e período de armazenamento, do que significativamente pelas doses de radiação. Objetivando-se verificar a contribuição específica das doses de radiação, foi realizado novo experimento, empregando-se apenas as doses de radiação (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5 kGy), eliminando-se os demais fatores (temperatura e período de armazenamento).

Os dados obtidos das avaliações sensoriais para as variáveis "laranja", "ácido", "amargo", "remédio", "cozido" e "doce" (Apêndice 7), foram submetidos às análises de variância, e as médias aritméticas e os índices de assimetria encontram-se na Tabela 7.

Os resultados foram semelhantes aos descritos anteriormente, para os efeitos combinados (dose x temperatura de armazenamento x período de armazenamento), apresentando, os atributos "laranja", "amargo", "remédio" e "cozido", desvios padrões mais altos, ou seja, acima de um.

Tabela 7. Médias e desvios padrões dos atributos do suco de laranja irradiado

VARIÁVEIS	MÉDIAS	DESVIOS PADRÕES
Laranja	5,494	1,098
Acido	4,681	0,988
Amargo	3,527	1,269
Remédio	4,079	1,522
Cozido	3,206	1,548
Doce	3,681	0,895

Os coeficientes de correlação desses atributos foram menores para o suco tratado somente com as doses de radiação, embora conservassem as mesmas características do tratamento combinado, com os atributos "remédio", "cozido" e "amargo", com correlações positivas entre si, e somente o remédio com correlação negativa com o "laranja" (Tabela 8).

A análise das componentes principais (Tabela 9) mostra que as duas primeiras componentes principais explicam 58,1% da variância estatística. A primeira componente principal explica 37,6% da variância total e tem contribuições de apenas três atributos: "laranja", "remédio" e "cozido", obtendo os atributos "remédio" e "cozido", valores negativos, e o atributo "laranja" valores positivos para esta componente.

Tabela 8. Coeficientes de correlação (r) para os atributos de sabor do suco de laranja irradiado

ATRIBUTOS	CORRELAÇÕES (r)
Laranja - remédio	-0,556
Cozido - remédio	0,554
Cozido - amargo	0,543

A segunda componente principal, que explica 20,5% da variância total (Tabela 9), tem maior contribuição dos atributos "ácido", "amargo" e "doce", com todos os valores apresentando resultados positivos para a segunda componente principal. A terceira componente principal, com 17,5% da variância possui altos valores negativos para os atributos laranja e amargo e valor positivo para o ácido.

Tabela 9. Pesos e variâncias das principais componentes para os atributos de sabor e aroma do suco de laranja irradiado.

ATRIBUTOS	COMPONENTES PRINCIPAIS		
	1	2	3
Laranja	0,460	-	-0,427
Ácido	-	0,619	0,474
Amargo	-	0,478	-0,592
Remédio	-0,530	-	-
Cozido	-0,575	-	-
Doce	-	0,611	-
VARIÂNCIA (%)	37,600	20,500	17,500

% Variância total preservada nas 3 componentes = 75,6%

A Figura 5 mostra o gráfico para as doses de radiação deste primeiro conjunto. Verifica-se que a primeira componente pode discriminar a testemunha das demais doses de radiação (2,5; 5,0 e 7,5 kGy), as quais estão consideravelmente superpostas ao longo dessa componente. Isto explica a dificuldade dos provadores em discriminar as doses 2,5; 5,0 e 7,5 kGy, havendo apenas diferenças dessas para a testemunha, nos atributos "laranja", "remédio" e "cozido". Do mesmo modo, a segunda componente principal, que é dominada

pelos atributos "ácido", "amargo" e "doce", não consegue discriminar as doses de radiação para tais atributos.

Resultados interessantes podem ser observados para os tratamentos na Figura 6, através do dendograma hierárquico, das doses de radiação para o cálculo dos valores dos atributos. Um agrupamento dos tratamentos com 7,5 kGy na parte de baixo da curva discrimina parcialmente tal dose das demais, para os diferentes atributos do suco de laranja irradiado. A testemunha se apresentou mais ou menos agrupada, apresentando também certa discriminação em relação aos demais tratamentos.

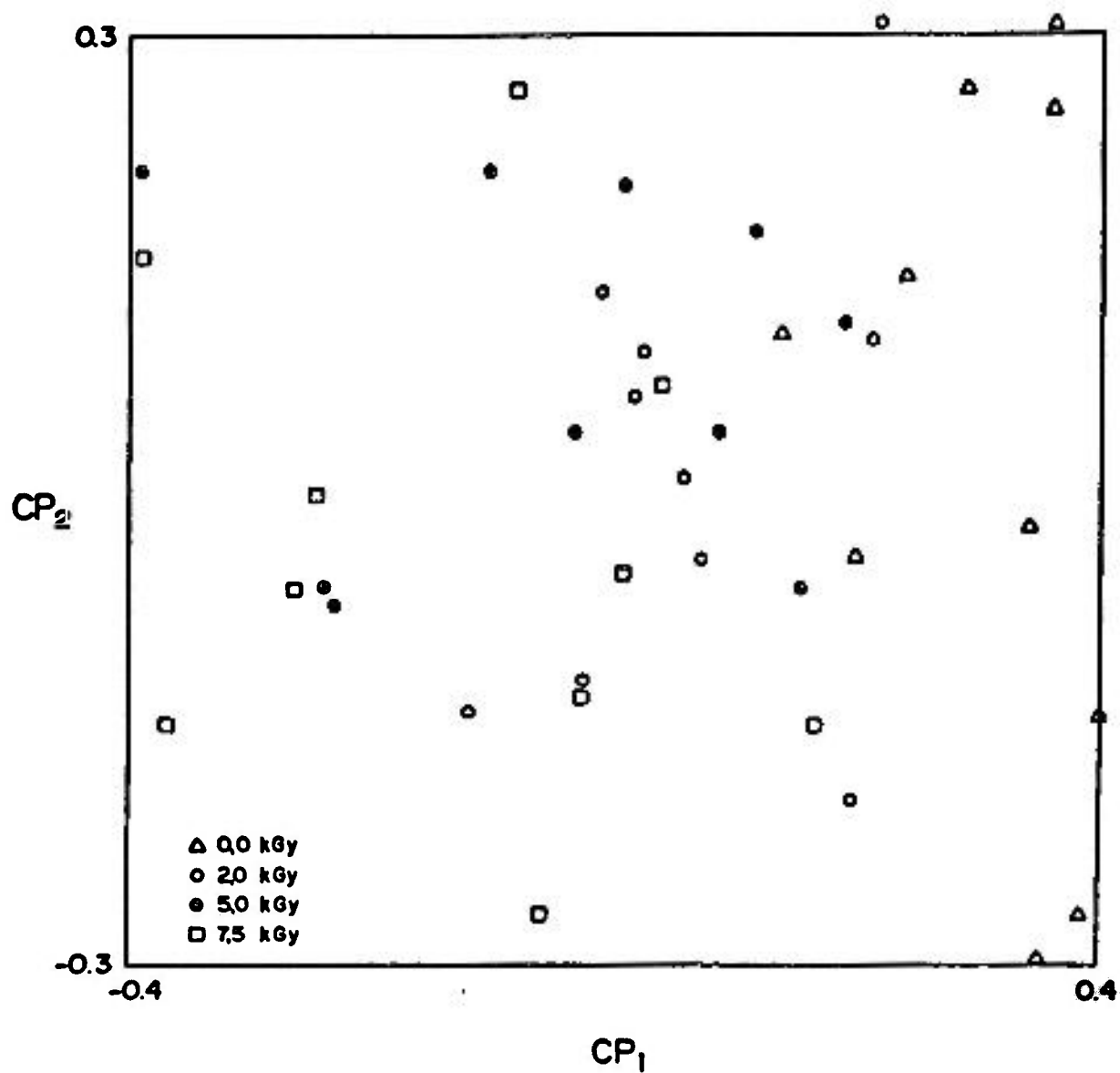


Figura 5. Gráfico dos pesos das duas primeiras componentes para os atributos do perfil de sabor do suco de laranja irradiado

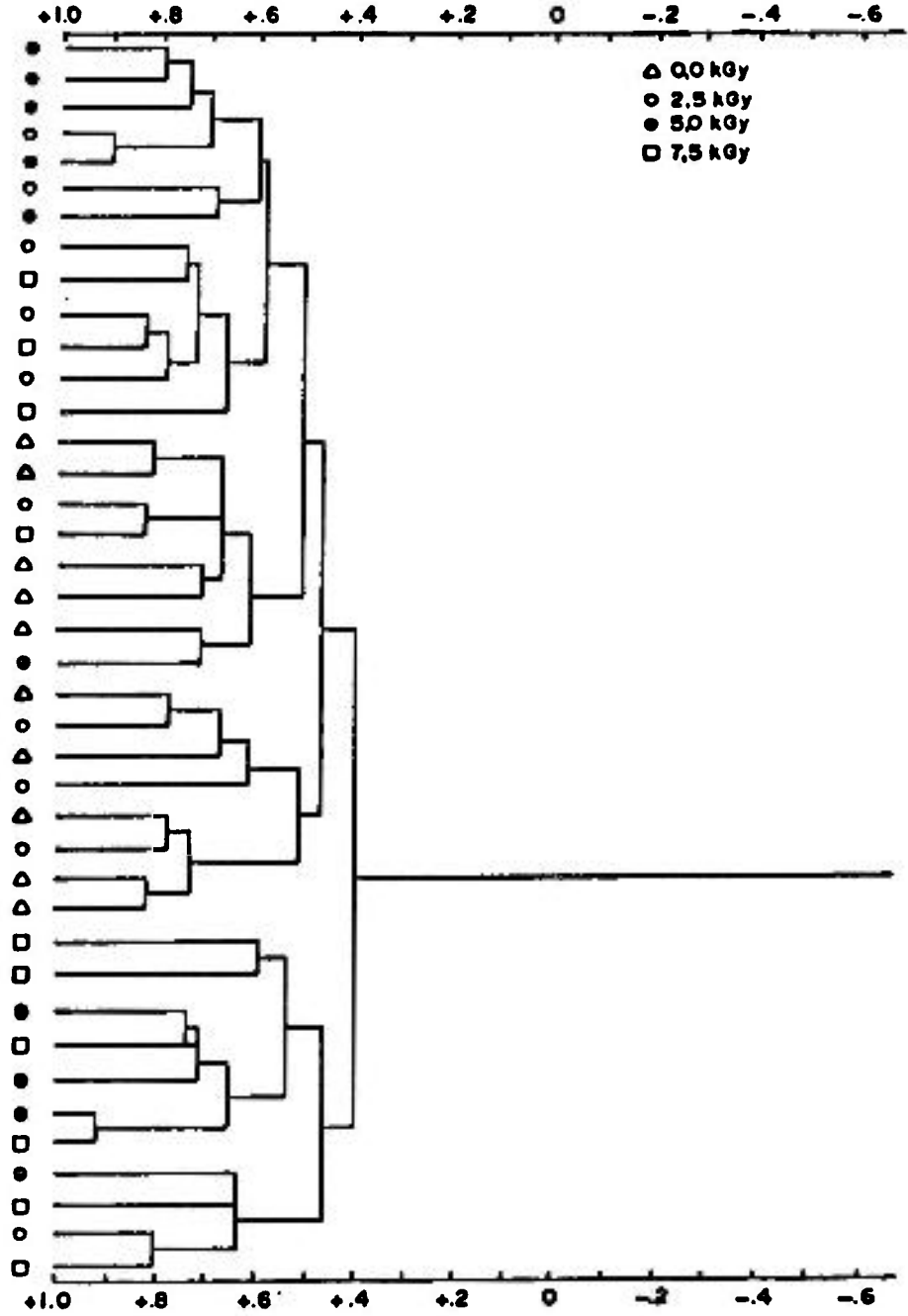


Figura 6. Dendrograma hierárquico das doses de radiação para os atributos de sabor do suco de laranja irradiado.

4.4. Avaliação dos efeitos de doses nos componentes do óleo essencial irradiado.

A Tabela 10 apresenta as médias dos componentes químicos do aroma do óleo essencial.

Tabela 10. Médias e desvios padrões dos dados cromatográficos óleo essencial irradiado (% área).

VARIÁVEIS	MÉDIAS E	DESVIOS PADRÕES
1 hexanal	4,125 x 10 ⁻³	5,633 x 10 ⁻⁴
2 tuiene	4,000 x 10 ⁻³	0,000 x 10 ⁰
3 α -pinene	5,592 x 10 ⁻¹	2,044 x 10 ⁻³
4 canfene	3,900 x 10 ⁻³	3,038 x 10 ⁻⁴
5 sabinene/ β -pinene	4,251 x 10 ⁻¹	2,331 x 10 ⁻¹
6 mircene	2,014 x 10 ⁰	1,246 x 10 ⁻²
7 octanal	2,796 x 10 ⁻¹	5,688 x 10 ⁻³
8 δ -3-carene	2,753 x 10 ⁻¹	3,242 x 10 ⁻³
9 limonene	9,508 x 10 ¹	1,453 x 10 ⁻²
10 β -felandrene	1,400 x 10 ⁻²	0,000 x 10 ⁰
11 γ -terpinene	7,950 x 10 ⁻³	3,266 x 10 ⁻³
12 octanol	1,647 x 10 ⁻²	6,400 x 10 ⁻⁴
13 terpinolene	3,913 x 10 ⁻²	5,633 x 10 ⁻⁴
14 linalool	3,089 x 10 ⁻²	1,584 x 10 ⁻³
15 nonanal	7,047 x 10 ⁻¹	2,088 x 10 ⁻³
16 Et-3-OH-hexanoato	5,950 x 10 ⁻³	1,413 x 10 ⁻³
17 óxido de limoneno	1,530 x 10 ⁻²	2,893 x 10 ⁻³
18 citronelal	5,920 x 10 ⁻²	6,076 x 10 ⁻⁴
19 terpinene-4-ol	3,900 x 10 ⁻³	3,038 x 10 ⁻⁴
20 α -terpineol	5,115 x 10 ⁻²	4,246 x 10 ⁻³
21 decanal	2,124 x 10 ⁻¹	2,148 x 10 ⁻³
22 cis carveol	1,243 x 10 ⁻²	1,796 x 10 ⁻³
23 nerol	1,242 x 10 ⁻²	5,495 x 10 ⁻⁴
24 neral	4,840 x 10 ⁻²	5,454 x 10 ⁻⁴
25 carvona	1,023 x 10 ⁻²	2,684 x 10 ⁻³
26 geraniol	4,075 x 10 ⁻³	2,667 x 10 ⁻⁴
27 geranial	7,520 x 10 ⁻²	6,485 x 10 ⁻⁴
28 perilaldeído	2,855 x 10 ⁻²	5,524 x 10 ⁻⁴
29 álcool perililo	1,450 x 10 ⁻²	6,794 x 10 ⁻⁴

30 acetado de peril	1,155 x 10 ⁻²	5,038 x 10 ⁻⁴
31 α -cubene	2,565 x 10 ⁻²	4,830 x 10 ⁻⁴
32 β -cubene	2,807 x 10 ⁻²	2,667 x 10 ⁻⁴
33 dodecanal	3,547 x 10 ⁻²	5,541 x 10 ⁻⁴
34 cariofilene	1,295 x 10 ⁻²	2,207 x 10 ⁻⁴
35 transbergamotene	2,098 x 10 ⁻²	1,581 x 10 ⁻⁴
36 α -humulene	5,900 x 10 ⁻³	3,038 x 10 ⁻⁴
37 aromadendrene	2,123 x 10 ⁻²	6,975 x 10 ⁻⁴
38 valencene	9,225 x 10 ⁻³	5,305 x 10 ⁻⁴
39 δ -cadinene	2,877 x 10 ⁻²	4,335 x 10 ⁻³
40 β -elemene	7,975 x 10 ⁻³	1,581 x 10 ⁻⁴
41 β -sinensal	1,012 x 10 ⁻²	3,349 x 10 ⁻⁴
42 α -sinensal	7,275 x 10 ⁻³	4,522 x 10 ⁻⁴
43 nootkatone	6,300 x 10 ⁻³	5,639 x 10 ⁻⁴

F(5%) = 6,45

Analisando-se a significância e correlação dos seis atributos do suco de laranja irradiado, com os 43 picos cromatográficos (Tabela 11), constata-se um valor F altamente significativo para "laranja", "remédio" e "cozido", com coeficientes de correlação positivos desses atributos com os componentes do óleo essencial.

Tabela 11. Análise de significância e correlação dos atributos do suco irradiado com os dados cromatográficos do óleo essencial.

ATRIBUTOS	TESTE F	COEF. CORREL.	SIGNIFICÂNCIA
Laranja	6,630	0,514	Sim
Ácido	3,377	0,393	Sim
Amargo	0,726	0,194	Não
Remédio	31,184	0,792	Sim
Cozido	8,902	0,570	Sim
Doce	0,212	0,106	Não

A Tabela 12 apresenta as duas componentes principais, as quais explicam apenas 46,5% da variância estatística e tem contribuições quase iguais para todos os atributos. A primeira componente principal possui valores positivos para o canfeno, sabineno, mirceno, octanal, terpinoleno, linalool, acetato-2-etil-hexila, nerol, neral, perilaldeído, β -cubeno, dodecanal, aromadendreno e α -sinensal. Esses componentes químicos estão relacionados com o sabor e aroma do suco não irradiado (testemunha), apresentado na Figura 7, onde a primeira componente principal discrimina notoriamente a testemunha dos demais tratamentos com diferentes doses de radiação.

Os valores negativos da primeira componente principal (Tabela 12) para os elementos Γ -terpineno, octanol, nonanal, produtos de oxidação, citronelal, decanal, cis-carveol, carvona, geranial, álcool perillilo, acetato de perila e terpineno-4-ol, indicam que eles pertencem ao suco irradiado.

Tabela 12. Pesos das principais componentes do óleo essencial irradiado.

	COMPONENTES PRINCIPAIS	
	1	2
1 Hexanal	-	-
2 Tuieno	-	-
3 α -pineno	-	-0,304
4 Canfeno	0,131	-0,107
5 Sabineno	0,109	-0,209
6 Mirceno	0,212	-0,149
7 Octanal	0,178	-
8 δ -3-careno	-	-
9 Limoneno	-	0,406
10 β -phelandreno	-	0,106
11 Γ -terpineno	-0,200	-0,205
12 Octanol	-0,136	-
13 Terpinoleno	0,207	0,154
14 Linalool	0,230	-
15 Nonanal	-0,209	-0,102
16 Prod. oxidação	-0,236	-
17 Citronelal	-0,250	-
18 Terpinene-4-ol	-0,225	0,258
19 α -terpineol	-	-
20 decanal	-0,211	-0,171
21 Ac.-2-etil hexila	0,129	-
22 Cis-carveol	-0,239	-0,139
23 Nerol	0,169	-0,170
24 Neral	0,142	-0,321
25 Carvona	-0,250	-
26 Geraniol	-	-
27 Geranial	-0,182	-0,130
28 Perilaldeído	0,206	-
29 Alcool Perililo	-0,129	-
30 Acetato Perila	-0,160	-
31 α -cubeno	-	-
32 β -cubeno	0,131	-
33 Dodecanal	0,198	-0,160
34 Cariofileno	-	-
35 Transbergamoteno	-	-
36 α -humuleno	-	-0,101
37 Aromadendreno	0,212	0,131
38 Valenceno	-	0,294
39 δ -cadineno	-	-
40 β -elemeno	-	-
41 β -sinensal	-	0,188
42 α -sinensal	0,187	-0,150
43 Nootkatone	-	0,155

(a) - Valores expressos em porcentagem de área dos picos cromatográficos.

O limoneno e o α -terpineol não apresentaram nenhum valor na primeira componente principal, e esses componentes químicos são os elementos que mais se degradam em outros processos de conservação do suco de laranja (ASKAR *et al.*, 1973; BIELIG *et al.*, 1980; DUERR *et al.*, 1981). KIRKNER & MILLER (1957) e RYMAL *et al.* (1968) relataram o α -terpineol como um produto de degradação do suco de laranja sob longo período de armazenamento. Tal componente químico foi considerado como característico dos sabores "amargo", "remédio" e "cozido" no suco irradiado e armazenado.

O hexanal, da mesma forma que o α -terpineol e o limoneno, não apresentou nenhum valor na primeira componente principal. Esse foi um componente já estudado em processos de radiação e apresentou decréscimos com diferentes doses, em intervalos de mega-rads (BARRERA *et al.*, 1967).

Observa-se pela Figura 7, que as doses foram nitidamente separadas umas das outras, para os dados cromatográficos, formando grupos distintos da testemunha e das demais doses e, conforme aumentou o nível de dose, aumentaram os valores dos elementos do suco irradiado. Conclui-se portanto, que os elementos γ -terpineno, octanol, nonanal, produtos de oxidação, citronelal, decanal, cis-carveol, carvona, geranial, álcool perililo, acetato de perila e terpineno-4-ol, sejam os principais responsáveis pelo sabor e aroma do suco de laranja irradiado, e aumentam em quantidade, à medida que aumentam as doses de radiação.

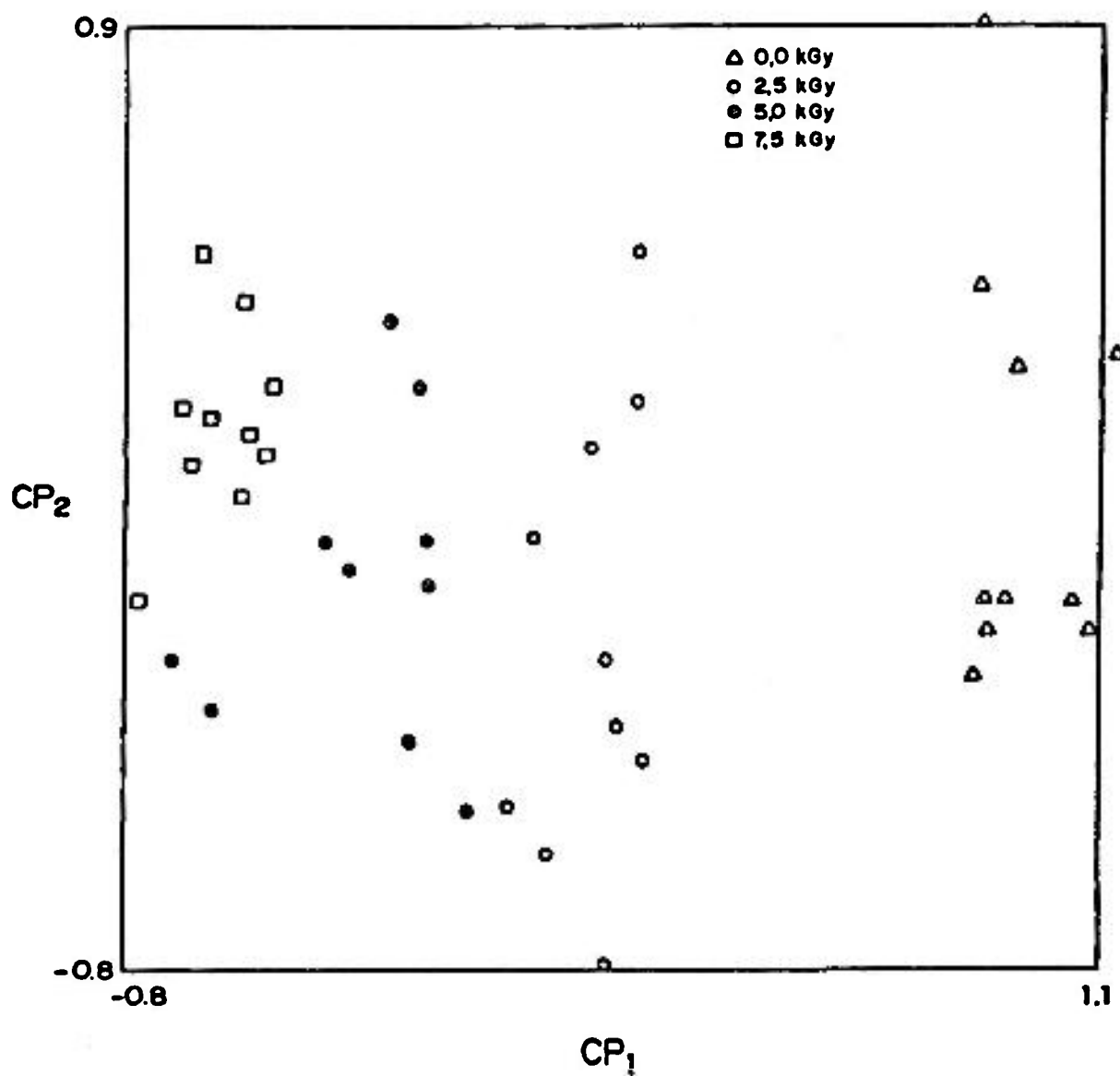


Figura 7. Gráfico dos escores das duas primeiras componentes principais para os dados cromatográficos do óleo essencial.

5. CONCLUSÕES

As amostras do suco concentrado que mais estreitamente se relacionaram com o atributo "laranja", foram as armazenadas somente por um dia. Estas amostras foram armazenadas a 0°, 5° e 25°C e receberam doses de radiação acima de 5,0 kGy. Um acréscimo no período de armazenamento a 0° e 5°C resultou em baixos valores para o atributo "laranja", com consequentes aumentos no atributo "óleo".

As amostras irradiadas e armazenadas por trinta, sessenta e noventa dias a 25°C estiveram mais estreitamente relacionadas com os atributos "amargo", "remédio" e "cozido". A dose máxima de 7,5 kGy aumentou os valores dos atributos "remédio" e "cozido" para estas amostras.

A principal diferença detectada pelos provadores para o armazenamento a 0° e 5°C foi para os atributos "doce", "ácido", "remédio" e "óleo". As amostras armazenadas por mais que um dia a 0°C estiveram mais estreitamente correlacionadas ao "doce", enquanto aquelas armazenadas a 5°C correlacionaram-se mais aos atributos "ácido", "óleo" e "remédio".

Os componentes químicos, mirreno, actanal, δ -3-careno, limoneno, citronelal e neral estiveram correlacionados entre si com coeficientes de correlação altos e estatisticamente significantes. Todos esses componentes químicos possuem correlações positivas com o atributo "laranja" do suco de laranja irradiado e armazenado.

O grupo do hexenal, actanol, produtos de oxidação, terpineno-4-ol, cis-carveol, nerol, carvona, geraniol, álcool perililo e cariofileno, pode ser correlacionado aos atributos "amargo", "remédio" e "cozido" do suco de laranja irradiado e armazenado.

O suco de laranja concentrado e irradiado foi caracterizado principalmente pelos atributos "remédio" e "cozido". O aumento nas doses de radiação provocou um aumento no valor desses atributos, diminuindo o valor do atributo "laranja".

Os componentes químicos, Γ -terpineno, nonanal, produtos de oxidação, citronelal, terpineno-4-ol, decanal, cis-carveol e carvona, podem ser correlacionados com os atributos "remédio" e "cozido" do suco de laranja irradiado.

O suco de laranja somente irradiado foi caracterizado pelos atributos "cozido" e "remédio". O aumento nas doses de radiação provocaram um aumento no valor desses atributos, diminuindo a intensidade do atributo "laranja".

Os componentes químicos, γ -terpineno, nonanal, produtos de oxidação, citronelal, terpineno-4-ol, decanal, cis-carveol, carvona, geranial, álcool-perililo, acetato de perila e terpineno-4-ol, caracterizaram o suco de laranja concentrado irradiado.

A Análise de Correspondência e Análise das Componentes Principais, é um procedimento particularmente conveniente para a associação dos atributos do sabor e aroma com as amostras estudadas, permitindo uma descrição gráfica de como as diferentes condições de tratamento do suco de laranja concentrado afetaram os vários atributos de sabor e aroma.

6. BIBLIOGRAFIA

ABBAS, M.Z.M. Técnicas quimiométricas na avaliação da água das chuvas em Cubatão, Piracicaba, 1989. (Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Univ. São Paulo).

AHMED, E.M.; DENNISON, R.A.; DOUGHERTY, R.H.; SHAW, P.E.
Flavor and odor thresholds in water of selected orange juice components. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 26: 187-191, 1978a.

AHMED, E.M.; DENNISON, R.A.; SHAW, P.E. Effect of selected oil and essence volatile components on flavor quality of pumpout orange juice. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 26: 368, 1978b.

AISHIMA, T. Glass capillary chromatography profiles of soy sauce aroma correlated with sensory assessment. *Agriculture Biological Chemistry*, 45: 2847-2853, 1981.

AISHIMA, T. Recent advances in flavor research using Chemometrics. *Acta Alimentária* 18(2): 225-243, 1989.

AISHIMA, J.A. & NOBUARA, A. Flavour evaluation by multiple regression analysis of gas chromatographic patterns in soy sauce. *Food Chemistry*, 2: 161-175, 1977.

ARCTANDER, S. "Perfume and Flavor Chemicals". Vols. I and II. S. Arctander, Montclair, N.Y., 1969.

ASKAR, A.; BIELIG, H.J.; TREPTOW, H. Aroma changes in orange juice. II. Aroma changes during manufacture and storage of bottled orange juice. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 69(10): 360-64, 1973a.

ASKAR, A.; BIELIG, H.J.; TREPTOW, H. Aroma changes in orange juice. III. Model studies on the losses of linalool and limonene during storage in bottles and cans. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 69(10): 360-64, 1973b.

ATTAWAY, J.A. & OBERBACHER, M.F. Studies on the aroma of intact Hamlin oranges. *Journal of Food Science*, 33: 287-289, 1968.

BARRERA, R.; de la Cruz, F.; GASCO, L.; MANIERO, J. Effects of irradiation on the volatile components of fruit juices, 1st Report, Seibersdorf Project Report SPR-20, 1967.

BIELIG, H.J.; ASKAR, A.; TREPTOW, H. Aroma changes in orange juice. I. Model experiments on formation of nootkatone during storage of canned orange juice. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 68(6): 173-75, 1972.

BIELIG, H.J.; ASKAR, A. Aroma during manufacture and the storage of orange juice in bottles. In: IV INTERNATIONAL CONGRESS OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY v.1, 1974. p. 33-34.

BIELIG, H.J.; ASKAR, A.; TREPTOW, H. Aroma changes in orange juice. *Forstschritte in der Lebensmittelwissenschaft*, 9(1): 96, 1980.

BISANI, M.L.; FARAONE, D.; CLEMENTI, S.; ESBENSEN, K.H.; WOLDS, S. Principal components and partial least squares analysis of the geochemistry of volcanic rocks from the aeolian archipelago. *Analytica Chimica Acta*, 150(1): 129-43, 1983.

BLAIR, J.S., GODAR, E.M., MASTERS, J.E., RIESTER, D.W. *Food Research*, 17: 235, 1952.

BOELENS, M.H.; Van GEMERT, L.J. Organoleptic properties of aliphatic aldehydes. *Perfum Flavorist*, 12: 31, 1987.

- BRADDOCK, R.J.; WOLFORD, R.W.; DENNISON, R.A.; AHMED, E.M.
Irradiation-induced changes in the volatile constituents
of Valência oranges. *Journal American Society of
Horticultural Science*, 95: 437, 1970.
- BREKKE, Y.E.; TONAKI, K.; MOY, J.H. The effect of gamma
irradiation and refrigeration on spoilage and microbial
population in guava pure concentrate. *Food Irradiation*,
8(4): 10, 1968.
- BRUEMMER, J.H. Aroma substances of citrus fruits and their
biogeneses. IN: SYMPOSIUM ON FRAGRANCE AND FLAVOUR
SUBSTANCES, 1975.
- BRUNS, R.E.; SCARMÍNIO, I.S. Sistema Computacional Arthur
para microcomputadores: manual do usuário. UNICAMP,
Campinas, 1988. 61p.
- BUTTERY, R.G. Vegetables and fruit flavours. In: TERANISHI,
R., FLATH, R.A. & SUGISAWA, H. Flavour research -- recent
advances. New York, 1981. p.175-216.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. Experimental designs, 2.ed. New
York, John Wiley, 1957.

COOLEY, W.W.; LOHNES, P.R. *Multivariate Data Analysis*, Wiley and Sons, Inc., New York, 1971.

DAVIS, J.C. *Statistics and data analysis in geology*. New York, John Wiley, 1973.

DERDE, M.P.; COOMANS, D.; MASSART, D.L.: SIMCA demonstrated with characterization and classification of italian olive oil. *Journal Association Official Analytical Chemistry*, 67, 721-727, 1984.

DHARKAR, S.D.; SAVAGON, K.A.; KUMPTA, V.S.; SREENNIVASAN, A. Development of a radiation process of some indian fruits; mangoes and sapodillas. *Journal of Food Science*, 31: 22-8, 1966.

DUBOIS, C.W. and MUDOCK, D.I. The effect of concentration on quality of froze juice with particular reference to 58, 52°C and 42° Brix products. 1- Chemical and phisiological effects. *Food Tecnology*, 9: 60-3, 1955.

DUBOIS, P.; ZENZ, H.; STEHLIK, G. ; KAINDL, K. Analyse des constituntes volatiles des jus de pommes irradiés. IN: *Food Irradiation*. IAEA, STI/PUB/127, Vienna, 1966. p. 219-228.

DUERR, P.; SCHOBINGER, V.; WALDVOGEL, R. Aroma quality of orange juice after filling and storage in soft packages and glass bottles. *Alimenta*, 4(20): 91-93, 1981.

DUERR, P.; SCHOBINGER, V. The contribution of some volatiles to the sensory quality of apple on orange juice odour. *Flavour*, 81: 179-93, 1981.

GILLETTE, M. Applications of Descriptive Analysis. *Journal of Food Protection*, 47(5): 403-409, 1984.

GUADAGNIE, J.L.; BOMBEN; MANHEIM, T.C. Effect of temperature on stability of orange aroma solution. *Journal of Food Science*, 35: 279, 1970.

GUENTER, E.S.; GRIMM, C.H. Identification of citral in orange oil. *Journal of American Chemical Society*, 60: 933, 1938.

HARPER, A.M.; KOWALSKI, B.L. Individualized differences scaling, the analysis of independent sets of measurements: an application in environmental analytical chemistry. *Analytical Letters*, 12(7): 693-7, 1979.

HOANG, N.H.; JULIEN, J.P. Effects of heating and irradiation (post-irradiation) on the flavour and colour of apple juice. *C. Inst. Journal of Food Technology*, 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*, 10(3): 81-6, 1974.

IMAI, T.; HARTE, B.R.; GIACIN, J.R. Partition distribution of aroma volatiles from orange into selected polymeric sealant films. *Journal of Food Science*, 55(1): 158-61, 1990.

IZQUIERDO, L.; SERRA, P. Analysis of flavor and volatile content of orange juice. *Proceedings of Eurofood Chemistry*, 2, 302-307, 1978.

JOHNSON, J.D.; VORA, J.D. Natural citrus essences. *Food Technology*, 37(12): 92, 1983.

JORESLOG, K.G.; KLOVAN, J.E.; REYMENT, R.A. Geological Factor Analysis, Elsevier Scientific, Amsterdam, mode R 68-85 Q 86-100, correspondence anal 107-115, 1976.

KAINDL, K. International programme on irradiation of fruit and fruit juices. IN: Symposium on Food Irradiation. Vienna 1966. *Proceedings*, Vienna, IAEA, 701-13, 1966.

KAUPERT, N.L.; LESCANO, H.G.; KOTLIAR, N. Conservation of apple and pear juice concentration by energetic heat and radiation. IN: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMBINATION PROCESS IN FOOD IRRADIATION, Colombo, 1980. Proceedings. Vienna, IAEA, 205-16, 1981.

KEFFORD, J.F. The chemical constituents of citrus fruits. *Advance Food Research*, 9, 285-372, 1959.

KIRCHNER, J.G. AND MILLER, J.M. Volatile oil constituents of grapefruit juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1: 512-518, 1953.

KIRCHNER, J.G.; MILLER, J.M. Volatile water soluble and oil constituents of Valência orange juice. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, 283, 1957.

KISS, I. Radiation preservation of fruit juices semi-concentrates prepared by cryoconcentration. *Acta Alimentaria*, Budapest, 2(3): 275-83, 1973.

KOCH, J. Aroma changes in pasteurized orange juice. *Iluessiges Obst*, 40(2): 161-71, 1972.

KOWALSKI, B.R.; BENDER, C.F. Pattern recognition: a powerful approach to interpreting chemical data. *Journal of American Chemical Society*, 94: 5632, 1972.

KOWALSKI, B.R. Analytical chemistry as an information science. *Trends Analytical Chemistry*, 1: 71-74, 1981.

KWAN, W.O.; KOWALSKI, B.R. Classification of wines by applying pattern recognition to chemical composition data. *Journal of Food Science*, 43(4): 1320-23, 1978.

LAFUENTE, B.; GASQUE, F.; NIETO, P.; IZQUIERDO, L. Frozen concentrated orange juice from varieties grown in Valência (Spai). *Revista Agroquímica y Alimentícia*, 9: 82, 1979.

LAFUENTE, B.; GASQUE, F.; IZQUIERDO, L.; NADAL, M.I.; NAVARRO, J.L. Influence of the aromatic fraction on the stability of concentrate orange juice during refrigerated storage. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 4(20): 531-36, 1980.

MACCALLEY, D.V.; TORRES-GRIFOL, J.F. Analysis of volatiles from oranges in good and bad condition by gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. *Analyst*, 117: 721-725, 1992.

MARDIA, K.V.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. Principal Component Analysis, Ch.8. Multivariate Analysis, In: Z. W. Virnbaum and E. Lukasc. 1.ed. London, Academic Press Inc., 1979. p.213-246.

MARTENS, M. & MARTENS, H.: Partial least squares regression. In: PIGGOTT, J.R.: Statistical procedures in food research. Elsevier Applied Science, 293-359, 1986.

MOSHONAS, M.G.; LUND, E.D. Aldehydes, ketones and esteres in Valência Orange Peel Oil. *Journal of Food Science*, 34: 502, 1969.

MOSHONAS, M.G.; SHAW, P.E. Effects of low dose Γ -irradiation on grapefruit products. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, 32: 1098, 1984.

MOSHONAS, M.G.; SHAW, P.E. Flavor evaluation of volatile constituents of stored aseptically packaged orange juice. *Journal of Food Science*, 54: 82, 1989.

MUNHOZ-BURGOS, R.A. Uso de la radiacion gamma para extender el tiempo de conservation de jugos de algunas frutas exóticas. IN: SEMINÁRIO SOBRE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS PARA PAÍSES DA AMÉRICA LATINA, 1., Quito, 1985. Actas. Vienna, IAEA, 1-25, 1985.

NAGASHIMA, T.; ASARI, T.; OBARA, T. Studies on the flavor and aroma of peel oil from *Citrus unshiu* irradiated with cathod rays. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkai-Shi*, 22: 606, 1975.

NAVES, Y.R. The aldehyde fraction essential oil of sweet orange. *Perfume Essential Oil Record*, 22: 295, 1974.

NIESPEROS-CARRIEDO, M.O.; SHAW, P.E. Volatile flavor components of fresh and processed orange juices. *Food Technology*, 1990.

PIELOU, E.C. The interpretation of ecological data. New York, John Wiley, 1984.

PINO, J.A.; TORRICELLA, R.G.; ORSI, F. Correlation between sensory and Gas-chromatografic measurements on grape-fruit juice volatiles. *Acta Alimentária*, 15(3): 237-246, 1986.

POORE, H.D. Analysis and composition of California lemon and orange oils. U.S. *Departament of Agriculture Tecnology Bulletin*, 1: 241, 1932.

RODIN, J.O.; HIMEL, C.M.; SILVERSTEIN, R.M. Volatile flavor and aroma components of pineapple. *Journal of Food Science*, 30: 280, 1965.

RYMAL, K.S.; WOLFORD, R.W.; AHMED, E.M.; DENNISON, R.A.

Changes in volatile flavor constituents of canned single
trenght orange juice as influenced by storage temperature.

Food Tecnology, 22: 1592, 1968.

SAWAMURA, M; SHICHIRI, K; OOTANI, Y.; ZHENG. X.H. Volatile

constituents of several varieties of pomelos and
characteristics among Citrus species. *Agricultural*

Biologycal Chemistry, 55(10): 2571-2578, 1991.

SCARMINIO, I.S. Desenvolvimento de um sistema Quimiométrico

para microcomputadores e algumas aplicações. Campinas,

1989. (Tese de doutoramento, Instituto de Química,

Universidade de Campinas).

SHARAF, M.A.; ILLMANN, D.L.; KOWALSKI, B.R. *Chemistries*. New

York, John Wiley, 1986.

SHAW, P.E. The flavour of non-alcoolic fruit beverages. In:

"Food Flavours. Part B. The Flavour of Beverages", ed.

E.D. Morton, and A.J. Macleod, Elsevier, Amsterdam, 1986.

SHIFFMAN, S.S.; REYNOLDS, M.L.; YOUNG, F.W.: *Introdution to*

multidimensional scaling: theory methods and applications.

Academic Press, New York, 1981.

SJÖSTROM, L.B., Correlation of objective-subjective methods as applied in the food field. Correlation of subjective-objective methods in the study of odors and taste, ASTM STP 440, American Society for Testing and Materials, 3-16, 1968.

SLATER, C.A.; WATKINS, W.T. *Journal of Food Science and Agriculture*, 15: 657, 1964.

SOUNIS, E. Bioestatística; princípios fundamentais, metodologia estatística, aplicação às ciências biológicas. 2ed. São Paulo, McGraw-Hill, 1975.

SPOTO, M.H.F. Radiação gama na conservação do suco concentrado de laranja; características físicas, químicas e sensoriais. Piracicaba, 1988. (Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Univ. de São Paulo).

STONE, H.J.; SIDEL, S.; OLIVIER, A.; WOOLSEY, R.C.; SINGLETON. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology*, 28(11): 24-34, 1974.

TATUM, J.H.; NAGY, S.; BERRY, R.E. Degradation Products Formed in Canned Single Strength Orange Juice During Storage. *Journal of Food Science*, 40: 707-709, 1975.

VELEZ, C.; COSTELL, E.; ORLANDO, L.; NADAL, M.I.; SENDRA, J.M.; IZQUIERDO, L. Multidimensional Scaling as Method to Correlate Sensory and Instrumental Data of Orange Juice Aromas. *Journal Science and Food Agriculture*, 61: 41-46, 1993.

WILLIAMS, W.T. Pattern analysis in agricultural science. Melbourne, CSIRO; Amsterdam, Elsevier, 1976.

WILSKA-JESZKA, J.; SKORUPINSKA, A. Evaluation of radurized and pasteurized fruits juices during 12 months of storage. *Sesz. Nauk. Politech. Lodz. Chemia Spozywcza*, 23: 243-59, 1975.

ZAGATTO, E.A.G. Análises químicas multielementares em sistemas FIA-ICP-GSAM e classificações dos solos do Estado de São Paulo. Campinas, 1981. (Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas).

7. APÊNDICES

Os conjuntos de dados são apresentados nas seguintes formas para os apêndices 1, 2, 3, 4, 5 e 6:

1º coluna: período de armazenamento (U = 1 dia, T = 30 dias, S = 60 dias, N = 90 dias) e doses de radiação (1 = 0,0 kGy, 2 = 2,5 kGy, 3 = 5,0 kGy, 4 = 7,5 kGy)

2º coluna: nº das amostras dos tratamentos (1 a 16).

3º coluna em diante (Apêndices 1, 2 e 3): valores dos atributos, "laranja", "ácido", "amargo", "doce", "remédio", "cozido" e "óleo".

3º coluna em diante (Apêndices 4, 5 e 6): dados cromatográficos do óleo essencial do suco.

Apêndices 7 e 8: dados sensoriais do suco irradiado e cromatográficos do óleo essencial

1º coluna: nº das amostras dos tratamentos (1 a 40)

2º coluna: doses de radiação (1 = 0,0kGy, 2 = 2,5 kGy, 3 = 5,0 kGy, 4 = 7,5 kGy).

3º coluna em diante (Apêndice 7), valores dos atributos "laranja", "ácido", "amargo", "doce", "remédio", "cozido" e "óleo".

3º coluna em diante (Apêndice 8), dados cromatográficos do óleo essencial.

Apêndice 1: Conjunto dos dados sensoriais, referentes aos atributos de sabor e aroma do suco irradiado e armazenado a 0°C por 1, 30, 60 e 90 dias.

U1	1	7.70000	6.06000	.90000	4.20000	3.08000	1.26000
		3.17000					
U2	2	7.03000	5.67000	1.95000	3.46000	3.45000	2.05000
		2.54000					
U3	3	6.33000	5.56000	2.03000	2.95000	3.96000	2.19000
		3.67000					
U4	4	4.23000	4.44000	1.98000	3.27000	3.86000	2.96000
		2.93000					
T1	5	5.39000	5.46000	2.16000	1.87000	2.58000	1.19000
		3.02000					
T2	6	5.51000	5.49000	2.29000	2.06000	3.81000	5.10000
		3.70000					
T3	7	5.49000	5.97000	2.97000	3.06000	5.37000	6.58000
		4.33000					
T4	8	5.10000	6.10000	3.81000	2.76000	6.14000	7.27000
		5.79000					
S1	9	4.22000	4.60000	2.60000	3.51000	4.19000	1.68000
		2.88000					
S2	10	4.37000	5.57000	2.32000	4.27000	3.71000	4.01000
		3.44000					

S3	11	4.74000	4.20000	2.25000	4.55000	3.83000	3.39000
		3.58000					
S4	12	3.95000	3.97000	2.78000	5.00000	4.72000	4.23000
		3.68000					
N1	13	5.25000	4.59000	2.54000	3.91000	4.96000	2.23000
		2.66000					
N2	14	4.68000	4.07000	3.60000	3.87000	3.21000	1.56000
		3.40000					
N3	15	4.87000	4.67000	3.12000	4.01000	2.59000	2.94000
		3.14000					
N4	16	5.05000	4.57000	4.50000	4.16000	3.10000	3.29000
		3.79000					

Apêndice 2: Conjunto de dados sensoriais, referentes aos atributos de sabor e aroma do suco irradiado e armazenado a 5°C por 1, 30, 60 e 90 dias.

U1	1	7.83000	5.58000	1.41000	2.75000	3.44000	1.21000
		3.85000					
U2	2	7.10000	5.46000	1.66000	2.64000	3.48000	1.86000
		3.62000					
U3	3	6.75000	5.31000	2.24000	2.61000	3.55000	2.15000
		3.62000					
U4	4	4.75000	4.64000	2.37000	3.36000	4.10000	3.78000
		2.34000					
T1	5	5.37000	5.16000	2.75000	4.06000	5.96000	2.70000
		3.01000					
T2	6	5.47000	4.85000	3.18000	4.58000	4.98000	4.25000
		4.06000					
T3	7	4.59000	5.34000	3.53000	3.83000	5.23000	4.37000
		6.06000					
T4	8	4.28000	3.78000	3.83000	4.84000	5.30000	5.40000
		6.18000					
S1	9	4.26000	4.46000	2.18000	3.06000	5.50000	2.60000
		3.43000					
S2	10	5.37000	4.80000	3.21000	3.24000	6.13000	3.52000
		3.11000					

S3	11	5.00000	4.97000	3.79000	3.00000	5.17000	4.22000
		3.67000					
S4	12	5.39000	3.34000	4.01000	3.40000	6.12000	5.31000
		5.37000					
N1	13	4.56000	3.12000	1.97000	3.67000	2.17000	1.95000
		2.53000					
N2	14	5.84000	5.75000	2.78000	2.56000	5.92000	2.52000
		4.68000					
N3	15	5.06000	5.22000	2.94000	4.46000	4.44000	2.46000
		3.49000					
N4	16	4.81000	4.38000	3.37000	3.32000	5.64000	4.18000
		4.43000					

Apêndice 3: Conjunto de dados sensoriais, referentes aos atributos de sabor e aroma do suco irradiado e armazenado a 25°C por 1, 30, 60 e 90 dias.

U1	1	7.94000	5.10000	1.17000	1.01000	3.41000	1.15000
		4.54000					
U2	2	7.30000	4.94000	1.39000	1.85000	3.28000	1.66000
		3.66000					
U3	3	6.47000	5.06000	1.58000	2.99000	2.88000	1.98000
		3.57000					
U4	4	4.92000	4.84000	1.62000	3.05000	2.73000	3.42000
		2.29000					
T1	5	3.68000	4.98000	4.96000	4.06000	5.46000	5.04000
		4.20000					
T2	6	3.91000	3.36000	6.29000	4.56000	6.86000	6.14000
		5.24000					
T3	7	3.68000	4.54000	6.45000	4.86000	6.21000	6.08000
		4.79000					
T4	8	3.88000	3.82000	4.08000	5.05000	6.63000	6.79000
		6.83000					
S1	9	3.93000	5.09000	5.42000	3.87000	6.84000	6.96000
		5.09000					
S2	10	4.38000	6.30000	5.36000	4.51000	6.67000	7.77000
		5.38000					

S3	11	4.42000	5.11000	3.65000	3.81000	6.00000	6.69000
		5.52000					
S4	12	2.83000	4.64000	3.64000	5.55000	5.67000	8.64000
		5.42000					
N1	13	3.43000	5.93000	5.68000	5.02000	6.92000	6.08000
		3.77000					
N2	14	3.45000	5.97000	6.61000	4.19000	7.56000	8.50000
		3.94000					
N3	15	3.08000	4.53000	6.64000	4.44000	7.17000	7.19000
		3.74000					
N4	16	3.31000	4.77000	6.60000	3.70000	7.71000	7.53000
		4.66000					

Apêndice 4: Conjunto dos dados cromatográficos do óleo essencial
irradiado e armazenado a 0°C por 1, 30, 60 e 90 dias.

U1	1	.00200	.00500	.55000	.00400	.56200	1.94100
		.29300	.21300	95.00400	.01300	.01100	.02500
		.02900	.38100	.05000	.00650	.04200	.00400
		.04400	.19400	.00400	.00900	.01600	.01800
		.01000	.00300	.08300	.03000	.01400	.01100
		.02000	.02200	.03500	.01000	.02300	.00500
		.01700	.01100	.02400	.00600	.02500	.01600
		.00500					
U2	2	.00300	.00500	.54900	.00400	.56100	1.93200
		.28900	.21300	95.05100	.01300	.01100	.02500
		.02900	.38200	.04900	.00660	.04200	.00400
		.04400	.19300	.00400	.01100	.01400	.04800
		.01200	.00300	.08400	.02900	.01500	.01100
		.02000	.02200	.03500	.01000	.02300	.00500
		.01800	.01100	.02300	.00500	.02700	.01700
		.00500					
U3	3	.00300	.00500	.54800	.00400	.56000	1.92600
		.29200	.21300	95.05000	.01300	.01100	.02500
		.02900	.38400	.04800	.00640	.04200	.00400
		.04400	.19300	.00400	.01100	.01400	.04900
		.01200	.00300	.08500	.02900	.01400	.01100
		.02100	.02200	.03500	.01000	.02300	.00600

		.02100	.02200	.03500	.01000	.02300	.00600
		.02000	.01100	.02300	.00500	.02700	.01700
		.00500					
U4	4	.00300	.00500	.56400	.00400	.56900	1.95900
		.29500	.21400	95.03300	.01300	.01100	.02600
		.02800	.38100	.04700	.00640	.04100	.00400
		.04300	.18500	.00400	.01100	.01300	.04700
		.01200	.00300	.08100	.02800	.01400	.01100
		.02000	.02100	.03400	.00900	.02200	.00500
		.01500	.01000	.02200	.00500	.02700	.01700
		.00500					
T1	5	.00300	.00500	.54700	.00400	.56200	1.95200
		.29300	.21200	95.02200	.01300	.01100	.02600
		.02900	.38300	.05000	.00800	.04200	.00400
		.04400	.19700	.00400	.01000	.01600	.04900
		.01000	.00300	.03500	.02900	.01400	.01200
		.02000	.02300	.03600	.01000	.02300	.00600
		.01800	.01100	.02400	.00600	.02900	.01900
		.00600					
T2	6	.00300	.00500	.56000	.00400	.57100	1.98000
		.29400	.21400	94.98700	.01300	.01100	.02600
		.02900	.38000	.04800	.00900	.04100	.00400
		.04300	.18800	.00400	.01100	.01400	.04700
		.01200	.00300	.08300	.02700	.01400	.01100
		.01900	.02200	.03400	.01000	.02200	.00500

		.01800	.01000	.02300	.00600	.02900	.01900
		.00600					
T3	7	.00300	.00500	.55900	.00400	.56900	1.97600
		.29300	.21300	94.99100	.01300	.01100	.02600
		.02800	.38200	.04800	.00900	.04100	.00400
		.04300	.18700	.00400	.01200	.01400	.04700
		.01300	.00300	.08300	.02700	.01400	.01100
		.01900	.02100	.03400	.00900	.02200	.00500
		.01800	.01000	.02300	.00500	.02900	.01800
		.00500					
T4	8	.00300	.00400	.55700	.00400	.56700	1.96500
		.29500	.21200	94.99200	.01300	.01100	.02600
		.02900	.38200	.04700	.00700	.04200	.00400
		.04300	.18900	.00400	.01200	.01400	.04800
		.01300	.00300	.08400	.02700	.01000	.01100
		.01900	.02100	.03400	.00900	.02200	.00500
		.01900	.01000	.02300	.00700	.02900	.01900
		.00600					
S1	9	.00200	.00400	.53300	.00400	.55900	1.93800
		.26600	.23600	95.04100	.01300	.01100	.02500
		.02900	.38600	.04800	.00700	.04300	.00300
		.04500	.19900	.00400	.01000	.01400	.05000
		.01000	.00400	.08800	.02800	.01200	.01200
		.02100	.02400	.03700	.01000	.02400	.00600
		.01800	.01100	.02400	.00600	.02900	.01900

		.00600					
S2	10	.00200	.00400	.54600	.00400	.56600	1.96400
		.27000	.23500	94.99600	.01300	.01100	.02600
		.02900	.38300	.04800	.00600	.04200	.00400
		.04300	.19200	.00400	.01100	.01400	.04900
		.01200	.00300	.08600	.02800	.01200	.01100
		.02100	.02300	.03500	.01000	.02300	.00600
		.01700	.01300	.02400	.00600	.02800	.01900
		.00500					
S3	11	.00300	.00400	.55000	.00400	.56500	1.96100
		.27200	.22900	95.04900	.01300	.01100	.02500
		.02800	.37800	.04700	.00800	.04100	.00400
		.04200	.18600	.00400	.01100	.01300	.04700
		.01200	.00300	.08100	.02800	.01400	.01100
		.01900	.02200	.03300	.01000	.02200	.05500
		.01600	.01000	.02300	.00600	.02800	.01800
		.00600					
S4	12	.00300	.00500	.55900	.00400	.57100	1.97800
		.27800	.22900	95.03000	.01300	.01100	.02500
		.02800	.37700	.04700	.00700	.04000	.00400
		.04200	.18300	.00400	.01000	.01300	.04600
		.01100	.00300	.08000	.02700	.01200	.01100
		.01900	.02100	.03300	.00900	.02200	.00500
		.01800	.01000	.02200	.00600	.02700	.01800
		.00500					

N1	13	.00200	.00500	.55000	.00400	.53200	1.94300
		.29700	.20700	94.82800	.01300	.01100	.02700
		.02700	.39200	.04900	.01000	.04300	.00600
		.04600	.20600	.00400	.01600	.01700	.05100
		.01600	.00400	.08100	.01700	.01500	.01300
		.02400	.02900	.04300	.01200	.02800	.00700
		.02100	.01400	.03200	.01100	.04100	.02700
		.01100					
N1	14	.00400	.00500	.54900	.00400	.53200	1.95100
		.29900	.20500	94.81900	.01300	.01100	.02700
		.02800	.39100	.04900	.00900	.04300	.00500
		.04600	.20500	.00400	.01400	.01600	.05200
		.01500	.00400	.09600	.02900	.01700	.01300
		.02400	.02900	.04300	.01200	.02900	.00700
		.02200	.01400	.03200	.01100	.04200	.02700
		.00900					
N2	15	.00300	.00400	.53300	.00400	.52100	1.89500
		.29600	.20600	94.96600	.01300	.01100	.02600
		.02800	.38900	.05200	.00700	.04400	.00600
		.04700	.20600	.00300	.01300	.01700	.05200
		.01500	.00400	.09400	.03100	.01600	.01200
		.02400	.02800	.04200	.01200	.02900	.00700
		.02100	.01300	.03000	.00900	.04000	.02600
		.00800					

N3	16	.00300	.00500	.55700	.00400	.53600	1.95100
		.30200	.20700	94.91400	.01300	.01100	.02600
		.02800	.38200	.05000	.00800	.04200	.00500
		.04400	.19500	.00300	.01200	.01500	.04900
		.01400	.00300	.08700	.02800	.01600	.01200
		.02200	.02600	.03900	.01100	.02700	.00700
		.02200	.01300	.02900	.01100	.03800	.02500
		.00800					

Apêndice 5: Conjunto dos dados cromatográficos do óleo essencial irradiado e armazenado a 5°C por 1, 30, 60 e 90 dias.

U1	1	.00300	.00500	.56800	.00400	.57400	1.99400
		.29600	.21600	94.99300	.01300	.01100	.02500
		.02900	.38100	.04700	.00480	.04200	.00400
		.04300	.18900	.00400	.00900	.01500	.04700
		.00900	.00300	.08300	.02700	.01200	.01100
		.02000	.02100	.03400	.00900	.02200	.00600
		.01600	.01000	.02200	.00500	.02800	.01800
		.00500					
U2	2	.00300	.00500	.56500	.00400	.57000	1.98500
		.29000	.22000	95.00200	.01300	.01100	.02600
		.02900	.38200	.04700	.00580	.04200	.00400
		.04300	.18800	.00400	.01100	.01400	.04800
		.01100	.00300	.08300	.02700	.01200	.01100
		.01900	.02100	.03400	.00900	.02200	.00500
		.01600	.01000	.02300	.00500	.02800	.01800
		.00500					
U3	3	.00300	.00500	.56600	.00400	.57100	1.97600
		.29400	.21600	95.00900	.01300	.01100	.02600
		.02800	.38200	.04700	.00640	.04100	.00400
		.04300	.18600	.00400	.01100	.01400	.04700
		.01200	.00300	.08300	.02700	.01200	.01100
		.01900	.02100	.03400	.00900	.02200	.00600
		.01600	.01000	.02200	.00500	.02700	.01700
		.00800					
U4	4	.00300	.00500	.55100	.00400	.56200	1.93800

U4	4	.00300	.00500	.55100	.00400	.56200	1.93800
		.28900	.21800	95.06200	.01300	.01100	.02500
		.02900	.38200	.04800	.00620	.04200	.00400
		.04400	.19000	.00400	.01100	.01400	.04800
		.01100	.00300	.08300	.02900	.01500	.01100
		.02000	.02200	.03400	.01000	.02300	.00600
		.01700	.01100	.02300	.00500	.02700	.01700
		.00600					
T1	5	.00300	.00500	.57400	.00400	.57800	2.02100
		.30200	.21200	94.99300	.01300	.00400	.02600
		.02800	.37500	.04800	.00600	.04100	.00300
		.04100	.18300	.00400	.00900	.01400	.04500
		.00900	.00300	.07900	.02600	.01100	.01100
		.01800	.02000	.03200	.00900	.02100	.00500
		.01600	.01000	.02200	.00500	.02800	.01900
		.00600					
T2	6	.00300	.00500	.56000	.00400	.57100	1.98100
		.29500	.21200	95.01600	.01300	.00400	.02600
		.02800	.38000	.04800	.00700	.04100	.00400
		.04200	.18700	.00400	.01000	.01300	.04700
		.01100	.00300	.08300	.02700	.01200	.01100
		.01900	.02100	.03300	.00900	.02200	.00500
		.01700	.01100	.02300	.00500	.02800	.01800
		.00600					

T3	7	.00300	.00400	.54400	.00400	.56100	1.92200
		.28800	.21400	95.04300	.01300	.00400	.02600
		.02900	.38400	.04800	.00800	.04200	.00400
		.04400	.19400	.00400	.01100	.01400	.04900
		.01200	.00400	.08700	.02800	.01300	.01200
		.02000	.02200	.03500	.01000	.02300	.00600
		.01700	.01100	.02300	.00500	.02800	.01800
		.00500					
T4	8	.00300	.00400	.54700	.00400	.56100	1.92300
		.29200	.21400	95.03300	.01300	.00400	.02600
		.02900	.38400	.04800	.00800	.04200	.00400
		.04400	.19100	.00400	.01100	.01400	.04900
		.01100	.00300	.08600	.02700	.01300	.01100
		.02100	.02200	.03500	.01000	.02300	.00500
		.01700	.01200	.02300	.00500	.03000	.01900
		.00600					
S1	9	.00300	.00500	.55500	.00400	.53500	1.96200
		.29800	.20800	94.94100	.01300	.01100	.02500
		.02700	.38100	.05100	.00600	.04200	.00400
		.04400	.19600	.00300	.01000	.01700	.04800
		.01100	.00300	.08900	.03300	.01600	.01200
		.02200	.02600	.03900	.01100	.02600	.00600
		.02000	.01200	.02800	.00900	.03900	.02500
		.00800					

S2	10	.00300	.00400	.53100	.00400	.52100	1.92300
		.29400	.20500	94.83600	.01300	.01100	.02800
		.02800	.40000	.05100	.01000	.04400	.00600
		.04800	.21200	.00400	.01500	.01700	.05300
		.01800	.00500	.09900	.03200	.01800	.01300
		.02500	.03000	.04400	.01300	.03000	.00800
		.02300	.01400	.03200	.01000	.04300	.02700
		.01100					
S3	11	.00200	.00400	.54200	.00400	.56400	1.94400
		.26700	.23400	95.02600	.01300	.01100	.02600
		.02800	.38600	.04700	.00700	.04200	.00400
		.04400	.19200	.00400	.01200	.01400	.04900
		.01300	.00400	.08700	.02800	.01300	.01100
		.02100	.02300	.03500	.01000	.02300	.00600
		.01200	.01100	.02400	.00600	.02800	.01800
		.00600					
S4	12	.00300	.00400	.54600	.00400	.56700	1.93500
		.26800	.23400	95.02600	.01300	.01100	.02600
		.02800	.38600	.04700	.00800	.04600	.00500
		.04400	.19100	.00400	.01200	.01500	.04900
		.01300	.00400	.08700	.02700	.01300	.01100
		.02000	.02200	.03400	.01000	.02200	.00600
		.01600	.01400	.02300	.00600	.02700	.01800
		.00600					

N1	13	.00300	.00400	.53300	.00400	.52400	1.92100
		.29500	.20400	94.94700	.01300	.01100	.02500
		.02600	.38900	.05100	.00700	.04400	.00400
		.04700	.20600	.00400	.01100	.01800	.05000
		.01100	.00400	.09500	.03300	.01500	.01300
		.02400	.02700	.04100	.01100	.02700	.00700
		.02100	.01300	.02900	.00900	.03800	.03000
		.01000					
N2	14	.00300	.00500	.54700	.00400	.53100	1.93900
		.29300	.20600	94.93600	.01300	.01100	.02500
		.02700	.38300	.05100	.00800	.04200	.00500
		.04400	.19800	.00300	.01300	.01600	.04900
		.01600	.00300	.09000	.03300	.01600	.01200
		.02300	.02700	.03900	.01100	.02700	.00700
		.02100	.01300	.02800	.00800	.03700	.02400
		.00800					
N3	15	.00300	.00400	.54200	.00400	.56400	1.95500
		.26900	.23500	95.01600	.01300	.01100	.02600
		.02800	.38300	.04700	.00700	.04200	.00400
		.04300	.19000	.00400	.01100	.01400	.04800
		.01200	.00400	.08600	.02700	.01300	.01100
		.02000	.02200	.03500	.01000	.02300	.00600
		.01700	.01500	.02300	.00600	.02700	.01800
		.00600					

N4	16	.00300	.00400	.56100	.00400	.57100	1.98200
		.28000	.22900	95.00900	.01300	.01100	.02600
		.02800	.38000	.04600	.00600	.04100	.00400
		.04200	.18400	.00400	.01000	.01300	.04600
		.01100	.00000	.08100	.02600	.01200	.01100
		.01900	.02100	.03300	.00900	.02200	.00500
		.01800	.01000	.02200	.00600	.02800	.01800
		.00600					

Apêndice 6: Conjunto dos dados cromatográficos do óleo essencial
irradiado e armazenado a 25°C por 1, 30, 60 e 90 dias.

U1	1	.00200	.00500	.54900	.00400	.56300	1.95000
		.29000	.21700	95.01600	.01300	.01100	.02500
		.02800	.38500	.04800	.00580	.04300	.00400
		.04500	.19600	.00400	.01000	.01600	.04900
		.01000	.00300	.08600	.02900	.01300	.01200
		.02100	.02200	.03500	.01000	.02300	.00600
		.01800	.01100	.02300	.00500	.02700	.01800
		.00500					
U2	2	.00200	.00400	.54500	.00400	.56100	1.93700
		.28700	.21700	95.02700	.01300	.01100	.02600
		.02800	.38800	.04700	.00700	.04200	.00400
		.04500	.19600	.00400	.01100	.01500	.05000
		.01100	.00400	.08700	.02900	.01300	.01200
		.02100	.02200	.03600	.01000	.02300	.00600
		.01800	.01100	.02300	.00500	.02700	.01800
		.00600					
U3	3	.00200	.00400	.54300	.00400	.55700	1.92300
		.28600	.21800	95.04400	.01300	.01100	.02600
		.02900	.38700	.04800	.00640	.04300	.00400
		.04500	.19600	.00400	.01100	.01400	.05000
		.01200	.00300	.08700	.02900	.01300	.01200
		.02100	.02200	.03600	.01000	.02300	.00600
		.01800	.01100	.02400	.00500	.02700	.01800
		.00500					
U4	4	.00300	.00400	.54800	.00400	.56000	1.93000

U4	4	.00300	.00400	.54800	.00400	.56000	1.93000
		.28600	.21800	95.02900	.01300	.01100	.02600
		.02800	.38500	.04800	.00780	.04200	.00400
		.04400	.19100	.00400	.01300	.01500	.04900
		.01400	.00400	.08600	.02900	.01100	.01100
		.02000	.02200	.03500	.01000	.02300	.00600
		.01700	.01100	.02300	.00600	.02700	.01800
		.00500					
T1	5	.00300	.00500	.56600	.00400	.57400	1.99300
		.29100	.21400	94.95700	.01300	.01100	.02600
		.02500	.38000	.04700	.08500	.04100	.00400
		.04300	.18500	.00400	.01100	.01500	.04600
		.01000	.00400	.08500	.02700	.01200	.01100
		.02000	.02100	.03400	.01000	.02200	.00500
		.01600	.01200	.02200	.00500	.03000	.01900
		.00600					
T2	6	.00400	.00400	.54200	.00400	.56200	1.88700
		.23500	.20400	94.65400	.00900	.01100	.02900
		.01800	.38300	.04800	.02200	.03400	.00600
		.04100	.16900	.00400	.04400	.01500	.04400
		.05500	.00300	.07200	.03400	.01200	.00800
		.01900	.02100	.02800	.01200	.02300	.00600
		.01300	.00700	.02000	.00500	.02600	.01100
		.00900					

T3	7	.00300	.00500	.56600	.00400	.57400	1.98700
		.29500	.21300	94.96600	.01300	.01100	.02600
		.02800	.37900	.04600	.00800	.04100	.00400
		.04200	.18400	.00400	.01200	.01400	.04700
		.01200	.00300	.08300	.02600	.01200	.01100
		.01900	.02100	.03300	.00900	.02200	.00500
		.01600	.01200	.02200	.00500	.02900	.01900
		.00900					
T4	8	.00300	.00400	.54100	.00400	.55700	1.91000
		.28900	.21500	95.02400	.01300	.01100	.02700
		.02900	.38800	.04700	.00800	.04300	.00500
		.04500	.19400	.00400	.01200	.01500	.05000
		.01200	.00400	.08900	.02700	.01300	.01200
		.02100	.02300	.03600	.01000	.02300	.00600
		.01700	.01200	.02400	.00500	.02900	.01800
		.01100					
S1	9	.00300	.00500	.54600	.00400	.53200	1.90500
		.27700	.20400	94.79400	.01200	.01100	.02700
		.02300	.38600	.04900	.01700	.04000	.00800
		.04400	.19200	.00400	.02300	.01800	.04700
		.02900	.00400	.09300	.03100	.01300	.01200
		.02500	.02800	.03800	.01100	.02700	.00800
		.02300	.01300	.02900	.00900	.03600	.02200
		.00700					

82	10	.00300	.00500	.55500	.00400	.53500	1.94300
		.29800	.20600	94.85300	.01300	.01100	.02600
		.02800	.38600	.05000	.00800	.04300	.00600
		.04500	.20300	.00400	.01300	.01600	.05000
		.01500	.00400	.09400	.03000	.01400	.01200
		.02500	.02900	.04200	.01200	.02900	.00700
		.02100	.01400	.03300	.01000	.04100	.02700
		.00800					
83	11	.00500	.00400	.53400	.00400	.52300	1.36200
		.19700	.15900	90.36100	.00100	.01300	.04600
		.02400	.38400	.04400	.18000	.02600	.06600
		.05300	.18300	.00500	.40100	.03500	.03200
		.36200	.00700	.05000	.05400	.04200	.01200
		.02100	.02500	.03100	.01900	.04200	.01300
		.00800	.01100	.00800	.00300	.01600	.00200
		.00900					
84	12	.00400	.00500	.56900	.00400	.54500	1.63800
		.20400	.18200	92.86400	.00400	.01200	.03400
		.01500	.38400	.04200	.08600	.02700	.03200
		.04800	.16800	.00500	.17900	.02200	.03600
		.17400	.00600	.06300	.04000	.02700	.01200
		.02100	.02400	.02700	.01800	.03300	.00800
		.00200	.00700	.01500	.00500	.02500	.00500
		.01500					

N1	13	.00300	.00400	.54600	.00300	.53400	1.85700
		.26100	.20100	94.70800	.01100	.01100	.02800
		.01900	.38500	.04800	.02400	.03800	.01700
		.04300	.18500	.00400	.04100	.02000	.04500
		.05500	.00400	.09300	.03300	.01400	.01100
		.02400	.02600	.03600	.01100	.02700	.00600
		.01500	.01100	.02700	.00700	.03300	.01700
		.00600					
N2	14	.00500	.00400	.53500	.00400	.52500	1.38700
		.19800	.16200	90.81600	.01200	.01300	.04300
		.02100	.38100	.04500	.15500	.02800	.07100
		.05200	.18200	.00500	.36700	.03400	.03200
		.31300	.00700	.05000	.04800	.03900	.01400
		.02100	.02200	.03200	.01700	.04100	.01200
		.03300	.00900	.01700	.00600	.01800	.00200
		.01400					
N3	15	.00800	.00400	.49500	.00300	.50800	.86600
		.17400	.11100	84.21900	.01900	.01500	.07300
		.04900	.36400	.04000	.45900	.01900	.13000
		.05400	.19900	.00600	.90100	.05600	.02500
		.76100	.01300	.03300	.03700	.07700	.05100
		.54300	.04100	.03800	.02500	.02100	.03400
		.04800	.00900	.01300	.01500	.00100	.00600
		.01300					

120

N4	16	.00300	.00500	.55300	.00400	.53100	1.87000
		.28700	.20300	94.52500	.01200	.01200	.02900
		.02800	.38600	.04700	.02900	.04100	.01500
		.04300	.19500	.00500	.05800	.01700	.04800
		.05600	.00400	.08400	.03400	.01700	.01300
		.02300	.02500	.03800	.01100	.02600	.00700
		.01800	.01200	.03100	.00800	.03400	.02100
		.00100					

Apêndice 7. Conjunto dos dados sensoriais, referentes aos atributos
de sabor e aroma do suco de laranja irradiado

1	1	5.80000	2.95000	1.50000	1.90000	1.25000	3.20000
2	1	6.45000	4.90000	2.20000	2.35000	1.55000	3.70000
3	1	6.70000	5.65000	4.50000	2.80000	1.25000	4.50000
4	1	6.50000	3.60000	1.20000	1.55000	2.40000	4.30000
5	1	5.95000	4.30000	4.30000	1.00000	3.05000	3.15000
6	1	6.45000	6.05000	3.25000	2.90000	1.00000	5.20000
7	1	6.95000	6.05000	4.25000	1.15000	3.15000	3.20000
8	1	7.30000	5.05000	4.25000	2.00000	1.95000	5.05000
9	1	6.20000	3.50000	2.10000	1.10000	0.90000	2.65000
10	1	6.50000	6.60000	3.70000	2.95000	2.75000	2.55000
11	2	5.10000	4.35000	3.90000	4.95000	3.75000	2.20000
12	2	5.55000	3.35000	2.20000	3.70000	1.70000	3.35000
13	2	6.80000	2.75000	4.65000	4.45000	4.15000	4.50000
14	2	5.45000	3.85000	3.60000	4.00000	1.20000	5.10000
15	2	5.45000	5.65000	4.40000	3.65000	0.70000	5.05000
16	2	6.80000	6.40000	3.25000	4.70000	4.00000	2.70000
17	2	4.40000	5.65000	2.75000	4.30000	3.05000	3.75000
18	2	4.65000	4.50000	2.75000	4.05000	3.70000	3.00000
19	2	5.30000	4.45000	2.35000	4.20000	3.50000	3.90000
20	2	6.35000	5.15000	5.10000	4.95000	3.05000	3.25000
21	3	5.30000	5.75000	1.90000	6.25000	1.45000	3.65000
22	3	4.80000	4.65000	5.75000	3.60000	4.80000	4.50000

22	3	4.80000	4.65000	5.75000	3.60000	4.80000	4.50000
23	3	5.10000	5.95000	2.20000	5.10000	2.15000	4.65000
24	3	3.30000	4.10000	4.80000	4.25000	4.35000	2.85000
25	3	4.85000	5.05000	3.75000	5.55000	2.70000	4.95000
26	3	6.45000	3.55000	3.90000	3.30000	2.80000	3.60000
27	3	3.10000	5.50000	5.45000	6.20000	5.40000	4.00000
28	3	3.70000	4.55000	3.10000	5.95000	4.85000	3.40000
29	3	3.87000	5.65000	2.50000	4.70000	3.09000	3.70000
30	3	6.20000	5.60000	2.30000	4.40000	2.45000	4.30000
31	4	5.30000	4.70000	3.65000	6.65000	6.80000	1.85000
32	4	4.85000	3.70000	1.70000	3.70000	2.30000	3.90000
33	4	6.75000	4.95000	5.00000	5.45000	5.40000	4.75000
34	4	6.30000	3.50000	4.40000	3.35000	5.15000	4.70000
35	4	6.20000	3.80000	3.25000	5.30000	3.95000	3.00000
36	4	5.10000	4.30000	3.60000	4.55000	2.85000	3.30000
37	4	3.15000	5.35000	5.35000	6.20000	5.30000	3.60000
38	4	4.35000	3.95000	4.65000	5.20000	5.60000	3.60000
39	4	5.00000	4.05000	1.70000	6.05000	3.15000	2.30000
40	4	5.45000	3.85000	5.95000	4.75000	5.65000	2.35000

Apêndice 8: Conjunto dos dados cromatográficos do óleo essencial irradiado.

1	0,0	1	.00400	.00400	.55200	.00300	.42200
			2.02800	.27200	.28500	95.11400	.01400
			.01100	.01600	.04000	.31200	.06500
			.00400	.01100	.05400	.00400	.04700
			.21100	.00900	.01300	.04800	.00600
			.00400	.07400	.02900	.01400	.01100
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02200	.01100	.02800	.00800
			.01100	.00700	.00600		
2	0.0	2	.00400	.00400	.55900	.00400	.42500
			2.02700	.28300	.27600	95.10200	.01400
			.00400	.01600	.04000	.31100	.06500
			.00400	.01100	.05400	.00400	.04700
			.21000	.00900	.01200	.04800	.00600
			.00400	.07400	.02900	.01400	.01100
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
				.00600	.02200	.00900	
			.02700	.00800			.01100
			.00800	.00700			
3	0.0	3	.00400	.00400	.55800	.00400	.42600
			.02500	.29100	.27300	95.09200	.01400
			.00400	.01600	.04000	.31000	.06900

			.00400	.01100	.05400	.00400	.04700
			.21200	.00900	.01300	.04900	.00600
			.00400	.07400	.03000	.01400	.01100
			.02600	.02900	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02300	.01000	.02900	.00800
			.01100	.00800	.00700		
4	0.0	4	.00300	.00400	.56000	.00300	.42700
			.02500	.29000	.27300	95.08700	.01400
			.00400	.01600	.04000	.31000	.06900
			.00400	.01100	.05400	.00400	.04700
			.21200	.00900	.01300	.04800	.00600
			.00400	.07400	.02900	.01400	.01100
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02300	.01000	.03000	.00800
			.01000	.00700	.00600		
5	0.0	5	.00400	.00400	.56000	.00400	.42700
			2.02600	.28800	.27400	95.07200	.01400
			.00400	.01600	.04000	.31100	.06900
			.00400	.01100	.05400	.00400	.04700
			.21700	.01000	.01300	.04900	.00600
			.00400	.07500	.02900	.01400	.01100
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02200	.01000	.03000	.00800
			.01000	.00800	.00600		

6	0.0	6	.00500	.00400	.56100	.00300	.42700
			.03100	.28600	.27500	95.07300	.01400
			.00500	.01600	.04000	.31200	.07100
			.00400	.01100	.05400	.00400	.04700
			.21200	.01000	.01300	.04900	.00600
			.00400	.07500	.02900	.01400	.01100
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02200	.00900	.03100	.00800
			.01000	.00800	.00600		
7	0.0	7	.00400	.00400	.55900	.00400	.42600
			2.02200	.28900	.27400	95.07800	.01400
			.00500	.01600	.04000	.31100	.06800
			.00400	.01100	.05500	.00400	.04700
			.21800	.01000	.01300	.04900	.00600
			.00400	.07500	.02900	.01400	.01100
			.02600	.02900	.03700	.01300	.02100
			.00600	.02200	.00900	.03100	.00800
			.01000	.00800	.00600		
8	0.0	8	.00400	.00400	.56300	.00400	.42800
			2.03500	.28900	.27600	95.07500	.01400
			.00500	.01600	.04000	.31100	.06800
			.00400	.01100	.05400	.00400	.04700
			.21100	.01000	.01300	.04900	.00600
			.00400	.07500	.02900	.01400	.01100
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02200	.00900	.03100	.00800
			.01000	.00800	.00700		

9	0.0	9	.00300	.00400	.55900	.00300	.42600
			2.03100	.28300	.27800	95.06800	.01400
			.00500	.01600	.04000	.31100	.06900
			.00400	.01100	.05400	.00400	.04800
			.21700	.01000	.01300	.04900	.00700
			.00400	.07500	.02900	.01300	.01100
			.02600	.02900	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02200	.00900	.03100	.00800
			.01000	.00800	.00600		
10	0.0	10	.00400	.00400	.56200	.00400	.42700
			2.03100	.28400	.27600	95.07200	.01400
			.00500	.01600	.03900	.31000	.06700
			.00400	.01100	.05400	.00400	.04800
			.21700	.01100	.01400	.04900	.00600
			.00400	.07500	.02900	.01400	.01100
			.02500	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02200	.00900	.03000	.00800
			.01100	.00800	.00600		
11	2.5	1	.00400	.00400	.55800	.00400	.42300
			2.00600	.28400	.27100	95.10400	.01400
			.00400	.01600	.03900	.31000	.06900
			.00600	.01400	.05300	.00400	.04800
			.21300	.01200	.01200	.04800	.01000
			.00400	.07400	.02900	.01400	.01200
			.02600	.02800	.03500	.01200	.02100
			.00600	.02200	.01000	.02700	.00800
			.01000	.00700	.00600		

12	2.5	2	.00400	.00400	.56000	.00400	.42500
			2.01600	.28300	.27200	95.08200	.01400
			.00400	.01600	.03900	.31000	.07000
			.00600	.01400	.05300	.00400	.04800
			.21300	.01200	.01200	.04800	.01000
			.00400	.07500	.02900	.01400	.01100
			.02500	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00500	.02100	.00900	.02900	.00800
			.01000	.00700	.00700		
13	2.5	3	.00400	.00400	.56000	.00400	.42500
			2.01900	.28400	.27300	95.08200	.01400
			.00400	.01400	.03900	.31000	.07000
			.00600	.01400	.05300	.00400	.04800
			.21400	.01200	.01200	.04800	.01000
			.00400	.07500	.02900	.01400	.01100
			.02500	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00500	.02100	.00900	.02900	.00800
			.01000	.00700	.00700		
14	2.5	4	.00400	.00400	.55900	.00400	.42600
			2.01900	.28100	.27500	95.07600	.01400
			.00400	.01700	.03900	.31000	.07000
			.00600	.01400	.05300	.00400	.04800
			.21400	.01300	.01200	.04900	.01000
			.00400	.07500	.02900	.01500	.01200
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03000	.03000
			.00800	.01000	.00700		

15	2.5	5	.00500	.00400	.55700	.00400	.42500
			2.01500	.27600	.27800	95.09000	.01400
			.00500	.01600	.03900	.31000	.07000
			.00600	.01500	.05300	.00400	.04800
			.21400	.01300	.01200	.04900	.01000
			.00400	.07500	.02900	.01500	.01200
			.02500	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03000	.00800
			.01000	.00700	.00600		
16	2.5	6	.00400	.00400	.56100	.00400	.42600
			2.01500	.28300	.27300	95.07000	.01400
			.00500	.01700	.03900	.31000	.07100
			.00600	.01600	.05300	.00400	.04800
			.21400	.01300	.01300	.04900	.01100
			.00500	.07500	.02900	.01500	.01100
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03000	.00800
			.01000	.00700	.00600		
17	2.5	7	.00400	.00400	.56100	.00400	.42600
			2.02400	.27800	.27700	95.08100	.01400
			.00500	.01700	.03900	.30900	.06800
			.00600	.01500	.05300	.00300	.04700
			.20800	.01200	.01300	.04900	.01100
			.00400	.07500	.02900	.01500	.01200
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03000	.00800
			.01000	.00800	.00600		

18	2.5	8	.00400	.00400	.55800	.00400	.42600
			2.02000		.27300	.27900	
95.05900			0	1	4	0	0
			.00500	.01700	.03900	.30900	.07100
			.00600	.01700	.05300	.00300	.04800
			.21400	.01400	.01230	.04900	.01100
			.00400	.07500	.02900	.01500	.01200
			.02500	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03000	.00800
			.01000	.00800	.00600		
19	2.5	9	.00400	.00400	.56200	.00400	.42700
			2.02100	.28000	.27500	95.05200	.01400
			.00500	.01700	.03900	.31000	.07100
			.00600	.01700	.05300	.00300	.04800
			.21400	.01400	.01300	.04900	.01100
			.00400	.07500	.02900	.01500	.01200
			.02500	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03000	.00800
			.01000	.00800	.00500		
20	2.5	10	.00300	.00400	.56100	.00400	.42600
			2.01900	.27400	.27900	95.07300	.01400
			.00500	.01700	.03800	.30900	.07100
			.00600	.01700	.05300	.00300	.04800
			.21300	.01300	.01300	.04900	.01100
			.00400	.07500	.02900	.01500	.01200
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03000	.00800
			.01000	.00700	.00600		

21	5.0	11	.00500	.00400	.55800	.00400	.42300
			1.99700	.28300	.27100	95.10000	.01400
			.01100	.01600	.03900	.30800	.07100
			.00600	.01700	.05300	.00400	.04800
			.21200	.01300	.01200	.04800	.01100
			.00400	.07500	.02800	.01500	.01200
			.02600	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.01000	.02700	.00800
			.01000	.00700	.00600		
22	5.0	12	.00400	.00400	.55900	.00400	.42400
			2.01300	.27600	.27700	95.09400	.01400
			.01100	.01600	.03900	.30700	.06800
			.00600	.01600	.05300	.00400	.04800
			.21200	.01300	.01200	.04800	.01100
			.00400	.07500	.02800	.01500	.01200
			.02600	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00500	.02100	.00900	.03000	.00800
			.01000	.00700	.00700		
23	5.0	13	.00500	.00400	.56200	.00400	.42600
			2.02600	.27400	.28000	95.08000	.01400
			.01100	.01700	.03900	.30800	.07100
			.00600	.01400	.05300	.00400	.04700
			.21100	.01300	.01200	.04800	.01000
			.00400	.07500	.02800	.01400	.01100
			.02500	.02800	.03500	.01200	.02100
			.00600	.02000	.00900	.02900	.00800
			.01000	.00700	.00600		

24	5.0	1	.00300	.00400	.56000	.00400	.43500
			2.01300	.27800	.27500	95.06700	.01400
			.01100	.01700	.03900	.30900	.07100
			.00600	.01700	.05300	.00400	.05600
			.21400	.01300	.01200	.04900	.01100
			.00400	.07600	.02800	.01500	.01200
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03000	.00800
			.01000	.00700	.00600		
25	5.0	2	.00500	.00400	.56100	.00400	.42500
			2.01700	.27900	.27500	95.05800	.01400
			.11000	.01700	.03900	.30800	.07200
			.00600	.01700	.05300	.00400	.05600
			.21300	.01300	.01300	.04900	.01100
			.00400	.07600	.02800	.01500	.01200
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03000	.00800
			.01000	.00700	.00600		
26	5.0	3	.00400	.00400	.55800	.00400	.42400
			2.01300	.27400	.27900	95.07700	.01400
			.01100	.01700	.03900	.30800	.07200
			.00600	.01700	.05300	.00400	.05600
			.21300	.01300	.01200	.04800	.01100
			.00400	.07600	.02800	.01500	.01200
			.02600	.02800	.03600	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.02900	.00800
			.01000	.00700	.00600		

27	5.0	4	.00400	.00400	.55900	.00400	.42500
			2.00900	.27900	.27500	95.07500	.01400
			.01100	.01600	.03900	.30800	.07200
			.00600	.01500	.05300	.00400	.05600
			.21300	.01400	.01300	.04900	.01200
			.00500	.07600	.02800	.01400	.01100
			.02600	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.02900	.00800
			.01000	.00700	.00600		
28	5.0	5	.00400	.00400	.55900	.00400	.42500
			2.01700	.27300	.27900	95.07600	.01400
			.01100	.01700	.03900	.30700	.07300
			.00600	.01700	.05300	.00400	.05600
			.21200	.01300	.01200	.04800	.01200
			.00400	.07500	.02800	.01400	.01100
			.02600	.02800	.03500	.01300	.02000
			.00600	.02000	.00900	.02800	.00800
			.01000	.00700	.00600		
29	5.0	6	.00500	.00400	.56000	.00400	.42600
			2.01600	.27000	.27900	95.05400	.01400
			.01100	.01700	.03800	.30800	.07200
			.00700	.01900	.05300	.00400	.05600
			.21100	.01500	.01300	.04800	.01400
			.00400	.07500	.02800	.01500	.01200
			.02500	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02000	.00900	.02900	.00800
			.01000	.00700	.00600		

30	5.0	7	.00500	.00400	.56100	.00400	.42500
			2.01400	.27500	.27500	95.06500	.01400
			.01100	.01700	.03800	.30800	.07200
			.00700	.01900	.05300	.00400	.05600
			.21200	.01400	.01200	.04800	.01200
			.00400	.07600	.02800	.01500	.01200
			.02500	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02000	.00800	.02900	.00800
			.01000	.00700	.00800		
31	5.0	8	.00400	.00400	.55900	.00400	.42200
			1.98600	.28400	.26900	95.10300	.01400
			.01100	.01700	.03900	.30900	.07300
			.00600	.01800	.05300	.00400	.05600
			.21100	.01300	.01200	.04800	.01200
			.00400	.07600	.02800	.01500	.01200
			.02600	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.02800	.00800
			.01000	.00700	.00700		
32	5.0	9	.00400	.00400	.55900	.00400	.42300
			1.99700	.28000	.27200	95.07200	.01400
			.01100	.01700	.03900	.30700	.07200
			.00600	.01800	.05300	.00400	.05600
			.21100	.01300	.01200	.04800	.01200
			.00400	.07600	.02800	.01500	.01200
			.02500	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.01000	.03000	.00800
			.01000	.00700	.00700		

33	5.0	10	.00400	.00400	.55600	.00400	.42200
			1.99900	.27500	.27700	95.07800	.01400
			.01100	.01700	.03900	.30700	.07200
			.00700	.01700	.05300	.00400	.05600
			.21100	.01300	.01200	.04800	.01200
			.00400	.07600	.02800	.01500	.01200
			.02600	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03000	.00800
			.01000	.00700	.00700		
34	7.5	11	.00500	.00400	.55900	.00400	.42300
			1.99200	.28300	.26900	95.09300	.01400
			.01100	.01700	.03900	.30700	.07300
			.00700	.01800	.05300	.00400	.05600
			.21100	.01400	.01200	.04800	.01200
			.00400	.07600	.02800	.01500	.01200
			.02500	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03000	.00700
			.01000	.00700	.00700		
35	7.5	12	.00400	.00400	.55900	.00400	.42300
			1.99800	.27500	.27200	95.06200	.01400
			.01100	.01700	.03800	.30800	.07300
			.00800	.01800	.05200	.00400	.05700
			.21000	.01600	.01200	.04800	.01600
			.00400	.07600	.02900	.01500	.01200
			.02600	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03100	.00800
			.01000	.00700	.00600		

36	7.5	13	.00400	.00400	.55700	.00400	.42400
			2.00200	.27400	.27700	95.07500	.01400
			.01100	.01700	.03900	.30700	.07300
			.00900	.01900	.05300	.00400	.05600
			.21100	.01400	.01200	.04800	.01300
			.00400	.07600	.02800	.01200	.01200
			.02600	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.03100	.00800
			.01000	.00700	.00600		
37	7.5	14	.00400	.00400	.56100	.00400	.42400
			1.99900	.28000	.27100	95.07500	.01400
			.01100	.01700	.03900	.30700	.07300
			.00900	.01900	.05300	.00400	.05600
			.21100	.01400	.01200	.04800	.01300
			.00400	.07600	.02800	.01500	.01100
			.02600	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.00900	.00300	.00800
			.01000	.00700	.00700		
38	7.5	15	.00400	.00400	.55800	.00400	.42200
			1.99800	.27600	.27400	95.10300	.01400
			.01100	.01600	.03900	.30600	.07200
			.00800	.01800	.05200	.00400	.05500
			.21000	.01300	.01200	.04700	.01200
			.00400	.07500	.02800	.01500	.01200
			.02500	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.01000	.02700	.00800
			.01000	.00700	.00600		

39	7.5	16	.00400	.00400	.55500	.00400	.42200
			1.99700	.27200	.27700	95.08800	.01400
			.01100	.01600	.03900	.30800	.07200
			.00800	.01800	.05300	.00400	.05600
			.21100	.01400	.01200	.04800	.01300
			.00500	.07600	.02800	.01500	.01200
			.02500	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00600	.02100	.01000	.02900	.00800
			.01100	.00700	.00600		
40	7.5	17	.00500	.00400	.55900	.00400	.42300
			2.00100	.27200	.27600	95.08700	.01400
			.01100	.01700	.03900	.30700	.07100
			.00800	.01800	.05200	.00400	.05600
			.21000	.01400	.01200	.04800	.01300
			.00400	.07500	.02800	.01500	.01100
			.02500	.02800	.03500	.01300	.02100
			.00500	.02100	.00900	.02900	.00800
			.01000	.00700	.00600		