

**CARACTERIZAÇÃO DE CONSTITUINTES NUTRICIONAIS E
ANTINUTRICIONAIS DO RESÍDUO INDUSTRIAL DE LARANJA
(*Citrus sinensis* L. Osbeck) CV. HAMLIM SUBMETIDO
A DIFERENTES TIPOS DE SECAGENS**

ALZIRA DA CONCEIÇÃO

1998

A. O. B. A.

UNITED
STATES
NAVY
OFFICE

Assistant to

U. S. N. A.
NAVY
OFFICE

NAVY
OFFICE

NAVY OFFICE

NAVY
OFFICE

43988

4FN30679

ALZIRA DA CONCEIÇÃO

**CARACTERIZAÇÃO DE CONSTITUINTES NUTRICIONAIS E
ANTINUTRICIONAIS DO RESÍDUO INDUSTRIAL DE LARANJA (*Citrus
sinensis* L. Osbeck) CV. HAMLIM SUBMETIDO
A DIFERENTES TIPOS DE SECAGENS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, área de Concentração em Química, Físico-Química e Bioquímica de Alimentos para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora:

Profa. Dra. Vânia Déa de Carvalho

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

1998



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

Conceição, Alzira da.

Caracterização de constituintes nutricionais e antinutricionais do resíduo industrial de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) cv. Hamlim submetido a diferentes tipos de secagens / Alzira da Conceição. – Lavras : UFLA, 1998.
145 p. : il.

Orientador: Vânia Déa de Carvalho.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Laranja. 2. Resíduo industrial. 3. Constituinte nutricional e antinutricional. 4. Secagem. 5. Alimentação. 6. Caracterização química. 7. Casca. 8. Bagaço. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-664.80431

ALZIRA DA CONCEIÇÃO

CARACTERIZAÇÃO DE CONSTITUINTES NUTRICIONAIS E ANTINUTRICIONAIS DO RESÍDUO INDUSTRIAL DE LARANJA (*Citrus sinensis* L. Osbeck) CV. HAMLIM SUBMETIDO A DIFERENTES TIPOS DE SECAGENS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, área de Concentração em Química, Físico-Química e Bioquímica de Alimentos para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 26 de agosto de 1998:

Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes UFLA

Profª. Dra. Celeste Maria Patto de Abreu UFLA


Profª. Dra. Vânia Déa de Carvalho

UFLA

(Orientadora)

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

INVOCAÇÃO OU PRECE

Do ponto de Luz na Mente de Deus,
Flua luz às mentes dos homens;
Que a Luz desça à Terra.

Do ponto de Amor no Coração de Deus,
Flua amor aos corações dos homens;
Que o Cristo volte à Terra.

Do centro onde a Vontade de Deus é conhecida,
Guie o propósito as pequenas vontades dos homens.
O propósito que os Mestres conhecem e a que servem.

Do centro a que chamamos raça dos homens,
Cumpra-se o Plano de Amor e Luz
E mure-se a porta onde mora o mal,

E que a Luz, o Amor e o Poder
restabeleçam o Plano de Deus na Terra.

(Alice A. Bailey)

à memória de meus pais
Lázaro e Juraci Tavares

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que é o meu refúgio e a minha fortaleza.

À Profa. Dra. Vânia Déa de Carvalho, pela confiança, apoio, carinho, amizade e excelentes ensinamentos e orientação.

À profa. Maria Cristina Bressan pelo apoio à realização do curso.

Aos membros da Assembléia do Departamento de Ciência dos Alimentos pela autorização e liberação parcial das atividades.

Aos coordenadores de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Prof. Dr. Luiz Ronaldo de Abreu e Profa. Dra. Eliana Pinheiro de Carvalho.

À Universidade Federal de Lavras, nas pessoas do Prof. Dr. Antônio Marciano da Silva (Pró-Reitor de Pós-graduação) e dos Profs. Drs. Silas Costa Pereira e Fabiano Ribeiro do Vale (Reitores), pela oportunidade concedida.

Ao Departamento de Agricultura pela doação dos frutos utilizados no experimento, ao Departamento de Química pela colaboração nas análises de minerais e à EPAMIG, pelo apoio e empréstimo de equipamentos, em especial aos laboratoristas Eliane, Samuel e Ismael. (in memorian).

Às funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, Gicelda, Cidinha, Mércia, Eliane, D. Ivone, Magna, Sr. Miguel, Sr. Piano pelo apoio, incentivo, carinho e amizade.

Aos professores do Departamento de Ciências Exatas, em especial ao Prof. Dr. Agostinho Roberto de Abreu, pela amizade, apoio, incentivo.

Aos colegas de curso, em especial a Nísia, Angelita e Rogério, pela colaboração e amizade, e às amigas Natália e Lú, à sobrinha Tânia e aos irmãos Ivan e José Lázaro, pela compreensão, apoio, incentivo, colaboração e amizade.

À todos que direta ou indiretamente me apoiaram e incentivaram,

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Importância da utilização de resíduos industriais.....	4
2.2 Formas de utilização do resíduo industrial para alimentação humana.....	6
2.3 Processamento dos resíduos.....	8
2.4 Composição física, físico-química e química do resíduo.....	11
2.4.1 Rendimento do resíduo.....	11
2.4.2 Umidade do resíduo.....	11
2.4.3 Umidade e matéria seca do resíduo submetido a secagens.....	11
2.4.4 Acidez titulável total de resíduo.....	12
2.4.5 Óleos essenciais de resíduo.....	12
2.4.6 Lipídeos.....	13
2.4.7 Proteínas.....	15
2.4.8 Fibra bruta.....	17
2.4.9 Cinzas.....	17
2.4.10 Extrato não nitrogenado (fração nifext).....	18
2.4.11 Fibras dietéticas.....	18
2.4.11.1 Fibra Detergente Neutro (FDN).....	23
2.4.11.2 Fibra Detergente Ácido (FDA).....	23
2.4.11.3 Fibra Detergente Neutro/Ácido (FDNA).....	23
2.4.11.4 Hemicelulose.....	24
2.4.11.5 Celulose.....	25
2.4.11.6 Lignina.....	26
2.4.11.7 Substâncias pécticas.....	27
2.4.12 Vitaminas.....	29
2.4.12.1 Vitamina C total.....	31
2.4.12.2 Pró-vitamina A ou β -caroteno.....	35
2.4.13 Minerais.....	39
2.4.14 Constituintes antinutricionais.....	44
2.4.14.1 Inibidor de Tripsina.....	45

2.4.14.2	Ácido oxálico.....	46
2.4.14.3	Compostos fenólicos.....	47
2.4.14.4	Nitratos.....	48
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3.1	Material.....	50
3.2	Preparo do material.....	50
3.3	Análises físicas, físico-químicas e químicas.....	50
3.3.1	Rendimento total e das frações casca e bagaço.....	51
3.3.2	Umidade e matéria seca.....	51
3.3.3	Acidez titulável total.....	51
3.3.4	Índice de escurecimento.....	51
3.3.5	Óleos essenciais.....	51
3.3.6	Composição centesimal.....	52
3.3.7	Fibra Detergente Neutro FDN e Fibra Detergente Ácido (FDA).....	52
3.3.8	Fibra Detergente Neutro/Ácido (FDNA).....	52
3.3.9	Substâncias solúveis na fibra.....	53
3.3.10	Lignina.....	53
3.3.11	Celulose.....	53
3.3.12	Substâncias pécicas.....	53
3.3.15	Vitamina C total.....	53
3.3.16	Pró-vitamina A ou β -caroteno.....	54
3.3.17	Minerais.....	54
3.3.18	Inibidores de tripsina.....	54
3.3.19	Ácido oxálico.....	55
3.3.20	Fenólicos.....	55
3.3.21	Nitratos.....	55
3.4	Análises estatísticas.....	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4.1	Caracterização do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria fresca.....	56
4.2	Rendimento.....	57
4.3	Teores médios de umidade.....	57
4.4	Teores médios de matéria seca.....	57
4.5	Acidez titulável do resíduo.....	59
4.6	Índice de escurecimento (Absorbância a 425nm).....	60
4.7	Teor de óleos essenciais.....	61
4.8	Composição centesimal.....	64
4.8.1	Umidade.....	64
4.8.2	Extrato etéreo.....	65
4.8.3	Proteínas.....	66
4.8.4	Fibra Bruta.....	68

4.8.5 Cinzas.....	69
4.8.6 Extrato não nitrogenado (fração nifext).....	70
4.8.7 Considerações gerais.....	71
4.9 Fibras dietéticas.....	71
4.9.1 Fibra Detergente Neutro (FDN).....	72
4.9.2 Fibra Detergente Ácido (FDA).....	73
4.9.3 Fibra Detergente Neutro/Ácido (FDNA).....	75
4.9.4 Substâncias solúveis da fibra.....	76
4.9.5 Lignina.....	77
4.9.6 Celulose.....	79
4.9.7 Pectina total.....	80
4.9.8 Pectina solúvel.....	82
4.9.9 Coeficiente de solubilidade das pectinas.....	83
4.9.10 Considerações gerais.....	83
4.10 Vitaminas.....	85
4.10.1 Vitamina C total.....	85
4.10.2 Pró-vitamina A ou β -caroteno.....	90
4.10.3 Considerações gerais.....	92
4.11 Minerais.....	92
4.11.1 Fósforo.....	93
4.11.2 Cálcio.....	94
4.11.3 Potássio.....	95
4.11.4 Magnésio.....	96
4.11.5 Manganês.....	98
4.11.6 Cobre.....	99
4.11.7 Ferro.....	100
4.11.8 Zinco.....	101
4.11.9 Considerações gerais.....	102
4.12 Constituintes antinutricionais.....	103
4.12.1 Ácido oxálico.....	103
4.12.2 Compostos fenólicos.....	104
4.12.3 Nitratos.....	106
4.12.4 Inibidor de tripsina.....	107
4.12.5 Considerações gerais.....	108
5 CONCLUSÕES.....	109
6 RECOMENDAÇÕES.....	110
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
ANEXO.....	127

RESUMO

CONCEIÇÃO, Alzira da. **Caracterização de constituintes nutricionais e antinutricionais do resíduo industrial de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) cv. Hamlim submetido a diferentes tipos de secagens.** Lavras: UFLA, 1998. 145p (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos)*

O Brasil é o primeiro produtor mundial de frutas cítricas, com mais de 75% transformadas em suco, principalmente pela indústria exportadora, possui um mercado interno de consumo do suco natural em expansão, tendo uma fonte potencial de resíduos dessas frutas. Este trabalho objetivou caracterizar o resíduo industrial de laranja cv. Hamlim e conhecer teores de constituintes nutricionais e antinutricionais presentes. Após extração do suco em extratora industrial, o resíduo foi separado manualmente em duas frações: casca (flavedo e albedo) e bagaço (sacos, vesículas, membranas e sementes), que foram pesadas, trituradas, e analisadas na matéria fresca e após submetidas a três tipos de secagens: a frio pelo processo de liofilização, a 45°C/24h em estufa com circulação de ar e sem circulação de ar, moídas e analisadas. Os resíduos, tanto a matéria fresca quanto após serem submetidas às secagens, apresentaram teores representativos de vitamina C total e β -caroteno de três a quatro vezes a necessidade diária recomendada, e destacam-se como excelentes fontes de magnésio, potássio, ferro, cálcio, fósforo e cobre, apresentando teores moderados apenas de manganês e de zinco, além de constituírem excelentes fontes de fibras naturais, ricas em pectinas. Os teores de ácido oxálico e nitratos encontrados nos resíduos são considerados aceitáveis, com restrição apenas quanto aos teores mais elevados de fenólicos, não sendo aconselhável o consumo com muita frequência, mas sem restrições quando misturados a outros alimentos ou *in natura* (fresco). A fração casca destaca-se com menores teores de umidade, acidez titulável, índice de escurecimento, e maiores teores de fibras dietéticas, vitaminas, cálcio, manganês e fração nifext, além de menores perdas nas vitaminas devido às secagens. O bagaço apresentou maiores teores de proteína, extrato etéreo, óleos essenciais, fósforo, potássio, cobre, nitratos e fenólicos. A liofilização destaca-se proporcionando resíduos com menores teores de umidade, acidez titulável, índice de escurecimento, maiores teores de vitaminas e fração nifext, considerados atributos desejáveis. Ressalta-se que a secagem a 45°C em estufa, sem circulação de ar, foi a que proporcionou maiores perdas de óleos essenciais.

* Orientador: Vânia Déa de Carvalho - UFLA

ABSTRACT

CONCEIÇÃO, Alzira da. **Characterization of the nutritional and antinutritional constituents of the industry residues of orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) cv. Hamlim submitted at different types of dryeds.** Lavras:UFLA, 1998.145p(Dissertation–Master Program in Food of Science)*

The Brasil is first producer worldwide of citric fruits, with more than 75% this fruits was transformed in juice, mainly by exported industry, and have potential source of over or fruits citrics residues. The purpose of this work were study the chemical composition of industry residues of orange cv. Hamlim, evaluable nevels of nutrients and anti-nutrients substances presents. After extraction of juice in industry extractor, the residues were partiated in peel (flavedo and albedo) and pulp (sacs, vesicules, membranes and seeds), triturated and analysed in natura (fresh matter) and after submitted at three types of drieds: at cold, by liofilization, at 45°C for 24 hours in oven with forced-air and without forced-air, ground and evaluables. The experiments were randomized complete, in factorial scheme (two residues fractions and three types dryeds). The residues the fresh matter, the residues submitted at dryed showed nevels significants of vitamin C, β -carotene, three-four more than Recommend Dairy Necessairy and distinguished at excellent sources of magnesium, potassium, iron, calcium, phosphorus and cupric, showed nevels half only than manganese and zinc, moreover is excellent source naturals fibers, high in substances pectics. Regarding of substances anti-nutrients studied, the tripsin inhibitors were'not detected in fresh matter and were'not evaluable in dryed matter; the nevels of acid oxalic and nitrates were presents in acceptable amounts, with attention only to higher nevels of fenolics, no recommend intake high amounts or with more frequence, however, without risks of health, if mixtured at others feeds, or intaked fresh (in natura). The peel distinguished by less nevels humid, titrable acidity, degree of color and high nevels of dietetics fibers, vitamins, calcium, manganese, e fraction nifext, and reduced losses in vitamins due dryed. The pulp showed high nevels of protein, ether extract, essential oils, phosphorus, potassium, cupric, nitrates and fenolics. The liofilization distinguished by residues with less nevels of humid, titrable acidity, degree of colors and high nevels of vitamins e fraction nifext, atributes desiderateds. The dryed in oven without forced-air showed more losses in essential oils.

* Adviser: Vânia Déa de Carvalho - UFLA

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o primeiro lugar no “ranking” mundial como produtor de frutas cítricas, e juntamente com os Estados Unidos, são os maiores exportadores de sucos cítricos. O Estado de São Paulo contribui com 80% da produção nacional. Mais de 75% da produção de frutas cítricas no Brasil é transformada em suco, ficando com um potencial muito grande de resíduos, que é uma rica fonte alimentar ainda não devidamente explorada pelos brasileiros.

Na indústria de sucos cítricos, cerca de 45 a 50% em peso da laranja processada são perdidos com a eliminação dos resíduos, o que corresponde a cerca de 25% dos sólidos solúveis totais existentes na laranja. Nos Estados Unidos, quase que a totalidade de albedo de frutos cítricos, subprodutos da industrialização de suco, são utilizados para obtenção de pectinol comercial, e o óleo essencial da casca e da semente é utilizado nas indústrias de cosméticos, detergentes, perfumarias, etc. No Brasil, o resíduo industrial de frutas cítricas tem sido aproveitado basicamente como polpa cítrica peletizada, que desde o início da década de 70, tem sido exportada quase que integralmente para a Europa (em 95, 97% da produção, e em 92, 93 e 94 mais de um milhão de toneladas/ano), sendo empregada como ingrediente de ração para bovinos, Carvalho (1995)¹.

O efeito da polpa de laranja, subproduto da produção industrial do suco, sobre parâmetros metabólicos e nutricionais foi avaliado em trabalhos de pesquisas nos quais foram demonstrados que uma maior ingestão de polpa de laranja proporciona aumento significativo da excreção fecal de gordura e de nitrogênio, contribuindo, assim, para menor digestibilidade aparente de lipídeos,

¹ CARVALHO, M.P. Citros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6, 1995, Piracicaba, Anais... Piracicaba: FEALQ, 1995, v.1, p.171-214.

redução dos valores plasmáticos de triglicérides e lipídeos totais e tendência à redução de colesterolemia, Reyes (1993)². Em comparação com outros materiais fibrosos, normalmente incorporados em alimentos, a polpa de laranja contém elevado teor de fibra solúvel e foi concluído que a polpa de laranja pode exercer controle sobre os níveis de açúcares do sangue e conseqüentemente sobre o diabetes.

Uma alternativa que vem ganhando corpo desde o início da década de setenta, consiste no aproveitamento de resíduos (principalmente casca) de certas frutas, como matéria-prima para a produção de alguns alimentos perfeitamente passíveis de serem incluídos na alimentação humana.

No Brasil, o potencial de consumo de suco de laranja natural (não concentrado) é cerca de 20 a 25 milhões de caixas de 40,8Kg e a tendência é aumentar, já que o interesse do mercado interno pelo suco natural, pronto para o consumo, tem crescido significativamente, refletindo-se nas vendas de máquinas extratoras de suco para supermercados, padarias e estabelecimentos afins, que tiveram aumentos bastante significativos, chegando a 70%, segundo Informativo SBF (1998)³. Portanto, há uma demanda considerável desses resíduos descartados no lixo em vários estabelecimentos. Uma fonte natural que poderia ser transformada em alimento para a população desnutrida, carente,

² REYES, F.; REIS, M.A.B.; AREAS, M.A. Polpa de laranja: efeitos sobre o metabolismo lipídico e parâmetros nutricionais em ratos Whistar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS, 15, 1996, Poços de Caldas, Resumos... Poços de Caldas: SBCTA, 1996. P.135.

³ SOCIEDADE BRASILEIRA DE FRUTICULTURA. O mercado de suco natural de laranja cresce no país. Informativo SBF, Brasília, v.17, n.2, junho, 1998.

mal-alimentada, contribuindo, essa forma, com um alimento nutritivo e barato, e também com a saúde na prevenção de doenças.

Em um estudo sobre a utilização de excedentes de comercialização da CEASA em Campinas, para implementação da merenda escolar, Chain, Vianna e Galeazzi (1996)⁴ relatam que as principais deficiências nutricionais, para escolas sem jornada única, referem-se aos micronutrientes (Cálcio, Vitamina A, Vitamina C, Ferro e Vitamina B2 em ordem decrescente).

Devido à falta de informações a respeito dos teores de vitaminas, minerais, fatores antinutricionais e forma de utilização, aliados à conservação do produto altamente perecível, torna-se necessário estudos relacionados à caracterização química do resíduo industrial de suco de laranja e alternativas de conservação do produto através da secagem.

Com bases nesses itens, conduziu-se o presente trabalho com os seguintes objetivos:

a) Caracterizar o resíduo industrial de suco de laranja Hamlim, determinando alguns de seus constituintes químicos nutricionais e antinutricionais mais importantes na dieta alimentar.

b) Estudar o efeito de três tipos de secagens nos constituintes químicos nutricionais e antinutricionais mais importantes na dieta alimentar, nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim.

⁴ CHAIN, N.^a; VIANNA, R.P. de T.; GALEAZZI, M.A.M. Utilização de excedentes de comercialização da CEASA - Campinas para implementação da merenda escolar em Campinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15, 1996, Poços de Caldas, Resumos... Poços de Caldas: SBCTA, 1996. p.105.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da utilização de resíduos industriais

A possibilidade de melhorar a saúde e o estado nutricional da população, é uma das grandes realizações da nutrição e figura como um dos marcos da história da saúde pública, sendo que a continuação desse estado dependerá do avanço do conhecimento científico e do entendimento dessa necessidade por parte das pessoas envolvidas com a nutrição humana, Rusig (1994).

A taxa de mortalidade infantil no Brasil embora decrescente, ainda é alta. Perde-se um bebê a cada 3 minutos e cerca de 60% desses óbitos têm a desnutrição como causa principal ou associada à má nutrição e ao baixo nível de instrução da mãe. A prevalência do nanismo permanece alta, sobretudo na região Nordeste, onde nos Estados de Alagoas, Sergipe, Maranhão e Piauí, a incidência de crianças que apresentam severo retardo no crescimento é superior a 30%. Já o quadro nutricional da população adulta começa a indicar um dado preocupante, isto é, mudanças significativas nos casos de sobrepeso, com aumento de 58% para homens e de 42% para as mulheres, com aumentos na obesidade de 100% e 70% respectivamente. Esses dados parecem indicar para os anos vindouros um provável aumento na incidência de doenças cardiovasculares, diabetes e outras patologias ligadas ao excesso de peso. Permanecem, paradoxalmente, carências nutricionais básicas (por sua magnitude) que são: calórica, proteica e minero-vitamínicas, com ênfase para ferro, iodo e vitamina A, Spolidoro (1994).

O ser humano cada vez mais tem alterado o seu hábito alimentar, quer pela necessidade de se ter alimentos que permitam estocagem por mais tempo, quer pelo pouco tempo disponível para o preparo doméstico ou mesmo pela dificuldade de acesso a vários tipos de alimentos. Isso tudo, aliado às variações

naturais dos alimentos, têm influenciado na saúde da população que, em muitos casos, tem como causa a ingestão deficiente de nutrientes, Carvalho (1994).

Os nutrientes são os constituintes do alimento necessários para manter as funções corporais normais. Estes compostos fornecem energia e moléculas essenciais, que não podem ser sintetizados pelos tecidos ou não podem ser sintetizados em velocidade suficiente para preencher as necessidades de crescimento e manutenção. As necessidades dietéticas diárias recomendadas de nutrientes estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 Necessidades dietéticas diárias recomendadas para nutrientes selecionados para homens de 70 quilos, dos 25 aos 50 anos.

NUTRIENTE	Necessidade Diária Recomendada
Carboidratos	364g
Gorduras	80g
Proteínas	56g
Ácidos graxos essenciais	3 a 6g
Cálcio	800mg
Fósforo	800mg
Ácido ascórbico	60mg
Niacina	19mg
Ferro	10mg
Vitamina E	10mg
Piridoxina	2mg
Riboflavina	1,7mg
Tiamina	1,5mg
Vitamina A (equivalentes de retinol)	1000µg
Folato	200µg
Vitamina K	80µg
Equivalentes de α-tocoferol	10µg
Vitamina D (colecalfiferol)	5µg
Vitamina B12	3µg

Fonte: Champe e Harvey (1996).

O resíduo industrial da produção de suco de frutas cítricas é rico em alguns componentes, como ácido ascórbico e fibras dietéticas (pectinas, celuloses, hemiceluloses, etc), sendo uma matéria-prima de excelente qualidade para as indústrias de alimentos e farmacêutica, Correa et al., (1996). Além dos componentes citados acima, o resíduo industrial possui também carotenóides, vitaminas, óleo essencial, hemicelulose, celulose, lignina, glicídes solúveis, substâncias pécticas e compostos fenólicos, açúcares, flavonóides, sais minerais, etc. A casca dos frutos cítricos possui uma maior concentração de ácido ascórbico no flavedo, podendo chegar a valores de até 300mg/100g, enquanto que na casca integral, a concentração é de 150mg/100g, Chitarra (1979).

As vitaminas contidas nos alimentos naturais são integralmente absorvidas pelo organismo humano e a sua atividade é muito superior às vitaminas dos preparados sintéticos, que são de mais fácil aquisição e, às vezes, até mais baratos; entretanto, essas vitaminas, muitas das vezes, nem se acham em estado que permita a sua absorção, Cardinali e Seiler (1958).

2.2 Formas de utilização do resíduo industrial para alimentação humana

A coloração do suco de laranja pode variar do amarelo pálido (nas variedades precoces) ao laranja-avermelhado (nas variedades tardias), e na indústria, pela mistura de sucos, pode-se chegar à coloração desejável. A tonalidade dos sucos cítricos pode também ser melhorada pela adição de carotenóides extraídos da casca das frutas cítricas, que são considerados produtos naturais e não matéria estranha. Os pigmentos carotenóides responsáveis pela coloração da casca das laranjas ocorrem nos cromoplastos das células do flavedo e são qualitativamente semelhantes aos do suco, que se encontram nos plastídeos das vesículas; porém, quantitativamente superiores, ou seja, mais de 60%, Chitarra (1979).

A recuperação do suco secundário pela lavagem em contracorrente, do resíduo das prensas contínuas, é utilizada pela maioria das fábricas nos Estados Unidos. O suco de lavagem, também conhecido por “pulp wash”, é geralmente mais viscoso, sendo concentrado por evaporação apenas até 55° Brix. Devido a sua cor, sabor e turbidez, é usado como base para refrigerantes, confecção de geléias e comprimidos contendo vitamina C e também pode ser vendido como suco sub-padrão, Teixeira Neto e Quast (1977).

A demanda por agentes estabilizantes naturais para drinques de frutas foi acelerada recentemente, devido à restrição do uso de óleo vegetal brominado (BVO) nas formulações de emulsões estabilizadoras. A cor e turbidez características de emulsões de resíduos de casca de citros sugerem seu potencial como agente estabilizante natural para drinques de frutas concentrado. Este novo uso para emulsões de casca de cítrus pode aumentar seu valor, tanto pela sua liberação atual quanto pelo maior valor de mercado, particularmente na Europa, onde drinques de frutas concentrados feitos de algumas frutas aquosas são populares há muitos anos. Esses drinques retêm muito as características aroma e sabor de casca de citros, por conter cerca de 25% como parte do alimento natural e 80% ser constituído de cascas, com muito pouco suco, Bryan, et al., (1973).

Chá de boa aceitabilidade, obtido a partir de cascas retiradas das máquinas automáticas, logo após a extração do suco, submetidas à lavagem para retirada dos bagaços e sementes, selecionadas manualmente, e adicionados aroma natural reforçado de laranja, cravo e canela comerciais ao produto seco, é uma alternativa para supermercados e indústria de cítricos que produzem cascas como resíduo, Efung, Fugmann e Santos (1996).

Pães apresentando boa qualidade tecnológica foram produzidos em escala laboratorial, contendo 2,5% de farinha de polpa de laranja; porém, a partir de 5,0% de adição da polpa, a qualidade final do pão foi drasticamente prejudicada. Considerando-se o aspecto tecnológico, foi possível obter pães de

boa qualidade com até 5,0% de polpa de laranja e 7,5% de farelo de trigo, em escala piloto e na presença de vital-glúten, Magno (1996).

2.3 Processamento dos resíduos

Algumas vezes, os alimentos em estado natural contêm compostos antinutricionais ou tóxicos, que necessitam ser identificados e realizados estudos de suas propriedades e modo de ação, com o fim de poder eliminá-los ou torná-los inofensivos. Muitos produtos não são apropriados ao sistema digestivo do homem ou só são considerados adequados ao consumo depois de um tratamento. Isso exige processos que permite obter esse resultado; porém, ao mesmo tempo, sem afetarem o valor nutritivo e outros caracteres favoráveis. Os modernos métodos de secagem buscam outros fins e não a simples preservação. Nos alimentos, a redução de peso e algumas vezes de volume constituem uma importante vantagem para o transporte e armazenamento, Cheftel, Cheftel e Besançon (1992).

A importância das mudanças físicas, químicas e bioquímicas que ocorrem nos tecidos vegetais durante a desidratação dependem, em parte, do sistema empregado e da natureza do produto em questão. As características de um determinado produto seco ao sol, desidratado a vácuo, por desidratação osmótica, desidratado ao ar ou liofilizado, são muito diferentes, já que são distintos os fatores de estresse a que são submetidos durante o processo. Igualmente aos sistemas de conservação, o êxito da operação depende da escolha de uma matéria-prima adequada (grau de maturidade, cultivar) e da utilização de métodos mais apropriados antes, durante e depois da desidratação, Haard (1993).

A liofilização exerce efeito insignificante nos conteúdos de ácido ascórbico e carotenóides do suco de laranja; porém, devido a um aumento no teor de umidade quando o suco liofilizado é armazenado, observam-se perdas nos conteúdos desses constituintes, Maia (1988).

Todos os alimentos sofrem algum tipo de perda em seus teores de vitaminas e minerais, quanto submetidos a qualquer tratamento, inclusive quando se aumenta ocasionalmente a biodisponibilidade de algum determinado nutriente ou se inativa algum fator antinutricional existente. O conteúdo de minerais nos alimentos pode variar amplamente, dependendo de fatores ambientais como no caso das plantas, a composição do solo, e dos animais, da natureza da dieta. As perdas de minerais nos alimentos por reações químicas são pouco importantes, adquirindo mais relevância as que se originam fisicamente ou as que resultam de combinação das mesmas em formas não ativas biologicamente. As principais operações que causam perdas de substâncias minerais são a lixiviação, que arrasta parte dos materiais solúveis, e a moagem muito refinada, que também produz perdas importantes de todos os minerais presentes, Tannembaum, Young e Archer (1993).

No processamento de frutas e vegetais, as reações de deterioração resultantes são importantes em produtos concentrados e desidratados, principalmente em vegetais não ácidos ou com baixa acidez e rico em açúcares e aminoácidos. O controle de secagem é crítico para a qualidade do produto final, e o escurecimento atinge o máximo na faixa de atividade água entre 0,53 e 0,55, Araújo (1995).

Durante o processamento há perdas do valor nutricional de vitaminas A e C, as quais podem ser destruídas parcialmente por oxidação durante a secagem a ar quente. Nos últimos anos, o processo de liofilização tem sido bastante utilizado na indústria de alimentos. A qualidade da maioria dos produtos liofilizados é excelente, e geralmente superior à qualidade dos mesmos, quando processados por métodos convencionais, Cheftel, Cheftel e Besançon (1992).

A vitamina A e seu precursor, o β -caroteno, são muito estáveis, sendo na desidratação o método em que ocorre maiores perdas. Pinheiro-Sant'Ana et al., (1996) estudando estabilidade de carotenóides em cenoura (*Daucus carota* L.)

submetida à desidratação e diferentes métodos de preparo em pequenas quantidades, observaram perdas de 14,36 a 39,87% nos carotenóides analisados, sendo que o β -caroteno apresentou-se como o de menor estabilidade, e Antunes (1994) cita retenção de 80% dos carotenóides na liofilização.

Conceição, Lopes e Carvalho (1997) encontraram os seguintes percentuais médios de perdas de vitamina C total em resíduos de frutos cítricos submetidos à secagem em estufa a 55°C: laranja Hamlim (94,93; 89,03 e 93,89%); laranja Valência (94,64; 91,00 e 80,02%); laranja Pêra Rio (93,81; 92,40 e 89,85%) e lima ácida Tahiti (96,29; 91,65 e 79,26%) nas frações flavedo, albedo e vesículas de suco, respectivamente, destacando-se uma menor perda para a fração vesículas das cultivares Valência e lima ácida Tahiti.

A polpa cítrica é higroscópica, quando armazenada por 3 a 4 meses, pode atingir valores de umidade entre 14 e 15%, propiciando crescimento de fungos e até mesmo combustão espontânea; porém, pode ser armazenada o ano inteiro em locais secos, deteriorando-se menos que outros alimentos e não atraindo roedores e pássaros. Apresenta alto teor de matéria seca, alta capacidade de absorver água (145% do seu peso), alto valor nutritivo, boa palatabilidade, boa disponibilidade no mercado, elevado teor de carboidratos prontamente fermentescíveis (25% da matéria seca), Carvalho (1995).

Foi testada por Aguirre e Travaglini (1988) a secagem da polpa lavada, resultante da extração de suco de laranja em secadores-pilotos cilíndrico-rotativos, de bandejas e pneumáticos, sendo este último o mais adequado. Em decorrência da lavagem, parte dos componentes solúveis em água são lixiviados, causando redução, principalmente no teor de açúcares.

2.4 Composição Física, Físico-Química e Química do resíduo

2.4.1 Rendimento do resíduo

Laranjas com bom rendimento industrial apresentam um teor médio de suco de mais ou menos 40mL/100g de fruto, os 60% restantes equivalem a partes geralmente não industrializadas no Brasil. Avaliando-se a casca de alguns frutos cítricos, Carvalho et al., (1978) encontraram rendimento (g/100g) de 2,50; 2,24; 0,69; 0,006; 0,731 e 1,74 para sementes; 20,26; 32,24; 19,61; 31,37; 32,56 e 29,16 para casca; 25,46; 28,84; 29,86; 22,33; 29,42 e 33,07 para albedo e vesículas de suco, totalizando 48,22; 63,32; 50,17; 53,77; 64,71 e 63,99 de resíduo (parte não industrializada) para tangor Murcot, tangerina Ponkan, limões Galego, limão Tahiti, limão Siciliano e laranja Hamlin respectivamente.

Rendimentos médios de matéria seca de 31,10% em casca de laranja Valência madura, 53,00% em resíduo insolúvel em álcool a 80% e de 34,90% em resíduo tratado com pepsina extraído com oxalato em resíduo insolúvel em álcool foram encontrados por Eaks e Sinclair (1980).

Estudando o resíduo industrial de 4 variedades de frutos cítricos, após a extração do suco, Conceição, Lopes e Carvalho (1997) encontraram rendimentos médios de 9,57; 22,02 e 24,93% na laranja Hamlim; 9,01; 17,69 e 24,35% na laranja Valência; 11,37; 20,10 e 21,36% na laranja Pêra Rio e 10,60; 20,40 e 18,14% na lima ácida Tahiti, para flavedo, albedo e vesículas de suco respectivamente.

2.4.2 Umidade do resíduo

O albedo de laranja é composto de 75 a 80% de água e 20 a 25% de matéria seca, segundo Saenz (1987). Correa et al., (1996) analisando umidade do albedo seco em alguns frutos cítricos, encontraram teores médios de 69,43;

67,45; 63,38 e 66,02% para lima ácida Tahiti e laranjas Pêra Rio, Pêra Natal e Valência, respectivamente.

Teores de umidade 83,90%; 89,30% e 9,25%, sólidos solúveis 9,40%; 6,40% e 13,60%, e sólidos insolúveis 6,70%; 4,30% e 77,15%, para polpa de laranja, polpa de laranja lavada, base fresca, e polpa de laranja seca em secador pneumático, respectivamente, foram encontrados por Aguirre e Travaglini (1987).

2.4.3 Umidade e Matéria Seca do resíduo submetido à secagem

Teores médios de 9,00% de umidade para polpa cítrica seca foram encontrados por Magno (1996), enquanto Brilhout et al., (1988) relatam teores de 10,10%.

Faria et al., (1971) citam teores médios de 12,81% de matéria seca em silagem de polpa cítrica de laranja fresca; já Dovell e Harris (1982) encontraram 23,20% de matéria seca em laranjas (*Citrus sinensis* Osbeck Y.G: Reticulada blanco), sem sementes, cortadas e secas à 75°C por uma noite, 165mmHg.

2.4.4 Acidez titulável total do resíduo

Valores médios de 3,50 e 130,00 na polpa de laranja, 3,80 e 86,00 em polpa de laranja lavada, base fresca, e de 4,40 e 10,50 na polpa seca em secador pneumático para pH e acidez (mL NaOH 0,1N/100g) respectivamente, foram encontrados por Aguirre e Travaglini (1987), e valores médios de 3,5 para pH foram encontrados em silagem de polpa cítrica de laranja fresca por Faria et al., (1972).

2.4.5 Óleos essenciais do resíduo

Avaliando-se a casca de tangor Murcot, tangerina Ponkan, limões Galego, Tahiti e Siciliano e laranja Hamlin, Carvalho et al., (1978) encontraram

teores médios de óleos essenciais, base fresca, de 0,44; 0,39; 1,52; 0,92; 0,61 e 0,43mL/100g, respectivamente, e concluíram que as cascas de limão Galego e Tahiti apresentaram teores elevados de óleo essencial, com rendimento em óleo aceitável para a indústria.

Cascas de citrus contêm consideráveis quantidades de óleos essenciais, cerca de 1 a 3,50%, sendo que a variação pode ser devido a diferenças na quantidade de óleo por superfície de área e tamanho dos frutos. O óleo da casca isolada de laranjas amargas, mandarina e limão tem altos valores de acidez e gravidade específicos, enquanto aqueles isolados de laranjas doces e pomelo têm baixo índice refratométrico, Salib, Saleh e Abdel-Malik (1978).

2.4.6 Lipídeos

As principais fontes de energia utilizadas pelo homem encontram-se entre os lipídeos: as gorduras fornecem em peso 2 a 3 vezes mais calorias do que os carboidratos e as proteínas, e apesar desses dois últimos grupos de compostos transformarem-se em gorduras no organismo humano, alguns lipídeos têm funções biológicas específicas, ocorrendo em quase todas as células animais e vegetais, Bobbio e Bobbio (1992).

Os lipídeos constituem um aporte energético importante, com 9 Kcal/g em média, energia recuperável a partir da degradação dos ácidos graxos por β -oxidação e a metabolização da acetil coenzima A resultante. O músculo cardíaco está adaptado para utilizar a energia dos ácidos graxos. Em alguns aspectos, os lipídeos constituem um impasse metabólico; se a conversão de glicídeos ou protídeos em lipídeos é relativamente fácil, os processos inversos são mais difíceis, explicando a facilidade pela qual alguns organismos tendem à obesidade, Cheftel, Cheftel e Besançon (1992).

A classe mais importante de lipídeos da dieta, do ponto de vista energético, é a dos triacilgliceróis, constituindo-se mais de 90% dos lipídios

totais da dieta, sendo eles os que suprem o organismo dos ácidos graxos essenciais (ácido linoleico e linolênico). Além disso, a gordura da dieta pode aumentar a palatabilidade do alimento, produzindo uma sensação de saciedade, sendo requerida também para a absorção de vitaminas lipossolúveis. Uma deficiência de ácidos graxos essenciais caracteriza-se por dermatite escamosa, perda de cabelo e má cicatrização de ferimentos. Uma vez que os ácidos graxos essenciais são amplamente distribuídos na natureza, a deficiência é rara. As dietas sintéticas devem incluir 2% de calorias em forma de ácido linoléico, Champe e Harvey (1996).

O valor nutricional das gorduras não é geralmente afetado pelas práticas usuais de processamento de alimentos. As alterações degradativas que podem ocorrer têm muito maior impacto na palatabilidade do que no valor nutricional, Antunes (1994).

Teores de 1,20 a 1,60% de extrato etéreo extraídos com éter de petróleo e 1,70 a 2,10% extraídos com acetona, foram encontrados por Kesterson e Braddock (1973) em vesículas de suco de laranja lavadas e secas. Já Braddock (1983) obteve 2,00% de extrato etéreo para vesículas de suco de laranja secas e 3,69% de extrato etéreo para a polpa seca ao ar, enquanto Magno (1996) relata teores 1,50% de lipídeos para polpa cítrica.

Analisando-se extrato etéreo do albedo seco em alguns frutos cítricos, Correa et al., (1996) encontraram teores médios de 1,25; 1,32; 2,56 e 2,19% para lima ácida Tahiti e laranjas Pêra Rio, Pêra Natal e Valência, respectivamente, enquanto Carvalho (1995) relata teores médios de 2,00% de extrato etéreo em polpa cítrica peletizada e cita variação na literatura de 1,30 a 9,10%.

Teores de matéria graxa foram de 0,19% na polpa de laranja e 0,12% polpa de laranja lavada, base fresca, e 0,10% na polpa seca em secador pneumático, segundo Aguirre e Travaglini (1987).

2.4.7 Proteínas

Os seres humanos não têm necessidades dietéticas de proteínas em si, mas de aminoácidos essenciais. O valor biológico da proteína da dieta é medido através da sua capacidade de fornecer os aminoácidos essenciais requeridos para a manutenção dos tecidos, em uma escala relativa, tendo a proteína total do ovo ou albumina com escore 100. As proteínas vegetais têm menores valores biológicos que as proteínas animais. Entretanto, as proteínas de diferentes fontes vegetais podem ser combinadas no momento da ingestão, de tal modo que o resultado seja equivalente em valor nutricional à proteína animal. As necessidades diárias recomendadas são computadas em termos de proteínas de valor biológico misto em 0,8g por quilo de peso corporal para adultos (56g para um indivíduo que pesa 70 quilos). A necessidade dietética de proteínas é influenciada pelo conteúdo de carboidratos da dieta. Se a ingestão de carboidratos é menor que 150g/dia, quantidades substanciais de proteínas são metabolizadas para fornecer precursores para a gliconeogênese, impedindo a utilização dos aminoácidos para reparo e manutenção da proteína tecidual, Champe e Harvey (1996).

Teores de 6,70% de proteínas em resíduo insolúvel em álcool 80%, e 3,50% de proteína em base seca de casca de laranja Valência madura foram encontrados por Eaks e Sinclair (1980). Em outro trabalho, Braddock (1983) encontrou 9,00% de proteínas em vesículas de suco de laranja secas e 6,23% de proteínas para a polpa seca ao ar. Magno (1996) relata teores de 9,18% de proteína bruta para polpa cítrica.

Geralmente o aquecimento moderado das proteínas provoca somente desnaturação protéica, sem qualquer desvantagem sob o ponto de vista nutricional, Antunes (1994). Os teores médios de proteínas das principais fontes alimentares estão descritas na Tabela 2.

TABELA 2 Teores médios de proteínas das principais fontes alimentares.

ALIMENTO	PROTEÍNAS (%)
Leite	3 a 4
Ervilhas frescas	6
Arroz	7 a 10
Milho	11
Clara de ovo crua	12
Trigo	14
Carne de porco	14
Carne de vaca	16
Gema de ovo crua	16
Carne de pato, frango	20
Carne de carangueijo	21
Peixes	10-22
Lagosta	22
Ervilhas secas	22
Feijão	23
Amendoim	20-35
Soja	30-45

Fonte: Bobbio e Bobbio, (1995).

Teores médios de 6,00% de proteína bruta foram encontrados por Carvalho (1995) em polpa cítrica peletizada, enquanto Faria, Tosi e Silveira (1971) obtiveram valores médios de 9,26% de proteína bruta para polpa de laranja matéria seca; já Brilhout et al., (1988) relatam teores médios de 7,00% de proteínas para polpa cítrica na base seca e Kesterson e Braddock (1973) citam teores médios de 9,00% de proteína bruta em vesículas de suco de laranja lavadas e secas.

Analisando-se a proteína bruta do albedo seco em alguns frutos cítricos, Correa et al., (1996) encontraram teores médios de 3,70; 4,50; 4,68 e 4,04% para cultivares de lima ácida Tahiti e laranjas Pêra Rio, Pêra Natal e Valência,

respectivamente. Já segundo Aguirre e Travaglini (1987), os teores de proteína bruta são de 2,73% na polpa de laranja e 2,47% polpa de laranja lavada, base fresca, e 7,10% na polpa seca em secador pneumático.

2.4.8 Fibra Bruta

Teores de 18,90% de fibra bruta na composição química de vesículas de suco de laranja secas foram relatados por Kesterson e Braddock (1973), e 12,12% de fibra bruta para a polpa seca ao ar por Braddock (1983), enquanto Correa et al., (1996), analisando fibra bruta do albedo seco em alguns frutos cítricos, encontraram teores médios de 15,23; 15,94; 13,14 e 14,67% para as cultivares lima ácida Tahiti e laranjas Pêra Rio, Pêra Natal e Valência, respectivamente.

De acordo com Aguirre e Travaglini (1987), os teores de fibra bruta foram de 2,20% na polpa de laranja e 2,00% na polpa de laranja lavada, base fresca, e 21,00% na polpa seca em secador pneumático, enquanto Carvalho (1995) relata teores médios de 12,00% de fibra bruta em polpa cítrica peletizada e cita variação na literatura de 6,40 a 16,80%.

2.4.9 Cinzas

Teores de 4,10% para cinzas em resíduo insolúvel em álcool 80%, e 2,20% em base seca, de casca de laranja Valência madura foram encontrados por Eaks e Sinclair (1980) e teores médios de 3,10% de cinzas para vesículas de suco de laranja secas foram citados por Kesterson e Braddock (1973), e em outro trabalho. Braddock (1983) encontrou teores de 5,02% de cinzas para polpa seca ao ar.

Analisando-se as cinzas do albedo seco em alguns frutos cítricos Correa et al., (1996) encontraram teores médios de 2,40; 2,25; 2,56 e 2,19% para lima ácida Tahiti e laranjas Pêra Rio, Pêra Natal e Valência, respectivamente.

Teores de 1,87% de cinzas foram encontrados por Magno (1996) para polpa cítrica, e Carvalho (1995) obteve teores médios de 6,00% de cinzas em polpa cítrica peletizada e cita variação na literatura de 3,10 a 16,85%, enquanto Brillhouet et al., (1988) relatam teores de 7,90% de cinzas para polpa cítrica na base seca.

Analisando-se a polpa de 26 cultivares de laranjas espanholas, Iranzo e Garcia (1973) determinaram 2,38% como teor médio de cinzas, já Aguirre e Travaglino (1987) relatam teores médios de 0,49% em polpa de laranja e 0,43% em polpa de laranja lavada, base fresca, e 3,00% em polpa seca em secador pneumático.

2.4.10 Extrato Não Nitrogenado

Teores médios de 74,00% de extrato não nitrogenado foram determinados por Carvalho (1995) em polpa cítrica peletizada, que cita uma variação na literatura de 54,20 a 73,17%, enquanto Braddock (1980) encontrou 64,46% de extratos não nitrogenados para polpa de laranja seca ao ar.

2.4.11 Fibras Dietéticas

A fibra dietética pode ser conceituada como componente da nutrição não digerível pelo homem, em razão da ausência de enzimas específicas ou da incapacidade das enzimas presentes completarem a digestão, Fernandez; Patterson e González, 1993). Essas fibras possuem uma fração de carboidratos, que é uma mistura complexa de diferentes combinações e ligações entre monossacarídeos, e que já podem ser vistas mais como contribuinte benéfico no aspecto biológico do que no aspecto químico Van Soest (1994).

Considera-se fibra dietética como o conjunto de componentes de alimentos vegetais que resistem à hidrólise pelas enzimas endógenas do tubo digestivo. É constituída de celulose dipostas paralelamente em cadeias lineares

de D-glicose, com ligações $\beta(1-4)$, lignina (engloba vários polímeros aromáticos, podendo ser definida como um polímero polifenólico contendo unidades de fenilpropano), polissacarídeos não celulósicos, incluindo diferentes compostos como as hemiceluloses (xilanas, galactanas, mananas, glicomananas e arabino-galactanas), e poligalacturonídeos (substâncias pécticas que exercem papel considerável em fenômenos tais como a capacidade de ligar cátions e manter água absorvida), gomas e mucilagens (utilizadas como espessantes). Tais resíduos alimentares como não são digeridos, não representam valor calórico ou plástico, passando para as fezes, nas quais, todavia, não são encontrados quantitativamente, em consequência de eventual fermentação e degradação no intestino grosso, Pourchet-Campos (1990).

Uma dieta energética, devido à complexidade dos alimentos, pode ser influenciada pelo conteúdo em fibras. A interação fibra, proteína e gorduras afeta a digestibilidade desses nutrientes e decresce o metabolismo energético dos alimentos. Tanto as fibras totais como a fibra detergente neutro possuem efeitos similares no metabolismo energético. Uma dieta rica em fibras dá a sensação de saciedade, pois há aumento do volume do bolo alimentar no estômago e implica na diminuição do apetite, diminuindo conseqüentemente a obesidade. A ingestão de fibras resulta em uma alimentação com menos calorias e um controle do apetite, Baer et al., (1997).

Fibras insolúveis que não sofrem fermentação pelas bactérias anaeróbicas do cólon aumentam o volume do bolo fecal pela retenção de água; dessa forma, diluem os carcinógenos e diminuem sua ação. O aumento do volume do bolo fecal aumenta a velocidade de trânsito intestinal e diminui o tempo de contato de substâncias agressivas com a mucosa do cólon. Por outro lado, as fibras solúveis sofrem fermentação no intestino grosso por bactérias anaeróbicas, produzindo ácidos graxos de cadeia curta, como acetato, butirato e propionato. O butirato constitui a principal fonte de energia para o epitélio do

cólon. Existem evidências de que o butirato desempenha papel importante na manutenção e diferenciação da mucosa do cólon *in vivo* e inibe o desenvolvimento de tumores em culturas de células epiteliais de intestino humano. Os ácidos graxos de cadeia curta são também responsáveis pela redução do pH do cólon que, por sua vez, está relacionado à diminuição de risco de câncer do cólon. Maior excreção fecal de estrógenos pela ação das fibras explica, em parte, a ação benéfica das mesmas na redução da incidência também do câncer mamário, concorrendo para a diminuição da concentração de estrógenos circulantes, Sgarbieri (1993).

As fibras têm o poder de absorver as substâncias cancerígenas presentes no cólon, inativando-as, principalmente sais biliares que servem de substratos para a elaboração de 1,2-dimetil-hidrazina, nitroximetano e metilnitrosouréia, dentre outros. Muitas substâncias cancerígenas presentes nas fezes são inativadas porque sofrem glicuro-conjugação ao nível de fígado, como é o caso dos hormônios esteróides, dos sais biliares e dos esteróides fecais e alguns flavonóides cancerígenos. Há no intestino, principalmente naqueles que têm uma dieta rica em gorduras, uma flora que secreta β -glicuronidase, hidrolisando a combinação com o ácido glicurônico, devolvendo às substâncias cancerígenas sua atividade. A adição de fibras à dieta reduz significativamente a atividade β -glicuronidase da flora intestinal, Lederer (1990).

Apesar de polêmico, o conhecimento do papel da fibra na alimentação vem permitindo seu uso, com êxito, no controle de várias situações indesejáveis, tais como: hiperlipidemia sérica, retardamento do trânsito alimentar no intestino e obesidade. Evidências epidemiológicas apontam a ausência ou escassez de fibra na dieta como responsável pela constipação, problemas de hemorróidas e veias varicosas, apendicite e hérnia de hiato, Pourchet-Campos (1988 e 1990).

Os compostos de parede celular influenciam na textura e palatabilidade da dieta, promovendo a saciedade e reduzindo a ingestão de calorias, modulando

a absorção de nutrientes no intestino delgado, podendo ser fermentados no intestino grosso pelas bactérias anaeróbicas, aumentando o volume fecal e reduzindo o tempo de trânsito e remoção de compostos potencialmente nocivos. Alimentação parenteral ou enteral de pacientes com solução nutritiva causa atrofia na superfície da mucosa intestinal, o que parece ser a resposta das células epiteliais à falta de volume estimulador na dieta, Gordon (1996).

No Ocidente, o consumo de fibras dos alimentos costuma variar de 6 a 35g/dia, admitindo-se que o consumo de 15g/dia é suficiente para um bom desempenho gastrointestinal. As recomendações quanto à composição da dieta dos países desenvolvidos têm sido no sentido de diminuir a ingestão de gorduras, açúcares refinados e calorias totais, que deverá resultar em dietas ricas em fibra e amido, Reyes (1993).

Segundo dados do ENDEF (Estudo Nacional da Despesa Familiar) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1981), no Brasil existe também uma relação entre o câncer e a alimentação, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo, mostrando que o câncer de cólon associou-se ao consumo de gorduras e álcool, e o câncer de pulmão ao consumo de calorias, gorduras e álcool. O consumo médio de fibras por pessoa em São Paulo, Rio de Janeiro e Porto Alegre é de aproximadamente 20g/dia. Porém, o Instituto Nacional do Câncer dos Estados Unidos recomenda a ingestão diária de 30 gramas de fibras dietéticas, Maffia (1991). Devido ao seu alto teor de água, as frutas e vegetais fornecem menores quantidades de fibras por grama de material ingerido do que grãos e cereais. A ingestão deve conter quantidades iguais de fibra solúvel e insolúvel.

A polpa de laranja, base seca, apresenta 71,10% de fibra alimentar total, segundo Áreas (1996) e 76,00% de acordo com Magno (1996), que relata conteúdos de 55,60% de fibra insolúvel e 20,40% de fibra solúvel.

Teores de fibra dietética total de 9,60% nas cascas, 11,00% nas vesículas de suco, 9,70% nas membranas e 14,60% nas sementes de laranja Pineapple, peso fresco, foram relatados por Braddock e Graumlich (1981) e Braddock (1983), já Dovell e Harris (1982) determinaram 41,10% de fibra dietética total em laranjas (*Citrus sinensis* Osbeck Y.G: Reticulada blanco), sem sementes, cortadas e secas à 75°C por uma noite, 165mmHg.

Na Finlândia, o teor médio de fibra dietética total de laranja (*Citrus aurantium* L.) consumido é de 21,00%, com variação de 19,00 a 23,00% segundo Plaami et al., (1992).

Teores médios de fibras dietéticas encontrados em alguns alimentos, analisados na matéria seca, estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 Teores médios de fibras dietéticas (FDN, FDA, Hemicelulose, Lignina e Celulose) encontrados em alguns alimentos, expressos em porcentagem na matéria seca.

ALIMENTOS	TEORES DE FIBRA DIETÉTICAS (%)				
	FDN	FDA	Hemicelulose	Lignina	Celulose
Alface	13,16	9,19	3,96	1,31	7,27
Couve-flor cozida	13,77	8,96	4,80	1,39	7,29
Abobrinha cozida	35,23	25,88	9,35	4,32	20,21
Chuchu cozido	25,64	19,74	7,85	7,33	11,59
Tomate fresco	18,78	15,95	2,82	3,63	12,43
Vagem cozida	30,19	22,50	7,64	8,06	13,90
Abacaxi	7,81	3,33	4,47	0,76	2,17
Maçã com casca	13,24	8,81	4,42	0,93	7,09
Mamão	10,63	8,92	1,70	1,70	7,18
Melancia	3,16	1,65	1,51	0,55	0,97

Fonte: Silva; Silva e Dutra de Oliveira (1990)

2.4.11.1 Fibra Detergente Neutro (FDN)

Em seu trabalho com polpa de laranja, Áreas (1996) encontrou altos teores de fibras alimentares constituídas por 32,00% de FDN (celulose, hemicelulose e lignina) com fermentabilidade de aproximadamente 58,00%. Já Belo e Lumen (1981) relatam teores de fibra dietética FDN de 36,95%, peso seco. Carvalho (1995) encontrou teores de 25,00% de FDN em polpa cítrica peletizada, e cita variação na literatura de 19,40 a 28,00%.

2.4.11.2 Fibra Detergente Ácido (FDA)

A fibra detergente ácido (FDA) é a porção menos digerível da parede celular das forrageiras pelos microorganismos do rúmen. É constituída na sua quase totalidade de lignocelulose, ou seja, lignina e celulose.

Conteúdo de 16,50% de resíduo indigerível em laranjas (*Citrus sinensis* Osbeck Y.G: Reticulada blanco), sem sementes, cortadas e secas à 75°C por uma noite, 165mmHg, foram relatados por Dovell e Harris (1982). Belo e Lumen (1981) encontraram teores médios de fibra dietética FDA 19,97% em albedo de laranja, peso seco, enquanto Eaks e Sinclair (1980) relatam teores médios de 17,50% de lignocelulose em resíduo insolúvel em álcool 80% e 9,20% em resíduo na base seca de casca de laranja Valência madura.

Teores médios 31,1% de FDA em polpa de laranja, matéria seca, foram encontrados por Áreas (1996), enquanto Carvalho (1995) relata teores médios de 24% em polpa cítrica peletizada, e cita variação de 12,80 a 30,15% na literatura

3.4.11.3 Fibra Detergente Neutro/Ácido (FDNA)

A extração com detergente neutro solubiliza proteínas, gorduras, carboidratos, pectinas, sílica, taninos e outros constituintes solúveis em água, e a extração com detergente ácido solubiliza hemicelulose e parte da proteína

insolúvel, mas retém sílica, complexos taninos-proteínas e parte das pectinas (Rebolé, 1994 e Silva, 1992).

O conteúdo de fibra e lignina de ramos, folhas e hastes de carvalho e oliveira foram determinados por Rebolé (1994), via extração com detergente neutro (FDN), detergente ácido (FDA) e extrações seqüenciais com detergente neutro seguido pelo detergente ácido (FDNA) e com detergente ácido seguido pelo detergente neutro (FDAN), concluindo-se que em cada parte da planta, a FDN foi sempre a fração que representa a maior proporção de fibra, enquanto que a FDAN foi a estimativa de menor proporção.

2.4.11.4 Hemicelulose

As hemiceluloses presentes na parede celular da planta, juntamente com a celulose e a lignina, são polissacarídeos onde predominam xilanas, manosanas e galactanas, Griswold (1972), e constituem uma reserva de carboidratos e fonte potencial de açúcares e outras substâncias durante a maturação, Soto (1992). Possuem estrutura mais amorfa e suas moléculas são menores do que as de celulose, absorvem água e conferem volume à célula, contribuindo também para reduzir a pressão intraluminal do cólon, Maffia (1991).

Existem indicações de que a fibra dietética, incluindo as hemiceluloses, diminuem o risco de enfermidades cardiovasculares, assim como transtornos do cólon, especialmente câncer. Por outro lado, os pacientes diabéticos parecem requerer menores doses de insulina com uma dieta rica em fibras. Negativo é, entretanto, que as gomas e fibras formadas de polissacarídeos possam diminuir a absorção de certas vitaminas e traços de minerais no intestino delgado. As hemiceluloses exercem provavelmente seu maior efeito nos produtos de padaria, nos quais melhoram a capacidade de retenção de água da farinha, retardando o envelhecimento e o endurecimento do pão, Whistler e Daniel (1993).

Conhecendo-se a percentagem dos constituintes de parede celular FDN (fibra detergente neutro) e FDA (fibra detergente ácido) do material analisado, é possível calcular a fração de hemicelulose apenas pela diferença entre estas duas frações, Silva (1990).

Teores médios de 8,40% de hemicelulose em resíduo insolúvel em álcool 80% e 4,40% na matéria seca de casca de laranja Valência madura, foram relatados por Eaks e Sinclair (1980), enquanto Baker (1994) cita teores de hemicelulose de 1,70% em vesículas de suco de laranja, 1,50% em membranas e 1,80% em casca de laranja (peso seco).

Teores de hemicelulose de 1,80% nas cascas, 1,70% nas vesículas de suco, 1,50% nas membranas e 1,60% nas sementes de laranja Pineapple, peso fresco, foram relatados por Braddock e Graumlich (1981) e Braddock (1983), enquanto Áreas (1996) encontrou 2,1% de hemicelulose em polpa de laranja, matéria seca, 3,00% de hemicelulose na fibra total de polpa de laranja, e 6,00% de hemicelulose na fibra detergente neutro de polpa de laranja.

2.4.11.5 Celulose

A celulose é o principal polissacarídeo estrutural dos vegetais e está presente na forma de fibras, nos caules, folhas e parede de todas as células, associada a hemiceluloses e pectinas. É responsável em grande parte pela textura dos alimentos vegetais, pois sua dureza parece estar ligada ao caráter cristalino da celulose. A pré-cozção atenua estas características, enquanto o congelamento e/ou desidratação tendem a acentuá-las. A celulose não é digerível pelo homem, mas participa da formação de um conteúdo intestinal hidratado que facilita a eliminação de outros produtos digeríveis, Cheftel, Cuq e Lorient (1992).

A matéria seca do albedo de laranja é composta por 33% de celulose segundo Saenz (1987), enquanto Baker (1994) cita teores de 3,50% de celulose

em vesículas de suco, 3,50% em membranas e 3,80% celulose em casca de laranja.

Teores de celulose de 3,80% nas cascas, 3,50% nas vesículas de suco, 3,50% nas membranas e 6,80% nas sementes de laranja Pineapple, peso fresco, foram relatados por Braddock e Graumlich (1981) e Braddock (1983), enquanto Áreas (1996) encontrou 25,70% de celulose em polpa de laranja, matéria seca, 36,00% de celulose na fibra total de polpa de laranja, e 80,00% de celulose na fibra detergente neutro de polpa de laranja.

2.4.11.6 Lignina

A lignina é o único tipo de fibra que não pertence ao grupo dos carboidratos, sendo altamente insolúvel em água. A lignina, suberina e cutina, devido às suas estruturas químicas tridimensionais, podem atuar como resina de troca iônica ligando-se hidrofobicamente aos ácidos biliares, podendo, dessa forma, concorrer para a redução da formação de metabólitos carcinógenos de sais biliares, Maffia (1991).

Na nutrição animal, a importância da lignina prende-se à sua influência negativa sobre a digestibilidade de outros nutrientes, evidenciadas pelas altas correlações negativas de lignina com a digestibilidade da matéria seca, celulose e hemicelulose. A maioria dos vegetais superiores contém pelo menos alguma fração de lignina, variando de 4 a 12%, podendo chegar nas forrageiras mais fibrosas a 20% da matéria seca, Silva (1992).

Teores médios de 1,00% de lignina foram encontrados por Carvalho (1995) na polpa cítrica peletizada e Áreas (1996) relata teores de 4,40% de lignina em polpa de laranja, matéria seca, 6,00% em fibra total de polpa de laranja, e 14,00% em fibra detergente neutro de polpa de laranja.

Em laranjas Pineapple, peso fresco, foram encontrados teores de lignina de 0,30% nas cascas, 1,00% nas vesículas de suco, 0,70% nas membranas e

3,20% nas sementes, segundo Braddock e Graumlich (1981) e Braddock (1983), enquanto que no albedo lavado de laranja Valência, prensado e desidratado, foram encontrados teores de 6,60% de lignina, segundo Braddock e Crandall (1981).

2.4.11.7 Substâncias pécticas

Substâncias pécticas é a designação dada a um grupo complexo de derivados de carboidratos extraídos de plantas, tais como: a) substâncias coloidais constituídas na sua maioria por cadeias de ácidos D-galacturônicos ligados em (1-4) e cujos grupos carboxílicos podem estar parcialmente metoxilados e parcial ou totalmente neutralizados por bases; b) protopectinas, substâncias insolúveis em água que por aquecimento em presença de ácidos diluídos, formam ácidos pectínicos (substâncias coloidais, não necessariamente solúveis em água, constituídas de ácidos poligalacturônicos com número significativo de metoxilas na forma de ésteres) ou pécticos (cadeias de ácido D-galacturônicos, livres de metoxilas, que formam soluções coloidais em água); c) pectinas que são ácidos pectínicos solúveis em água, com número de metoxilas esterificadas e grau de neutralização variáveis, e que em meio ácido formam géis com sacarose Bobbio e Bobbio (1992).

A protopectina é a substância péctica presente na polpa dos frutos imaturos, os ácidos pectínicos são substâncias pécticas menos metilada que a protopectina e se derivam dela por ação da protopectinase e pectina-metilesterase. Dependendo do grau de polimerização e de metilação, os ácidos pectínicos podem ser coloidais ou solúveis em água, Whistler e Daniel (1993).

A pectina é o polissacarídeo conhecido há mais tempo, e até hoje é o mais importante na indústria de alimentos, que nos últimos trinta ou quarenta anos vem utilizando esse produto na forma de pó, como ingrediente de grande valor para a fabricação de geléias, Bobbio e Bobbio (1992).

Laranjas (*Citrus sinensis* Osbeck Y.G: Reticulada blanco) sem sementes, cortadas e secas à 75°C por uma noite, 165mmHg, apresentaram teores de 24,60% de pectina, segundo Dovell e Harris (1982).

A polpa de laranja apresenta altos teores de fibras alimentares, constituídas por 38,90% de substâncias pécticas, segundo Áreas (1996). Conforme Saenz (1987), a matéria seca do albedo de laranja é composta em 20,00% de substâncias pécticas, enquanto Belo e Lumen (1981) relatam teores de 27,88% de substâncias pécticas. Teores de 0,80% de ácidos urônicos no albedo lavado de laranja Valência, prensado e desidratado, extraídos seqüencialmente com metanol 85% e de 1,50% com água quente, de 13,00% com ácido sulfúrico 5% e de 4,00%, com ácido sulfúrico 72% são relatados por Braddock e Crandall (1981), ressaltando a importância da análise da água dos líquidos de lavagem, devido à presença de sólidos solúveis.

Avaliando albedo e vesículas de suco de alguns frutos em base fresca, Carvalho et al., (1978) encontraram teores de pectina total de 2,46; 2,64; 2,07; 1,92; 2,65 e 3,15g/100g e de pectina solúvel 217,00; 160,83; 56,87; 59,88; 236,50 e 352,00mg/100g, respectivamente, para Tangor Murcot, Tangerina Ponkan, Limão Galego, Limão Tahiti, Limão Siciliano e Laranja Hamlin , ressaltando a laranja Hamlin com o maiores teores e concluíram que as cultivares estudadas apresentaram elevados teores de pectina total, podendo seu albedo e casca, serem utilizados na obtenção de pectinol

Vesículas de suco de laranja lavadas e secas apresentam teores de 20,60% de pectina, segundo Kesterson e Braddock, (1973). Baker (1994) relata teores de pectina em vesículas de suco de laranja, 4,00% em membranas e 3,70% em casca de laranja, peso seco. Já Aguirre e Travaglini (1987) encontraram teores de 1,74% de pectina na polpa de laranja e 1,40% polpa de laranja lavada, base fresca, e 18,00% na polpa seca em secador pneumático e

Áreas (1996) encontrou 38,90% de substâncias pécticas em polpa de laranja matéria seca e 55% de substâncias pécticas na fibra total de polpa de laranja.

A casca de laranja Valência madura apresenta teores de substâncias pécticas de 34,30% em resíduo insolúvel em álcool 80% e de 18,20% em base seca, segundo Eaks Sinclair (1980). Já a laranja Pineapple, peso fresco, apresenta teores de pectinas de 3,70% nas cascas, 4,80% nas vesículas de suco, 4,00% nas membranas e 3,00% nas sementes Braddock e Graumlich (1981) e Braddock (1983).

Nas mandarinas os teores de pectina oscilam entre 12,40 e 22,80, nas toronjas entre 21,00 e 30,70, nas laranjas amargas entre 23,00 e 34,10 e nos limões entre 34,20 e 44,00%, segundo Iranzo (1980).

Teores médios em 16 cultivares de laranjas doces variando de 1200,00 a 2889,30mg/100g de pectina total no albedo, de 169,20 a 829,50mg/100g de pectina total no flavedo, de 421,50 a 1256,70mg/100g de pectina solúvel no albedo e de 50,00 a 273,30 no de pectina solúvel flavedo, foram encontrados por Postorino e Giacomo (1988).

De acordo com Bobbio e Bobbio (1995), os teores médios de pectinas de alguns alimentos são de 30 a 35% nas frutas cítricas, 15 a 20% na beterraba, 5 a 7% maçã, 3% no tomate e 2,5% na batata. Já Belo e Lumem (1981) citam teores percentuais de pectina total de 1,81; 1,31; 0,72; 1,59; 0,53 e 2,78, base fresca, e 10,90; 8,60; 12,40; 15,40; 4,21 e 12,15, base seca, em maçã, pêra, tomate, cenoura, cebola e batata, respectivamente.

2.4.12 Vitaminas

Durante muito tempo, o valor nutritivo de um alimento foi definido, em base, ao seu conteúdo de proteínas, carboidratos, gorduras e sais minerais; entretanto, há uma centena de anos foi reconhecido o fato de que o organismo também necessita de pequenas quantidades de substâncias orgânicas específicas,

cuja falta pode causar doenças, tais como: escorbuto, xeroftalmia, beribéri. Essas substâncias essenciais foram denominadas vitaminas por se acreditar que eram aminas. Possuem as mais variadas estruturas químicas e não são sintetizadas pelo organismo, embora alguns compostos pertencentes à classe dos esteróis e carotenóides possam ser transformados no organismo humano em vitaminas, razão pela qual tais substâncias são denominadas pró-vitaminas, Bobbio e Bobbio (1992).

As vitaminas são compostos orgânicos requeridos pelo corpo em quantidades mínimas, porém indispensáveis para realizarem funções celulares específicas e que não podem ser sintetizadas por seres humanos, devendo ser supridas pela dieta. Até recentemente, acreditava-se que a única função das vitaminas era prevenir as doenças por deficiência aguda, como escorbuto e o beribéri. Hoje sabe-se que a manutenção da saúde ideal e a prevenção de doenças crônicas pode requerer certas vitaminas em quantidades maiores que as necessidades diárias recomendadas, Champe e Harvey (1996). Atualmente 13 vitaminas diferentes são conhecidas como necessariamente presentes na dieta dos seres humanos, sendo que algumas delas participam como coenzimas em reações importantes do metabolismo, Lenhinger (1989).

Os mecanismos através dos quais a dieta exerce efeito carcinogênico não estão claramente estabelecidos. Um dos mecanismos que tem sido bastante pesquisado é o efeito carcinogênico das oxidações, com o ácido ascórbico aparecendo como um dos mais eficazes antioxidantes. Existem na literatura fortes evidências de que a vitamina C, carotenóides, vitamina E e fibra são agentes preventivos em relação ao câncer, Sichieri (1993).

Do ponto de vista de estrutura e de reatividade química, há muito pouco em comum entre as diferentes vitaminas, e também, com algumas exceções, pouco se conhece a respeito do que acontece com esses compostos durante o processamento e armazenamento de alimentos. Sabe-se que as vitaminas podem

ser parcial ou totalmente destruídas, não só quimicamente, por reações com compostos oxidantes e redutores, mas também por contaminação enzimática, com inevitável perda do valor nutritivo dos alimentos, fato que pode ser diminuído, ou mesmo evitado, por condições adequadas de processamento, Bobbio e Bobbio (1995).

2.4.12.1 Vitamina C

A vitamina C (ácido ascórbico e ácido dehidroascórbico) é um pó cristalino, branco, solúvel em água e fortemente redutor, oxidando-se facilmente, principalmente na exposição ao calor, luz, presença de cobre e pH alcalino Antunes (1994), perdendo dois átomos de hidrogênio, passando à forma oxidada, o ácido dehidroascórbico, que tem a mesma atividade biológica, mas sendo destruído muito mais facilmente, e que pode ser, por sua vez, reduzido, formando novamente o ácido ascórbico, Bobbio e Bobbio (1992). A propriedade química precedente explica o papel essencial da vitamina C, que é de participar ativamente nos processos metabólicos de óxido-redução que acompanham toda a atividade celular.

A vitamina C é encontrada em todas as células, e em quantidades maiores quando as células consideradas forem mais ativas. Como a oxidação do ácido não é perfeitamente reversível, uma parte é destruída no curso das oxido-reduções celulares, e, como estas são incessantes, o organismo exige um suprimento constante. Trabalhos pesados, esforços em geral, provocam uma respiração acelerada e mais oxigênio circula pelo corpo e mais ácido ascórbico é destruído. Outro fator é a temperatura, num corpo febril, a destruição da vitamina C é acelerada e o suprimento equilibrado desta pode atingir grandes quantidades, 1000mg diárias ou mais, para manter o nível normal do ácido ascórbico no plasma. O outro lado da questão é a saturação, além da qual todo e qualquer suprimento de ácido ascórbico é eliminado pelos rins. Deste ponto em

diante, a adição de vitamina C aos alimentos deixa de ser econômica. Este estado de saturação torna impossível a formação de uma reserva de ácido ascórbico no corpo humano. Isso, e o fato de o organismo humano não poder sintetizar a sua própria vitamina C, indica claramente que um suprimento constante, se bem que moderado, é indispensável, isso referindo-se a um homem sadio, pois excesso de trabalho, metabolismo acelerado, estado febril ou ameaças de infecções exigem doses bem maiores, Cardinali e Seiler (1958).

A vitamina C possui um papel bem documentado como coenzima em reações de hidroxilação, por exemplo de resíduos lisil e prolil do colágeno. Entretanto, nas últimas duas décadas, foi alvo de alegações controversas de que suas megadoses curariam tudo, do resfriado comum ao câncer (como exemplo, Linus Pauling, que adota 18g/dia, 300 vezes a necessidade diária recomendada). Embora estudos controvertidos tenham mostrado que o ácido ascórbico não previne resfriados, dados recentes sugerem que a vitamina pode, de fato, fornecer importantes benefícios à saúde como um antioxidante. A deficiência de ácido ascórbico resulta em escorbuto, doença caracterizada por gengivas doloridas e esponjosas, dentes frouxos, vasos sanguíneos frágeis, articulações edemaciadas e anemia. Nenhuma toxicidade aguda foi observada. Entretanto, sabe-se que a forma oxidada de ácido ascórbico, o ácido deidroascórbico, é tóxico. Assim, doses elevadas de vitamina C poderiam favorecer o acúmulo de ácido deidroascórbico, particularmente em indivíduos que podem ter uma deficiência no sistema enzimático que reoxida o ácido deidroascórbico em ascorbato, tornando-o tóxico ao organismo, Champe e Harvey (1996).

A vitamina C encontrada nas frutas é resistente enquanto a fruta estiver sadia, não importando se fresca, murcha ou ressecada; entretanto, se o fruto for atacado por microorganismos, ela é destruída rapidamente. A concentração do ácido ascórbico varia conforme a exposição da fruta à luz solar, sendo as frutas mais expostas (ápice) possuem maior teor desse constituinte. O teor de vitamina



C independe da acidez das frutas e também do conteúdo de açúcares contido nelas, Cardinali e Seiler (1958). As perdas de vitamina C começam a ocorrer imediatamente após a colheita, pois a enzima ácido ascórbico oxidase entra em contato com seu substrato e a destruição da vitamina pode ser muito rápida se tiver ocorrido danos aos tecidos da fruta ou vegetal. Diversos trabalhos na literatura indicam a quase completa retenção da vitamina C em vários vegetais durante a liofilização, Antunes (1994).

O ácido ascórbico é facilmente absorvido no intestino delgado e provavelmente por difusão é transportado para os tecidos pelo sangue, possui múltiplas funções no organismo, sendo necessário para a produção e manutenção do colágeno nos tecidos fibrosos, promovendo a cicatrização dos ferimentos, fraturas e contusões, Krause e Mahan (1991).

A principal causa da degradação da vitamina C é a oxidação aeróbica ou anaeróbica, ambas levando à formação de furaldeídos, compostos que polimerizam facilmente, com formação de pigmentos escuros, sendo também rapidamente destruída pela ação da luz. Embora de modo geral a estabilidade da vitamina C aumente com o abaixamento da temperatura e a maior perda ocorra durante o aquecimento de alimentos, existem casos de perda durante o congelamento ou armazenamento de alimentos a baixas temperaturas, Bobbio e Bobbio (1992).

A vitamina C é estável em estado seco, mas em solução aquosa é altamente instável, sendo oxidada com facilidade, especialmente em meio alcalino e se exposta ao calor, luz e traços de metais, sendo mais estável em soluções ácidas, particularmente em presença de agentes quelantes de metais, Osborne e Voogt (1986). Esta vitamina oxida-se rapidamente em solução aquosa por processos enzimáticos e não enzimáticos, especialmente quando exposta ao ar, calor e a luz, sendo a reação acelerada por íons metálicos (Cu^{++} e Fe^{+++}) e em meio de baixa umidade a destruição é função da atividade água. Na

ausência de catalizadores, o ácido ascórbico reage lentamente com o oxigênio; portanto, a contaminação com íons metálicos aumenta a oxidação do ácido ascórbico a deidroascórbico, que se converte irreversivelmente em ácido dicetogulônico e que, após desidratação e descarboxilação, forma o furfural, estrutura que se polimeriza formando pigmentos escuros, Araújo (1995).

Comparando-se os resultados de Vitamina C do albedo fresco 217,44; 281,59; 127,06 e 273,93mg/100g de lima ácida Tahiti e laranjas Pêra Rio, Pêra Natal e Valência, respectivamente, com a porção comestível do limão e da laranja, que apresentam cerca de 50mg/100g, Correa et al., (1996) verificaram que o albedo contém 2,5 a 5,6 vezes mais vitamina C, representando uma excelente fonte dessa vitamina, principalmente o albedo da laranja Pêra Rio.

Avaliando-se casca e albedo de alguns frutos cítricos em base fresca, Carvalho et al., (1978) encontraram teores de vitamina C total para albedo de 39,12; 77,49; 45,48; 51,41; 32,75 e 66,00mg/100g e para casca 74,79; 160,25; 146,50; 91,66; 41,50 e 120,50mg/100g, para Tangor Murcot, Tangerina Ponkan, Limão Galego, Limão Tahiti, Limão Siciliano e Laranja Hamlin, respectivamente, e concluíram que as variedades estudadas apresentaram elevados teores de vitamina C total, podendo seu albedo e casca serem utilizados na obtenção de ácido ascórbico. Já Sawamura et al., (1978), encontraram conteúdo de ácido ascórbico de 252, 165 e 229mg/100g no flavedo de *C. junos*, *C. reticulata* e *C. unshiu* respectivamente, enquanto Braverman (1967) relata teores de vitamina C total em laranjas italianas de 175 a 299mg% no flavedo, 86 a 194mg% no albedo, e 44,90 a 77,20mg% na polpa. O flavedo de laranja contém teores de vitamina C na faixa de 175 a 292mg/100g e o albedo tem um conteúdo de vitamina C variando de 86 a 194mg/100g, segundo Saenz (1987).

O ácido ascórbico é encontrado em concentrações razoáveis em todas as plantas superiores, sendo os vegetais verdes frescos e frutas cítricas fontes extremamente ricas. Alguns exemplos estão relacionados na Tabela 4.

TABELA 4 Teores médios de vitamina C total em alguns alimentos, expressos em mg/100g.

ALIMENTO	VITAMINA C TOTAL (mg/100g)
Acerola ¹	2950
Camu-camu ¹	2450
Pimentão verde ¹	126
Mamão maduro ¹	83
Couve comum crua ¹	92
Couve-flor crua ¹	72
Goiaba ²	200
Brócolis ²	150
Limões ²	80
Laranjas ²	50

Fontes: 1 Franco (1986) e 2 Bobbio e Bobbio (1992).

Conceição, Lopes e Carvalho (1997), avaliando teores de vitamina C total em resíduos de frutos cítricos, encontraram os seguintes teores médios para resíduos industriais frescos: laranja Hamlim (326,67; 176,69 e 83,64mg%), laranja Valência, (349,67; 273,93 e 103,48mg%), laranja Pêra Rio (384,62; 281,59 e 66,30mg%) e lima ácida Tahiti (484,77; 217,44; 56,04mg%) nas frações flavedo, albedo e vesículas de suco, respectivamente. Após secagem em estufa a 55°C, esses resíduos apresentaram os seguintes teores médios de vitamina C total: laranja Hamlim (56,66; 69,69; 27,49mg%), laranja Valência, (55,24. 61.62: 90,70mg%), laranja Pêra Rio (68,00; 57,86; 26,27mg%) e lima ácida Tahiti (54,09; 47,90; 52,92mg%) nas frações flavedo, albedo e vesículas de suco, respectivamente.

2.4.12.2 Pró-vitamina A ou β -Caroteno

Os carotenóides são compostos principalmente lipossolúveis, responsáveis pelas cores amarelas e roxas dos produtos vegetais e animais.

Podem apresentar-se na forma livre nos tecidos vegetais (como cristais ou sólidos amorfos) ou em dissolução com lipídeos. Apresentam-se também como ésteres ou em combinação com açúcares redutores através de ligações glicosídicas e com proteínas, onde se estabiliza; porém, ocorre mudanças na cor, Tannembaum, Young e Archer (1993).

A vitamina A é facilmente destruída pelo oxigênio (O_2), e na sua ausência e a temperaturas elevadas poderá haver reações de isomerização, sendo a oxidação a principal causa da degradação dos carotenóides nos alimentos. Uma das principais e inequívocas conseqüências da deficiência em vitamina A na dieta humana é a “cegueira noturna”, dificuldade de adaptação da visão ao escuro e em casos mais graves, o endurecimento da córnea (xeroftalmia), sendo também necessária ao crescimento do organismo animal, aumentando a sua resistência a doenças. Apesar de ser encontrada em vários alimentos, a quase totalidade de vitamina A consumida é obtida sinteticamente. É encontrada na forma livre ou de ésteres nos animais e em vegetais na forma de pró-vitaminas, substâncias carotenóides, principalmente α , β e γ -carotenos, Bobbio e Bobbio (1992).

O β -caroteno, precursor da Vitamina A, pode ser clivado oxidativamente no intestino, originando duas moléculas de retinol. Os ésteres de retinol presentes na dieta são hidrolisados na mucosa intestinal, liberando retinol e ácidos graxos livres, o retinol é reesterificado em ácidos graxos de cadeia longa na mucosa intestinal e secretado como um componente das quilomicras no sistema linfático, sendo captados e armazenados no fígado. Nos seres humanos, a conversão é ineficiente, e a atividade vitamínica do β -caroteno é somente um sexto do retinol. As necessidades diárias recomendadas de β -caroteno para os adultos é de 6,0 miligramas/dia para homens e 4,8 miligramas/dia para mulheres. Ao contrário da Vitamina A, o β -caroteno não é tóxico, mesmo em doses elevadas por longos períodos. Nas populações que consomem dietas ricas

em β -caroteno, há uma incidência diminuída de doença cardíaca, pulmonar e câncer de pele, Champe e Harvey (1996).

A vitamina A e o β -caroteno são instáveis no estado puro, por se tratar de compostos que têm duplas ligações conjugadas; mas nos alimentos são estáveis frente a tratamentos térmicos ligeiros durante o processamento ou cozimento, sendo destruídos, entretanto, em altas temperaturas, com efeito da luz e na presença de oxigênio. O conteúdo de vitamina A nos alimentos expressa-se em equivalentes de retinol, ou seja, 1 U.I. de vitamina A é igual a 0,3 μ g de retinol ou 0,6 μ g de β -caroteno, Osborne e Voogt (1986).

A vitamina A pré-formada ou retinol e seus análogos sintéticos, os retinóides, bem como o β -caroteno, vêm sendo considerados agentes protetores e terapêuticos no processo de carcinogênese. A primeira etapa na biossíntese do colesterol em animais e carotenóides em plantas é a formação de pirofosfato de isopentenila (unidade isoprênica) a partir do acetil CoA. Esse conjunto de reações inicia-se com a formação de 3-hidroxi-3-metilglutaril CoA (HMGCoA), que a seguir, é reduzido a mevalonato, o que constitui a etapa crítica desse metabolismo, catalizada pela enzima HMGCoA redutase (EC 1.1.1.34). Dessa forma, unidades isoprênicas desempenham papel fundamental e comum na formação de esqueletos carbônicos de esteróides e carotenóides. Entre outras funções, o colesterol é um dos principais componentes da membrana plasmática, desempenhando papel vital na manutenção da integridade celular e na regulação da fluidez da membrana. Participa, ainda, direta ou indiretamente de funções envolvidas com o crescimento celular de tecidos normais e malignos Moreno (1993).

As doenças nutricionais xerofthalmia (olhos secos) e queratomalácia (excessiva formação de queratina na pele e na córnea do olho), são comuns no Sudeste Asiático, na América Central e no Sul e partes da África, mas são raras

nos Estados Unidos. Na deficiência da vitamina A, há uma susceptibilidade aumentada de todos os tecidos às infecções, Lehninger (1989).

O conteúdo de pró-vitamina A em suco de frutos frescos de laranja Hamlim foram determinados por Rouseff e Nagy (1994) como 80 unidades (0,7µg/100ml de α-caroteno, 1,8µg/100ml de β-caroteno e 11,2µg/100ml de criptoxantina). Já por Iranzo e Garcia (1973) relatam teores médios de 5,987mg/100g de carotenóides em polpa de 26 cultivares de laranjas espanholas. Segundo Antunes (1994), o fígado de boi preparado através de fritura tem perda de vitamina de 10 a 20%. A aplicação do processo de liofilização na secagem de cenouras leva à retenção de 80% dos carotenóides. Na Tabela 5, relacionamos alguns exemplos de teores médios de β-caroteno em fontes alimentares.

TABELA 5 Teores médios de β-caroteno em alguns alimentos, expressos em µg/100g.

ALIMENTO	β-CAROTENO (µg/100g)
Fígado de boi cru ¹	18120
Espinafre ¹	3510
Batata doce crua ¹	1800
Damasco dessecado ¹	7620
Folhas de brócolis crua ¹	9000
Raiz de cenoura crua ¹	6600
Abriçó ²	1500
Brócolis ²	2500
Agrião ²	3000
Cenoura ²	12000
Vagem ²	4500
Tomate ²	600
Banana ²	200
Laranja ²	50
Manteiga ²	200-100
Ovos ²	30-200

Fontes: 1 Franco (1986) e 2 Bobbio e Bobbio (1992).

2.4.13 Minerais

Os minerais são elementos inorgânicos que apresentam uma série de funções. Cada mineral é requerido em quantidade específica, variando de microgramas a gramas por dia.

Atualmente, 26 elementos químicos são considerados essenciais à vida, são os chamados componentes inorgânicos, também denominados minerais, que constituem um grupo largamente distribuído pela natureza, necessários ao organismo, e que devem ser fornecidos pela dieta, Hazell (1985).

Cálcio e fósforo são os mais abundantes no corpo. O cálcio existe em duas formas, e com funções diferentes; a maior parte é encontrada como cristais de fosfato de cálcio nos ossos e dentes, mas também é encontrado em uma forma iônica não ligada (Ca^{2+}), que realiza funções críticas na contração muscular, transmissão dos impulsos nervosos, transporte iônico e transmissão de sinais através das membranas, sendo sua concentração intracelular e extracelular rigidamente regulada. A osteoporose conduz à perda progressiva da massa óssea, ocorrendo em idosos de ambos os sexos, sendo mais pronunciada em mulheres pós-menopausa, mas o estilo de vida também pode influenciar o metabolismo do cálcio, haja vista que indivíduos imobilizados ou sedentários tendem a mostrar perda óssea, enquanto indivíduos que fazem exercícios regularmente tendem a aumentar sua massa óssea. Embora a reposição de estrogênio seja a prevenção mais efetiva na pós-menopausa, a suplementação de cálcio reduz ainda mais o risco de fratura, porém o consumo excessivo de cálcio não previne ou reverte a perda óssea devido à inatividade ou insuficiência de estrogênio Champe e Harvey (1996). O magnésio, igualmente ao cálcio, é um moderador da excitabilidade neuromuscular, estando presente na maioria de nossos alimentos, Cheftel, Cheftel e Besançon (1992).

Sódio, potássio e cloreto funcionam juntos para regular o pH e manter a osmolaridade dos líquidos intracelulares e extracelulares, embora o suprimento

de sódio da dieta seja essencial para a vida, a necessidade diária recomendável ainda não foi estabelecida. Existe uma relação complexa entre a ingestão de sódio e a hipertensão, mas ainda não foi demonstrada uma relação causal. O risco de morte por derrame cerebral é inversamente relacionado à ingestão de potássio. Uma dieta pobre em sódio e elevada em potássio está associada aos menores níveis de pressão arterial e a menor frequência de derrame, Champe e Harvey (1996).

O ferro, o cobre e o cobalto intervêm na biossíntese da hemoglobina e na formação dos glóbulos vermelhos, Cheftel, Cheftel e Besançon (1992). Uma deficiência de ferro causa uma redução na velocidade da síntese de hemoglobina, resultando em anemia ferropriva, comumente observada em mulheres na pré-menopausa; já os homens adultos não devem utilizar suplementos de ferro, porque altos níveis teciduais de ferro correlacionam-se a um risco aumentado de infarto do miocárdio, Champe e Harvey (1996).

Teores médios 126,20, 12,27, 11,41 e 14,78mg/100g para potássio, cálcio, magnésio e fósforo respectivamente, foram encontrados por Iranzo e Garcia (1973) em polpa de 26 cultivares de laranjas espanholas. Já Postorino e Giacomo (1988) encontraram teores médios variando de 0,121 a 0,730mg/100g para cálcio, de 7,00 a 15,13mg/100g para magnésio e de 40,70 a 161,10mg/100g para potássio no albedo, e de 0,18 a 0,65mg/100g para cálcio, de 16,90 a 38,48mg/100g para magnésio e de 119,40 a 310,30mg/100g para potássio no flavedo de 16 cultivares de laranjas doces, enquanto Carvalho (1995) encontrou os seguintes teores de minerais na polpa cítrica peletizada e cita variação encontrada na literatura: cálcio 1,59% (0,71 a 7,00), fósforo 0,08% (0,08 a 0,48), magnésio 0,05% (0,05 a 0,21), potássio 0,72% (0,62 a 1,32), sódio 0,02% (0,02 a 0,27), enxofre 0,05% (0,04 a 3,98), cobalto 3mg/kg (0,04 a 3,98), cobre 10mg/kg (3,23 a 17,58), ferro 127mg/kg (31,30 a 800,00), manganês 11mg/kg (4,50 a 22,07) e zinco 8,42mg/kg (4,50 a 47,90).

Os teores médios de minerais das principais fontes alimentares estão relacionados na Tabela 6 (ferro, manganês, cobre e zinco), e na Tabela 7 (fósforo, cálcio, potássio e magnésio).

TABELA 6 Teores médios dos minerais ferro, manganês, cobre e zinco nas principais fontes alimentares, expressas em mg/100g.

ALIMENTO	MINERAIS (mg/100g)			
	Ferro	Manganês	Cobre	Zinco
Fígado de boi cru	12,10		0,16	2,1
Gema de ovo crua	5,87			
Flocos de aveia cru	4,50			
Farelo de trigo	6,48			
Carne bovina magra crua	3,20			
Carne de porco				3,5
Folhas de mandioca	7,60			
Leite vaca fresco				2,0
Espinafre cru				0,5
Folhas de brócolis	2,60			
Nozes			1,81	
Amendoim torrado			1,14	
Batata inglesa			0,05	
Feijão		117,0		
Damasco		21,0		
Aveia		5,0		5,0
Soja em grão		4,1		2,9
Pêssego		2,5		
Amêndoa		2,0		
Cenoura amarela crua	0,60	0,6	0,14	0,30
Folhas e talos de acelga	3,55			
Beterraba crua	2,50	0,5	0,18	
Folhas de beterraba	3,10			
Pepino			0,12	
Abóbora			0,11	
Abacaxi			0,11	
Lentilha seca				5,0

Fonte: Franco (1986).

TABELA 7 Teores médios dos minerais fósforo, cálcio, potássio e magnésio nas principais fontes alimentares, expressas em mg/100g.

ALIMENTO	MINERAIS (mg/100g)			
	Fósforo	Cálcio	Potássio	Magnésio
Castanha caju torrada	575			
Queijo tipo prato	543			
Gema de ovo cozida	500			
Queijo minas frescal	430	685		30
Farelo de trigo	386			120
Carne de frango crua	200			
Brócolis cru		400		
Couve manteiga		330		
Folhas de mandioca	119	303		
Leite vaca pasteurizado	96	123		
Espinafre cru	92	95		
Folhas de taioba	49			
Gérmen de trigo			930,00	
Batata inglesa			394,40	46
Banana prata			370,00	
Cenoura amarela crua	46	56	328,60	
Folhas e talos de acelga	40	94	351,40	
Beterraba crua	40	32	478,16	17
Folhas de beterraba	34	114		
Abacate			347,10	
Leite de vaca tipo A			153,50	
Carne de boi magra			122,50	
Grão de bico				560
Castanha do Pará				230
Leite de vaca em pó				90
Lentilha seca				80
Lagosta				70
Peixe magro				27
Alface				26
Laranja				26
Figo fresco				21

Fonte: Franco (1986).

As recomendações estabelecidas pela Comissão de Alimentação e Nutrição do Conselho Nacional de Pesquisas (NCR) dos Estados Unidos (1989), têm servido como modelo a muitos outros países, inclusive para o Brasil (Ministério da Saúde, 1978), apesar da legislação brasileira não especificar claramente a ingestão recomendada para certos minerais. Há muita controvérsia entre as necessidades nutricionais nos diversos países, e as recomendações diárias adotadas também variam muito

TABELA 8 Necessidades diárias de minerais para homens adultos (25-50 anos).

MINERAL	NCR, 1989 (EUA)	Ministério da Saúde, 1978 (Brasil)
Cálcio (mg)	800 – 800	
Cloro (mg)	750 ^c	
Cobre (mg)	1,5 – 3,0 ^b	0,6
Cromo (g)	50 – 200 ^b	
Ferro (mg)	10 ^a	10 – 15
Flúor (mg)	1,5 – 4,0 ^b	
Fósforo (mg)	800 ^a	1000 – 1500
Iodo (g)	150 ^a	100 – 200
Magnésio (mg)	350 ^a	350
Manganês (mg)	2,0 – 5,0 ^b	
Molibdênio (g)	75 – 250 ^b	
Potássio (mg)	2000 ^c	
Selênio (g)	70 ^a	
Sódio (mg)	500 ^c	
Zinco (mg)	15 ^a	

^a) RDA (Recommended Dietary Allowance) ou ingestão recomendada.

^b) Ingestão estimada como segura e adequada.

^c) Necessidade mínima estimada.

Fonte: Recommended Dietary Allowance, (1989) e Ministério da Saúde, (1978).

Segundo Kawashima (1997), essas variações ocorrem devido aos vários papéis metabólicos que os minerais desempenham no organismo. Justamente pela importante atuação que exercem em inúmeros processos metabólicos, alguns ainda não elucidados, seu suprimento através de uma dieta adequada é fundamental. Na Tabela 8 estão relacionados as principais recomendações para ingestão diárias de minerais.

Ácidos cítrico, ascórbico, lactose e alguns aminoácidos têm efeito positivo na absorção de minerais, enquanto ácido fítico, oxálico, compostos fenólicos e fibras possuem efeito negativo, Turnlund (1991), Wolters et al., (1993) e Antunes (1994). Os efeitos das pectinas com diferentes esterificações e pesos moleculares foram bioavaliadas em ratos com alimentos suplementados com ferro e concluiu-se que as pectinas atuam aumentando a absorção de ferro, pois têm efeitos sobre a hemoglobina, curando a anemias em ratos, Kim et al., (1996).

2.4.14 Fatores Antinutricionais

A natureza proporcionou aos vegetais a capacidade de sintetizar uma complexidade de produtos químicos que originam reações tóxicas quando são ingeridos pelo homem e animais. No decorrer da evolução, o homem aprendeu, por experiências, a evitar aquelas plantas que causavam envenenamento agudo e facilmente reconhecidas, e assim desenvolveram métodos para reduzir ou eliminar a toxidade. Porém, muitos alimentos consumidos regularmente, incluindo algumas fontes de proteínas, contêm substâncias que são prejudiciais se consumidas em quantidades suficientes para produzir efeitos antinutricionais ou tóxicos. Estas substâncias são conhecidas desde muito tempo, possuindo concentrações pequenas que não são capazes de manifestar sua toxicidade. Seus efeitos têm sido observados principalmente em países subdesenvolvidos, onde existe um agudo desabastecimento alimentar, ocorrendo assim, intoxicações

maciças. Desconhecem-se os efeitos de longos períodos de exposição a estes venenos naturais dos alimentos, sendo essencial a realização de estudos dos nutrientes e dos fatores antinutricionais dos vegetais de uso convencional e não convencional, Gupta et al., (1989).

Dentre estas substâncias, destacam-se os inibidores de tripsina, ácido oxálico, compostos fenólicos e nitratos.

2.4.14.1 Inibidores de Tripsina

Os inibidores de proteases são proteínas relativamente pequenas que *in vitro* têm a propriedade de ligar e inibir as enzimas proteolíticas. O organismo humano aparentemente tolera baixos níveis de inibidores de proteases, mas níveis elevados provocam o crescimento do pâncreas, em razão da contínua produção de enzimas digestivas. A interação do inibidor de tripsina com a tripsina ocorre de forma que a protease torna-se indisponível para realizar sua função digestiva de hidrolizar as proteínas; conseqüentemente, as proteínas tornam-se nutricionalmente indisponíveis, Araújo (1995).

Liener e Kakade (1969) mostraram que entre o inibidor de Kunitz e a tripsina ocorre uma interação molécula à molécula, isto é, uma relação de 1:1. Também, o inibidor de Bowman-Birk inibe a tripsina numa relação de 1:1; porém, para a quimiotripsina a relação é de 1:13, Birk, Getler e Khalef (1963).

Variedades de soja estudadas por Silva, Barbosa e Portela (1979) apresentaram grande variação quanto à presença de inibidores de tripsina, ou seja, de um teor médio mínimo de 15, 34 TIU para a variedade J-35, até um teor médio máximo de 107,22 TIU/ml para a variedade Mandarin.

Investigando a presença de inibidores de tripsina em matéria seca da taioba, Pinto (1998) encontrou 2,4 TIU/mg na folha, 3,6 TIU/mg no limbo e 1,41 TIU/mg no caule.

Em um experimento com albedo de laranjas Valência, Pêra Natal Pêra Rio e limão Tahiti, Correa et al., (1996) não detectaram presença de inibidores de tripsina, provavelmente devido a uma desnaturação sofrida durante a secagem das amostras.

2.4.14.2 Ácido oxálico

O ácido oxálico pode estar presente nas plantas como sais solúveis de oxalato de sódio (Na⁺) e oxalato de potássio (K⁺) ou insolúvel como oxalato de cálcio. Os cristais de oxalato quando formados podem causar problemas, provocando irritação na mucosa bucal e sensação de queimadura na língua. Quando forma sais com os minerais, principalmente, oxalato de cálcio, provoca indisponibilidade do cálcio, que não é absorvido pelo organismo. Segundo Luck (1979), a ingestão excessiva de oxalato, acima de 5% na matéria seca, causa certa irritação gastrointestinal, contração muscular ou tetania, acompanhada por outros sintomas orgânicos, devido à remoção do íon Ca⁺⁺ do sistema orgânico, sendo que o uso constante de plantas com alto teor de oxalato de cálcio pode levar pessoas ou animais à deficiência desse mineral.

Dados obtidos de 16 cultivares de laranjas doces evidenciam elevado conteúdo de cálcio e magnésio no albedo e flavedo, confirmando tratar-se de cátions inorgânicos presentes na polpa em concentrações suficientemente elevada para formar sais insolúveis com ácidos orgânicos, como cristais de oxalato de cálcio, Postorino e Giacomo (1988).

Verificou-se que o conteúdo de ácido oxálico depende de características genéticas, condições de solo, níveis de umidade e fertilização do solo, Samson, (1972) e Rashid e Daunicht (1979).

O processamento de alimentos, como o cozimento, principalmente desprezando-se a água de cozimento, é capaz de remover ou reduzir os níveis de ácido oxálico, possibilitando seu consumo sem problemas. O ácido oxálico

encontra-se em numerosos legumes em proporções variáveis; os que contêm maiores teores são: ruibarbo, espinafre, e até o chocolate é bastante rico, Cheftel, Cheftel e Besançon (1992).

Segundo Pinto (1998), os teores de ácido oxálico encontrados em 100g de taioba, expressos na matéria fresca foram 8,55; 7,78 e 3,00mg%, e expressos na matéria seca 85,67; 62,44 e 58,33mg%, para folha, limbo e caule, respectivamente. De acordo com Franco (1986), os teores de ácido oxálico em 100g de peso fresco são 822mg no espinafre, 690mg no chá preto, 10mg para chicória, 7,30mg na couve, 6,00mg na couve-flor e 3mg na maçã com casca.

2.4.14.3 Compostos fenólicos

Entre os fatores antinutricionais, os compostos fenólicos merecem atenção por serem responsáveis pela formação de cor indesejável, devido à oxidação em meio alcalino, e por formarem através de múltiplas pontes de hidrogênio com a cadeia polipeptídica, complexos proteína-tanino que impedem a digestibilidade da proteína. Os grupos NH₂ e SH dos aminoácidos são alvos primários de reações enzimáticas geradoras de quinonas. Os aminoácidos essenciais: lisina, cisteína e metionina são muito susceptíveis a estas reações, Espindola (1987).

Compostos como fibras, polissacarídeos, oxalatos e compostos fenólicos são responsáveis por inibição na absorção de minerais, Torre, Rodrigues e Saura-Calixto (1991).

Variedades de sorgo com teores de taninos superiores a 1% são consideradas como de alto teor, prejudiciais à digestibilidade da proteína Hosney, Varriano-Marston e Dendy (1981). No trabalho de Carvalho et al., (1993), foram determinados teores de compostos fenólicos de 3 cultivares de mandioca que variaram de 0,62 a 1,11%. Pinto (1998), investigando a presença

de fenólicos na matéria seca de taioba, encontrou teores de 1,00% na folha, 1,17% no limbo e 0,82% no caule.

Investigando compostos fenólicos do albedo seco em alguns frutos cítricos, Correa et al., (1996) encontraram teores médios de 1,37; 1,16; 1,54 e 1,29 (% equivalentes de ácido tânico) para laranjas Pêra Rio, Pêra Natal e Valência e Lima Ácida Tahiti, respectivamente

2.4.14.4 Nitratos

Os nitratos encontram-se na água e em numerosos alimentos, como consequência da redução enzimática ou microbiana dos nitratos que todos os vegetais absorvem do solo em quantidades apreciáveis; mas também são adicionados à carne para preparação de salames, com a função de impedir o crescimento do *Clostridium botulinum*; entretanto, é pouco provável que a ingestão, inclusive continuada, de mínimas quantidades (poucas vezes superior a algumas $\mu\text{g}/\text{Kg}$ de alimento) de nitrosaminas presentes em alguns salames possam ter efeito nocivo, Chefetl, Cheftel e Bensaçon (1992).

O efeito tóxico mais importante do nitrato e do nitrito é a oxidação da hemoglobina, permitindo que os íons ferrosos passem ao estado férrico e impedindo, dessa maneira, o transporte de oxigênio, Phillips (1971) e Swann (1975).

O nitrato manifesta sua ação ao ser reduzido a nitrito, que após convertido a ácido nitroso, decompõe-se em anidrido nitroso e íon nitrosônio, este último, na presença de amins secundárias, perde um próton e forma a nitrosamina, considerada tóxica, mutagênica, teratogênica, bem como carcinogênica. Na presença do ácido ascórbico, o nitrito forma o monóxido de nitrogênio, que reage parcialmente com o oxigênio presente, formando o nitrato, diminuindo, portanto, o teor de nitrito, Araújo (1995).

Há evidências de que o nitrato pode ser reduzido a nitrito na cavidade bucal e no trato intestinal, possibilitando a formação *in vivo* de compostos N-nitrosos Wagner e Tannembaum (1985). Os efeitos tóxicos de compostos N-nitrosos têm sido estudados por diversos pesquisadores, Ender et al., (1964), Magee e Barnes (1967) e Swann (1975), que comprovaram a ação carcinogênica dessas substâncias em diversas espécies de animais de laboratório. A dose letal de nitrito para seres humanos não é conhecida, mas estima-se que aproximadamente 1g é suficiente para matar um homem adulto, Fasset (1973).

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde, citados por Toyohara (1989), a ingestão diária aceitável para nitrato é de 5mg/Kg de peso corpóreo. Portanto, para um adulto de 60Kg, a ingestão de nitrato não deve ultrapassar 300mg/dia.

Estudando o teor de nitrato em vegetais frescos, Walker (1975) encontrou níveis de 100 a 300mg/100g no espinafre, sendo que o alface que também é rico em nitrato, tenha apresentado concentrações até de 600mg/100g. As frutas contêm menores teores de nitratos, geralmente em torno de 1,0mg/100g, com algumas exceções como a banana, o morango e o tomate, cujos teores variaram de 2,5 a 14mg/100g. Pinto (1998), investigando a presença de nitratos em taioba, base seca, encontrou 613,36mg/100g na folha, 642,18mg/100g no limbo e 732,04mg/100g no caule.

Dentre as principais fontes alimentares que contêm nitrato, estão o repolho (784ppm), beringela (302ppm), alface (1100ppm), cenoura (200ppm), espinafre (2200ppm), brócolis (740ppm), couve-flor (480ppm), vagem (340ppm) e beterraba (2400ppm), citadas por Araújo (1995).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Foram utilizadas laranjas *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, cv. Hamlin safra 97, cultivadas no pomar da Universidade Federal de Lavras (UFLA), região Sul de Minas Gerais, situada à latitude 21°14'S, longitude 45°00'W e altitude média de 918 metros.

3.2 Preparo do material e constituição dos tratamentos

As laranjas foram colhidas pela manhã, num total de 1200, lavadas, secas ao ar, contadas e pesadas. Na manhã seguinte, o suco foi extraído em extratora industrial e o resíduo foi separado em duas frações distintas: casca (flavedo e albedo) e bagaço (vesículas, membranas e sementes). Estas frações foram trituradas em processadores domésticos, pesadas, e divididas em 4 partes iguais, sendo uma quarta parte armazenada em frascos de plástico e congelada para análises na matéria fresca e o restante submetidas aos seguintes tratamentos de secagens: a) a frio pelo processo de liofilização (SLIOFI), b) à 45°C por 24 horas em estufa com circulação de ar (SECCA), e c) à 45°C por 24 horas em estufa sem circulação de ar (SESCA); em seguida, foram moídas e analisadas.

3.3 Análises Físicas, Físico-Químicas e Químicas

As análises físicas, químicas e físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Produtos Vegetais do Departamento de Ciência dos Alimentos dessa Universidade.

3.3.1 Rendimento total e das frações casca e bagaço (%)

O rendimento do resíduo foi determinado para cada fração, casca e bagaço, através de cálculo dos pesos das laranjas inteiras e do resíduo fracionado, após extração do suco, sendo que a soma dos rendimentos das duas frações forneceu o rendimento total, expressos em porcentagem.

3.3.2 Umidade e Matéria Seca (%)

Os teores de umidade e matéria seca foram determinados pelo processo de gravimetria, através de secagem em estufa à 105°C até peso constante e expressos em porcentagem, conforme AOAC (1990).

3.3.3 Acidez Titulável Total (% de ácido cítrico)

Os teores de acidez titulável total foram determinados conforme Instituto Adolfo Lutz (1985) e expressos em porcentagem de ácido cítrico.

3.3.4 Índices de Escurecimento (D.O. a 425nm)

Os índices de escurecimento expressos em absorbância a 425nm foram determinados pela leitura em espectrofotômetro Shimadzu, no extrato filtrado de 1g da amostra em 50mL de água destilada, em agitação por 30 minutos, de acordo com AOAC (1990).

3.3.5 Óleos Essenciais (mL/100g)

Os teores de óleos essenciais expressos em mL/100g foram determinados por arraste a vapor em destilador próprio, durante aproximadamente seis horas em ebulição, conforme AOAC (1990).

3.3.6 Determinação da composição centesimal

Os teores médios dos constituintes da composição centesimal expressos em porcentagem foram determinados de acordo com AOAC (1990): umidade: determinada através de secagem em estufa à 105°C, até obtenção de peso constante; extrato etéreo: determinado através da extração com éter etílico em aparelho extrator do tipo Soxhlet; proteína bruta: determinada pelo método Kjeldahl (semi-micro); cinzas: determinadas pelo método gravimétrico após incineração do material em mufla à 550-600°C, e fração nifext (extrato não nitrogenado): determinada por cálculo da diferença (100 – soma das demais frações da composição centesimal).

Os teores de fibra bruta expressos em porcentagem foram determinados pelo método gravimétrico, após extração por hidrólise ácida, segundo a metodologia de Von de Kramer e Van Ginkel (1990).

3.3.7 Fibra Detergente Neutro (FDN) e Fibra Detergente Ácido (FDA) (%)

Os teores de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), expressos em porcentagem, foram determinados pelo método gravimétrico, proposto por Van Soest (1963), descrito por Silva (1990).

3.3.8 Determinação dos teores de Fibras Detergente Neutro/Ácido (%)

Os teores de fibra detergente neutro/ácido (FDNA), expressos em porcentagem, foram determinados pelo método gravimétrico, proposto por Van Soest, citado por Silva, (1991), conforme seqüências descritas por Rebolé (1994): Segue-se o procedimento normal para determinação FDN, até filtração da mesma nos cadinhos, quando, em seqüência, devolve-se a FDN para os tubos, com auxílio de 25ml de solução de FDA, retornando-os ao bloco digestor para ebulição por 1 hora, filtra-se então a FDNA nos cadinhos, seguindo procedimento normal da FDA.

3.3.9 Substâncias Solúveis das Fibras (%)

Os teores de substâncias solúveis das fibras, expressos em porcentagem, foram determinados pela diferença entre a fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente neutro/ácido (FDNA), métodos propostos por Van Soest, descrito por Silva (1981), modificados por Rebolé (1994).

3.3.10 Lignina (%)

Os teores de lignina, expressos em porcentagem, foram determinados pelo método gravimétrico de oxidação da lignina pelo permanganato de potássio, proposto por Van Soest, citado por Silva (1981), na fibra detergente neutro/ácido.

3.3.11 Celulose (%)

Os teores de celulose das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria seca, expressos em porcentagem, foram determinados pela diferença da fibra detergente neutro/ácido (FDNA) e a lignina, método gravimétrico, proposto por Van Soest, citado por Silva (1981).

3.3.12 Substâncias Pécnicas (%)

Os teores de pectina total e pectina solúvel, expressos em porcentagem, foram extraídos de acordo com a técnica de McCready e McComb (1952) e determinados de acordo com a técnica descrita por Bitter e Muir (1962). Pela porcentagem de pectina solúvel em relação à pectina total, obteve-se o percentual de solubilidade das pectinas das frações do resíduo.

3.3.13 Vitamina C Total (mg/100g)

Os teores de vitamina C total foram determinados pelo método colorimétrico de Roe e Kuether, citados por Strohecker e Henning (1967).

3.3.14 β -caroteno (mg/100g)

Os teores de β -caroteno foram determinados de acordo com a técnica de Nagata e Yamashita, descrita por Filgueiras, H.A.C. (1996). Alíquotas de 1g das amostras foram colocadas em tubos de ensaio com aproximadamente 18x30mm e trituradas por 1 minuto em homogeneizador de tecidos, com 10mL de solução acetona-hexano (4:6). O extrato sobrenadante foi usado para leitura da absorbância em espectrofotômetro Shimadzu UV-190, em quatro comprimentos de onda: 453, 505, 645 e 663nm. Os cálculos das concentrações de β -caroteno foram feitos conforme a seguinte equação (Nagata e Yamashita, 1992):

$$\beta \text{-caroteno (mg/100mL)} = 0,216A_{663} - 1,22A_{645} - 0,304A_{505} + 0,452A_{453}$$

sendo que A_{663} significa leitura da absorbância no comprimento de onda 663.

3.3.15 Minerais (mg/100g)

Os teores dos elementos cálcio, manganês, ferro, zinco, cobre e magnésio, expressos em mg/100g, foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica com chama de acetileno, segundo metodologia estabelecida por Sarruge e Haag (1974) e Fiske e Subbarow (1925), nos extratos da matéria seca obtidos por digestão nitroperclórica.

Os teores de fósforo e potássio, expressos em mg/100g, foram determinados segundo método da AOAC (1990).

3.3.16 Inibidores de Tripsina (U.I)

Os teores de inibidores de tripsina, matéria fresca, foram determinados segundo método de Kakade, Simons e Liener (1969), utilizando BAPNA (Benzoil-DL-arginina-p-nitro-anilida) como substrato, expressos em U.I.

3.3.17 Ácido Oxálico (mg/100g)

Os teores de ácido, matéria seca, expressos em mg/100g, foram determinados segundo metodologia descrita pela AOAC (1990).

3.3.18 Compostos Fenólicos (mg/100g)

Os teores de compostos fenólicos, expressos em mg/100g, foram extraídos pelo método de Swain e Hillis (1959), utilizando-se metanol 80% como extrator e identificados de acordo com o método de Folin-Denis, descrito pela AOAC (1990).

3.3.19 Nitratos

Os teores de nitratos, expressos em mg/100g, matéria seca, foram determinados pelo método colorimétrico descrito por Cataldo et al., (1975).

3.4 Análises Estatísticas

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3 (2 tipos de resíduos x 3 tipos de secagens), com 3 repetições, utilizando-se testes de Tukey para comparação das médias de secagem e testes de F (um contraste) para comparar as médias de cada fração dos resíduos dentro de cada tipo de secagem, com auxílio do software SANEST Zonta e Machado (1991).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria fresca

As frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim foram analisadas quanto aos teores de alguns de seus constituintes principais, antes de serem submetidas às secagens, e os resultados estão apresentados na Tabela 9.

TABELA 9 Rendimento e teores médios de alguns constituintes das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria fresca.

CONSTITUINTES DETERMINADOS	FRAÇÕES DO RESÍDUO	
	Casca	Bagaço
Rendimento (%)	31,83	28,84
Umidade (%)	76,79	82,66
Matéria seca (%)	23,21	17,34
Óleos essenciais (mL/100g)	1,00	0,29
Acidez titulável (% ácido cítrico)	0,427	0,597
Índice de escurecimento (D.O. a 425nm)	0,0412	0,0330
Pectina total (%)	1,36	1,13
Pectina solúvel (%)	0,17	0,14
Compostos fenólicos (mg/100g eq. ác. tânico)	297,92	207,20
Vitamina C total (mg/100g)	181,65	108,55
β -Caroteno (mg/100g)	3,47	2,07
Inibidor de tripsina (U.I.)	-	-

4.2 Rendimento

Os rendimentos médios do resíduo industrial de laranja Hamlim fracionado, expressos em porcentagem, foram de 31,83 para casca e 28,84 para bagaço, conforme Tabela 9, em relação ao fruto inteiro. A soma dos percentuais de rendimento dessas duas frações foi de 60,67, média do rendimento total do industrial de laranja Hamlim

Os percentuais médios de rendimento das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim estão próximos dos percentuais de 29,26 e 33,07 para casca e albedo mais vesículas de laranja Hamlim, respectivamente, citados por Carvalho et al., (1978) e acima dos percentuais 9,57; 22,02 e 24,93 para flavedo, albedo e vesículas de laranja Hamlim, respectivamente, citados por Conceição, Lopes e Carvalho (1997). É um rendimento considerável de uma potencial fonte alimentar que precisa ser melhor explorada.

4.3 Teores médios de umidade

Os resultados obtidos para teores médios de umidade das frações do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria fresca, expressos em porcentagem, foram de 76,79 na casca e 82,66 no bagaço, conforme Tabela 9, e estão próximos dos teores 75,00 a 80,00% encontrados por Saenz (1987) em albedo de laranja, e abaixo dos teores de 83,90 a 90,00% encontrados por Aguirre e Travaglini (1987) em polpa seca em secador pneumático e dos teores obtidos por Carvalho (1995) em polpa cítrica peletizada, e acima dos teores de 69,43; 67,45; 63,38 e 66,02% citados por Correa et al., (1996) em albedo de frutos cítricos secos à 60°C.

4.4 Teores médios de matéria seca

O teor médio de matéria seca da fração casca do resíduo industrial de laranja Hamlim, expresso em porcentagem, foi de 23,21, conforme Tabela 9, e

está acima do teor de 20,00%, relatados por Dovell e Harris (1982) em laranjas (*Citrus sinensis* Osbeck Y.G: *Reticulada* blanco), sem sementes, cortadas e secas à 75°C por uma noite, 165mmHg e abaixo dos teores de 25,00% citado por Saenz (1987) no albedo de laranja, 31,10% citado por Eaks e Sinclair (1980) em casca de laranja Valência madura.

Os teores médios de matéria seca das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas à diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, estão na Tabela 10, e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 1 A, do anexo A.

Observa-se que os teores de matéria seca apresentaram diferenças significativas quanto ao tipo de resíduo e tipos de secagem (Tabela 1 A, do anexo A). Verificou-se que a casca é mais rica (maior teor de matéria seca) do que o bagaço (Tabela 10), e a secagem a frio, pelo processo de liofilização apresentou maiores teores de matéria seca do que as secagens a 45°C em estufas.

TABELA 10 Médias dos teores de matéria seca das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	93,96 a A	89,81 a B	89,60 a B	91,12 a
Bagaço	91,60 b A	87,24 b B	88,57 a B	89,13 b
Média	92,78 A	88,52 B	89,08 B	90,13

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,05)

4.5 Acidez titulável do resíduo

Os teores médios de acidez titulável total do resíduo industrial de laranja Hamlim fracionado, matéria fresca, expressos em porcentagem de ácido cítrico, foram de 0,427 na casca e 0,597 no bagaço, Tabela 9, e das frações do resíduo submetidas a diferentes tipos de secagens estão na Tabela 11. O resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 1 A, do anexo A.

Quanto aos teores de acidez titulável total, verificou-se efeito significativo da interação dos fatores resíduos e secagens; o bagaço apresentou maiores percentuais de acidez em todas as secagens e a secagem a frio pelo processo de liofilização apresentou os menores percentuais desse constituinte, tanto na casca como no bagaço. A secagem à 45°C pode ter propiciado alguma fermentação, conduzindo a um aumento nos teores de acidez desse tipo de secagem.

TABELA 11 Médias dos teores de acidez titulável total das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem de ácido cítrico.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	3,84 b B	5,12 b A	5,12 b A	4,69 b
Bagaço	6,40 a B	7,68 a A	7,68 a A	7,25 a
Média	5,12 B	6,40 A	6,40 A	5,97

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,01)

Os resultados obtidos para teores médios de acidez titulável total, nas frações casca e bagaço, foram de 4,69 e 7,25, respectivamente, e estão acima dos valores 3,50 na polpa de laranja e 3,80 na polpa de laranja lavada, base fresca, 4,40 na polpa seca em secador pneumático, encontrados por Aguirre e Travaglini (1987). Essa diferença pode ser atribuída às condições diferentes de cultivo, cultivares, etc., pois segundo Hulme (1971), estes são alguns fatores que influenciam acentuadamente na acidez de frutos cítricos.

4.6 Índice de escurecimento (Absorbância a 425nm)

Os índices de escurecimento médio determinado pela leitura das absorbâncias a 425nm das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria fresca, foram de 0,0412 para casca e 0,0330 para bagaço, conforme Tabela 9.

Os índices de escurecimento médios das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, estão na Tabela 12 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 1 A, do anexo A.

Observa-se efeito significativo para tipos de resíduo, de secagens e interação, indicando um comportamento diferenciado entre os tipos de secagens para cada tipo de resíduo. A casca apresentou maiores valores de índice de escurecimento na secagem a frio pelo processo de liofilização e o bagaço na secagem em estufa sem circulação de ar, enquanto que na secagem com circulação de ar, não houve diferença entre casca e bagaço. Em geral, houve maior índice de escurecimento no bagaço, independente do tipo de secagem, e nas secagens à 45°C.

TABELA 12 Médias dos índices de escurecimento, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em absorvância a 425nm.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	0,3976 a B	0,4383 a A	0,4117 b A B	0,4159 b
Bagaço	0,3397 b B	0,4838 a B	0,6827 a A	0,5021 a
Média	0,3686 B	0,4611 AB	0,5472 A	0,4590

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula na vertical F (P<0,05)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,05)

As secagens a 45°C em estufas podem ter proporcionado escurecimento não enzimático, através da reação de Maillard e/ou caramelização e também escurecimento enzimático pelas enzimas ascorbato oxidase, polifenoloxidase, conduzindo o resíduo por este processo a valores mais altos desse índice. A degradação de ácido ascórbico em meio ácido produz pigmentos coloridos que prejudicam a cor de sucos de laranja, Bobbio e Bobbio (1992).

4.7 Teor de óleos essenciais

Os teores médios de óleos essenciais das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria fresca, expressos em mL/100g, foram de 0,97 e 0,29, respectivamente, conforme Tabela 9, e foram inferiores aos teores de 1,00 a 3,50mL/100g, em casca de citrus, citados por Salib, Saleh e Abdel-Malik (1978); de 1,52 em casca de limão Galego, próximos do teor de 0,92mL/100g, em casca de limão Tahiti e acima dos teores de 0,39 a 0,61mL/100g em cascas de cítricos, encontrados por Carvalho et al., (1978).

Essas diferenças podem ser atribuídas à diversidade de espécies e cultivares e ao tipo de resíduo estudado.

Os teores médios de óleos essenciais, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mL/100g, estão na Tabela 13 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 1 A, do anexo A, onde observam-se efeitos significativos dos tipos de resíduo, de secagens e da interação.

Nota-se que bagaço apresentou maiores teores de óleos essenciais na secagem sem circulação de ar, e nos outros tipos de secagens apresentou teores desse constituinte semelhantes aos da casca. Ambos os tipos de resíduo, casca e bagaço, apresentaram rendimento aceitável pela indústria, conforme Carvalho (1978).

TABELA 13 Médias dos teores de óleos essenciais das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mL/100g.

Tipos de Resíduo ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	0,4000 a A	0,3733 a A	0,2867 b B	0,3533 b
Bagaço	0,4167 a A	0,4000 a A	0,3867 a A	0,4011 a
Média	0,4083 A	0,3867 A	0,3367 B	0,3772

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,01)

Objetivando estudar o percentual médio de perdas de óleos essenciais, foi feita uma transformação dos teores médios de óleos essenciais, considerando-se o teor de umidade do resíduo, antes e após secagens, para uma base seca. Os resultados expressos em porcentagem estão na Tabela 14 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 1 A, do anexo A.

Os teores percentuais de perda de óleos essenciais foram influenciados de modo significativo pelos fatores tipos de resíduos e tipos de secagens, sendo que menores perdas ocorreram no bagaço e na secagem em estufa com circulação de ar, e maiores perdas na secagem em estufa sem circulação de ar.

A menor oxigenação associada à temperatura de 45°C pode ter provocado mudanças químicas nos compostos voláteis, ocasionando maiores perdas na secagem em estufa sem circulação de ar. A composição e o tipo de estrutura do bagaço pode ter proporcionado menor perda de óleos essenciais em relação à casca durante o processo de secagem.

TABELA 14 Médias dos teores percentuais de perdas de óleos das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	90,12 a A	89,25 a B	92,06 a A	90,48 a
Bagaço	72,91 b A	72,58 b A	74,35 b A	73,28 b
Média	81,51 AB	80,91 B	83,21 A	81,88

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula na vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,05)

4.8 Composição centesimal

4.8.1 Umidade

Os teores médios de umidade das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, encontram-se na Tabela 15 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 2 A, do anexo A. Observa-se diferenças significativas nos dois fatores estudados: quanto a tipos de resíduos sendo que o bagaço apresentou maiores teores de umidade, e quanto a tipos de secagens, sendo a secagem a frio, pelo processo de liofilização, que apresentou menores teores desse constituinte, indicando eficiência deste processo na remoção de água dos resíduos.

TABELA 15 Médias dos teores de umidade das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	6,04 a B	10,19 b A	10,40 a A	8,87 b
Bagaço	8,40 a A	12,76 a A	11,43 a A	10,86 a
Média	7,22 B	11,48 A	10,92 A	9,87

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula na vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,01)

Os teores médios de umidade obtidos das frações casca e bagaço foram de 8,87% e 10,86%, respectivamente, Tabela 15, e estão próximos aos teores de 9,00 a 10,10%, citados por Magno (1996), Aguirre e Travaglini (1987) e Brillhouet et al., (1988), para polpa cítrica, base seca.

4.8.2 Extrato etéreo

Os teores médios de extrato etéreo das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, estão apresentadas na Tabela 16, e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 2 A, do anexo A, onde verifica-se que quanto aos teores de extrato etéreo, somente o fator resíduo apresentou diferenças significativas, sendo o bagaço mais rico que a casca.

TABELA 16 Médias dos teores de extrato etéreo das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.


Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	2,27 b	2,35 a	2,08 b	2,23 b
Bagaço	3,40 a	2,45 a	3,39 a	3,08 a
Média	2,84	2,40	2,74	2,65

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)



Os teores médios de extrato etéreo obtidos de 2,23% na casca e 3,08% no bagaço, estão próximos dos teores de 2,00 a 3,69% polpa seca ao ar, encontrados por Braddock (1980), inferiores aos teores em vesículas de suco determinados por Correa et al., (1996) em albedo de frutos cítricos, e superior aos teores 1,20 a 2,10%, citados por Kesterson e Braddock (1973) em vesículas de suco lavadas e secas, por Correa et al., (1996), em albedo de frutos cítricos seco em estufa à 60°C, por Carvalho (1995), em polpa cítrica peletizada, e por Magno (1996), em polpa cítrica.

4.8.3 Proteínas

Os teores médios de proteína das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, estão na Tabela 17, e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 2 A, do anexo A.

Quanto aos teores de proteínas, somente o fator resíduo apresentou diferenças significativas, sendo o bagaço mais rico que a casca. Esta superioridade pode ser atribuída à presença das sementes no bagaço, uma vez que essas reservam proteínas para a germinação.

Os resultados obtidos para teores médios de proteínas das frações casca e bagaço foram de 4,34% e 6,08%, respectivamente, e estão próximos dos teores de 4,04 a 6,23% encontrados por Correa et al., (1996) em albedo de frutos cítricos, secos a 60°C, Carvalho (1995) em polpa cítrica peletizada, Braddock (1980) em polpa seca ao ar, abaixo dos teores 6,70 a 9,18% citados por Eaks e Sinclair (1980) em casca de laranja Valência madura, Brillhouet et al., (1988) em polpa cítrica na base seca, Aguirre e Travaglini (1987) em polpa seca em secador pneumático, Kesterson e Braddock (1973) em vesículas de suco lavadas e secas, e Magno (1996) em polpa cítrica.

TABELA 17 Médias dos teores de proteína das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ³			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	4,43 b	4,34 b	4,43 b	4,34 b
Bagaço	5,98 a	6,08 a	7,00 a	6,08 a
Média	5,20	5,20	5,71	5,38

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)

O teor médio de proteína da fração bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim de 6,08%, foi inferior aos teores de 16,00 na carne de vaca e gema de ovo crua, 14,00 na carne de porco, 20,00 na carne de pato e de frango, 12,00 na clara de ovo crua, 10-22,00 em peixes, 22,00 em lagosta, 21,00 em caranguejo, 14,00 em trigo, 11,00 em milho, 30-45,00 em soja, 7 a 10,00 em arroz, 20-35,00 em amendoim, 22,00 em ervilhas secas e 23,00 em feijão, e superiores aos teores de 3 a 4,00 no leite e 6,00 em ervilhas frescas, citados como melhores fontes por Bobbio e Bobbio (1995).

Dentre as fontes vegetais, sobressaem-se a soja, a aveia e o trigo, com teores de proteínas em torno de 45, 13 e 14%, respectivamente, Cheftel, Cuq e Lorient (1989), muito superiores aos teores encontrados nos resíduos industriais de laranja Hamlim, sugerindo que estes resíduos não podem ser considerados como fontes protéicas.

4.8.4 Fibra Bruta

Os teores médios de fibra bruta expressos em porcentagem encontram-se na Tabela 18, e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 2 A, do anexo A, onde verifica-se efeito significativo de tipos de resíduo, tipos de secagens e interação desses dois fatores, sendo a casca, mais rica que o bagaço, não apresentou diferenças significativas quanto aos tipos de secagens, já o bagaço apresentou maiores teores na secagem a 45°C em estufa sem circulação de ar, e menores teores na secagem a frio pelo processo de liofilização.

O teor de 13,99% de fibra bruta encontrado na casca, está acima dos teores de 12,00 e 12,12%, citados por Carvalho (1995), em polpa cítrica peletizada e Braddock (1983) em polpa seca ao ar, e abaixo dos teores de 14,67 a 21,00% citados por Correa et al., (1996), em albedo de frutos cítricos seco em estufa à 65°C, Kesterson e Braddock (1973), em vesículas de suco lavadas e secas, e Aguirre e Travaglini (1987) polpa seca em secador pneumático.

TABELA 18 Médias dos teores de fibra bruta das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.

Tipos de Resíduos ³	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	13,41 a A	14,47 a A	14,08 a A	13,99 a
Bagaço	8,81 b C	10,03 b B	12,80 a A	10,55 b
Média	11,11 B	12,25 AB	13,44 A	12,27

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,01)

A secagem a frio pelo processo de liofilização apresentou menores teores de fibra bruta nas duas frações de resíduo, o que pode ser devido ao efeito de concentração por congelamento, uma vez que mudanças na fase não congelada em propriedades, tais como pH, acidez titulável, força iônica, viscosidade, ponto de congelamento e todas as propriedades coligativas, tensão superficial e interfacial e potencial de oxidação-redução, podem alterar drasticamente a estrutura da água e interações água-soluto, forçando as macromoléculas a juntar-se apertadamente, ocorrendo provavelmente interações, Fennema (1993), o que, posteriormente, dificulta a extração das fibras.

4.8.5 Cinzas

Os teores médios de cinzas das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, estão na Tabela 19, e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 2 A, do anexo A.

TABELA 19 Médias dos teores de cinzas das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.

Tipos de Resíduos	Tipos de secagens ⁴			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	2,40 A	2,54 A	2,68 A	2,54
Bagaço	2,35 B	2,36 B	2,61 A	2,44
Média	2,38 B	2,45 AB	2,64 A	2,49

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,05)

Observa-se que somente o fator secagem apresenta diferenças significativas; a secagem a 45°C em estufa sem circulação de ar apresentou os maiores teores de cinzas e a secagem a frio pelo processo de liofilização apresentou os menores teores desse constituinte. Estudos posteriores mais detalhados serão vistos na fração minerais.

Os teores médios de cinzas nas frações casca e bagaço foram de 2,54% e 2,44%, respectivamente, e estão próximos dos teores de 2,19 a 2,56%, citados por Correa et al., (1996) em albedo de frutos cítricos seco em estufa à 65°C, Eaks e Sinclair (1980), em casca de laranja Valência madura, base seca, abaixo dos teores de 3,00 a 7,90% citados por Aguirre e Travaglini (1987), em polpa seca em secador pneumático e Kesterson e Braddock (1973), em vesículas de suco de laranja lavadas e secas, Braddock (1983), em polpa seca ao ar, Carvalho (1995), em polpa cítrica peletizada, Brillhouet et al., (1988), para polpa cítrica, base seca, e acima dos teores 1,87%, citados por Magno (1996), para polpa cítrica.

4.8.6 Extrato não nitrogenado (fração nifext)

Os teores médios da fração Nifext do resíduo industrial de laranja Hamlim, fracionado em casca e bagaço, e submetidos a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, estão na Tabela 20, e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 2 A, do anexo A, onde observa-se diferenças significativas quanto aos tipos de resíduos e tipos de secagem, sendo a casca, mais rica que o bagaço, e a secagem a frio apresentou maiores teores em relação às secagens a 45°C em estufa.

Os teores médios obtidos para fração nifext de 68,25% e 66,71% na casca e no bagaço, respectivamente, foram superiores aos teores de 64,46% citado por Braddock (1983), em polpa seca ao ar, e inferiores aos teores 74,00%, citado por Carvalho (1995) em polpa cítrica peletizada.

TABELA 20 Médias dos teores da fração Nifext do resíduo industrial de laranja Hamlim, fracionado em casca e bagaço, submetido a diferentes tipos de secagem, expressos em porcentagem.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	71,45 a A	66,96 a B	66,33 a B	68,25 a
Bagaço	71,06 a A	66,33 a B	62,76 b C	66,72 b
Média	71,26 A	66,64 B	64,55 B	67,48

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula na vertical F (P<0,05)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,01)

4.8.7 Considerações gerais

Os resultados da composição centesimal mostraram que este resíduo é excelente fonte natural de fibras.

Quanto ao teor médio de proteína, 5,38% é baixo, e considerando-se que as necessidades diárias são de 63g de proteínas para um homem adulto, apenas 8,54% dessas necessidades serão supridas.

4.9 Fibras Dietéticas

Na fração fibra dietética, foram determinados os teores médios da fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro/ácido (FDNA), substâncias solúveis (FDN-FDNA), lignina, celulose e pectina total e solúvel e o coeficiente de solubilidade das pectinas, nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes

tipos de secagens, sendo que os teores médios de pectina total e solúvel também foram determinados no resíduo fresco.

Não foram determinados os teores de hemicelulose devido a dificuldades na metodologia analítica usada: os teores de FDN e FDA foram muito próximos, o que talvez possa indicar que há pouca hemicelulose nestes resíduos. Os dados das frações FDN e FDA estão ilustrados em tabelas nos tópicos pertinentes; basta fazer o cálculo da diferença entre as duas, que será igual ao teor em hemicelulose do resíduo.

4.9.1 Fibra detergente neutro (FDN)

Os teores médios de fibra detergente neutro das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressas em porcentagem, estão na Tabela 21 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 3 A, do anexo A.

TABELA 21 Médias dos teores de fibra detergente neutro (FDN) das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressas em porcentagem.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	20,43 a A	21,67 a A	21,53 a A	21,21 a
Bagaço	14,86 b C	18,17 b B	20,32 a A	17,78 b
Média	17,65 B	19,92 AB	20,93 A	19,50

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,01)

Quanto aos teores médios de FDN, verificou-se efeito significativo dos fatores tipos de resíduo, de secagem e interação desses dois fatores. A casca, mais rica que o bagaço, não apresentou diferenças significativas entre os tipos de secagens, enquanto que o bagaço apresentou maiores teores desse constituinte na secagem em estufa sem circulação de ar e menores na secagem a frio pelo processo de liofilização.

O resultado obtido para teor médio de FDN na fração casca de 21,22% foi inferior aos teores de 25,00% de FDN na composição bromatológica da polpa cítrica peletizada, citado por Carvalho (1995), 32,00% em polpa de laranja, conforme Áreas (1996) e 36,95% em polpa de laranja, peso seco, citado por Belo e Lumen (1981).

Comparando-se o teor médio de 21,22% de FDN da fração casca com teores de FDN de alguns alimentos, considerados fontes de fibras dietéticas, tais como: alface, couve-flor cozida, abobrinha cozida, chuchu cozido, tomate fresco, vagem cozida, abacaxi, maçã com casca, mamão e melancia, cujos teores percentuais na matéria seca são 13,16; 13,77; 35,23; 25,64; 18,78; 30,19; 7,81; 13,24; 10,63 e 3,16%, respectivamente, segundo Silva, Silva e Dutra de Oliveira (1990), observa-se que a casca foi inferior apenas na abobrinha, chuchu e vagem cozida, sugerindo, desse modo, que este resíduo constitui excelente fonte; o bagaço também apresentou boa quantidade de FDN.

4.9.2 Fibra detergente ácido (FDA)

Os teores médios de fibra detergente ácido das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, estão na Tabela 22 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 3 A, do anexo A, onde observa-se interação significativa dos fatores tipos de resíduos e tipos de secagem. A casca, mais rica que o bagaço, não apresentou diferenças significativas entre os tipos de secagens,

enquanto que o bagaço apresentou maiores teores desse constituinte na secagem em estufa sem circulação de ar e menores na secagem a frio pelo processo de liofilização.

O teor médio obtido para FDA na fração casca de 19,90% está próximo do teor de 19,97% em albedo de laranja, peso seco, citado por Belo e Lumen (1981), superior aos teores de 16,50% de resíduo indigerível em laranjas (*Citrus sinensis* Osbeck Y.G: Reticulada blanco), sem sementes, cortadas e secas à 75°C por uma noite, 165mmHg, determinados por Dovell e Harris (1982), 17,50% em resíduo insolúvel em álcool 80% e 9,20% em resíduo na base seca de casca de laranja Valência madura, relatados por Eaks e Sinclair (1980), e inferior aos teores 31,10% em polpa de laranja, material seco, encontrado por Áreas (1996), 24,00% na composição bromatológica da polpa cítrica peletizada, citado por Carvalho (1995).

TABELA 22 Médias dos teores de fibra detergente ácido (FDA) das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.

Tipos de resíduos ⁴	Médias de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	19,29 aA	19,67 a A	20,75 a A	19,90 a
Bagaço	13,98 b B	15,64 b B	19,57 a A	16,40 b
Média	16,63 B	17,66 B	20,16 A	18,15

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,01)

Comparando-se o teor médio de FDA da fração casca de 19,90% com teores de FDA de alguns alimentos de fontes de fibras dietéticas, tais como: alface, couve-flor cozida, abobrinha cozida, chuchu cozido, tomate fresco, vagem cozida, abacaxi, maçã com casca, mamão e melancia, cujos teores na matéria seca são de 9,19; 8,96; 25,88; 19,74; 15,95; 22,50; 3,33; 8,81; 8,92 e 1,65%, respectivamente, citados por Silva, Silva e Dutra de Oliveira (1990), verificou-se que o FDA está abaixo apenas da abobrinha e da vagem cozida, o que leva a concluir que este resíduo constitui excelente fonte desse constituinte.

4.9.3 Fibra detergente neutro/ácido (FDNA)

Os teores médios de fibra detergente neutro/ácido (FDNA) das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, estão na Tabela 23 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 3 A, do anexo A.

TABELA 23 Médias dos teores de fibra detergente neutro/ácido (FDNA) das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	14,95 a A	14,15 a A	15,18 a A	14,76 a
Bagaço	11,12 b A	11,88 a A	12,64 b A	11,88 b
Média	13,03 A	13,01 A	13,92 A	13,32

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula na vertical F (P<0,01)

Observa-se diferenças significativas somente quanto aos tipos de resíduos, sendo a casca mais rica que o bagaço.

4.9.4 Substâncias solúveis da fração fibra

Foram feitos cálculos da diferença entre a FDN e FDNA, como hemicelulose e outras substâncias solúveis da fibra, tais como proteínas, pectinas e carboidratos solúveis.

Os teores médios de substâncias solúveis na fração fibra (FDN-FDNA), das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, estão na Tabela 24 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 3 A, do anexo A. Nota-se diferenças significativas somente quanto aos tipos de secagem: a secagem a frio pelo processo de liofilização, apresentou menores teores, e a secagem a 45°C em estufa sem circulação de ar, a que apresentou maiores teores desse constituinte.

TABELA 24 Médias dos teores de substâncias solúveis da fibra (FDN-FDNA) das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.

Tipos de Resíduos	Tipos de secagens ⁴			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	5,26 a B	6,35 a A	7,52 a A	6,38 a
Bagaço	3,74 a B	6,29 a A	7,67 a A	5,90 a
Média geral	4,51 B	6,90 A	7,01 A	6,14

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,05)

Os resultados obtidos para teores médios de substâncias solúveis da fração fibra da casca e bagaço, 6,38% e 5,90%, respectivamente, foram inferiores ao teor de 8,40% de hemicelulose em resíduo insolúvel em álcool 80%, relatado por Eaks e Sinclair (1980), e superiores aos teores de 1,50% a 4,40%, relatados por Baker (1994), Áreas (1996) e Eaks e Sinclair (1980), em polpa cítrica.

Comparando-se o teor médio de substâncias solúveis na fração fibra da casca de 6,38%, com teores de hemicelulose de alguns alimentos tais como alface, couve-flor cozida, abobrinha cozida, chuchu cozido, tomate fresco, vagem cozida, abacaxi, maçã com casca, mamão e melancia, cujos teores na matéria seca são de 3,96; 4,80; 9,35; 5,85; 2,82; 7,64; 4,47; 4,42; 1,70 e 1,51%, respectivamente, citados por Silva, Silva e Dutra de Oliveira (1990), verificou-se que está abaixo apenas da abobrinha e da vagem cozida, conclui-se que este resíduo constitui excelente fonte de substâncias solúveis na fração fibra.

Os teores de FDN, FDA e substâncias solúveis na fração fibra dos resíduos foram menores na secagem pelo processo de liofilização, o que talvez possa ser devido ao fortalecimento e aumento em número das ligações hidrogênio, pela temperatura baixa (Cheftel e Cheftel, 1992), o que dificulta a extração das mesmas.

4.9.5 Lignina

Os teores médios de lignina das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, estão na Tabela 25 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 3 A, do anexo A.

Observa-se que quanto aos teores médios de lignina não houve diferenças significativas.

TABELA 25 Médias dos teores de lignina das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.

Tipos de Resíduos	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	2,53	2,68	2,88	2,70
Bagaço	2,73	2,91	2,57	2,74
Média	2,63	2,80	2,72	2,72

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

O teor médio de 2,72% de lignina obtido nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, foi superior aos teores de 1,00% de lignina na composição bromatológica da polpa cítrica peletizada, citado por Carvalho (1995), e inferior aos teores de 4,40% em polpa de laranja, matéria seca, citado por Áreas (1996) e 6,60g% em albedo de laranja Valência lavado, prensado e desidratado, citados por Braddock e Crandall (1981).

Comparando-se o teor médio de lignina das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetida a diferentes tipos de secagens, 2,72%, com teores de lignina de alguns alimentos tais como alface, couve-flor cozida, abobrinha cozida, chuchu cozido, tomate fresco, vagem cozida, abacaxi, maçã com casca, mamão e melancia, cujos teores na matéria seca são 1,31%; 1,39%; 4,32%; 7,33%; 3,63%; 8,06%; 0,76%; 0,93%; 1,70% e 0,55%, respectivamente, citados por Silva, Silva e Dutra de Oliveira (1990), verificou-se que foi inferior aos teores da abobrinha e chuchu cozidos, tomate fresco e vagem cozida e conclui-se que este resíduo constitui boa fonte de lignina.

4.9.6 Celulose

Os teores médios de celulose das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, estão na Tabela 26 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 3 A, do anexo A. Observa-se diferenças significativas somente quanto aos tipos de resíduo, sendo a casca mais rica que o bagaço.

O teor médio obtido para celulose da fração casca de 12,06%, foi superior aos teores de 3,50% em vesículas de suco e em membranas, e 3,80% em casca de laranja, peso seco, citados por Baker (1994), 3,80% em cascas, 3,50% em vesículas de suco e em membranas e 6,80% nas sementes de laranja Pineapple, peso fresco, encontrados por Braddock e Graumlich (1981) e Braddock (1983), e inferior aos teores 25,70% encontrados por Áreas (1996) em polpa de laranja, e 33,00% citados por Saenz (1987) em albedo de laranja, ambos em matéria seca.

TABELA 26 Médias dos teores de celulose, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.

Tipos de Resíduos	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	12,42	11,47	12,30	12,06
Bagaço	8,47	8,97	10,08	9,17
Média	11,19	10,22 A	10,44	10,62

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

Comparando-se o teor médio de celulose das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetida a diferentes tipos de secagens, 12,06 e 9,17%, respectivamente, conforme Tabela 18, com teores de celulose de alguns alimentos tais como alface, couve-flor cozida, abobrinha cozida, chuchu cozido, tomate fresco, vagem cozida, abacaxi, maçã com casca, mamão e melancia, cujos teores na matéria seca são de 7,27; 7,29; 20,21; 11,59; 12,43; 13,90; 2,17; 7,09; 7,18 e 0,97%, respectivamente, citados por Silva, Silva e Dutra de Oliveira (1990), verificou-se que foram inferiores apenas aos teores da abobrinha, vagem e chuchu cozidos e tomate fresco, o que leva a concluir que este resíduo constitui boa fonte de celulose.

4.9.7 Pectina total

Os teores médios de pectina total, do resíduo industrial de laranja Hamlim fracionados em casca e bagaço, matéria fresca, de 1,37g/100g e 1,14g/100g, respectivamente, conforme Tabela 9, foram inferiores aos teores de 1,74% de pectina (g de pectato de cálcio/100g) na polpa de laranja e 1,40% polpa de laranja lavada, base fresca, citados por Aguirre e Travaglini (1987), 2,46; 2,64; 2,07; 1,92; 2,65 e 3,15g/100g em albedo e vesículas de tangor Murcot, tangerina Ponkan, limão Galego, limão Tahiti, limão Siciliano e laranja Hamlin, respectivamente, base fresca, citados por Carvalho et al., (1978), 3,70% nas cascas, 4,80% nas vesículas de suco, 4,00% nas membranas e 3,00% nas sementes de laranja Pineapple, peso fresco, citados por Braddock e Graumlich (1981) e Braddock (1983) e 7,72% de substâncias pécticas em albedo de laranja, peso fresco, citados por Belo e Lumen (1981).

Comparando-se os teores de pectina total das frações casca (1,37%) e bagaço (1,14%) do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria fresca, com outros alimentos, considerados ricos em pectinas, tais como maçã, pêra, tomate, cenoura, cebola e batata, base fresca, com teores de 1,81; 1,31; 0,72; 1,59; 0,53 e

2,78%, respectivamente, Belo e Lumem (1981), verifica-se que os resíduos estudados são boas fontes desse constituinte.

Os teores médios de pectina total, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, estão na Tabela 27 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 3 A, do anexo A. Observa-se diferenças significativas quanto aos tipos de resíduo, sendo a casca mais rica que o bagaço, e quanto aos tipos de secagem, sendo a secagem a 45°C em estufa sem circulação de ar, a que apresentou os maiores teores desse constituinte.

Os teores médios de 11,07 e 10,07% obtidos para pectina total das frações casca e bagaço, respectivamente, foram superiores aos teores de 4,80% em vesículas de suco de laranja, 4,0% em membranas e 3,7% em casca de laranja, peso seco, citados por Baker (1994), próximos ao teor de 12,40% em mandarinas, segundo Iranzo, Barandalla e Miralles (1980), e inferior aos teores de 18,00% em polpa seca, em secador pneumático, segundo Aguirre e Travaglini (1987), 18,20%, em casca de laranja Valência madura, base seca, encontrado Eaks Sinclair (1980), 20,00% em albedo de laranja, matéria seca, citado por Saenz (1987), 27,88% em albedo de laranja, peso seco, encontrados por Belo e Lumen (1980) e 38,90% em polpa de laranja, matéria seca, obtidos por Áreas (1996).

Comparando-se os teores de pectina total das frações casca (11,07%) e bagaço (10,17%) do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria seca, com outros alimentos considerados boas fontes de pectinas, tais como maçã, pêra, tomate, cenoura, cebola e batata, base seca, com teores de 10,90%; 8,60%; 12,40%; 15,40%; 4,21% e 12,15%, respectivamente, citados por Belo e Lumem (1981), verifica-se que os resíduos estudados podem ser considerados fontes desse constituinte.

TABELA 27 Médias dos teores de pectina total, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos mg/100g.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	10,86 a B	10,73 a B	11,63 a A	11,07 a
Bagaço	9,96 b B	10,09 b A B	10,47 b A	10,17 b
Média	10,41 B	10,41 B	11,05 A	10,62

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,01)

4.9.8 Pectina solúvel

Os teores médios de pectina solúvel, do resíduo industrial de laranja Hamlim, fracionados em casca e bagaço, matéria fresca, foram de 168,36mg/100g e 136,25mg/100g, respectivamente, conforme Tabela 9, e estão próximos dos teores de 160,83mg/100g em albedo e vesículas de tangerina Ponkan, superiores aos teores de 56,87mg/100g e 59,88mg/100g em albedo e vesículas de limão Galego, e limão Tahiti, respectivamente, e inferiores aos teores de 217,00mg/100g, 236,50mg/100g e 352,00mg/100g em albedo e vesículas de tangor Murcot, limão Siciliano e laranja Hamlin, respectivamente, base fresca, citados por Carvalho et al., (1978).

Os teores médios de pectina solúvel das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetido a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem, estão na Tabela 28 e o resumo da análise estatística se encontra-se na Tabela 3 A, do anexo A.

TABELA 28 Médias dos teores de pectina solúvel, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	2,10 a A	2,01 b A	1,98 a A	2,03 b
Bagaço	2,30 a A	2,55 a A	1,98 a B	2,28 a
Média	2,20 A	2,28 A	1,98 B	2,15

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,05)

Observa-se interação significativa dos fatores tipos de resíduos e tipos de secagens: a casca não apresentou diferenças significativas quanto ao tipo de secagem enquanto que o bagaço, mais rico que a casca, apresentou menores teores desse constituinte na secagem a 45°C em estufa sem circulação de ar, e maiores na secagem a 45°C em estufa com circulação de ar.

O teor médio de 2,27% de pectina solúvel obtido da fração bagaço, foi próximo à soma dos teores extraídos em seqüência: 0,80% com metanol 85% e 1,50% com água quente, relatados por Braddock e Crandall (1981).

4.9.9 Coeficiente de solubilidade das pectinas

Os coeficientes de solubilidade das pectinas na matéria fresca, expressos em porcentagem, foram de 12,34% e 12,04 para as frações casca e bagaço, respectivamente. Os coeficientes de solubilidade das pectinas nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetido a diferentes tipos de

secagens, expressos em porcentagem, estão apresentados na Tabela 29 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 3 A, do anexo A.

Observa-se que não houve diferenças significativas entre os coeficientes de solubilidade das pectinas.

Comparando-se os resultados dos coeficientes médios de solubilização das pectinas na matéria fresca, ou seja, 12,34% para casca e 12,04 % para bagaço, com o resultado do coeficiente médio de solubilização do resíduo submetido às secagens de 18,93%, verifica-se que, no resíduo seco este coeficiente é bem superior.

TABELA 29 Médias dos coeficientes de solubilização de pectinas, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em porcentagem.

Tipos de Resíduos	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	19,36	18,68	14,84	17,62
Bagaço	16,41	25,34	18,97	20,24
Média	17,88	22,01	16,91	18,93

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4.9.10 Considerações gerais

Os tipos de resíduos influenciaram significativamente os teores de FDN, FDA, FDNA, celulose, pectina solúvel e pectina total, mas não afetaram os teores de substâncias solúveis (FDN-FDNA), lignina e solubilidade das pectinas.

Os tipos de secagens afetaram significativamente os teores de FDN, FDA, substâncias solúveis (FDN-FDNA), pectina solúvel e pectina total. Ocorreram efeitos de interação dos fatores resíduo e secagem apenas para as variáveis FDN, FDA e pectina solúvel, conforme Tabela 3 A, do anexo A.

O resíduo industrial de laranja Hamlim constitui excelente fonte de fibras naturais (FDN, FDA, substâncias solúveis na fibra, celulose, ligninas e pectinas), sendo a casca mais rica que o bagaço.

Os teores médios de fibra alimentar total suprem 100,00% das necessidades diárias recomendadas, que são de 20 a 35g/dia de fibra alimentar, segundo Champe e Harvey (1996), e caracterizam estes resíduos como fonte de fibras de excelente qualidade, por serem ricos em pectinas, substâncias desejáveis no controle dos níveis de colesterol, triglicérides, e glicose, Porchet-Campos (1990).

4.10 Vitaminas

Foram determinados os teores médios (mg/100g) de vitamina C total e β -caroteno, nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria fresca, e após submetidas a diferentes tipos de secagens. Os teores médios foram transformados para uma base seca, para ser calculado o percentual de perdas desses constituintes na matéria seca.

4.10.1 Vitamina C total

Os teores médios de vitamina C total, nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria fresca, foram de 181,65mg/100g e 108,55mg/100g, respectivamente, Tabela 9. Contrastando o resultado obtido na fração casca de 181,65mg/100g, verifica-se que o mesmo foi inferior aos teores de 252,00 e 229,00mg/100g de ácido ascórbico no flavedo de *C. junno*, e *C. unshiu*, respectivamente, citados por Sawamura et al., (1978); teores de 326,67;

349,67; 384,62; 484,77mg/100g de vitamina C total encontrados no flavedo de laranjas Hamlim, Valência, Pêra Rio e lima ácida Tahiti, matéria fresca, respectivamente; 281,59; 217,44; 273,93 mg/100g encontrados no albedo de laranjas Valência, Pêra Rio e lima ácida Tahiti, matéria fresca, respectivamente; próximo ao teor 176,69mg/100g encontrados no albedo de laranja Hamlim, matéria fresca, citados por Conceição, Lopes e Carvalho (1997) e superior ao teor de 165,00mg/100g de ácido ascórbico no flavedo de *C. reticulata*, citado por Sawamura et al., (1978); 74,79; 160,25; 146,50; 91,66; 41,50 e 120,50mg/100g em casca de tangor Murcot, tangerina Ponkan, limão Galego, limão Tahiti, limão Siciliano e laranja Hamlin, base fresca, respectivamente, obtidos por Carvalho et al., (1978).

Já o resultado obtido na fração bagaço de 108,55mg/100g, Tabela 9, foi superior aos teores 83,64; 103,48; 66,30; 56,04mg/100g em vesículas e membranas de laranjas Hamlim, Valência, Pêra Rio e lima ácida Tahiti, respectivamente, encontrados por Conceição, Lopes e Carvalho (1997); aos teores de 39,12; 77,49; 45,48; 51,41; 32,75 e 66,00mg/100g em albedo e vesículas de tangor Murcot, tangerina Ponkan, limão Galego, limão Tahiti, limão Siciliano e laranja Hamlin, respectivamente, base fresca, obtidos por Carvalho et al., (1978).

Comparando-se os tipos de resíduos, destaca-se a casca com teores mais elevados de vitamina C total, como já era de se esperar, uma vez que as partes do fruto mais expostas aos raios solares são mais ricas nessa vitamina, Chitarra (1979) e Cardinali e Seiler (1958).

Os teores médios de vitamina C total, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g, encontram-se na Tabela 30, e o resumo da análise estatística está na Tabela 4 A, do anexo A. Verifica-se efeitos significativos quanto aos tipos de resíduo, tipos de secagens, e da interação entre esses dois

fatores, sendo a casca mais rica que o bagaço, e apresentou maiores teores na secagem a frio, pelo processo de liofilização, e menores na secagem a 45°C em estufa sem circulação de ar, enquanto que o bagaço apresentou maiores teores na secagem a frio, pelo processo de liofilização e não apresentou diferenças significativas entre secagens a 45°C.

O teor médio de 265,61mg/100g obtido de vitamina C total na fração casca do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetida a diferentes tipos de secagens, Tabela 30, foi superior aos teores de 56,66; 55,24; 68,00 e 54,09mg/100g em flavedo, 69,69; 61,62; 57,86 e 47,90mg/100g em albedo, matéria seca, de laranjas Hamlim, Valência, Pêra Rio e lima ácida Tahiti, respectivamente, encontrados por Conceição, Lopes e Carvalho (1997), e ainda superior aos teores 200,00mg/100g em goiaba, 150,00mg/100g em brócolis, 80,00mg/100g em limão e 50,00mg/100g em laranja (suco), fontes convencionais de vitamina C total, conforme relatados por Bobbio e Bobbio (1995).

TABELA 30 Médias dos teores de vitamina C total, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	491,60 a A	197,00 a B	108,23 a C	265,61 a
Bagaço	280,66 b A	111,11 b B	78,91 a B	156,89 b
Média	386,13 A	154,06 B	93,57 C	211,25

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula na vertical F (P<0,05)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,05)

Já o resultado de 156,89mg/100g obtido para teores médios de vitamina C total na fração bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetida a diferentes tipos de secagens, Tabela 30, foi superior aos teores de 27,49; 90,70; 26,27 e 52,92mg/100g em vesículas e membranas, matéria seca, de laranjas Hamlim, Valência, Pêra Rio e lima ácida Tahiti, respectivamente, encontrados por Conceição, Lopes e Carvalho (1997).

Os valores percentuais médios de perdas da vitamina C total, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, estão na Tabela 31, e o resumo da análise estatística está na Tabela 4 A, do anexo A. Observa-se a interação significativa entre tipos de resíduos e tipos de secagens: a casca apresentou maiores perdas na secagem a 45°C, em estufa sem circulação de ar e menores perdas na secagem a frio, pelo processo de liofilização, já o bagaço, não apresentou diferenças significativas nas secagens a 45°C, mas estas tiveram maiores perdas do que na secagem a frio.

TABELA 31 Médias dos valores percentuais de perda da vitamina C total, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressas em mg/100g.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	33,20 b C	71,98 b B	84,56 b A	63,25 b
Bagaço	51,00 a B	79,52 aA	85,73 a A	72,08 a
Média	42,10 C	75,75 B	85,15 A	67,67

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula na vertical F (P<0,05)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,05)

A liofilização destacou-se com menores perdas, uma vez que uma das causas de perdas de ácido ascórbico são as temperaturas elevadas, que provocam a degradação oxidativa deste ácido com formação de pigmentos escuros, Araujo (1995). Cabe ressaltar que o resíduo liofilizado apresentou simultaneamente menor índice de escurecimento (Tabela 12) e menores perdas de vitamina C total, ocorrendo o inverso com o resíduo seco em estufas à 45°C.

A porcentagem média de perdas da vitamina C total na fração casca do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetida a diferentes tipos de secagens, Tabela 31, foi inferior as porcentagens de 94,93 e 94,64; 96,29 e 89,03, 92,40 e 91,65% em flavedo e albedo de laranjas Hamlim, Pêra Rio, e lima ácida Tahiti, respectivamente, encontrados por Conceição, Lopes e Carvalho (1997).

A porcentagem média de perdas da vitamina C total na fração bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetida a diferentes tipos de secagens, 72,08%, Tabela 31, foi inferior aos valores de 93,89; 89,85 e 79,26% em vesículas e membranas de suco de laranjas Hamlim, Pêra Rio, e lima ácida Tahiti, encontrados por Conceição, Lopes e Carvalho (1997).

Os percentuais de perdas da vitamina C total nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, foram inferiores aos teores de 90,00 e 90,53% de perda de vitamina C total em folhas e limbo de taioba; superiores aos teores de 35,55% no caule de taioba, submetidos à secagem a 60°C, relatados por Pinto (1998), e aos teores de 11,60 a 54,3% em hortaliças após fervura (cozimento por vapor), determinados por Kostic et al., (1992).

Esses resíduos caracterizam-se como boa fonte de vitamina C total, principalmente a casca, que possui teor elevado, e mesmo considerando-se as perdas com a secagem, ainda retém considerável quantidade desse constituinte, ou seja, mais de quatro vezes as necessidades dietéticas recomendadas de

nutrientes selecionados para homens de 70 quilos, dos 25 aos 50 anos, que é de 60mg de ácido ascórbico/dia, segundo Champe e Harvey (1996).

4.11.2 Pró-vitamina A ou β -caroteno

Os teores médios de β -caroteno, encontrados nas frações casca e bagaço do residuo industrial de laranja Hamlim, matéria fresca, foram de 3,47mg/100g e 2,07mg/100g, respectivamente, Tabela 9, e estão acima dos teores 1,80 μ g/100ml de β caroteno em suco frescos de laranja Hamlim, citados por Rouseff Nagy (1994), e abaixo dos teores de 5,987mg/100g de carotenóides totais, em polpa de 26 cultivares de laranjas espanholas, citados por Iranzo e Garcia (1977).

Os teores médios de β -caroteno das frações casca e bagaço do residuo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressas em mg/100g, estão na Tabela 32 e o resumo da análise estatística está na Tabela 4 A, do anexo A.

TABELA 32 Médias dos teores de β -caroteno, das frações casca e bagaço do residuo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressas em mg/100g.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	3,46 a A	3,37 a A	2,95 a A	3,26 a
Bagaço	1,48 b A	0,71 b B	0,77 b B	0,98 b
Média	2,47 A	2,04 A	1,86 A	2,13

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula na vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,01)

Quanto aos teores de β -caroteno nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, observa-se diferenças significativas somente quanto aos tipos de resíduos, sendo a casca mais rica que o bagaço.

O teor médio de 3,261mg/100g obtido de β -caroteno da fração casca do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, Tabela 32, foi superior aos teores de 3,00mg/100g do agrião, 2,5mg/100g do brócolis, 1,5mg/100g do abricó, e inferior aos teores de 12,00mg/100g da cenoura e 4,5mg/100g da vagem, citados por Bobbio e Bobbio (1995).

Os teores percentuais médios de perda do β -caroteno das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, estão na Tabela 33 e o resumo da análise estatística está na Tabela 4 A, do anexo A. Observa-se diferenças significativas somente quanto aos tipos de resíduos, sendo que as maiores perdas ocorreram no bagaço.

TABELA 33 Médias dos teores percentuais de perda do β -caroteno das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	74,47 b A	74,56 b A	77,63 b A	75,56 b
Bagaço	86,19 a B	93,38 a A	92,70 a A	90,75 a
Média	80,33 A	83,97 A	85,16 A	83,16

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,05)

A porcentagem média de 75,56 de perda do β -caroteno da fração casca do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetida a diferentes tipos de secagens, Tabela 33, foi inferior à perda de 80,00% dos carotenóides na cenoura liofilizada, relatado por Antunes (1994), e superior às perdas de 14,36 a 39,87% nos carotenóides analisados por Pinheiro-Sant'Ana et al., (1996) em cenoura (*Daucus carota* L.), submetida à desidratação e diferentes métodos de preparo em pequenas quantidades.

Estes resíduos caracterizam-se como excelente fonte de β -caroteno, principalmente a casca, que possui teor elevado e apesar das perdas com a secagem, retém considerável quantidade desse constituinte, próximo ao teor de 3mg/100g do agrião, citado como fonte desta pró-vitamina por Bobbio e Bobbio (1995).

4.10.3 Considerações gerais

A fração casca apresentou maiores teores tanto de vitamina C total como de β -caroteno, além de ser o tipo de resíduo que apresentou menores perdas destes constituintes, caracterizando-se o resíduo industrial de laranja Hamlim como excelente fonte dessas vitaminas, apesar das perdas.

A secagem a frio, pelo processo de liofilização, proporcionou as menores perdas da vitamina C total, e a secagem em estufa sem circulação de ar, as maiores perdas em ambas as frações, indicando que a temperatura de secagem e uma oxigenação deficiente influenciaram bastante nessas perdas.

4.11 Minerais

Foram determinados os teores médios dos elementos fósforo, potássio, cálcio, magnésio, manganês, zinco, cobre e ferro, no resíduo industrial de laranja Hamlim, fracionado, submetidos a diferentes tipos de secagens.

4.11.1 Fósforo

Os teores médios de fósforo das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g, estão na Tabela 34 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 5 A, do anexo A. Observa-se diferenças significativas somente quanto aos tipos de resíduos, sendo o bagaço mais rico que a casca.

O teor médio de 177,78mg/100g de fósforo obtido na fração bagaço, Tabela 34, está acima dos teores de 14,78mg/100, em polpa de 26 cultivares de laranjas espanholas, citado por Iranzo e Garcia (1977), e dos teores de 119,00; 96,00; 92,00; 49,00; 46,00; 40,00 e 34,00mg/100g em folhas de mandioca, leite de vaca integral pasteurizado, espinafre cru, folhas de taioba, cenoura amarela crua, folhas e talos de acelga e beterraba crua e em folhas de beterraba, respectivamente, e abaixo dos teores de 575; 543; 500; 430; 386 e 200mg/100g em castanha de caju torrada, queijo tipo prato, gema de ovo cozida, queijo minas frescal, farelo de trigo, carne de frango crua, citados por Franco (1986).

TABELA 34 Médias dos teores de fósforo das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim submetidas a diferentes tipos de secagem, expressos em mg/100g.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	80,00 b	93,33 b	93,33 b	88,89 b
Bagaço	176,67 a	186,67 a	170,00 a	177,78 a
Média	128,33	140,00	131,67	133,33

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula na vertical F (P<0,01)

Estes resíduos podem ser considerados como boa fonte de fósforo, principalmente o bagaço, suprimindo 22,22% das necessidades diárias de 800mg/dia, recomendadas pela Comissão de Alimentação e Nutrição do Conselho Nacional de Pesquisas (NCR) dos Estados Unidos (1989), e de 17,78 a 11,85% da recomendação de 1000-1500mg/dia, feita pelo Ministério da Saúde no Brasil (1978), para homens adultos na faixa etária de 25 a 50 anos.

4.11.2 Cálcio

Os teores médios de cálcio nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens (mg/100g), estão na Tabela 35 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 5 A, do anexo A. Foram observadas diferenças significativas somente quanto aos tipos de resíduos, sendo a casca mais rica que o bagaço.

TABELA 35 Médias dos teores de cálcio nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	486,67 a	500,00 a	493,33 a	493,33 a
Bagaço	393,33 b	413,33 b	386,67 b	397,78 b
Média	440,00	456,67	440,00	445,55

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula na vertical F (P<0,01)

O resultado obtido para teor médio de cálcio na fração casca dos resíduos industriais de laranja Hamlim, submetidos a diferentes tipos de secagens, 493,33mg/100g, Tabela 35, foi superior aos teores de 12,27mg/100g em polpa de laranjas espanholas, citado por Iranzo e Garcia (1977), de 0,121 a 0,730mg/100g em albedo e de 0,18 a 0,65mg/100g em flavedo de laranjas doces, citados por Postorino e Giacomo (1988), de 400,00; 303,00 330,00; 123,00; 114,00; 95,00; 94,00; 56,00mg/100g em brócolis cru, folhas de mandioca, couve-manteiga, leite de vaca integral pasteurizado, folhas de beterraba, espinafre, folhas e talos de acelga, e cenoura amarela crua, respectivamente, e inferior aos teores de 685,00mg/100g do queijo minas frescal, citados por Franco (1986), e de 1500mg/100g em polpa cítrica peletizada, encontrado por Carvalho (1995).

Estes resíduos podem ser considerados como excelente fonte de cálcio, principalmente a casca, suprimindo 61,67% das necessidades diárias de 800mg/dia, recomendadas pela Comissão de Alimentação e Nutrição do Conselho Nacional de Pesquisas (NCR) dos Estados Unidos (1989), que é a mesma recomendação feita pelo Ministério da Saúde no Brasil (1978), para homens adultos na faixa etária de 25 e 50 anos.

4.11.3 Potássio

Os teores médios de potássio nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens (mg/100g), estão na Tabela 36 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 5 A, do anexo A.

Observa-se diferenças significativas somente quanto aos tipos de resíduo, sendo o bagaço mais rico que a casca.

TABELA 36 Médias dos teores de potássio nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	1100,00 a	1150,00 b	1130,00 a	1126,67 b
Bagaço	1150,00 a	1233,33 a	1140,00 a	1174,44 a
Média	1125,00	1191,67	1135,00	1150,55

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula na vertical F (P<0,05)

O teor médio de 1174,44mg/100g de potássio obtido nas frações casca e bagaço, Tabela 36, foi muito superior aos teores de 126,20mg/100g em laranjas espanholas, encontrados por Iranzo e Garcia (1977), de 40,00 a 161,00mg/100g em albedo e de 119,40 a 310,30mg/100g em flavedo de laranjas doces, obtidos por Postorino e Giacomo (1988), de 720mg/100g em polpa cítrica peletizada, encontrado por Carvalho (1995), e dos teores 930,00; 478,16; 394,00; 370,00 351,40; 347,10; 328,60; 153,50 e 122,50mg/100g em gérmen de trigo, beterraba, batata inglesa, banana prata, folhas de acelga, abacate, cenoura, leite vaca A e carne de boi magra, respectivamente, citados por Franco (1986), caracterizando esses resíduos como excelente fonte de potássio; supre 57,53% das necessidades diárias de 2000mg, recomendadas pela Comissão de Alimentação e Nutrição do Conselho Nacional de Pesquisas (NCR) dos EUA (1989).

4.11.4 Magnésio

Os teores médios de magnésio nas frações casca e bagaço do resíduo

industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, (mg/100g), estão na Tabela 37 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 5 A, do anexo A, onde observa-se que não houve diferenças significativas.

O teor médio de magnésio obtido nas frações casca e bagaço foi de 60,56mg/100g, Tabela 37, sendo os teores superior aos teores de 11,41mg/100g em laranjas espanholas, encontrados por Iranzo e Garcia (1977); 7,00 a 15,13mg/100g em albedo e 16,90 a 38,48mg/100g em flavedo de laranjas doces, encontrados por Postorino e Giacomo (1988); 50mg/100g encontrados por Carvalho (1995) na polpa cítrica peletizada; 17, 21, 26, 27, 30 e 46mg/100g em beterraba, figo fresco, laranja e alface, peixe magro, queijo e batata inglesa, respectivamente, e inferior aos teores de 560, 230, 120, 90, 80, e 70mg/100g em grão-de-bico, castanha-do-Pará, farelo de trigo integral, leite de vaca em pó, lentilha seca, lagosta, respectivamente, citados por Franco (1986).

TABELA 37 Médias dos teores de magnésio nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g.

Tipos de Resíduos	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	60,00	60,00	60,00	60,00
Bagaço	60,00	63,33	60,00	61,11
Média	60,00	61,67	60,00	60,56

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

Estes resíduos caracterizam-se como fonte de magnésio, suprimindo 17,30% das necessidades diárias de 350mg/dia, recomendadas pela Comissão de Alimentação e Nutrição do Conselho Nacional de Pesquisas (NCR) dos Estados Unidos (1989), que é a mesma recomendação feita pelo Ministério da Saúde no Brasil (1978), para homens adultos na faixa etária de 25 e 50 anos.

4.11.5 Manganês

Os teores médios de manganês nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, (mg/100g), estão na Tabela 38 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 5 A, do anexo A. Foram observadas diferenças significativas somente quanto aos tipos de resíduos, sendo a casca mais rica que o bagaço.

TABELA 38 Médias dos teores de manganês nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	0,4040 a	0,3980 a	0,4270 a	0,4097 a
Bagaço	0,2730 b	0,2730 b	0,3310 b	0,2923 b
Média	0,3385	0,3355	0,3790	0,3510

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)



O teor médio de manganês de 0,4097mg/100g obtido na fração casca, Tabela 38, foi inferior aos teores de 0,50, 0,60, 2,00, 2,50, 4,10, 5,00 e 117,00mg/100g em beterraba, cenoura, amêndoa, pêssego, soja em grão, aveia e feijão, respectivamente, citados por Franco (1986), e 11mg/Kg encontrados por Carvalho (1995) na polpa cítrica peletizada,, caracterizando estes resíduos como fonte de manganês, pois a casca supre 20,48% das necessidades diárias, que são de 2 a 5mg/dia, recomendadas pela Comissão de Alimentação e Nutrição do Conselho Nacional de Pesquisas (NCR) dos Estados Unidos (1989).

4.11.6 Cobre

Os teores médios de cobre nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, (mg/100g), estão na Tabela 39 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 5 A, do anexo A. Foram observadas diferenças significativas somente quanto aos tipos de resíduo, sendo o bagaço mais rico que a casca.

TABELA 39 Médias dos teores de cobre nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g.

Tipos de resíduos ⁴	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	0,2820 b	0,2740 b	0,3200 b	0,2920 b
Bagaço	0,3670 a	0,4150 a	0,4750 a	0,4190 a
Média	0,3245	0,3445	0,3975	0,3555

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização
 2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar
 3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar
 4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,05)

O teor médio de 0,4190mg/100g de cobre, obtido no bagaço, Tabela 39, foi inferior aos teores de 1,14mg% do amendoim torrado e 1,81mg% de nozes, e superior aos teores de 0,18; 0,16; 0,14; 0,12; 0,11 e 0,05mg/100g em beterraba, fígado de boi, cenoura, pepino, abóbora e abacaxi, e batata inglesa, respectivamente, citados por Franco (1986) e 0,3mg/100g, encontrados por Carvalho (1995) para polpa cítrica peletizada.

Estes resíduos caracterizam-se como boa fonte de cobre, principalmente o bagaço, suprimindo de 33,15 a 16,57% das necessidades diárias de 1,5 a 3mg/dia, recomendadas pela Comissão de Alimentação e Nutrição do Conselho Nacional de Pesquisas (NCR) dos Estados Unidos (1989), e 69,83% da recomendação de 0,6mg/dia, feita pelo Ministério da Saúde no Brasil (1978), para homens adultos na faixa etária de 25 e 50 anos.

4.11.7 Ferro

Os teores médios de ferro nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, (mg/100g), estão na Tabela 40 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 5 A, do anexo A. Verifica-se que não houve diferenças significativas.

O teor médio de ferro obtido nas frações casca e bagaço, 2,6495mg/100g, Tabela 40, foi superior aos teores de 0,60mg/100g da cenoura crua, 2,50mg/100g da beterraba crua e 2,60mg/100g do brócolis, e inferior aos teores de 3,10; 3,20; 3,55; 4,50; 5,87; 6,48; 7,60; 12,10mg/100g em folhas de beterraba, carne bovina magra crua, folhas e talos de acelga, flocos de aveia cru, gema de ovo crua, farelo de trigo, folhas de mandioca, fígado de boi cru, respectivamente, citados por Franco (1986) e 12,7mg/100g encontrados por Carvalho (1995) em polpa cítrica peletizada.

TABELA 40 Médias dos teores de ferro nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g.

Tipos de resíduos	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	2,6480	2,5170	2,8430	2,6693
Bagaço	2,6700	2,3240	2,8950	2,6297
Média	2,6590	2,4205	2,8690	2,6495

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

Estes resíduos caracterizam-se como boa fonte de ferro, suprimindo 26,50% das necessidades diárias de 10mg/dia, recomendadas pela Comissão de Alimentação e Nutrição do Conselho Nacional de Pesquisas (NCR) dos Estados Unidos (1989), e 26,50 a 17,67% na recomendação feita pelo Ministério da Saúde no Brasil (1978), para homens adultos na faixa etária de 25 e 50 anos, que é de 10 a 15mg/dia.

4.11.8 Zinco

Os teores médios de zinco das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, (mg/100g), estão na Tabela 41, e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 5 A, do anexo A.

Observa-se que quanto aos teores médios de zinco das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, não houve diferenças significativas.

TABELA 41 Médias dos teores de zinco das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, (mg/100g).

Tipos de Resíduos	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	1,0080	0,6970	0,7420	0,8157
Bagaço	0,7750	0,7150	0,7880	0,7593
Média	0,8915	0,7060	0,7650	0,7875

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

O teor médio de zinco obtido das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, 0,7875mg/100g, Tabela 41, foi inferior aos teores de 0,842mg/100g encontrado por Carvalho (1995) em polpa cítrica peletizada, e aos teores de 2,00; 2,10; 3,50; 5,00; 2,90mg/100g em leite de vaca fresco, fígado de boi, carne de porco, aveia e lentilha, e soja em grão, respectivamente, e superior aos teores de 0,30mg/100g da cenoura, 0,50mg/100g do espinafre, citados por Franco (1986).

Estes resíduos não se caracterizam como boa fonte de zinco, suprimindo apenas 5,25% das necessidades diárias de 15mg/dia, recomendadas pela Comissão de Alimentação e Nutrição do Conselho Nacional de Pesquisas (NCR) dos Estados Unidos (1989).

4.11.9 Considerações gerais

O resíduo industrial de laranja Hamlim pode ser considerado como boa fonte de minerais, sobressaindo-se a casca com maiores teores cálcio e

manganês, e o bagaço com maiores teores em fósforo, potássio e cobre. Os dois tipos de resíduos destacam-se como excelentes fontes de magnésio, potássio, ferro, cálcio, fósforo e cobre, apresentando teores moderados apenas de manganês e de zinco.

Não houve efeito de secagens quanto aos elementos minerais estudados.

4.12 Constituintes antinutricionais

Foram determinados os teores médios de fatores antinutricionais e/ou tóxicos, ou seja, ácido oxálico, fenólicos totais e nitratos, expressos em mg/100g de matéria seca, os quais podem interferir na biodisponibilidade e digestibilidade de alguns nutrientes, sendo, por isso, considerados prejudiciais à saúde em teores elevados.

4.12.1 Ácido Oxálico

A ingestão excessiva de ácido oxálico, acima de 5,00% na matéria seca, causa certa irritação gastrointestinal, contração muscular ou tetania, acompanhada por outros sistemas nervosos, devido à remoção do íon Ca^{++} do sistema orgânico, levando à deficiência desse mineral, Luck (1979). O processamento de alimentos, como o cozimento, por exemplo, principalmente desprezando-se a água de cozimento, é capaz de remover ou reduzir os teores de ácido oxálico, possibilitando seu consumo sem problemas. Verificou-se que o conteúdo de ácido oxálico depende de características genéticas, condições de solo, níveis de umidade e fertilização do solo, Samson (1972) e Rashid e Daunicht (1979).

Os teores médios de ácido oxálico das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g, estão na Tabela 42 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 6 A, do anexo A.

TABELA 42 Médias dos teores de ácido oxálico das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g.

Tipos de Resíduos	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	97,97	80,16	89,06	89,06
Bagaço	71,25	89,07	80,16	80,16
Média	84,61	84,61	84,61	84,61

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

Observa-se que não foram apresentadas diferenças significativas entre os teores médios de ácido oxálico nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetido a diferentes tipos de secagens.

O teor médio de ácido oxálico obtido nas frações casca e bagaço foi de 84,61mg/100g, Tabela 42, e está próximo do teor de 85,67mg/100g em folha de taioba, matéria seca, encontrado por Pinto (1998), e muito inferior aos teores de 822mg/100g em espinafre, 690mg/100g em chá preto, peso fresco, encontrados por Franco (1986).

Os teores de ácido oxálico encontrados nas frações do resíduo industrial de laranja Hamlim, em comparação ao espinafre, foram baixos, indicando que quanto a esse constituinte, não há problemas no consumo do mesmo.

4.12.2 Compostos Fenólicos

Os teores médios de compostos fenólicos obtidos nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria fresca, expressos em mg de equivalente de ácido tânico/100g, foram de 300,00 e 210,00mg/100g,

Tabela 9.

Os teores médios de compostos fenólicos das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg de ácido tânico por 100g, estão na Tabela 43 e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 6 A, do anexo A. Observa-se que não houve diferenças significativas entre os teores médios desse constituinte.

Os resultados obtidos para teores médios de fenólicos totais nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidos a diferentes tipos de secagens, foram de 1356,04 e 1466,67mg/100g, respectivamente, Tabela 43, e estão próximos dos teores de 1160,00 a 1540,00mg/100g, encontrados em albedo de frutos cítricos por Correa et al., (1996), acima dos teores de 0,62 a 1,11% em mandioca, determinados Carvalho et al., (1993); 0,82% a 1,17% em taioba, determinados por Pinto (1998), e abaixo de 1,76 e 1,83% em folhas de mandioca Guaxupé e Engana-ladrão, respectivamente, encontrados por Silva (1990).

TABELA 43 Médias dos teores de compostos fenólicos das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg de equivalentes de ácido tânico por 100g.

Tipos de resíduos	Tipos de secagens			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	1310,13	1484,00	1274,00	1356,04
Bagaço	1512,00	1428,00	1358,00	1466,67
Média	1411,07	1456,00	1316,00	1394,35

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

Teores de fenólicos totais do tipo taninos superiores a 1% em cultivares de sorgo, são considerados altos e prejudiciais à digestibilidade de proteínas, Hosoney; Varriano-Marston e Dendy (1981). Entretanto, substâncias tóxicas como compostos fenólicos podem ser eliminadas através do emprego de solventes, calor e tratamentos enzimáticos durante a preparação do concentrado protéico de folhas Espíndola (1987).

Ao se utilizar o resíduo seco (casca e/ou bagaço), deve-se misturá-lo a outros alimentos para que os fenólicos fiquem diluídos ou em menores concentrações.

4.12.3 Nitratos

A dose letal de nitrito para seres humanos não é conhecida, mas estima-se que aproximadamente 1g é suficiente para matar um homem adulto, Fasset (1983). O efeito tóxico mais importante é a oxidação da hemoglobina, permitindo que os íons ferrosos passem ao estado férrico e, impedindo, dessa maneira, o transporte de oxigênio, Phillips (1971) e Swann (1975).

Os teores médios de nitratos das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g, estão na Tabela 44, e o resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 6 A, do anexo A.

Quanto aos teores de nitratos nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a diferentes tipos de secagens, observa-se diferenças significativas nos fatores tipos de resíduos e tipos de secagens. quanto aos tipos de resíduos, o bagaço é mais rico que a casca, e quanto aos tipos de secagens, a secagem a 45°C em estufa sem circulação de ar, apresentou os maiores teores desse constituinte.

TABELA 44 Médias dos teores de nitratos das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim submetidas a diferentes tipos de secagens, expressos em mg/100g.

Tipos de Resíduos ⁴	Tipos de secagens ⁵			Média
	SLIOF ¹	SECCA ²	SESCA ³	
Casca	328,02 b B	396,06 b A	435,66 b A	386,58 b
Bagaço	492,53 a A	461,53 a A	515,89 a A	489,82 a
Média	410,28 B	428,56 AB	475,77 A	438,20

1/ secagem a frio pelo processo de liofilização

2/ secagem a 45°C/24h em estufa com circulação de ar

3/ secagem a 45°C/24h em estufa sem circulação de ar

4/ médias iguais seguidas de mesma letra minúscula vertical F (P<0,01)

5/ médias iguais seguidas de mesma letra maiúscula horizontal Tukey (P<0,05)

Os resultados obtidos para teores médios de nitratos nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidos a diferentes tipos de secagens, foram de 386,58 e 489,82mg/100g respectivamente, conforme Tabela 44, e foram superiores aos teores de 100 a 300mg/100g em espinafre, encontrados por Walker (1975); 302,00mg/100g em beringela, 240,00mg/100g em beterraba, citados por Araújo (1995), e inferiores aos teores de 600mg/100g em alface, matéria fresca, encontrados por Walker (1975); 613,36 a 732,04mg/100g em taioba, matéria seca, encontrados por Pinto (1998); 784mg/100g em repolho citados por Araújo (1995), superiores aos teores de ingestão diária aceitável, ou seja, 300mg/dia para adultos de 60 quilos, segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 1978).

4.12.4 Inibidores de Tripsina

Testes realizados na matéria fresca, utilizando-se extrato de 5g em 50mL de NaOH 0,01N, não detectaram inibidores de tripsina no doseamento desse

extrato, confirmando ausência dos inibidores, já citada por Correa et al., (1996) em albedo de laranjas Pêra Natal, Pêra Rio, Valência e lima ácida Tahiti, matéria seca.

4.12.5 Considerações gerais

Não foram encontrados inibidores de tripsina nas frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, matéria fresca, e os teores de ácido oxálico e nitratos estão em níveis aceitáveis, exigindo uma atenção especial somente para teores de compostos fenólicos, um pouco acima do recomendável.

5 CONCLUSÕES

A fração casca sobressaiu-se com menores teores de acidez titulável, índice de escurecimento, maior fração nifext e teores mais elevados de fibras, cálcio, manganês e vitaminas, além de menores perdas dessas vitaminas. Já o bagaço apresentou maiores teores de proteína, extrato etéreo, fósforo, potássio, cobre, nitratos, óleos essenciais e menores perdas desses óleos.

A liofilização proporcionou menores teores de umidade, acidez titulável, índice de escurecimento, maior fração nifext e maiores teores de vitaminas, além de menores perdas, considerados atributos desejáveis. A baixa temperatura dificultou a extração das fibras. Ressalta-se a secagem em estufa sem circulação de ar que proporcionou maiores perdas de óleos essenciais.

O resíduo industrial de laranja Hamlim, tanto fresco como submetido a secagens, apresentou teores representativos de vitamina C total e β -caroteno, caracterizando-se como boa fonte dessas vitaminas, além de constituir excelente fonte de fibras naturais, ricas em pectinas, podendo também ser considerado como boa fonte de minerais, destaca-se como excelente fonte de magnésio, potássio, ferro, cálcio, fósforo e cobre, apresentando teores moderados apenas de manganês e de zinco.

Os teores de ácido oxálico e nitratos são considerados aceitáveis, com restrição apenas quanto aos teores de compostos fenólicos, não sendo aconselhável o consumo dos mesmos com muita frequência e/ou grandes quantidades.

6 RECOMENDAÇÕES

Os resíduos industriais de laranja Hamlim, tanto a casca como o bagaço, destacaram-se como excelente fonte de fibras naturais (solúveis e insolúveis), com elevados teores de vitaminas C, β -caroteno e minerais (fósforo, cálcio, potássio, magnésio, cobre e ferro), apresentando restrição apenas quanto ao teor de compostos fenólicos na matéria seca. Recomenda-se o consumo desses resíduos *in natura* (frescos), pois o teor de compostos fenólicos na matéria fresca foi pouco representativo, ou ainda, misturados a outros alimentos, uma vez que nas misturas estes compostos ficam menos concentrados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, J.M. de.; TRAVAGLINI, D.A. Secagem de polpa resultante da extração do suco de laranja. **Coletânea do ITAL**, Campinas, n.17, v.2, p.157-166, jul./dez. 1987.
- ANTUNES, A.J. Perdas de nutrientes no processamento de alimentos. In: **SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ALIMENTOS ENRIQUECIDOS**, 1, 1994, Campinas, **Resumos ...** Campinas: ITAL, p.8-13, 1994.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. Viçosa: UFV, 1995. 335p.
- AREAS, M.A. **Estudo dos efeitos da polpa de laranja sobre os parâmetros fisiológicos, nutricionais, bioquímicos e morfológicos em ratos normais e diabéticos**. Campinas: UNICAMP, 1994. 158p. (Tese – Doutorado em Fisiologia e Nutrição).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC. **Official methods of analysis** 15 ed. Washington, 1990. v.1-2.
- BAER, D.J. RUMPLER, W.V.; MILES, C.W.; FAHEY JR., G.C. Dietary fiber decreases the metabolizable energy content and nutrient digestibility of mixed diets fed to humans. **Journal Nutrition**, Bethesda, v.127, n.4, p.579-586, Apr. 1997.
- BAKER, R.A. Potential dietary benefits of citrus pectin and fiber. **Food Technology**, Chicago, v.48, n.11, p.133-139, nov. 1994.
- BELO JR, P.S.; LUMEN, B.O. de. Pectic Substance Content of Detergent Extracted Dietary Fibers. **Journal Agriculture Food Chemistry**, Washington, v.29, n.2, p.370-373, Mar./Apr. 1981.
- BIRK, Y.; GETLER, A.; KHALEF, S. Pure trypsin inhibitors from soybeans. **Biochemistry Journal**, London, v.87, n.1, p.281-284, jan. 1963.

- BITTER, V.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v.4, p.330-334, 1962.
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Livraria Varela, 1992. 223p.
- BRADDOK, R.J. Utilization of citrus juice vesicle and peel fiber. **Food Technology**, Chicago, v.37, n.12, p.85-87, dec. 1983.
- BRADDOK, R.J.; CRANDALL, P.G. Carbohydrate Fiber from Orange Albedo. **Journal of Food Science**, Chicago, v.46 p.651-654. 1981a.
- BRADDOK, R.J.; GRAUMLICH, T.R. Composition of Fiber from Citrus Peel, Membranes, Juice Vesicles and Seeds. **Lebensm.-Wiss. N. - Technology**, v.14, 229-231, 1981b.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Normas climatológicas**. Rio de Janeiro: MA, 1961-1990, Brasília: 1992, 84p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE (1978). Resolução nº 12/78. Alimentos enriquecidos. **DIÁRIO OFICIAL** (República Federativa do Brasil), Brasília, seção 1, parte 1, 24.07.78.
- BRAVERMAN, J.B.S. **Introducción a la bioquímica de los alimentos**. Tradução de Bernabé Sanz Pérez e Justino Burgos González. Barcelona: Omega, 1967. 355p. Título original "Introduction to the biochemistry of foods".
- BRAVO, L.; ABIA, R.; SAURA-CALIXTO, F. Polyphenols as dietary fiber associated compounds. Comparative study on in vivo and in vitro properties. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v.42, p.1481-1487, 1994.
- BRILHOUET, J.M.; ROUAU, X.; HOEBLER, C.; BARRY, J.L.; CARRÉ, B. LORTA, E. A new method for determination of insoluble cell walls and soluble nonstarchy polysaccharides from plant materials. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v.36, p.969-979, 1988.

- BRYAN, W.L.; BISSET, O.W.; WAGNER, JR. C.J.; BERRY, R.E. Potential by products from waste citrus peel emulsion. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**. Gainesville, v.86, p.275-280, 1973.
- CARDINALI, L.R.; SEILER, F.E.E. Estudo químico-físico de algumas variedades de frutas cítricas. **Boletim Agrícola do Departamento de Produção Vegetal**. Secretaria da Agricultura, Indústria, Comércio e Trabalho. Estado de Minas Gerais, v.7, n.7-8, p.7-30, 1958.
- CARVALHO, P.R.N. Enriquecimento de Alimentos. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ALIMENTOS ENRIQUECIDOS, 1, 1994, Campinas, Resumos ... Campinas: ITAL, p.1-7, 1994.
- CARVALHO, M.P. Citros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6, (1995?), Piracicaba, Anais ... Piracicaba: FEALQ, (1995), v.1, p.171-214.
- CARVALHO, V.D. de; COSTA, L.C.G.; PÁDUA, T. de; CHALFOUN, S.M.; CARVALHO J.G. de. Caracterização dos componentes químicos de subprodutos das indústrias de frutos. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Projeto Fruticultura. Belo Horizonte, 1978. p.276-279. (Relatório, 74/77).
- CARVALHO, V.D. de; GONÇALVES, J.R. de A.; BOTREL, N.; CHAGAS, S.J. Efeito da época de colheita nos teores de compostos fenólicos da parte aérea de três cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.12, n.1/2, p.31-37, set. 1993.
- CARVALHO, V.D. de.; KATO, M. do S. Potencial de utilização da parte aérea da mandioca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, p.145, jan. 1987.
- CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid Colorimetric Determination of Nitrate in Plant Tissue by Nitration of Salicytic Acid. **Soil Plant Analysis**, Athens, v.6, n.1, p.71-80, jan. 1975.

- CHAIN, N.A.; VIANNA, R.P. de T.; GALEAZZI, M.A.M. Utilização de excedentes de comercialização da CEASA - Campinas para implementação da merenda escolar em Campinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS, 15, 1996, Poços de Caldas, Resumos ... Poços de Caldas: SBCTA, 1996. p.105.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A.; **Bioquímica ilustrada.** trad. Ane Rose Bolner. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 446p. Título original "Lippincott's Illustrated Reviews".
- CHEFTEL, J.C.; CHEFTEL, H. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos.** Tradução de Francisco López Capont. 2 ed. Zaragoza: Acribia, 1992, v.1, 331p. Título original "Introduction a la Biochimie et a la Technologie des Aliments".
- CHEFTEL, J.C.; CHEFTEL, H.; BESANÇON, P. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos.** Tradução de Francisco López Capont. 2 ed. Zaragoza: Acribia, 1992, v.2, 405p. Título original "Introduction a la Biochimie et a la Technologie des Aliments".
- CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias: Bioquímica- propiedades funcionales - valor nutricional - modificaciones químicas.** Tradução de Francisco López Capont. Zaragoza, Acribia, 1989. 346p. Título original "Protéines Alimentaires, Biochimie-Propriétés fonctionnelles-Valeur nutritionnelle-Modifications chimiques".
- CHITARRA, M.I.F. **Características físicas, físico-químicas e químicas de alguns frutos cítricos cultivados em Minas Gerais. Ensaio com laranjas (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) e tangerinas (*Citrus reticulata* Blanco) em fase de maturação.** Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1979. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- CONCEIÇÃO, A. da; LOPES, L.M.V.; CARVALHO, V.D. de. **Avaliação da perda de vitamina C total em resíduos industriais de frutos cítricos submetidos à secagem.** In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 2, 1997, Campinas, Resumos ... Campinas: UNICAMP, v.1, 1997, p.34.

CORREA, A.D.; RIOS, A.de O.; LOPES, L.M.V. e CONCEIÇÃO, A. da. Alguns constituintes químicos do albedo de frutos cítricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14, 1996, Curitiba, Resumos ... Curitiba: SBF, v.1, 1996, p.

CRANDALL, P.G.; KESTERSON, J.W. BOD and COD determination on citrus waste streams and components parts. *Journal of Food Science*, Chicago, v.45, p.134-136, 1980.

DOVELL, C.J.; HARRIS, N.D. Development of a method to measure dietary fibre in oranges. *Journal Science Food Agricultural*, London, v..33, n..2, p.185-193, fev. 1982.

EAKS, I.L.; SINCLAIR, W.B. Cellulose-hemicellulose fractions in the alcohol-insoluble solids of Valencia orange peel. *Journal of Food Science*, Chicago, v.45, p.985-988, 1980.

EFING, L.C.; FUGMANN, H. e SANTOS, G.C. Estudo piloto para produção de mistura para chá de laranja.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15, 1996, Poços de Caldas, Resumos ... Poços de Caldas: SBCTA, v.1, 1996. p.91.

ENDER, F.; HARVE, G.N.; HELGEBOSTAD, A.; KOPPANE, N.; MADSEN, R.; CHEH, L. "Isolation and identification of hepatotoxic fator in herring metal produced from sodium nitrite preserved herring". *Naturawissenschaften*, Berlin, n.24, p.637-638, 1964.

ESPÍNDOLA, F.S. Fracionamento dos vegetais verdes e obtenção de concentrados protéicos de folhas (CPF) para suplementação de alimentos e ração animal, com aproveitamento dos subprodutos. Uberlândia: UFU, 1987. 130p. (Monografia - Centro de Ciências Biomédicas).

FARIA, V.P. de; TOSI, H.; SILVEIRA, A.C. Avaliação da polpa de laranja fresca e ensilada como alimento para bovinos. *O Solo*, Piracicaba, n. 63, p.49-55, 1971.

- FASSET, D.W. "Nitrates and Nitrites". **Toxicants occurring naturally in foods**, Washington, D.C.: Committee on Food Protection, National Research Council, v.1, p.7-25, 1973, 624p.
- FENNEMA, O.R. Água e hielo. In: FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993. Cap.2, p.29-79.
- FERNANDEZ, R.; PHILLIPS, S.F. Components of Fiber Impair Iron Absorption in the Dog. **American Journal Clinical of Nutrition**, Rockville, v.35, p.107-112, 1982.
- FERNANDEZ, S.; PATTERSON, A.M.; GONZÁLEZ, C. Fibra dietaria (revisión). **Nutrición Clínica**, Madrid, v.3, n.13, p.121-129, 1993.
- FILGUEIRAS, H.A.C. **Bioquímica do amadurecimento de tomates híbridos heterozigotos no loco 'alcobaça'**. Lavras: UFLA, 1996. 118p. (Tese – Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- FISKE, C.H.; SUBAROW, W. The calorimetric determination of phosphorus. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, n.66, p.375-400, 1925.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 7 ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1986, 145p.
- GARCIA-DIEZ, F.; GARCIA-MEDIAVILLA, V.; BAYON, J.E.; GONZALEZ-GALLEGO, J. Pectin Feeding Influences Fecal Bile Acid Excretion, Hepatic Bile and Cholesterol Synthesis and Serum Cholesterol in Rats. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.126, n.7, p.1766-1771, July 1996.
- GOLDSTEIN, J.L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v. 2. p.371-383, 1963.
- GORDON, J.M.D.; MORRISON, I.M.; STWARR, D.; HILMAN, J.R. Plant Cell Walls as Dietary Fibre: Range, Structure, Processing and Function. **Journal Science Food Agriculture**, Washington, v.70, 133-150, 1996.

- GRISWOLD, R.M.** **Estudo experimental dos alimentos.** Traduzido por Avany Correa Santos, São Paulo: Edgard Blucher, 1972, 469p.
- GUPTA, K.; BARAT, G.K.; WAGLE, D.S.; CHAWLA, H.K.L.** Nutrient contents and antinutritional factors in convencional and non-convencional leafy vegetales. **Food Chemistry, Oxford, v.2, n.31, p.105-116, 1989.**
- HAARD, M.F.** Características dos tecidos vegetais. In: **FENNEMA, O.R** **Química de los alimentos, 2. ed.** Zaragoza: Acribia, 1993. Cap.15, p.961-1022.
- HAZELL, T.** Minerals in foods: dietary sources, chemical forms, interactions, bioavailability. **Word Review of Nutrition and Dietetics, London, v.46, p.1-123, 1985.**
- HOSENEY, R.C.; VARRIANO-MARSTON, E.; DENDY, D.A.V.** Sorghum and millets. **Advances in Cereal Science and Technology, Saint Paul, v.4, p.71-144, 1981.**
- HULME, A. C.** **The biochemistry of fruits and their products.** New York: Acadmic Press, v.1, 1971. 620p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ.** **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 2ª ed. São Paulo, v.1, 1977. 371p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.** **Tabelas de composição de alimentos: Estudo Nacional da Despesa Familiar.** Rio de Janeiro. 1981, v.3, 216p., (Tomo 1 – Publicações Especiais).
- IRANZO. J.R.; BARANDALLA, P.I.; MIRALLES, M.A.** Preparación de corteza seca de mandarina, toronja, naranja amarga y limón para la obtención de pectina a partir de variedades cultivadas en Espanã. **Revista de Agroquímica y Tecnologia de Alimentos.** Valência, v.20, n.3, p.399-402, 1980.

- IRANZO, R.I.; GARCIA, G. Detection de adulteración em zumos cítricos XIX. Diferenças entre as proporções de los componentes característicos del suero y de la pulpa del zumo de naranjas españolas. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*. Valência, v.1, n14, p.136-143, 1977.
- JOKL, L. TANAKA, T.N., CORREA, A.D. Presença de oxalato, fitatos, inibidores de tripsina, polifenóis, saponinas e fitohemaglutininas em folhas de feijão guandu e seus CPF. In: CONGRESSO MINEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA: UFMG, 4, 1990. Resumos... Belo Horizonte, Escola de Veterinária da UFMG, 1990. P45.
- KAKADE, M.L.; RACKIS, J.J.; McGHEE, J.E.; PUSKI, G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy product: A collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v.51, p.376-382, may/june, 1974.
- KAKADE, M.L.; SIMONS, N.; LIENER, I.E. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean sample. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v.46, p.518-526, sept. 1969.
- KAWASHIMA, L.M. Teores totais e frações solúveis de alguns elementos minerais nutricionalmente importantes em hortaliças folhosas e efeito do cozimento sobre solubilidade e perdas. Campinas: UNICAMP, 1997, 107p. (Tese- Mestrado em Engenharia de Alimentos).
- KESTERSON, J.W.; BRADDOCK, R.J. Processing and potential uses for dried juice sacs: How major source of citrus industry air pollution can be transformed into profitable byproduct. *Food Technology*, Chicago, n.27, p.50-55, feb. 1973.
- KOSTIC, S.; GUGUSEVIC-DAKOVIC, M.; VUJISIC, T. Loss of vitamin C during thermal processing of vegetables. *Hrana-i-ishrana*, v.33, n.1/2, p.9-10, jan/feb. 1992.
- KIM, M.; ATALLAH, M.T.; AMARASIRIWARDENA, C.; BARNES, R. Pectin With Low Molecular Weight and High Degree of Esterification Increases Absorption of Fe in Growing Rats. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v.126, p.1883-890, 1996.

- KRAUSE, M.V.; MAHAN, L.K. Alimentos, nutrição e dietoterapia;** Tradução por Alicia Regina de Almeida et al., São Paulo: Livraria Roca, 1991, 981p. Tradução de "Food, Nutrition and Diet Therapy".
- LEDERER, J. Alimentação e câncer.** Tradução: Ramon Américo Vasques. 3ª. ed. São Paulo: Manole Dois, 1990. 279p.
- LEHNINGER, A.L. Princípios de bioquímica.** Tradução de Lodi, W.R. e Simões, A.A. São Paulo: Sarvier, 1989. 725p. Título original "Principles of Biochemistry".
- LIENER, I.E. Legume toxins in relation to protein digestibility – a review.** *Journal Food Sciences*, La Salle Saint, v.41, n.5, p.1076-1081, Sept./Oct. 1976.
- LIENER, I.E.; KAKADE, M.L. Protease inhibitors.** In: LIENER, I.E. **Toxic Constituents of Plant Foodstuffs.** New York, Academic Press, 1969.
- LUCK, E. Conservacion química de los alimentos, sustancias, acciones, metodos.** Tradução de Autorra Perez Torrome, Zaragoza: Acribia, 1981. 243p. Título original "Chemische lebensmillekonservierung".
- LUCK, P.E. Setaria a important pasture grass.** *Queesland Agricultural Journal*, v.2, n.105, p.136-144, 1979.
- MAFFIA, U.C.C. Avaliação do farelo de arroz em substituição à farinha de trigo na panificação.** Viçosa: UFV, 1991. 122p. (Tese – Mestrado em Tecnologia de Alimentos).
- MAGEE, P.N.; BARNES, J.M. "Carcinogenic N-Nitroso Compounds".** *Advising. Cancer Research*, San Diego, v.10, p.164-246, 1967.
- MAGNO, C. de P.R. dos S. Efeito da adição da polpa de laranja nas características reológicas da massa e na qualidade tecnológica do pão.** Campinas: UNICAMP-FEA, 1996. 126p. (Tese – Mestrado em Tecnologia de Alimentos).

- MAIA, M.C.A.** **Influência da adição de pectina, gelatina e ácido cítrico na higroscopicidade dos pós liofilizados de sucos cítricos.** ESAL, Lavras, 1988. p.9-16. (Tese – Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- MAPSON, L.W.** Vitamins in fruits. In: **HULME, A.C.** **The Biochemistry of fruits and their products.** London: Acadmic Press., n.1, Cap. 13, p.369-382. 1970.
- MAHAN, L.K.; ARLIN, M.T.; KRAUSE, .M.V.** **Alimentos, nutrição e dietoterapia.** Ed. São Paulo: Roca., 1994. 957p.
- McCREADY, R.M; McCOOMB, E.A.** Extration and determination of total pectin materials. **Analytical Chemistry**, Whashington, v.24, n.12, p.1586-1888, 1952.
- MORENO, F.S.** Efeitos de micronutrientes na prevenção e/ou indução do câncer: expressão do gene que codifica a enzima HMGca redutase em ratos F-344 submetidos à hepatectomia parcial e tratados ou não com beta-caroteno. In: **SIMPÓSIO ALIMENTAÇÃO NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS CRÔNICAS E DEGENERATIVAS.** n.1, 1993, Campinas, **Anais ... Campinas: UNICAMP, 1993, p.55-58.**
- MURPHY, E.W.; WILLIS, B.W.; MATT, B.K.** Provisional tables on zinc content of foods. **Journal Americam Diet Association**, v.66, p.345, 1975.
- NAGATA, M.; YAMASHITA, I.** Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tokio, v.39, n.10, p.925-928, 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL.** **Recommended Dietary Allowances**, 10 th ed. Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences, National Research Council. Washington: National Academic, 1989. 284p.
- OSBORNE, D.R.; VOOGT. P.** **Analisis de los nutrientes de los alimentos.** Traduzido por Andres Marcos Barrado. Zaragoza: Acribia, 1986. 210p.

- PHILLIPS, W.E.J. "Naturally occurring nitrate and nitrite in foods in relation to infant methemoglobinemia" *Food Toxicology*, Limerick, n.9, p.129, 1971.
- PHILLIPS, W.E.J. "Nitrate content of foods – Public health implications". *Journal Institute Canadian Technology Aliment*, v.1, n.3, p.98, 1968.
- PINHEIRO-SANT'ANA, H.M.; STRINGHETA, P.C.; BRANDÃO, S.C.C.; DRACZ, S.; AZEREDO, E.M.C. de. Estabilidade de carotenóides e valor de vitamina A em cenoura (*Daucus carota* L.) preparada em pequenas quantidades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15, 1996, Poços de Caldas. Resumos ... Poços de Caldas: SBCITA, v.1, p.668-669, 1996.
- PINTO, N. A.V.D. Avaliação química das folhas, limbos e caules da taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott), visando seu aproveitamento na alimentação humana. Lavras: UFLA, 1998. 88p. (Tese – Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- PLAAMI, S.P.; KUMPULAINEN, J.T.; TAHVONEN, R.L. Total dietary fiber contents in vegetables, fruits and berries consumed in Finland. *Journal Science Food Agricultural*. London, n.59, p.545-549, 1992.
- POSTORINO, E.; DI GIACOMO, A. Sulla compozione dell'albedo e del'flavedo della scorza d'arancia dolce: pectine e costituinti minerali. *Essenze-Derivati-Agrumati*, Reggio Calabria, 2, v.49, p.379-384, 1988.
- POURCHET-CAMPOS, M.A. Dia mundial da Alimentação. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.26, n.2, p.120-125, jul./dez. 1992.
- POURCHET-CAMPOS, M.A. Fibra e nutrição. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.22, n.34, p.167-171, jul./dez. 1988.
- POURCHET-CAMPOS, M.A. Fibra: a fração alimentar que desafia os estudiosos. *Alimentos e Nutrição*, São Paulo, v.2, p.53-63, 1990.

- RAJNI, A.P.; RANGANNA, S.; MANJREKAR, S.P. Cloud stabilization in citrus beverages by low methoxil pectin. **Journal Food Tecnology**, Chicago, v.15, n.1, p.25-34, jan. 1980.
- RASHID, M.M.; DAUNICHT, H.J. Chemical composition of nine edible avoid cultivars of Bangladesh, **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.10, p.127-134, 1979.
- REBOLÉ, A. Fiber and tannins of some agricultural and forest byproducts. Inclusion of these parameters in the prediction of in vitro digestibility. Madrid, **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v.42, n.3, p.739-743, apr. 1994.
- REYES, F.; REIS, M.A.B. e ÁREAS, M.A. Polpa de laranja: efeitos sobre o metabolismo lipídico e parâmetros nutricionais em ratos Whistar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS, 15, 1996, Poços de Caldas, Resumos ... Poços de Caldas: SBCTA, 1996. p.135
- REYES, F.G.R. Substâncias naturalmente presentes nos alimentos ou que se formam no processamento. In: SIMPÓSIO ALIMENTAÇÃO NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS CRÔNICAS E DEGENERATIVAS. n.1, 1993, Campinas, Anais ... Campinas: UNICAMP, 1993, p.32-33.
- ROUSEFF, R.L.; NAGY, S. β -carotene, vitamina c, and folic acid may provide protection against cancer, heart disease, and neural tube defects. **Food Technology**, Chicago, n.11, p.125-129, nov. 1994.
- RUSIG, O. Formas comerciais de vitaminas e minerais. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ALIMENTOS ENRIQUECIDOS, 1, 1994, Campinas, Resumos ... Campinas: ITAL, 1994. p.27-31.
- SAENZ, C. Frutos cítricos: interes para la industria y alimentación hamana. **Revista Chilena de Nutrição**, Santiago, v.15, n.1. p.9-16, Apr. 1987.
- SALIB, A.G.; SALEH, M.A.; ABDEL-MALIK, G.S. Chemical and Physical Studies on Peel Essential Oils of some Egyptian Citrus Fruits. **Anais of Agricultural Science**, Moshtohor, v.9, p.65-72, 1978.

- SAWAMURA, M.; MANABE, T.; KURIYAMA, T.; KUSUNOSE, H.** Rind spot and ascorbic acid in the flavedo of citrus fruits. **Journal of Horticultural Science**, v.62, n.2, p.263-267. 1987.
- SCHNEEMAN, B.O.** Soluble vs insoluble fiber. Different physiological responses. **Food Technology**, Chicago, v.41, n.2., p.81-82, Feb.1987.
- SAMSON, J.A.** Tropical spinach from *Amaranthus*, *Ipomea* and *Xanthosoma*. **Surinaamse Landbouw**, Paramaribo, v. 20, n.1, p.15-21, 1972.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P.** **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 55p.
- SGARBIERI, V.C.** Fatores dietéticos na carcinogênese experimental: aspectos quantitativos e qualitativos. In: **SIMPÓSIO ALIMENTAÇÃO NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS CRÔNICAS E DEGENERATIVAS**. n.1, 1993, Campinas, **Anais ...** Campinas: UNICAMP, 1993, p.61-64.
- SGARBIERI, V.C.** **Proteínas em alimentos proteicos: propriedades - degradações - modificações**. São Paulo: Livraria Varela, 1996. 517p.
- SGARBIERI, V.C.** **Alimentação e nutrição**. São Paulo: Almed, 1987. 387p.
- SICHERI, R.** Alimentação e câncer: aspectos epidemiológicos. In: **SIMPÓSIO ALIMENTAÇÃO NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS CRÔNICAS E DEGENERATIVAS**. n.1, 1993, Campinas, **Anais ...** Campinas: UNICAMP, 1993. p.48-53.
- SILVA, A.D.; BARBOSA, C.F.; PORTELA, F.** **Inibidores de tripsina em variedades de soja**. Lavras: ESAL, 1979, 4p. (Comunicado Técnico Científico).
- SILVA, CR.; SILVA, H.C.; DUTRA de OLIVEIRA, J.E.** Conteúdos de celulose, hemicelulose e lignina em dieta hospitalar hipocalórica. **Alimentos e Nutrição**. São Paulo, v.2, p.65-71, 1990.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 1990. 166p.

SOTO, B.M. **Bananos, cultivo y comercialización**. 2.ed. Costa Rica: Litografía e Imprenta LIL, 1992. 640p.

SPOLIDORO, F.L. Enriquecimento de alimentos institucionais. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ALIMENTOS ENRIQUECIDOS, 1, 1994, Campinas, Resumos ... Campinas: ITAL, 1994. p.51-59.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

SWAIN, P.F. "The toxicology of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds". **Journal Science Food Agriculture**, London, v.26, n.11, p.1761-1770, Nov. 1975.

SWAIN, T.; HILLIS, W.G. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.10, n.1, p.63-68, Jan. 1959.

TAVARES, C.C.P. A comercialização dos citros em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.51, n.51, p.13-20, 1979.

TANNEMBAUM, S.R.; YOUNG, V.R.; ARCHER, M.C. Vitaminas e minerais. In: FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993. Cap.7, p.537-614.

TEIXEIRA NETO, R.O.; QUAST, D.G. Recuperação de sólidos solúveis de resíduos de laranja. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**. Campinas, n.49, p.179-211, 1977.

TORRE, M.; RODRIGUES, A.R.; SAURA-CALIXTO, F. Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.1, n.1, p.1-22, 1991.

- TURNLUND, J.R. Bioavailability of dietary minerals to humans: the stable isotope approach. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.3, n.30, p.387-396, 1991.
- TOYOHARA, D.Q. **Determinação de nitrato, nitrito e N-nitrosaminas em linguiças**. Campinas: UNICAMP, 1989. 85p (Tese – Mestrado em Tecnologia de Alimentos).
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University. 1994.
- VAN SOEST, P.J. Use of detergents in analysis of fibrous feed. 2. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal Association Official Analytical Chemistry**, v.46, p.829-35, 1963.
- VON DE KRAMER, J.H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 29, n. 4, p.239-251, Apr. 1952.
- WORLD HEARTH ORGANIZATION (WHO). "Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds "Enviromental Hearth Criteria 5, Word Hearth Organization Geneva, 1978.
- WAGNER, D.A.; TANNEMBAUM, S.R. "In vivo formation of N-nitroso compounds". **Food Technology**, Chicago, v.39, n.1, p.89-90, Jan. 1985.
- WALKER, R. "Naturally occuring nitrate/nitrite in foods". **Journal Science Food Agriculture**, London, v.26, n.11, p.1735-1742, Nov. 1975.
- WHISTLER, R.L.; DANIEL, J.R. Carbohidratos. In: FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1993. Cap.15, p.81-158.
- WOLTERS, M.G.E.; SCHREUDER, H.A.W. ; VAN DEN HEUVEL, G.; VAN LONKHUIJSEN, H.J.; HERMUS, R.J.J.; VORAGEN, A.G.J. A continuous *in vitro* method for estimation of the bioavailability of minerals and trace elements in foods: application to breads varying in phytic acid content. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.69, n.3, p.849-861, May 1993.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. Manual do SANEST: Sistema de análise estatística para microcomputadores. Pelotas: UFPel, 1991. 102p.

ANEXO

ANEXO A

Página

- TABELA 1 A** Resumo das análises de variâncias dos teores de matéria seca, acidez titulável, índice de escurecimento, óleos essenciais e porcentagem de perda de óleos essenciais das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a secagens: a frio, pelo processo de liofilização e a 45°C, em estufas com e sem circulação de ar.....129
- TABELA 2 A** Resumo das análises de variâncias dos teores de umidade, extrato etéreo, proteínas, fibra bruta, cinzas e fração nifext das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a secagens: a frio, pelo processo de liofilização e a 45°C, em estufas com e sem circulação de ar.....130
- TABELA 3 A** Resumo das análises de variâncias dos teores de Fibra detergente Neutro, Fibra Detergente Ácido, Fibra detergente Neutro/Ácido, substâncias solúveis da fibra, lignina, celulose, pectina total e solúvel e coeficiente de solubilização das pectinas das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a secagens: a frio, pelo processo de liofilização e a 45°C, em estufas com e sem circulação de ar.....131

TABELA 4 A	Resumo das análises de variâncias dos teores de vitamina C total, porcentagem de perdas da vitamina C total, β-caroteno e porcentagem de perdas de β-caroteno das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a secagens: a frio, pelo processo de liofilização e a 45°C, em estufas com e sem circulação de ar.....	133
TABELA 5 A	Resumo das análises de variâncias dos teores de fósforo, Potássio, cálcio, magnésio, manganês, zinco, ferro e cobre das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a secagens: a frio, pelo processo de liofilização e a 45°C, em estufas com e sem circulação de ar.....	134
TABELA 6 A	Resumo das análises de variâncias dos teores de ácido oxálico, compostos fenólicos e nitratos das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas a secagens: a frio, pelo processo de liofilização e a 45°C, em estufas com e sem circulação de ar.....	136

TABELA 1A Resumo das análises de variância dos teores de matéria seca, acidez titulável, índice de cor, óleos essenciais e porcentagem de perda de óleos essenciais, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas às secagens a frio pelo processo de liofilização, e a 45°C/24h, em estufa, com e sem circulação de ar .

Causas de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		Matéria seca	Acidez titulável	Índice de escurecimento	Óleos essenciais	(%) de perda de óleos essenciais
Tipos de secagens	2	32,1631**	3,27679**	0,0478404**	0,0081056**	8,49819*
Tipos de resíduos	1	17,81214**	29,49119**	0,0334367*	0,0102722**	1330,75985**
Secagens.*Resíduos	2	1,0493	0,0000043*	0,0424294*	0,0031055*	0,41040
Erro	12	0,9836	0,0000009	0,0066887	0,0005389	0,0005389
Média Geral		90,13	5,97	0,46	0,38	81,88
Coef. Variação (%)		1,10	0,016	17,82	6,15	1,57

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade e (**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2 A Resumo das análises de variância dos teores de umidade, extrato etéreo, proteína, fibra bruta, cinzas e fração nifext das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas às secagens a frio pelo processo de liofilização e a 45°C/24h, em estufa, com e sem circulação de ar.

Causas de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS					
		Umidade	Extrato etéreo	Proteínas	Fibra bruta	Cinzas	Nifext
Tipos de Secagens	2	32,11425**	0,31661	0,52362	8,15626**	0,11501*	70,70195**
Tipos de Resíduos	1	17,78074**	3,21734**	17,16979**	53,21698**	0,04600	10,54727*
Secagens*Resíduos	2	1,04134	0,64220	0,44647	5,25253*	0,00834	4,68406
Erro	12	0,98238	0,17159	0,45539	0,76839	0,01868	1,95517
Média geral		9,87	2,66	5,38	12,27	2,49	67,48
Coef. Variação (%)		10,04	15,59	12,55	7,15	5,49	2,07

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade e (**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 3 A Resumo das análises de variância dos teores de Fibra Detergente Neutro, Fibra Detergente Ácido, Fibra Detergente Neutro/Ácido, substâncias solúveis da fibra, Lignina, celulose, pectina total, pectina solúvel e coeficiente de solubilidade das pectinas, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas às secagens a frio pelo processo de liofilização e a 45°C/24h, em estufa, com e sem circulação de ar.

Causas de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		FDN (parede celular)	FDA (lignocelulose)	FDNA (lignocelulose)	FDN-FDNA (substâncias solúveis)
Tipos de Secagens	2	16,92539**	19,79144**	1,59051	12,02970**
Tipos de Resíduos	1	52,80463**	55,33507**	37,26715**	1,01768
Secagens*Resíduos	2	7,14483*	6,69812**	1,05393	3,67351
Erro	12	1,37363	0,87557	1,44542	2,13724
Média geral		19,50	18,15	13,32	6,14
Coef. Variação (%)		6,01	5,16	9,03	23,81

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade e (**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

...continua...

TABELA 3 A, Cont.”.

Causas de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		Lignina	Celulose	Pectina solúvel	Pectina Total	Solubilidade pectinas
Tipos de Secagens	2	0,04180	1,56378	139518,55760**	828956,48185**	44,04739
Tipos de Resíduos	1	0,00680	37,55563**	274035,16340**	3655697,47184**	30,70642
Secagens*Resíduos	2	0,14264	1,29677	115532,89145**	99487,35206	37,15173
Erro	12	0,11333	1,34277	16059,60824	63554,12841	22,72654
Média geral		2,72	10,62	2154,78	10622,70	18,93
Coef. Variação (%)		12,38	10,92	5,88	2,37	25,18

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade e (**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 4 A Resumos das análises de variância dos teores de vitamina C total, β -caroteno e das porcentagens de perdas desses constituintes, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas às secagens a frio pelo processo de liofilização e a 45°C/24h, em estufa, com e sem circulação de ar.

Causas de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Vitamina C total	Perdas de vitamina C total	β -caroteno	Perdas de β -caroteno
Tipos de Secagens	2	143107,09319**	3073,46143**	0,59949	37,99769
Tipos de Resíduos	1	53188,68674**	351,39100**	23,24256**	1039,52663**
Secagens*Resíduos	2	12956,64826**	105,53622*	0,18525	18,92305
Erro	12	1044,20150	21,39414	0,16073	18,55171
Média geral		211,25	67,67	2,13	83,16
Coef. Variação (%)		15,30	6,84	18,87	5,18

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade e (**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 5 A Resumo das análises de variância dos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, manganês, zinco, ferro e cobre das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas à secagens a frio pelo processo de liofilização e 45°C/24h, em estufa, com e sem circulação de ar .

Causas de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Tipos de Secagens	2	216,6667	7755,5556	555,5556	5,55556
Tipos de Resíduos	1	35555,5556**	10272,2222*	41088,8889**	5,55556
Secagens*Resíduos	2	172,2222	2022,2222	155,5556	5,55556
Erro	12	155,5556	2188,8889	361,1111	5,55556
Média Geral		133,33	1150,56	445,56	60,56
Coefficiente Variação (%)		9,35	4,07	4,27	3,89

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade e (**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

...continua...

TABELA 5 A, Cont "

Causas de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Manganês	Zinco	Ferro	Cobre
Tipos de Secagens	2	0,0035415	0,0538934	0,3021340	0,0085380
Tipos de Resíduos	1	0,0619520**	0,014802	0,0070793	0,0725806**
Secagens*Resíduos	2	0,0005255	0,0354067	0,0267881	0,002058
Erros	12	0,0021515	0,05671	0,2011171	0,00247
Média geral		0,35	0,79	2,65	0,36
Coefficiente Variação (%)		13,26	30,24	16,93	13,98

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade e (**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 6 A Resumo das análises de variância dos teores de ácido oxálico, polifenóis totais e nitratos, das frações casca e bagaço do resíduo industrial de laranja Hamlim, submetidas à secagens a frio pelo processo de liofilização e a 45°C/24h, em estufa, com e sem circulação de ar.

Causas de Variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		Ácido oxálico	Polifenóis totais	Nitratos
Tipos de Secagens	2	0,0032333	30656,50371	6854,10666*
Tipos de Resíduos	1	356,8075389	26419,00929	47970,40446**
Secagens*Resíduos	2	475,8800703	24997,11855	4310,15899
Erro	12	1229,4162721	35372,74248	1788,89906
Média geral		84,61	1394,36	438,20
Coefficiente Variação (%)		41,44	13,49	9,65

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade e (**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

