

EFEITO DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DO  
SUCO CONCENTRADO DE LARANJA PASTEURIZADO EMBALADO ASSEPTICAMENTE  
EM TETRA-BRIK

Rogério Perujo Tocchini

Orientador: Homero Fonseca

Dissertação apresentada à Escola Su  
perior de Agricultura "Luiz de Quei  
roz", da Universidade de São Paulo,  
para obtenção do Título de Mestre  
em Agronomia, área de concentração  
Tecnologia de Alimentos

Piracicaba

Estado de São Paulo - Brasil

junho - 1985

## AGRADECIMENTOS

- À Diretoria do ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos por permitir e apoiar a realização deste trabalho.
- Ao Dr. Homero Fonseca, pela orientação e colaboração na elaboração do trabalho.
- Ao corpo docente e funcionários do Departamento de Tecnologia Rural da ESALQ.
- Aos Pesquisadores do ITAL: Vera Lúcia Pupo Ferreira, Emília E.M. Mori, Mirtha N.U. Eiroa, José Eduardo Paschoalino, Issao Shirose e Alfredo de Almeida Vitali, pela colaboração na avaliação dos resultados.
- Aos funcionários do ITAL: Dionir Jeremias Batista, Sílvia Helena S. Biondi, Líria A.T. de Oliveira, Seseko Maeda, Maria Lucia Cordeiro, Vera Maria Luporini e Dora Regina D. Chiaramonte pelo apoio e colaboração nas várias etapas de análises, datilografia, verificação do vernáculo, etc.
- A todos os que de alguma forma contribuíram para execução deste trabalho.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vi
RESUMO .....	viii
SUMMARY .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	18
3.1. Matéria-prima .....	18
3.2. Embalagens .....	18
3.3. Processamento .....	24
3.4. Avaliação do produto .....	27
3.4.1. Análises químicas .....	27
3.4.2. Análises físicas .....	28
3.4.3. Análises organolépticas .....	29
3.4.4. Análises microbiológicas .....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
4.1. Análises químicas .....	32
4.2. Análises físicas .....	36
4.2.1. Cor .....	36

	Página
4.2.2. Escurecimento .....	40
4.3. Análises organolépticas .....	43
4.4. Análises microbiológicas .....	44
5. CONCLUSÕES .....	46
6. LITERATURA CITADA .....	48

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Estimativa dos coeficientes de correlação entre as variáveis ácido ascórbico, densidade ótica, cor (L) e cor (a) .....	42
TABELA 2 - Resultados da avaliação organoléptica entre as amostras de suco concentrado embalado asépticamente em Tetra-Brik estocadas em diferentes condições de temperatura.....	45

## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 - Fluxograma básico de processamento do suco concentrado congelado de laranja .....	19
FIGURA 2 - Esquema demonstrativo da constituição da embalagem Tetra-Brik .....	20
FIGURA 3 - Esquema demonstrativo da embalagem após o enchimento pleno (sem espaço livre) e selagem transversal .....	22
FIGURA 4 - Sistema de enchimento asséptico Tetra-Brik..	23
FIGURA 5 - Fluxograma Básico de Processamento do suco de laranja concentrado pasteurizado, embalado assepticamente em Tetra-Brik .....	25
FIGURA 6 - Modelo de ficha utilizada pelos provadores na avaliação do suco de laranja .....	31
FIGURA 7 - Retenção do Ácido Ascórbico nas amostras de suco concentrado embalado assepticamente em Tetra-Brik e estocado em diferentes condições de temperatura.....	33
FIGURA 8 - Resultados das leituras efetuadas no colorímetro Hunterlab para os valores <u>L</u> (luminosidade e <u>b</u> (amarelo) nas amostras de suco estocadas em diferentes condições de temperatura	37

	Página
FIGURA 9 - Resultados das leituras efetuadas no colorímetro Hunterlab para os valores <u>a</u> (vermelho), nas amostras de suco estocadas em diferentes condições de temperatura .....	38
FIGURA 10 - Resultados das leituras de densidade ótica (D.O.) a 420nm das amostras de suco estocadas em diferentes condições de temperatura..	41

EFEITO DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DO  
SUCO CONCENTRADO DE LARANJA PASTEURIZADO EMBALADO ASSEPTICAMENTE  
EM TETRA-BRIK

Candidado: Rogério Perujo Tocchini

Orientador: Homero Fonseca

RESUMO

Suco de laranja concentrado a 52° Brix, pasteurizado e embalado assepticamente em Tetra-Brik foi estudado com a finalidade de verificar os efeitos da temperatura e do tempo de estocagem nas suas propriedades físico-químicas e organolépticas.

As amostras foram estocadas a -20°, 8°, 23° e 30°C e análise do ácido ascórbico (A.A.), com Hunter, escurecimento ("browning") foram efetuadas quinzenalmente durante 90 dias. Avaliações organolépticas foram efetuadas quinzenalmente até ocorrer diferença significativa entre as amostras e o padrão (amostras a -20°C).

Verificou-se a existência de correlação significativa entre a degradação do ácido ascórbico, escurecimento, e valores de cor L e a do Hunter, ao nível de 0,1% de probabilidade.

A degradação do ácido ascórbico depende da temperatura de estocagem, sendo acentuada logo aos 30 e 45 dias a 30° e



23°C, respectivamente. Praticamente não houve diferença entre as amostras a -20°C e 8°C após 90 dias, em termos de degradação do ácido ascórbico, apresentando, ambas, retenção superior a 90%.

A vida-de-prateleira esperada para o suco concentrado pasteurizado embalado assepticamente em Tetra-Brik é de no máximo 90 a 120 dias, quando estocado a 8°C, de 45 dias a 23°C e menos de 30 dias a 30°C.

EFFECT OF STORAGE TEMPERATURE AND TIME ON THE QUALITY OF PASTEURIZED  
CONCENTRATED ORANGE JUICE ASEPTICALLY PACKED IN TETRA-BRIK

Author: Rogério Perujo Tocchini

Adviser: Homero Fonseca

SUMMARY

Physical, chemical and sensory properties of pasteurized concentrated orange juice (52° Brix), aseptically packed in Tetra-Brik, were studied with respect to storage temperature and storage time.

Samples were stored at -20°, 8°, 23° and 30°C, and analysed for ascorbic, Hunter color and browning every 15 days. A sensory analysis was also carried out every 15 days to the point at which the panelists could detect significant differences between the samples stored at 8°C, 23°C and 30°C and those stored at -20°C (standard samples).

Significant correlations ( $P = 0,01$ ) were found between decreases in ascorbic acid content, browning, increases in Hunter color a values and decreases in Hunter color L values. Ascorbid acid degradation was very dependent on storage temperature.

At temperatures of 23 and 30°C the degradation of

ascorbic acid was very intense after 45 and 30 days respectively, but even after 90 days, there was no difference in ascorbic acid degradation between the samples stored at  $-20^{\circ}\text{C}$  and  $8^{\circ}\text{C}$ .

The shelf life of pasteurized concentrated orange juice, aseptically packed in Tetra-Brik is ranging from 90 to 120 days when stored at  $8^{\circ}\text{C}$ , 45 days at  $23^{\circ}\text{C}$  and less than 30 days at  $30^{\circ}\text{C}$ .

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o mercado de suco concentrado congelado de laranja é altamente favorável à exportação, e a produção de suco concentrado congelado do ano de 1985 está praticamente negociada no mercado externo.

No entanto, esse mercado tem sofrido altas e baixas freqüentes nos últimos anos, sendo que até pouco antes das geadas ocorridas na Flórida, no início de 1983, a previsão para o mercado de suco concentrado congelado era de baixa, devido aos elevados estoques existentes naquela ocasião, que equivaliam a praticamente a produção da safra de 1982.

As oscilações no mercado externo poderiam ser compensadas pela existência de um mercado interno de suporte, que se tornaria atrativo, desde que explorado adequadamente.

Para o mercado interno, no entanto, o suco concentrado congelado não é o mais indicado, devido aos problemas encontrados com transporte, armazenamento, distribuição e vendas, que deverão ser efetuadas em condições de temperaturas baixíssi-

mas, o que não se consegue, na maioria das vezes, principalmente na distribuição e venda do produto. Outro fator que deverá ser levado em consideração é o custo do produto, que será elevado pelo alto investimento necessário para gerar o frio e alimentar todo o sistema de distribuição e venda.

A comercialização do suco poderia ser efetuada como alternativa, com o suco concentrado pasteurizado, que evitaria o uso de temperaturas tão baixas como as empregadas no sistema anteriormente descrito.

No entanto, durante o tratamento térmico (pasteurização) e armazenamento, ocorrem perdas de qualidade, conforme as condições em que o tratamento térmico for efetuado, assim como das temperaturas e tempos de estocagem.

Assim, é de suma importância o conhecimento das condições de tratamento térmico e temperatura de estocagem na vida-de-prateleira do produto, para que possa chegar ao consumidor, com suas qualidades físico-químicas, organolépticas e microbiológicas preservadas de forma viável e econômica.

Com a utilização de sistemas de embalagens assépticas semelhantes às utilizadas na produção de leite longa vida, pode-se reduzir o tempo de exposição ao calor do produto, pelo seu aquecimento até temperaturas entre 85-90°C, visando à destruição de microrganismos deterioradores (seguinte-se de resfriamento imediato e enchimento a frio, em embalagens previamente esterilizadas, num ambiente asséptico).

Dentre os sistemas de embalagens assépticas utilizadas no país, o Tetra-Brik da Tetra Pak destaca-se na produção de sucos em embalagens flexíveis.

Quando o Tetra-Brik foi introduzido na Holanda, em 1974, o consumo per capita de sucos era de 2,3 litros. Em 1977, o consumo era de 15 litros. Portanto o consumo de sucos aumentou 550% em 3 anos ANON. (1978).

Hoje pode-se dizer que 35% do suco consumido na Europa são embalados em Tetra-Brik, sendo parte deste suco embalado por indústrias de laticínios.

No Brasil, segundo GAVA (1985) o Tetra-Brik foi lançado em 1979, pela Sucobrasil - Sucos dos Brasil Ltda., para produção de suco de laranja concentrado, comercializado com a marca Fru-Sol. Atualmente, outras marcas são comercializadas em Veep (Coca-Cola), Ôi (CCGL) Santal (Parmalat).

Sucos e néctares ainda são embalados, principalmente em frascos de vidro e a qualidade desses produtos deixa muito a desejar. Assim, o Tetra-Brik abre novas perspectivas para o mercado de sucos e néctares, podendo ocorrer mudanças radicais no consumo desses produtos no País, bem como na exportação de sucos.

A exportação, que atualmente é efetuada na forma de suco concentrado congelado a granel ou em tambores de 200 litros, poderá também vir a ser efetuada por meio de embalagens flexíveis obtidas pelo enchimento asséptico do Tetra-Brik, representando grande economia para as indústrias do setor.

Essas alterações poderão ser obtidas pela melhoria da qualidade dos produtos, o que será conseguido com mais facilidade pelo uso do Tetra-Brik, cujo enchimento é efetuado a frio e assepticamente, bem como por meio de um trabalho de marketing bem elaborado.

Abaixo serão citadas algumas das vantagens atribuídas ao sistema de embalagens Tetra-Brik:

- Ausência de luz e ar (espaço livre);
- Maior relação peso suco/peso embalagem;
- Facilidades de transporte e comercialização;
- Enchimento a frio (asséptico);
- Melhor aproveitamento da energia (suco quente que sai é resfriado pelo suco que entra, aquecendo-o);
- Menor custo: aproximadamente 80% e 130% mais barata que latas e frascos de vidro, respectivamente.

No presente trabalho foram estudadas as alterações que sofre o suco concentrado pasteurizado de laranja, quando embalado assepticamente, e estocado a  $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $8^{\circ}\text{C}$ ,  $23^{\circ}$  e  $30^{\circ}\text{C}$ .

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Vários fatores influem na qualidade do suco de laranja concentrado pasteurizado, destacando-se:

- Presença de  $O_2$  - na oxidação de componentes aromáticos, vitaminas e na aceleração de outras reações oxidativas;
- Tratamento térmico e concentração - Dentro deste item pode-se discutir efeito da concentração, bem como o tratamento térmico utilizado (relação tempo/temperatura) na inativação enzimica e destruição de microrganismos, cujas presenças no suco são fundamentais para a perda da qualidade final do produto;
- Tipos de embalagem utilizados e relação tempo/temperatura de estocagem - A importância das embalagens utilizadas está diretamente ligada aos fatores anteriormente descritos, e dependendo do tratamento térmico aplicado poderão ser flexíveis (polietileno, cartão polietileno, etc.) ou rígidas (latas, polietileno, etc.). A influência da luz e do  $O_2$  também é considerável na escolha das embalagens, além de problemas outros como os de ordem econômica. A somatória dos fatores acima descritos associa



dos à temperatura de estocagem leva à determinação da vida-de-prateleira do produto em questão.

A importância desses fatores é abordada a seguir:

### 2.1. Presença de O<sub>2</sub>

É conhecida a importância da presença de oxigênio nas reações de oxidação de componentes de sucos de frutas. HOLZINGER & KREUZNACH (1980) verificaram que 1mg de O<sub>2</sub> elimina 100mg de A.A. e que bastam 4mg de O<sub>2</sub> presentes no suco para levá-lo ao escurecimento.

O oxigênio pode estar presente em sucos enlatados em seu espaço-livre, ou ainda dissolvido ou ocluso no suco.

Suco de laranja obtido sem precauções adequadas pode apresentar altas concentrações de oxigênio dissolvido de 0,5% a 10% por volume.

Por meio da desaeração sob vácuo é possível reduzir o oxigênio abaixo de 0,05%.

KEFFORD *et alii* (1959) verificaram que o suco submetido a vácuo de 25 polegadas apresentava redução do oxigênio a níveis entre 0,04% a 0,07%. Neste trabalho, os autores estudaram a influência do oxigênio em latas estocadas a -19°, 0° e 30°C, tendo o espaço livre saturado de oxigênio ou hidrogênio ou ar ambiente. Verificaram que durante a pasteurização do suco enlatado a destruição do A.A. ocorre na presença de oxigênio livre.

Quando as amostras são enlatadas com o espaço livre saturado de  $H_2$  com eliminação do oxigênio, não havia perdas de A.A. Quando se saturava o espaço livre com  $O_2$  ocorria 46% de perda do ácido ascórbico durante a pasteurização. Para latas com espaço livre saturado de ar, a redução era de 7%.

Na estocagem a  $30^\circ C$ , considerando-se um período inicial de 100 horas, os dados demonstraram não haver destruição de A.A. nas latas com hidrogênio no espaço livre; já para aquelas que continham ar saturado, a perda de A.A. foi aparentemente linear com o tempo de estocagem.

Com relação à estocagem por longo período (até 400 dias), a destruição do A.A. ocorre por meio de reações anaeróbicas, não sendo, portanto, afetada pelo nível de oxigênio inicialmente existente.

No estudo, os autores concluíram que para suco estocado a  $0^\circ C$ , a desaeração não tem efeito na retenção do A.A.

As mudanças no "flavor" são aparentes, logo aos 35 dias de estocagem a  $30^\circ C$  e continuam a ocorrer rapidamente, de tal forma que aos 110 dias as amostras foram consideradas "muito pobres" em "flavor" para todos os tratamentos, não havendo diferença significativa entre o suco em latas contendo hidrogênio ou ar saturado. As amostras de suco saturado com oxigênio não foram testadas. Para o suco congelado a  $-18^\circ C$ , após 33 dias de estocagem, as latas contendo ar saturado e hidrogênio apresentaram "flavor" significativamente superior às latas com saturação de

oxigênio no espaço livre. Em relação à cor, após 35 dias de estocagem a 20°C, as latas com oxigênio já apresentavam escurecimento ("browning"). Após um ano, todas as amostras apresentavam algum escurecimento.

Os autores concluíram que para suco pasteurizado mantido a temperaturas comumente empregadas, um período de rápida perda de A.A. em presença de oxigênio é seguido por um período de vagarosas perdas anaeróbias à razão de 10% daquela do primeiro período. No entanto, o total de perda de A.A. em condições anaeróbias excede muito as ocorridas em condições aeróbias. Vale acrescentar que as perdas anaeróbias são as que ocorrem durante a estocagem do produto.

Finalizando os autores verificaram que é possível enlatar suco de laranja completamente livre de oxigênio, existindo equipamentos para tanto, mas concluíram que o benefício a ser obtido pode ser considerado duvidoso. Os benefícios seriam conseguidos na retenção do A.A. e "flavor" durante o processamento, mas teriam pouco efeito na retenção destes fatores durante a estocagem, quando ocorre principalmente reações anaeróbias.

Em relação à retenção de A.A., JOHNSON & TOLEDO (1975), estudando a estabilidade de suco concentrado a 55° Brix, embalado assepticamente em frascos de vidro e plástico, verificaram que eliminando-se completamente o oxigênio pela eliminação do espaço livre dos frascos, havia considerável redução da degradação do A.A., encontrando os autores 70% de A.A. ainda presen-

tes nos frascos de vidro sem espaço livre, após 10 semanas de estocagem a 24°C. Isso indicã, segundo os autores, que para suco embalado assepticamente, em embalagens sem espaço livre e impermeáveis ao oxigênio, espera-se um curto período de estocagem quando conservada a temperatura ambiente.

Uma das vantagens atribuídas às embalagens tipo Tetra-Brik é a ausência de espaço-livre e, conseqüentemente, ausência de O<sub>2</sub> normalmente ali encontrado.

A influência do volume e da composição dos gases do espaço livre das embalagens de suco de laranja concentrado a 60° Brix na estabilidade do suco de laranja concentrado durante a estocagem a 2°C. foi estudada por GASQUE *et alii* (1981). Os parâmetro utilizados foram: cor HUNTER, formação de HMF (hidroxi-me til-furfural), escurecimento (medido por densidade ótica) e retenção de ácido ascórbico. Concluíram que a composição dos espaços livres cujos volumes eram menores ou iguais a 20% não afetava a qualidade do produto durante 10 meses de estocagem a 2°C. Recomendavam a administração de nitrogênio no espaço livre para reduzir as perdas de A.A. e manter suas qualidades organolépticas, quando o espaço livre atingir volumes superiores a 20%.

A oxidação do A.A. com formação de furfural foi constatada por KANNER *et alii* (1981), que verificaram a ocorrência de picos de concentração deste composto, logo após o processamento térmico (pasteurização) do suco de laranja, coincidindo com a destruição aeróbia do A.A.

O furfural é um composto normalmente encontrado em suco de laranja processado, não sendo encontrado em suco recém-extraído. A presença de furfural nos sucos de laranja processados termicamente (concentrados ou não) é devida à decomposição aeróbia do ácido ascórbico (A.A.).

HUELIN (1953) demonstrou que a decomposição do A.A. em solução de 0,25%, estocado a 30°C durante dois anos conduzia ao furfural e CO<sub>2</sub>. A presença do furfural conduz ao escurecimento não enzimico, segundo TATUM *et alii* (1969). A correlação entre a concentração de furfural com alterações no "flavor" do suco de laranja foi demonstrada por NAGY & RANDALL (1973). No entanto, o furfural, por si só, não tem propriedades na composição do "flavor" do suco de laranja, mesmo em levadas concentrações.

## 2.2. Tratamento térmico e concentração do produto

CURL *et alii* (1946) estudaram os efeitos do armazenamento do suco de laranja concentrado, procurando identificar as causas do aparecimento de estufamento. Verificaram o efeito da presença de microrganismos, as mudanças na cor, sabor, acidez, ácido ascórbico e açúcares (totais e redutores), assim como a pectina, nos sucos armazenados a temperaturas que variaram de 4,4° a 55°C. Concluíram que o suco de laranja concentrado a 65° Brix deve ser armazenado a 4,4°C. A temperaturas de 26,6°C ou superiores, ocorre a formação de gás, escurecimento, deterioração do "flavor", além das perdas de vitamina C.

CURL (1947), estudando o efeito da concentração e temperatura de armazenamento, também procurou verificar o problema de escurecimento e de estufamento, e observou que o desenvolvimento de sabor estranho ("off-flavor") ocorreu paralelamente à perda de ácido ascórbico e ao escurecimento. O desenvolvimento de pressão interna (formação de gases) não foi significativo para amostras concentradas até o máximo de 41° Brix, porém acima desse valor foi observado o problema. Esta pressão foi relacionada com a perda de açúcar por hidrólise, mas isto aparentemente não teve influência na deterioração do produto. Os resultados demonstram que o suco deve ser mantido a temperaturas iguais ou abaixo de 15°C, sendo que quanto maior for a concentração do suco, menor deverá ser a temperatura.

ROUSE & ATKINS (1952), estudando sucos cítricos, verificaram que o suco de laranja cultivar Valência sofria inativação enzimática (pectinesterase) no tratamento por aquecimento, durante 0,8 segundos a 93,5°, 96,0° e 99,0°C e para os respectivos valores de pH de 3,2, 3,6 e 4,2. Também observaram que o teor de polpa tinha influência na inativação dos enzimas presentes, sendo que um suco com 5% de polpa suspensa necessitava menos tempo de retenção do que aquele com 10%.

BISSET *et alii* (1953) estudaram o efeito da temperatura do tratamento térmico na vida-de-prateleira de sucos concentrados, oriundos de laranja Valência. Nos sucos 6 vezes concentrados, o tratamento a 71,1°C foi insuficiente para manter a opacidade do suco. Em temperatura igual ou superior a 71,1°C não foi

verificado estufamento. Para a redução da atividade de pectinesterase a um baixo nível, foram necessárias temperaturas entre 87,8°C e 93,3°C.

GUYER *et alii* (1956), estudando a estabilidade do suco concentrado congelado de laranja das cultivares Abacaxi e Valência, verificaram que a mudança de temperatura, no tratamento térmico em si, tinha maior efeito do que a variação do tempo de retenção de qualquer uma delas. Temperaturas de 65,5°C, ou superiores, com exceção dos ensaios feitos com um menor tempo de retenção, em geral, reduzem a atividade enzimica a 25% ou até mais, da atividade inicial. A estabilidade da opacidade cresceu pronunciadamente a temperaturas que variaram de 76,7° a 82,2°C, sem mudança correspondente na atividade enzimica, indicando, com isso, que há algum fator diferente da pectinesterase que é afetado pelo tratamento térmico e que inibe a separação da polpa e a geleificação do suco. Verificaram, ainda, no caso dos sucos concentrados, que na faixa de 71,2°C a 82,2°C, os tratamentos térmicos superiores a 15 segundos foram menos efetivos do que os feitos de 5 a 15 segundos.

TOCCHINI *et alii* (1979) estudaram o efeito do processo término na qualidade do suco concentrado pasteurizado de laranja cultivar Pêra, e concluíram que o suco embalado em latas de 500 gramas, a vácuo, quando pasteurizado pelo processo cozedor rotativo ("spin cooker") a 74<sup>±</sup> 2°C durante 40 segundos, resfriado no resfriador rotativo ("spin cooler") e armazenado a 5°C mantinha suas características físico-químicas e organolépticas próximas às

do suco fresco por período superior a 90 dias.

### 2.3. Tipo de embalagens e relação tempo/temperatura de estocagem

BISSET & BERRY (1975) estudaram a influência da embalagem utilizada e temperatura de estocagem do suco de laranja simples e concentrado na retenção do ácido ascórbico (A.A.). As embalagens utilizadas para o suco simples foram: frascos de vidro, frascos de polietileno rígidos e poliestireno de alto impacto e de papelão cartonado semelhante ao utilizado para embalar leite. Todas essas embalagens foram utilizadas considerando somente sua utilização às temperaturas de 4,4°C, 10°C, 15,6°C e 26,7°C. Também foram efetuados ensaios com suco concentrado utilizando-se de dois tipos de laminados; o primeiro com polietileno com dupla face de alumínio na parte interna e externa. O segundo era composto de uma face de alumínio interna e dupla face de polietileno de alta densidade interna e externamente, estocados a -20,5°C, -6,7°C e 1,1°C. Nas embalagens de vidro houve retenção do A.A. muito superior às demais, vindo, a seguir, o polietileno, o poliestireno e papel cartonado, que apresentaram menor retenção.

O suco de laranja concentrado embalado no laminado com 2 folhas de alumínio apresentou maior retenção.

Os autores verificaram ainda em relação a temperaturas de estocagem que o suco simples em embalagens de vidro apresentava retenção de A.A. praticamente igual para temperaturas de 10°C e 4,4°C, sendo que, para 26,7°C, a retenção era bastante in-



ferior. No entanto quando comparada com as demais embalagens, a de vidro foi superior, independente das temperaturas de estocagem. Assim, por exemplo, a 10°C após 100 dias tinha-se 88% de retenção para o vidro, ao passo que o polietileno tinha aproximadamente 30% e menor de 20% para as demais. Com relação ao suco concentrado à temperatura de -20,3°C, a retenção é igual para ambas as embalagens. Às temperaturas de -6,7°C e 1,0°C, a diferença é maior. Assim, por exemplo, após 180 dias, a embalagem com dupla face de alumínio apresentava 75% de retenção, ao passo que a com simples face de alumínio apresentava 40% aproximadamente.

A influência das embalagens utilizadas, o tempo e a temperatura de estocagem nos compostos aromáticos do suco de laranja concentrado foram estudados por DURR *et alii* (1981). Nesse trabalho, os autores, utilizando frascos de vidro e Tetra-Brik para embalar suco concentrado a 65° Brix, demonstraram que os principais compostos aromáticos do suco de laranja, por exemplo, limoneno (que representa até 95% do óleo essencial de laranja), nerol, geranial, etc. sofrem sensíveis reduções, dependendo da temperatura de estocagem e independentemente da embalagem utilizada.

A partir do limoneno há formação de  $\alpha$ -terpineol, que é um composto altamente indesejável, sendo que o seu aparecimento é altamente dependente de estocagem.

DURR *et alii* (1981) demonstraram que o suco embalado em Tetra-Brik apresentava rápida perda de limoneno, o qual ficava

aderido ao polietileno, que constitui a parte interna desta embalagem. Como o limoneno colabora com pequena parcela na intensidade do aroma, apesar de ser o mais importante em volume (até 95%) do óleo essencial, esse decréscimo devido à interação entre o polietileno e o limoneno não foi percebido pelos provadores. Assim sendo, a formação de  $\alpha$ -terpineol no suco embalado em Tetra-Brik foi menor do que no suco embalado em vidro, fazendo com que os provadores rejeitassem o suco embalado em vidro após 62 dias e somente após 90 dias para o produto embalado em Tetra-Brik, quando estocado a 20°C.

Os autores concluíram que, embora importante, o efeito das embalagens empregadas na qualidade do suco é muito menor que o da temperatura de estocagem.

MANNHEIN & HAVKIN (1981) efetuaram estudos com suco de laranja embalado em frascos de vidro, pelo processo de enchimento a quente ("hot-fill") e enchimento asséptico, estocados em diferentes temperaturas. Os critérios utilizados para a avaliação da estabilidade das amostras foram: retenção do ácido ascórbico, escurecimento medido por densidade ótica, cor e análises organolépticas.

Concluíram que não havia diferença significativa entre os processos de enchimento a quente e asséptico, quando os produtos eram estocados a 4°C e 15°C, após 60 dias. No entanto concluíram que a temperatura de estocagem era o principal fator envolvido na vida-de-prateleira.

KANNER *et alii* (1982) trabalharam com o suco de laranja embalado em latas, pelo sistema DOLE, em diferentes concentrações (11°, 34°, 44° e 58° Brix) e estocado a temperaturas de 12°, 17°, 18,5°, 25° e 36°C e que foi avaliado periodicamente por meio dos seguintes parâmetros: escurecimento (densidade ótica); ácido ascórbico (A.A.); furfural e avaliação organoléptica. Os autores concluíram que o escurecimento não enzimico ("browning"), considerado o principal causador da deterioração do suco, era retardado satisfatoriamente quando estocado a temperaturas iguais ou inferiores a 12°C.

A influência do processamento térmico (pasteurização) e do tipo de embalagem na qualidade do suco de laranja concentrado foi estudada por TOCCHINI *et alii* (1984) que utilizaram latas brancas (22,4gSn/m<sup>2</sup>) enchidas a frio, seguidas da recravação a vácuo e submetidas ao processo de cozedor-resfriador rotativo e embalagens flexíveis Tetra-Brik, com suco embalado assepticamente, ambos estocados a 25°C durante 90 dias.

Os autores verificaram que o suco embalado nas latas apresentava menor escurecimento e maior retenção do ácido ascórbico que o suco embalado em "Tetra-Brik". No entanto, na avaliação organoléptica, o produto embalado em Tetra Brik foi preferido. Segundo os autores, o estanho (Sn) apresentava efeito protetor ao ácido ascórbico e, como consequência, reduzia o escurecimento mas, alterava o sabor do produto final, o que não acontecia com o produto embalado assepticamente.

Finalizando, concluíram que as reações de oxidação do ácido ascórbico alteraram o sabor do produto embalado em Tetra-Brik, após 30 dias de estocagem, apesar de ter sido aceitável pelos provadores e que no produto enlatado, apesar de não ocorrer escurecimento do suco, a presença do estanho nas concentrações ali encontradas provavelmente colaborou para que fosse rejeitado pelos provadores.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

As pesquisas efetuadas no desenvolvimento do presente trabalho foram realizadas no Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, Campinas.

#### 3.1. Matéria-prima

Foram utilizados 300kg de suco concentrado congelado de laranja cultivar Pêra, adquirido junto à CITROSUCO PAULISTA S/A e que foram obtidos seguindo processos apresentados no Fluxograma Básico de Processamento de Suco de Laranja Concentrado Congelado (FIGURA 1).

#### 3.2. Embalagens

Foi utilizada embalagem flexível da Tetra-Pak denominada Tetra-Brik de 200ml.

O material utilizado na produção do Tetra-Brik é constituído por 8 partes, como mostra a FIGURA 2.

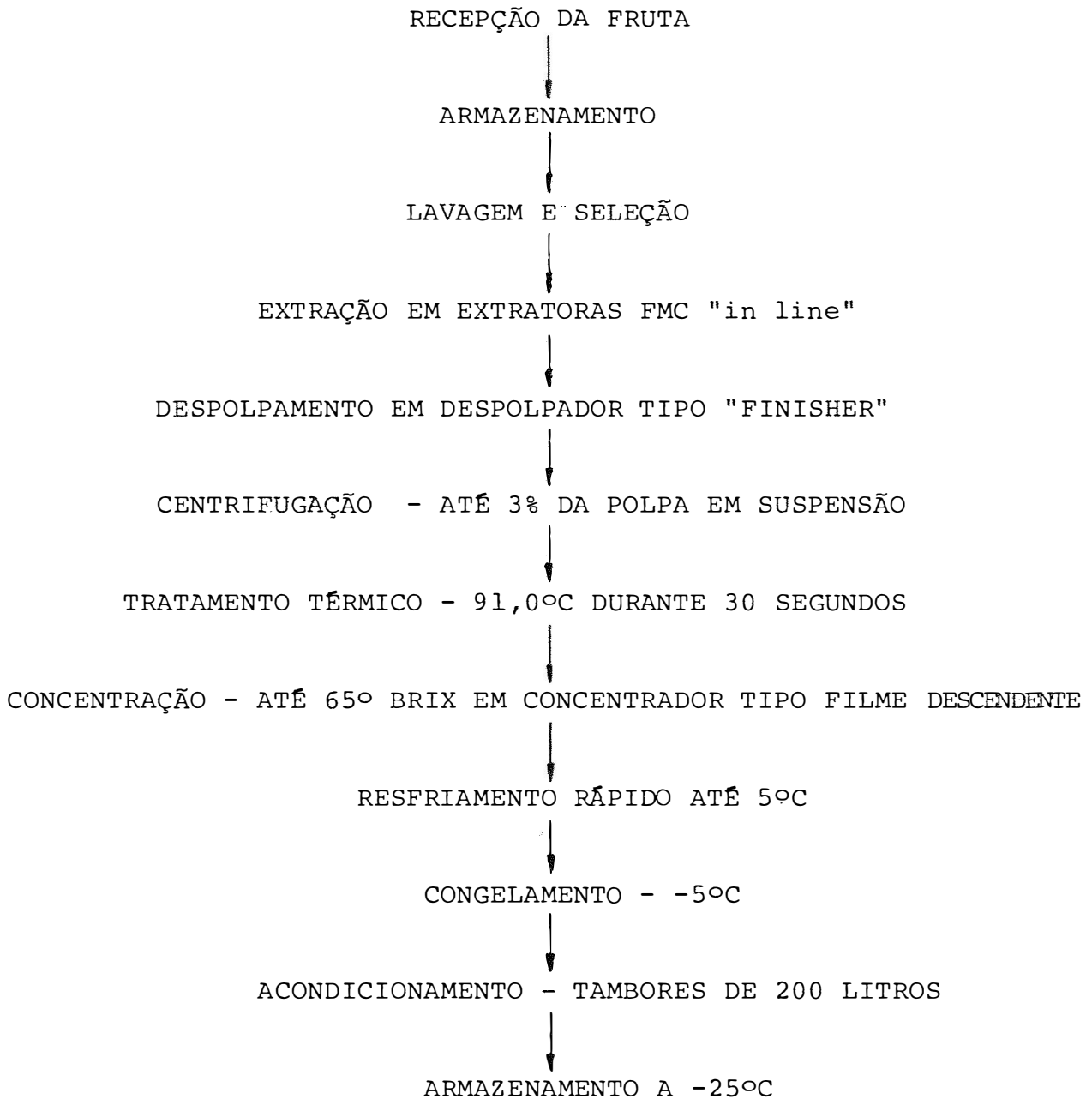


FIGURA 1 - Fluxograma básico de processamento do suco concentrado congelado de laranjas.

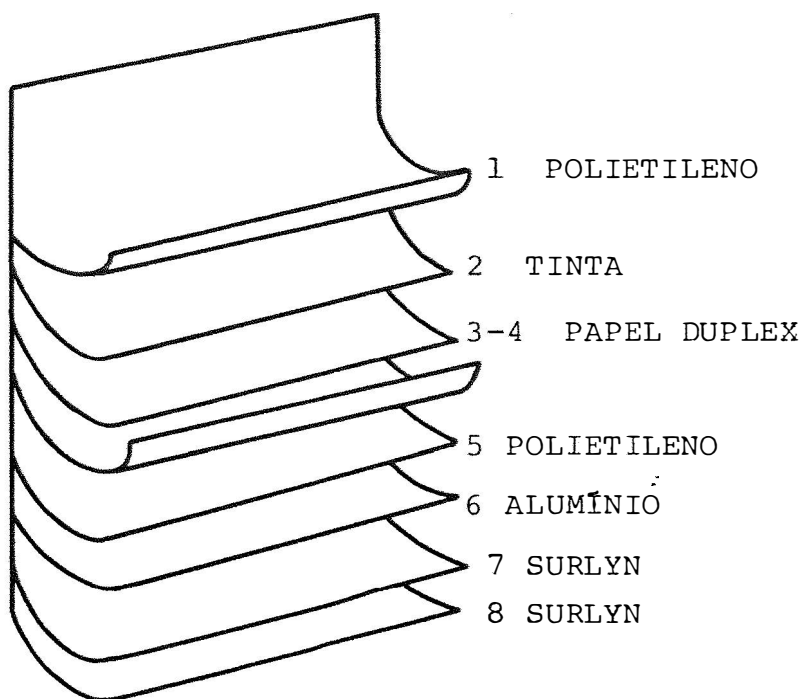


FIGURA 2. Esquema demonstrativo da constituição da embalagem Tetra-Brik.

Esse material é fornecido pela fábrica da Tetra-Pak situada em Monte-Mor - SP, na forma de rolos (bobinas), sendo que cada rolo produz 5.000 pacotes de 200ml ou 2.500 de 1.000ml, para 1:10 hora de funcionamento do equipamento.

O rolo se ajusta às especificações técnicas das máquinas especialmente projetadas e construídas para formar, encher e fechar as embalagens, segundo um processo contínuo. A partir da bobina e após passar por vários estágios, chega-se à forma de um tubo completamente esterilizado por meios químicos e térmico. O suco previamente pasteurizado entra no tubo abaixo do nível de enchimento para evitar a formação de espuma. Logo em seguida irá ocorrer uma selagem transversal inferior e outra superior, resultando numa embalagem totalmente cheia de produto sem espaço-livre, como pode ser visto na FIGURA 3. O envelope formado passa então numa máquina que dobra e cola certas partes, dando a forma prismática (tijolinho). Graças a esse processo, as embalagens ficam completamente cheias, o que, além de contribuir para melhorar a qualidade do conteúdo, torna-as empilháveis.

Na FIGURA 4 vê-se o que acontece com o rolo (bobina) de laminado. No início da operação, os vincadores preparam a forma final e impressões são feitas para colocar data e código de produção. Na parte ascendente superior, uma fita plástica (polipropileno) muito fina é colocada numa das extremidades para, mais tarde, poder formar o tubo. O laminado recebe então, no al-



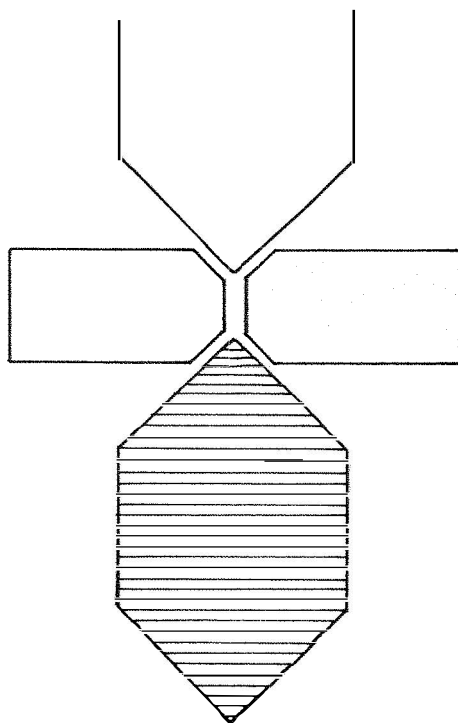


FIGURA 3. Esquema demonstrativo da embalagem após o enchimento pleno (sem espaço livre) e selagem transversal.

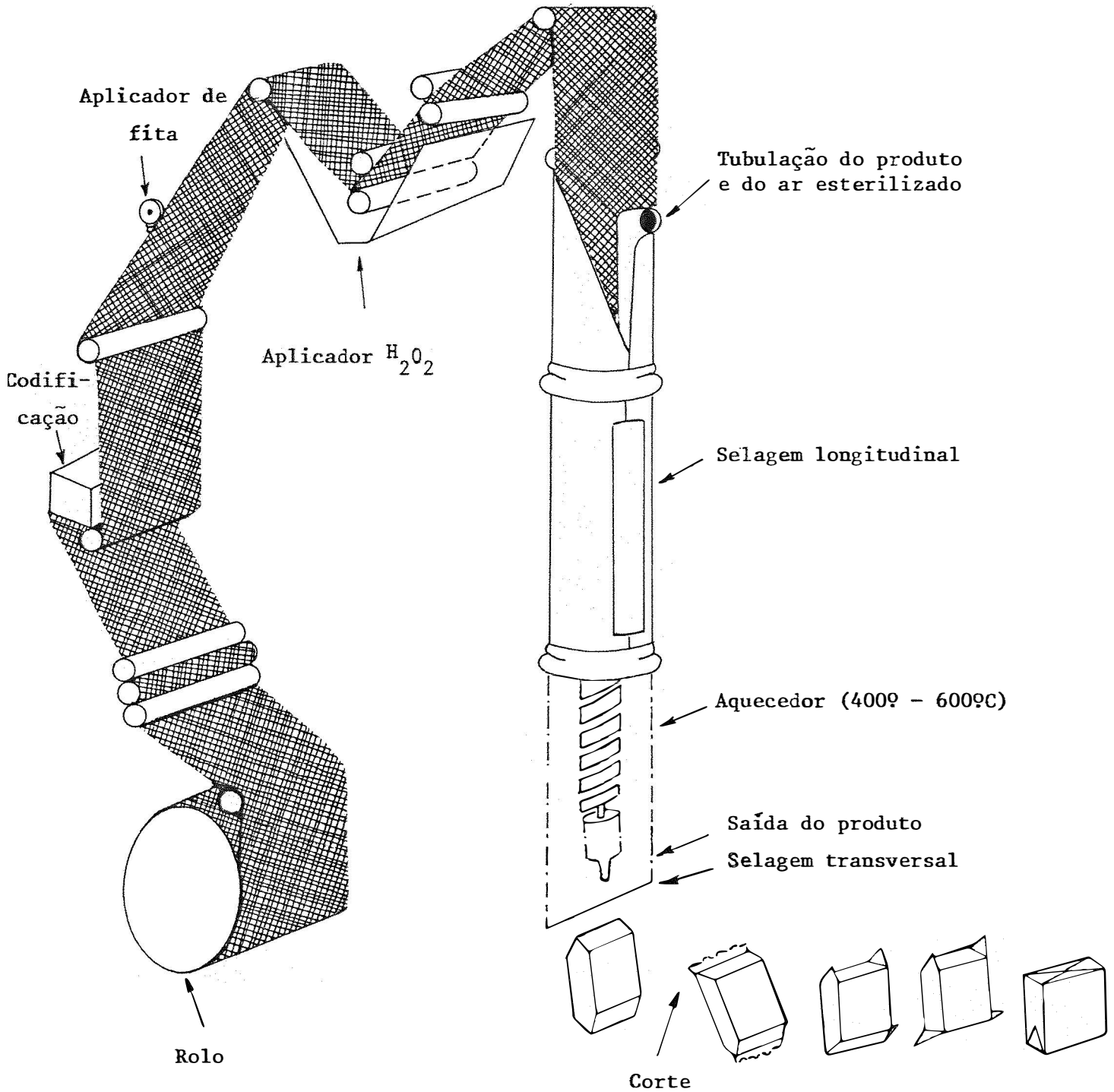


FIGURA 4 - Sistema de enchimento asséptico Tetra-Brik

to da máquina, um banho de água oxigenada misturada com um agente molhante para conseguir uma distribuição uniforme. Um par de rolos de pressão remove o excesso de água oxigenada.

Na parte descendente, o laminado é orientado para o formato de um tubo que se efetua após a selagem longitudinal. Neste setor há um aquecedor elétrico em forma espiral, que mantém temperaturas entre 400° e 600°C, dependendo do tamanho da embalagem. A temperatura do laminado pode ir até cerca de 110°C, conseguindo, assim, uma esterilização da embalagem e do ambiente. A temperatura também serve para evaporar qualquer resíduo de água oxigenada remanescente.

Logo abaixo, o produto (suco) dá entrada na área aséptica de enchimento, um pouco antes de ocorrer o fechamento longitudinal do laminado, por um tubo concêntrico junto com ar estéril que evita recontaminação do ambiente. A selagem transversal é feita por duas mandíbulas (FIGURA 3) que prendem o tubo e termossoldam o polietileno da superfície interna. Facas afiadas cortam o tubo em partes (envelopes), que serão depois moldadas em embalagens prismáticas.

### 3.3. Processamento

As operações desenvolvidas no processamento do suco concentrado pasteurizado embalado asépticamente em Tetra-Brik são apresentadas no fluxograma básico de processamento (FIGURA 5). A partir do suco concentrado congelado a 65° Brix efetuou-se a

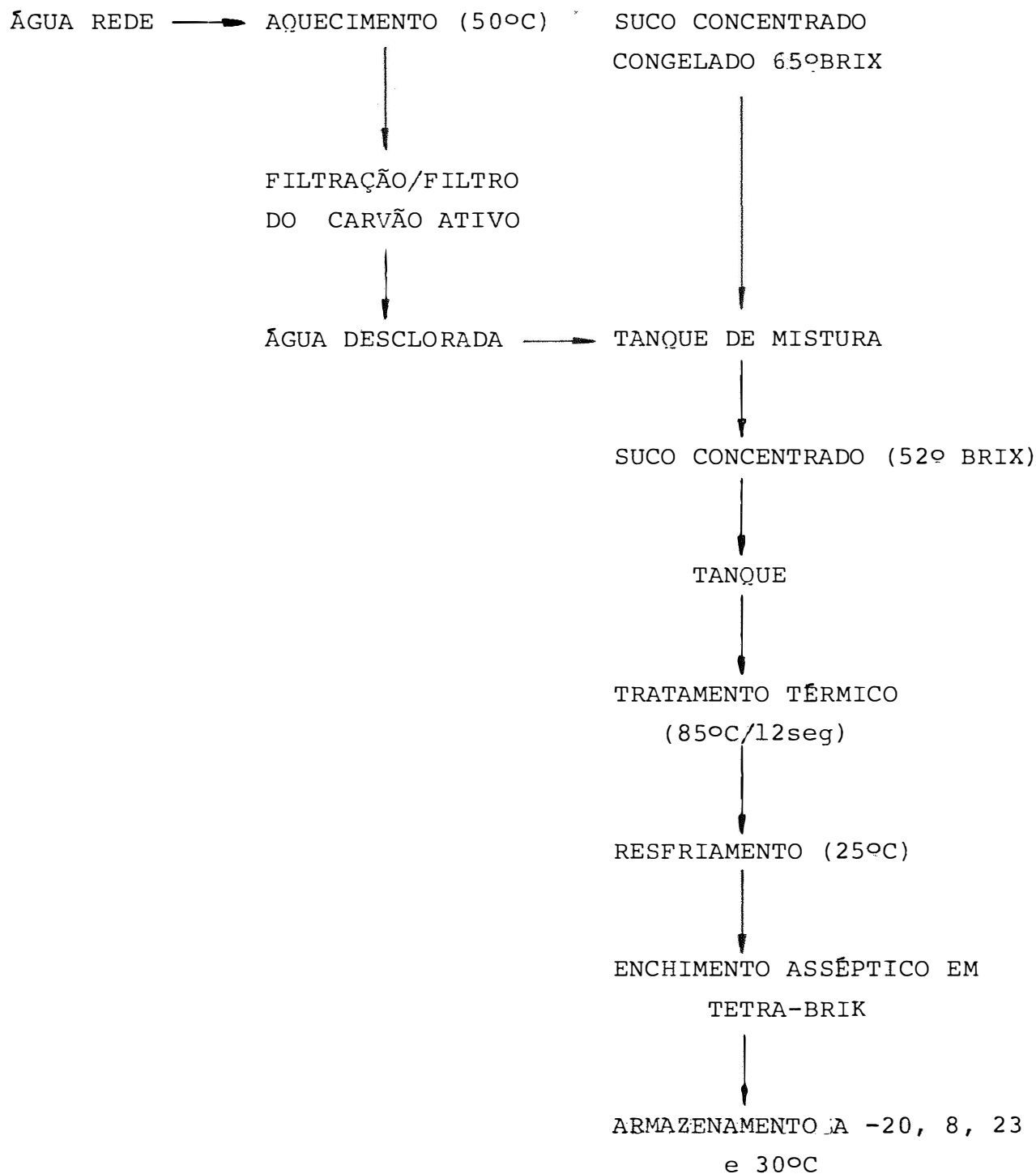


FIGURA 5 - Fluxograma Básico do Processamento de suco de laranja concentrado pasteurizado, embalado assepticamente em Tetra-Brik.

rediluição parcial até 52° Brix. Essa concentração foi escolhida pois permite obter 1 litro de suco integral a partir dos 200ml do tetra-brik diluindo-se com 4 partes de água.

A água utilizada para rediluição foi submetida à descloração; pois segundo JACOBS (1963) o cloro, reagindo com compostos fenólicos do suco, produz clorofenóis, compostos que apresentam sabor caracterizado como de "remédio" e cuja presença nos sucos colabora para a alteração do sabor.

A descloração foi efetuada pela passagem de água aquecida a 50°C através de filtros contendo carvão ativado.

A água desclorada foi misturada ao suco em um tanque misturador-homogeneizador provido de pás côncavas movidas por um motor acoplado a um suporte fixo ao nível da tampa. Neste tanque, a mistura é efetuada com o deslocamento de parte do ar contido no suco para o ambiente.

A seguir, o suco foi encaminhado por meio de bombas a um tanque-pulmão que alimenta o trocador de calor tipo tubular (o Steridil), onde o suco foi aquecido rapidamente até 85°C, mantendo-se essa temperatura durante 12 segundos, por meio de tubos de retenção.

A seguir, o suco foi resfriado até 25°C e enviado à seção de enchimento do equipamento, descrito anteriormente no item 3.2., onde foi embalado assepticamente em Tetra-Brik de 200ml.

As amostras foram então estocadas a  $-20^{\circ}$ ,  $8^{\circ}$ ,  $23^{\circ}$  e  $30^{\circ}\text{C}$ , sendo submetidas a avaliações periódicas para determinação da vida-de-prateleira. Na estocagem foram escolhidas temperaturas de congelamento ( $-20^{\circ}\text{C}$ ), de balcões frigoríficos ( $8^{\circ}\text{C}$ ), ambiente de ar condicionado (normalmente encontrado em supermercados ( $23^{\circ}\text{C}$ )) e temperatura ambiente ( $30^{\circ}\text{C}$ ).

### 3.4. Avaliação do produto

As amostras estocadas a  $-20^{\circ}$ ,  $8^{\circ}$ ,  $23^{\circ}$  e  $30^{\circ}\text{C}$  foram avaliadas em seus atributos químicos, físicos e organolépticos aos tempos de zero, 30, 45, 60, 75 e 90 dias. As avaliações organolépticas foram até 120 dias.

Também foram efetuadas análises microbiológicas a zero dia, para verificar se havia esterilidade comercial, obtida pela destruição de microrganismos deterioradores dos produtos.

#### Preparo do material para avaliação

Todas as amostras foram avaliadas após rediluição com água destilada até  $12^{\circ}$  Brix.

#### 3.4.1. Análises químicas

a) Sólidos solúveis - expressos em graus Brix, foram determinados por refratômetro, nos sucos a serem diluídos.

b) Acidez total titulável - foi determinada por titu

lação, segundo método de referência número 22050 da "Association of Official Analytical Chemists" segundo HORWITZ (1975). Resultados expressos em percentagem de ácido cítrico (m/m).

c) Ácido ascórbico - segundo método de Tillmans, descrito por COX & PEARSON (1967); neste método, o ácido ascórbico é determinado por titulometria com 2,6 - diclorofenol indofenol, previamente padronizado. Resultados expressos em valores de retenção de A.A., calculados segundo a fórmula Retenção Ácido Ascórbico =  $\frac{X}{Y} \times 100$ , onde X é o teor de A.A. numa determinada época e Y = o teor de A.A. a zero dia.

#### 3.4.2. Análises físicas

a) Cor - As avaliações de cor do suco foram efetuadas por meio de colorímetro de três estímulos: Hunterlab - Color Difference Meter "Modelo D 25-2". O suco diluído até 12° Brix era previamente submetido a um processo de desaeração sob vácuo.

O aparelho foi calibrado com padrão amarelo onde (L = 78, a = 1,8, b = 24,4) com 15ml de amostra contida em cuba de vidro com 12mm de altura e 57mm de diâmetro, utilizando-se a placa branca como fundo. As leituras foram feitas utilizando-se feixe de luz de 13mm de diâmetro e a abertura do colorímetro de 50mm de diâmetro.

Os resultados são expressos em valor de L (luminosidade), a (negativo (-a) = verde; positivo (a) = vermelho) e b (negativo (-b) = azul; positivo (b) = amarelo).

b) Escurecimento ("browning") - segundo método descrito por MEYDAY *et alii* (1977). Esse método consiste em centrifugar o suco a 800g durante 20 minutos, para separação da polpa. A seguir, o suco foi diluído 1:1 com álcool etílico 95% para flocculação das partículas e substâncias corantes como carotenóides, sendo então filtrado através de filtro de papel Whatman nº 42. O suco filtrado (clarificado) foi então submetido a leituras no espectrofotômetro para determinação do espectro de transmitância a 420nm.

Os resultados obtidos são expressos em unidades de densidade ótica (D.O.).

#### 3.4.3. Análises organolépticas

Segundo método descrito por AMERINE *et alii* (1965), o suco foi submetido a um painel de, no mínimo, 15 provadores treinados para avaliação organoléptica de suco de laranja, por meio de teste triangular para avaliação da diferença e preferência das amostras, tendo como padrão, o suco estocado a -20°C contra as amostras estocadas a 8°, 23° e 30°C. O modelo da ficha apresentada aos provadores no momento da avaliação encontra-se na FIGURA 6.

#### 3.4.4. Análises microbiológicas

Cinquenta amostras do suco embalado assepticamente foram submetidas, logo após o processamento, a análises micro-



biológicas para determinação da esterilidade comercial em meios de caldo ácido utilizado para bactérias e extrato malte para bolores e leveduras, segundo o método da AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1976).

Todas as avaliações foram efetuadas com 3 repetições.

## TESTE TRIANGULAR

NOME: ..... DATA: .../.../.....

PRODUTO: ..... SÉRIE: .....

Duas destas três amostras são iguais, uma é diferente.

1. Prove as amostras na ordem apresentada e identifique a amostra diferente.

Código das amostras	Marque a amostra diferente
.....	.....
.....	.....

2. Aceitabilidade:

Amostra diferente é mais aceitável .....

Amostras iguais são mais aceitáveis .....

3. Comentários:

FIGURA 6. Modelo de ficha utilizada pelos provadores na avaliação do suco de laranja.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análises químicas

Na FIGURA 7 estão representados os resultados da retenção do ácido ascórbico, para as temperaturas de estocagem estudadas no período de 90 dias. As amostras apresentaram a zero dia 175mg de A.A./100g de suco concentrado.

Verifica-se que houve degradação de A.A. à base de 1,5mg/100g por semana a 23°C a 2,5mg/100g a 30°C, observada nas primeiras 8 semanas.

Esses resultados, quando comparados com os encontrados por KANNER *et alii* (1982), demonstraram que houve maior retenção de A.A. para o processo asséptico utilizando-se Tetra-Brik que aquele utilizando latas (Dole), quando houve perdas de A.A. à base de 3,7mg/100g por semana a 25°C.

As curvas obtidas na FIGURA 7 não se apresentam como obtidas por KEFFORD *et alii* (1959), nas quais havia um período inicial de grande redução do ácido ascórbico embalado com saturação de ar ou O<sub>2</sub> no espaço livre e estocado a 30°C.

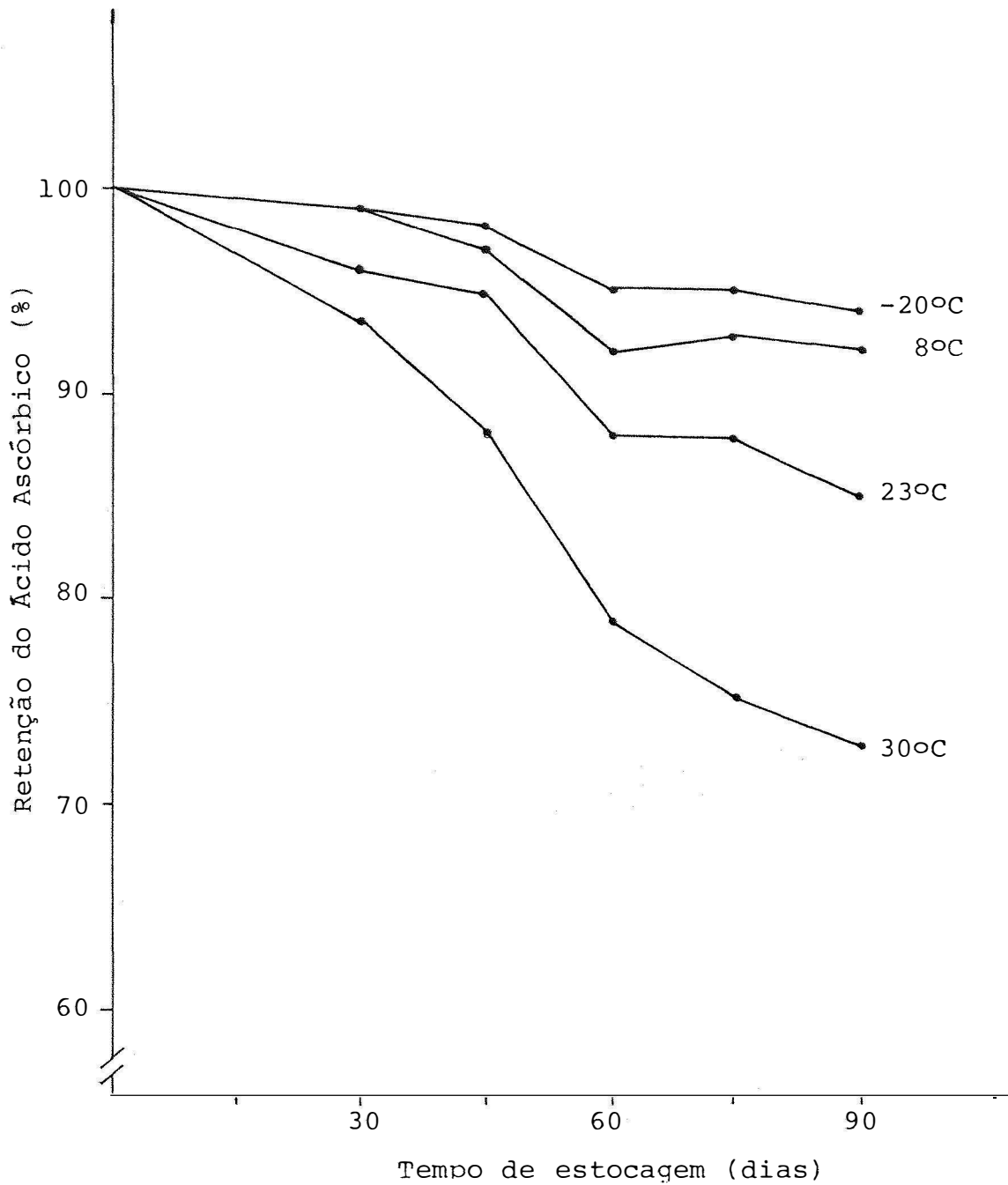


FIGURA 7 - Retenção do Ácido Ascórbico nas amostras de suco con centrado embalado assepticamente em Tetra-Brik e estocado em diferentes condições de temperatura.

Esse fato possivelmente esteja ligado à ausência de espaço livre no Tetra-Brik, que colaborou para maior retenção do A.A. no período inicial de estocagem, sendo que a degradação do A.A. provavelmente ocorreu por meio de reações anaeróbias, como descrito por KEFFORD *et alii* (1959), durante a estocagem das amostras.

Para o suco concentrado mantido a  $-20^{\circ}\text{C}$  houve degradação de 2% do A.A. nas primeiras 7 semanas, seguindo-se de degradação de 4% nas 7 semanas seguintes (FIGURA 7). Segundo MARCY *et alii* (1984), para o suco a  $66^{\circ}$  Brix, quando embalado em latas e conservado exclusivamente congelado a  $-12,2^{\circ}\text{C}$ , sem tratamento térmico (pasteurização) havia perdas de 3,5% de A.A. após 48 semanas, portanto bastante inferior ao ocorrido com a amostra mantida congelada no presente trabalho, principalmente considerando as temperaturas utilizadas ( $-20^{\circ}\text{C}$ ). Esse fato pode ser explicado pela ausência de tratamento térmico do suco utilizado por esses autores, pois sabe-se que, no tratamento térmico, existe o desenvolvimento de compostos reativos (grupos carbonílicos) que promovem reações indesejáveis durante a estocagem mesmo a baixas temperaturas.

Também as oscilações verificadas na temperatura de congelamento de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  colaboraram para a menor retenção do A.A. Esse fato também pode ser utilizado para explicar as perdas praticamente iguais de A.A. existentes entre o suco estocado a  $-20^{\circ}\text{C}$  e  $8^{\circ}\text{C}$ .

A temperatura de  $8^{\circ}\text{C}$ , normalmente encontrada em re-

frigeradores e balcões frigoríficos, o suco concentrado embalado assepticamente apresentou retenção de 96% do A.A. nas 7 primeiras semanas, caindo para 92% após 90 dias, resultado bastante satisfatório quando comparado com os resultados obtidos por KANNER *et alii* (1982) que para o suco embalado assepticamente obtiveram 95% de retenção de A.A. a 12°C após 90 dias de estocagem, e considerando-se que a comercialização do produto deve dar-se num período de 90 dias.

A retenção de 85% de A.A. verificada a 23°C após 90 dias de estocagem (FIGURA 7) está de acordo com TOCCHINI *et alii* (1984) que, para o suco concentrado a 50° Brix, embalado assepticamente em Tetra-Brik, obtiveram retenção de 84%, quando estocado a 25°C. No mesmo trabalho, os autores verificaram que, para o suco enlatado pelo processo cozedor-resfriador-rotativo, utilizando latas brancas, houve retenção nas mesmas condições de 87% após 90 dias, portanto, pouco superior à encontrada no Tetra-Brik e comentaram a influência do efeito protetor do estanho na retenção do A.A.

MANNHEIN & HAWKIN (1981) verificaram, para o suco simples embalado assepticamente em frascos de vidro, retenção de 84% do A.A. após 70 dias de estocagem a 25°C e 90% de retenção quando estocado a 15°C no mesmo período.

Segundo JOHNSON & TOLEDO (1975), quando eliminado totalmente o oxigênio do espaço livre dos frascos de vidro, pela eliminação do espaço livre, o suco concentrado a 55° Brix, emba-

lado assepticamente, retêm 70% do A.A. após 70 dias de estocagem a 24°C.

Para as embalagens flexíveis utilizadas para suco concentrado a 45° Brix, por BISSET & BERRY (1975), a retenção do A.A. foi de 92% após 100 dias a -20,5°C, valores próximos ao encontrado para o Tetra-Brik a -20°C. No entanto, para temperaturas mais elevadas, a retenção do A.A. nas embalagens flexíveis foi bastante inferior, apresentando (os melhores resultados) 70% de retenção a -6,7° e apenas 40% a 1,1°C.

Os resultados dos demais atributos químicos, sólidos solúveis e acidez total titulável, mantiveram-se constantes em 51,8° Brix e 0,85g ácido cítrico/100g amostra, no decorrer do período, como era esperado. A avaliação desses atributos foi efetuada para verificar se as amostras analisadas não sofreram diluição, comum no processamento asséptico para as amostras obtidas no início e final do processo, que podem misturar com a água existente na tubulação.

## 4.2. Análises físicas

### 4.2.1. Cor

Os resultados das avaliações de L, b e a efetuadas no colorímetro de três estímulos Hunterlab foram plotados nas FIGURAS 8 (Cor L e b) e 9 (Cor a).

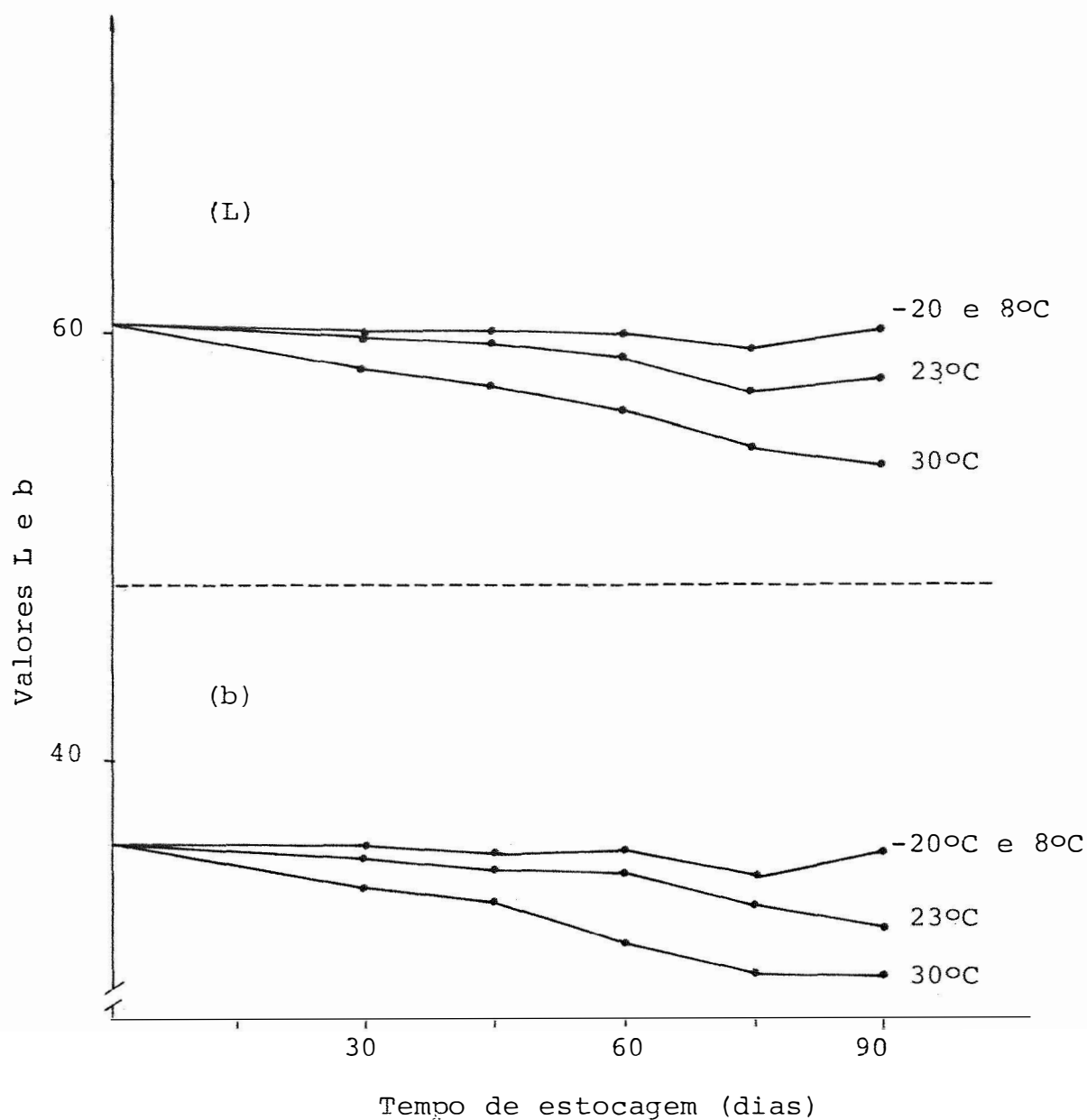


FIGURA 8 - Resultados das leituras efetuadas no colorímetro Hunterlab para os valores  $\underline{L}$  (luminosidade) e  $\underline{b}$  (amarelo) nas amostras de suco estocadas em diferentes condições de temperatura.



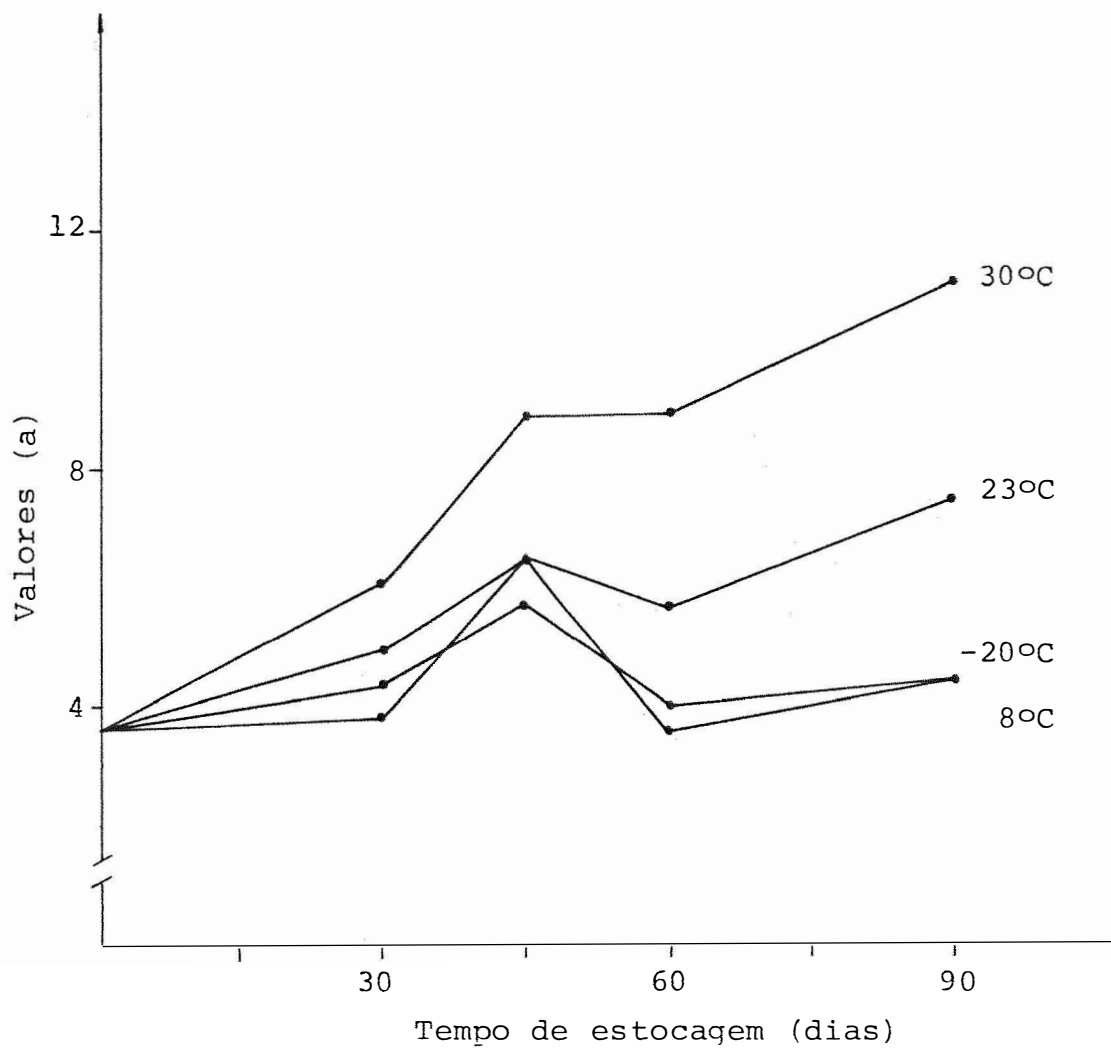


FIGURA 9 - Resultados das leituras efetuadas no colorímetro Hunterlab para os valores de a (vermelho), nas amostras de suco estocadas em diferentes condições de temperatura.

Verifica-se que houve pequenas perdas de luminosidade (L) e da cor amarela (b) e aumento do teor de vermelho (a) no decorrer do armazenamento a 23 e 30°C. Para as amostras mantidas a -20° e 8°C, os valores permaneceram praticamente inalterados durante o armazenamento.

Para os valores de a (FIGURA 9) houve um acentuado acréscimo, após 30 dias de estocagem, principalmente para as amostras mantidas a 23° e 30°C. Essa alteração está diretamente relacionada à degradação do A.A., que foi também mais acentuada após os 30 dias de estocagem para as amostras estocadas a 23° e 30°C.

Pela TABELA 1, verifica-se a existência da correlação entre a degradação do ácido ascórbico e as determinações cor L (luminosidade) e a (vermelho) com coeficientes de correlação significativos ao nível de 0,1% de probabilidade. Como o sinal negativo representa correlação inversa, tem-se que a cor a (vermelho) é tanto maior quanto menor for a concentração do ácido ascórbico, ou maior for a sua degradação.

Os valores  $\Delta L = 2,9$ ,  $\Delta b = 3,4$  e  $\Delta a = -4,0$  verificados para as amostras estocadas a 23°C estão próximos aos encontrados por TOCCHINI *et alii* (1984), que encontraram os seguintes valores:  $\Delta L = 2,9$ ,  $\Delta b = 1,4$  e  $\Delta a = -2,0$ , para as amostras mantidas a 25°C.

#### 4.2.2. Escurecimento

Os resultados das determinações de escurecimento do suco, por meio da densidade ótica (D.O.) a 420nm encontram-se na FIGURA 10.

Verifica-se que houve maior escurecimento para as amostras estocadas a 30°C e 23°C, o mesmo não ocorrendo à temperatura de 8° e -20°C.

De modo geral, o escurecimento acentuou-se após 45 dias, independente da temperatura de estocagem, coincidindo com o período de maior degradação do A.A., verificada nas amostras (FIGURA 7).

Pela TABELA 1, verifica-se a existência de forte correlação entre a degradação do A.A. e a densidade ótica (escurecimento), com coeficiente de correlação (de -0,9012) significativo ao nível de 0,1% de probabilidade. Esses dados demonstraram a influência da degradação do A.A. no escurecimento do suco, durante o período de estocagem.

Quando comparados com os obtidos por TOCCHINI *et alii.* (1984), esses resultados mostram que houve maior escurecimento nas amostras de suco do presente trabalho, o que pode ser atribuído à maior concentração inicial dos pigmentos vermelhos no suco ora utilizado.

Assim sendo, a concentração de pigmentos vermelhos, determinados pelo valor (a) de leitura Hunter (FIGURA 9) tem cor

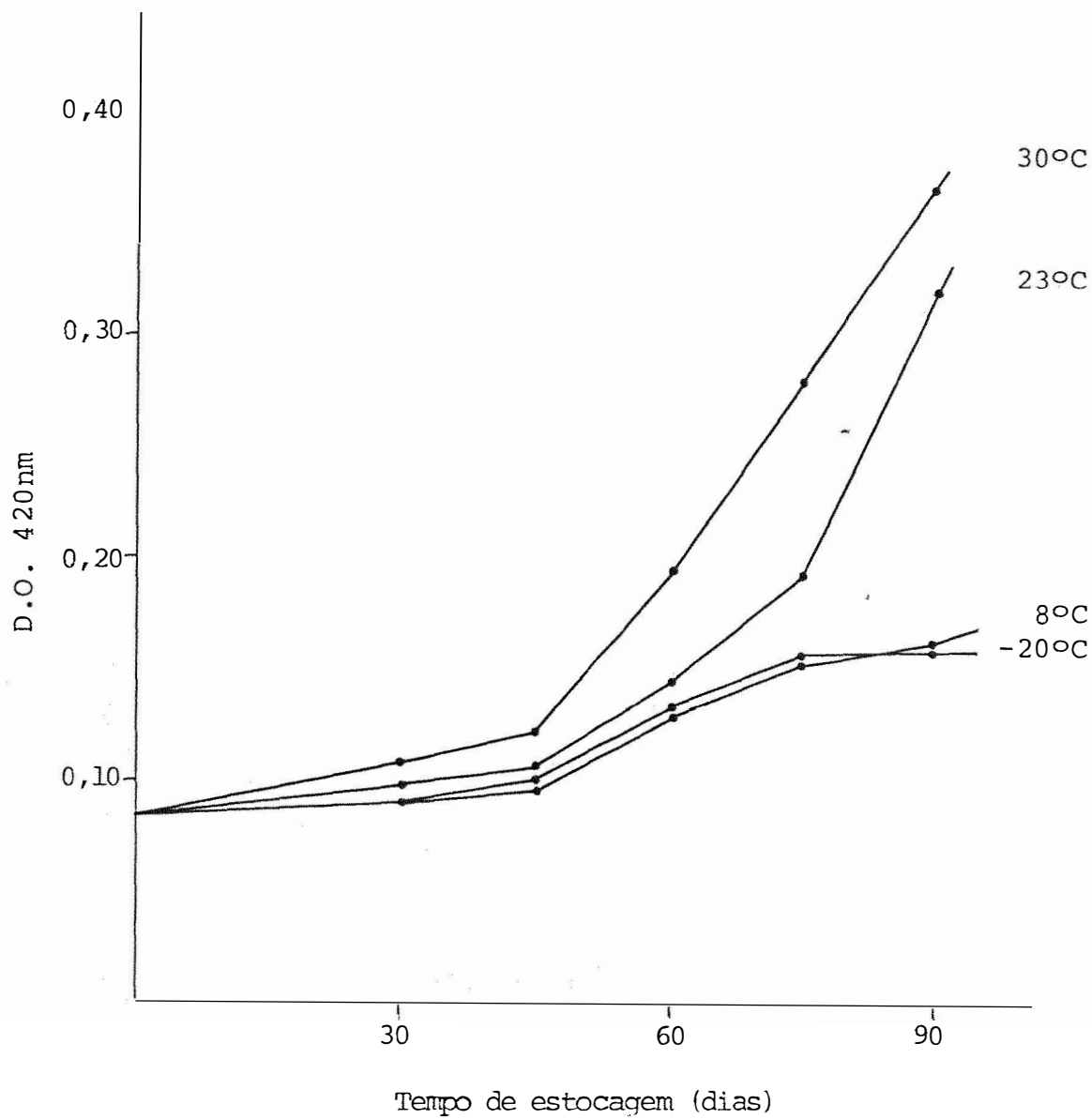


FIGURA 10 - Resultados das leituras de densidade ótica (D.O.) a 420nm das amostras de suco estocadas em diferentes condições de temperatura

TABELA 1. Estimativa dos coeficientes de correlação entre as variáveis ácido ascórbico, densidade ótica, cor (L) e cor (a).

VARIÁVEIS	Variável		
	Densidade ótica	Cor (L)	Cor (a)
Ácido ascórbico	-0,9012***	0,8650***	-0,6989***
Densidade ótica	-	-0,7801***	0,5311***

\*\*\* Significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

relação direta com o D.O. (escurecimento), como pode ser verificado na TABELA 1, ao nível de 0,1% de probabilidade.

Também a luminosidade do suco, determinada pelo valor  $L$ , no Hunter apresentou significativa correlação inversa, ao nível de 0,1% de probabilidade com o escurecimento, ou seja, quanto maior o escurecimento menor a luminosidade do suco.

#### 4.3. Análises organolépticas

Os resultados das análises organolépticas encontram-se na TABELA 2.

Verifica-se que, para o suco estocado a 30°C, já houve diferença significativa ao nível de 1% entre as amostras aos 30 dias de estocagem. O suco congelado a -20°C (padrão) foi preferido ao nível de 1% de probabilidade. A partir de então não foram efetuadas novas avaliações organolépticas com o suco estocado a 30°C.

Para o suco estocado a 23°C, houve diferença significativa ao nível de 5% entre as amostras aos 45 dias, sendo o padrão preferido ao nível de 1% de probabilidade. Também para as amostras estocadas a 23°C não foram efetuadas avaliações após 45 dias. Até aos 90 dias não havia diferença significativa entre as amostras estocadas a 8°C e o padrão congelado, o que ocorreu somente aos 120 dias de estocagem.

Assim, para as amostras estocadas a 30°C e 23°C,

quando comparadas com a padrão ( $-20^{\circ}\text{C}$ ), aos 30 dias e 45 dias, respectivamente, verifica-se na FIGURA 7, que a partir desses pontos (30 dias e 45 dias) havia um período de rápida degradação do A.A., com conseqüente aumento de escurecimento (FIGURA 10).

Como se sabe (CURL, (1947) TATUM *et alii* (1969) e KEFFORD *et alii* (1959)), as reações que conduzem ao escurecimento são responsáveis pelo aparecimento do "off flavor" no suco e a equipe treinada para avaliação do produto conseguiu, durante a degustação das amostras, distinguir o aparecimento das mudanças no sabor e aroma (off flavor) no período inicial de formação.

Já com relação ao suco a  $8^{\circ}\text{C}$ , como não havia diferenças apreciáveis entre a amostra e o padrão em termos de degradação do A.A., até aos 90 dias, não foi possível a equipe distinguir as pequenas variações que ocorreram no período, o que ocorreu somente após 120 dias de estocagem.

#### 4.4. Análises microbiológicas

Nas condições do método empregado, não foram constatados microrganismos capazes de desenvolverem-se no suco concentrado de laranja, causando sua deterioração.

TABELA 2. Resultados da avaliação organoléptica entre as amostras de suco concentrado, embalado assepticamente em Tetra-Brik estocadas em diferentes condições de temperatura.

Temperatura estocagem (°C)	Época (dias)	Nº total de julgamentos	Julgamentos corretos	Preferência Padrão X Teste
8	30	18	7 <sup>n.s.</sup>	5 2
	45	20	4 <sup>n.s.</sup>	3 1
	60	22	10 <sup>n.s.</sup>	6 4
	75	22	8 <sup>n.s.</sup>	5 3
	90	22	8 <sup>n.s.</sup>	5 3
	120	22	12 <sup>n.s.</sup>	11** 1
23	30	18	8 <sup>n.s.</sup>	7 1
	45	18	10*	9 1
30	30	22	13**	12** 1

\* Significativo ao nível de 5%

\*\* Significativo ao nível de 1%

n.s. Não significativo



## 5. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados no presente trabalho possibilitam concluir que:

- As alterações que ocorrem no suco concentrado pasteurizado estão associadas à degradação do ácido ascórbico e praticamente independem do processamento, e do tipo de embalagem empregada.

- A degradação do A.A. está diretamente associada à temperatura de estocagem.

- O suco concentrado pasteurizado deve ser estocado à temperatura de refrigeração (0° a 8°C), sendo que, a temperaturas inferiores (-20°C), não houve ganhos significativos nas qualidades do produto enquanto a temperaturas superiores haverá redução na sua vida-de-prateleira, à medida que se aumenta a temperatura de estocagem.

- Com relação ao processo de enchimento asséptico em Tetra-Brik, pode-se dizer que a embalagem quando utilizada para suco de laranja concentrado pasteurizado pode ser comparada às

embalagens rígidas como latas e vidros principalmente quando estocadas acima de 0°C. Nesses casos, a escolha do processo e a embalagem utilizada deverá se basear mais diretamente nas vantagens oferecidas, principalmente as de ordem econômica.

- A vida-de-prateleira esperada para o suco concentrado pasteurizado embalado assepticamente em Tetra-Brik é de no máximo 90 a 120 dias, quando estocado a 8°C, de 45 dias a 23°C e menos de 30 dias a 30°C.

## 6. LITERATURA CITADA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1976. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Speck, M.L. Ed. Washington, D.C. p. 620-672.
- AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M. & ROESSLER, E.B. 1965. Principles of Sensory Evaluation of Food. New York, Academic Press, 60p.
- ANON. 1978. Tetra Pak in Holland. Dairy Industries International 43(7): 26-28.
- BISSET, O.W. & BERRY, R.E. 1975. Ascorbic Acid retention in orange juice as related to container type. Journal of Food Science 40: 178-180.
- BISSET, O.W.; M.K. VELDHUIS & N.B. RUSHING, 1953. Effects of heat treatment temperature on the storage life of Valencia orange concentrates. Food Technol. 7: 258-260.
- COX, H.E. & PEARSON, 1967. The TILLMANS METHOD. The Chemical Analysis of Foods. Chemical Publishing Co, Inc. N.Y., p. 211.
- CURL, A.L. 1947. Concentrated orange juice storage studies. The

effects of concentration and temperature of storage canners  
105: (13): 14, 16, 38, 40 e 42.

CURL, A.L.; E.L. MOORE, E. WIEDERHOLD & M.K. VELDHUIS, 1946.  
Concentrated orange storage studies with particular reference  
to the development of swells. Fruit Prod. J. Amer. Food. Manuf.  
26 (4): 101-109, 1921.

DURR, P.; SCHOBINGER, U. & WALDVOGEL, R. 1981. Aroma quality of  
orange juice after filling and storage in soft packages and  
glass bottles. Alimentar 20 (4): 91-93.

GASQUE, F.; PEREZ, R.; LAFUENTE, B. & NAVARRO, J.L. 1981. Effect  
of headspace composition on the retention of quality in con-  
centrated orange juice in refrigerated storage. Revista de  
Agroquímica y Tecnología de Alimentos: 21 (1): 131-136.

GAVA, A.J. 1985. Processamento asséptico de sucos de frutas. Ali-  
mentação. 76 (1): 32-37.

GUYER, R.B.; W.H. MILLER, O.W. BISSET & M.K. VELDHUIS, 1956.  
Stability of frozen concentrated orange juice. The effects  
of the heat treatment on enzyme inactivation and cloud stabi-  
lity of frozen concentrated made from pineapple and valencia  
oranges. Food Technol. 10 (1): 10-16.

HOLZINGER, R. & KREUZNACH, R. 1980. Die Frucht-und Gemüsesaft-  
-entgasung als voraussetzung einer reibungslosen qualitätso-  
rientierten fülltechnik. Flüssiges Obst. (9): 362-366.

HORWITZ, E. (ed.) 1975. Official Methods of Analysis the Asso-

- ciation of Official Analytical Chemists. 12<sup>a</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists (AOAC) Washington D.C. 1094p.
- HUELIN, F.E. 1953. Studies on anaerobic decomposition of ascorbic acid. Food Research 18: 633.
- JACOBS, M.B. 1963. Manufacture and Analyses of Carbonated Beverages. Chemical Publishing. Co. Inc. New York. 2<sup>a</sup> ed. 500p.
- JOHNSON, R.L. & TOLEDO, R.T. 1975. Storage stability of 55°Brix orange juice concentrated aseptically packaged in plastic and glass containers. Journal of Foods Science (40): 433-434.
- KANNER, R.J.; FISHBEIN, J.; SHALOM, P.; HAREL, S. & BEN-GERT, I. 1982. Storage stability of orange juice concentrated packaged aseptically. Journal of Food Science (47): 429-436.
- KANNER, J.; HAREL, S.; FISHBEIN, Y. & SHALON, P. 1981. Furfural accumulation in stored orange juice concentrates. Journal of Agricultural Food Chemists. 29: 948-949.
- KEFFORD, J.F.; MCKENZIE, H.A. & THOMPSON, P.C.O. 1959. Effects of oxygen on quality and ascorbic acid retention in canned and frozen orange juice. Journal Science Food Agricultural 10 (1): 51-63.
- MANNHEIN, C.H. & HAVKIN, M. 1981. Shelf-life of aseptically bottled orange juice. Journal of Food Processing and Preservation (5): 1-6.
- MARCY, J.E.; GRAUMLICH, P.G. & MARSHALL, M.R. 1984. Factors affecting storage of orange concentrate. Journal of Food Science. 49: 1628-1629.

- MEYDAY, S.; SAGUY, I. & KOPELMAN, I.J. 1977. Browning determination in citrus products. *Journal of Agricultural Food Chemists* 3 (25): 602-604.
- NAGY, S. & RANDALL, V. 1973. Use of furfural content as an index of storage temperature abuse in commercially processed orange juice. *Journal of Agricultural Food Chemists*. 21: 272.
- ROUSE, A.H. & ATKINS, C.D. 1952. Heat inactivation of pectinesterase in citrus juice. *Food Technol.* 6 (8): 291-294.
- TATUM, I.J.; SHAW, P.E. & BERRU, R.E. 1969. Degradation products from ascorbic acid. *Journal Agricultural Food Chemists*. 17(1): 38-40.
- TOCCHINI, R.P.; FERREIRA, V.L.P. & SHIROSE, I. 1979. Fatores que afetam a qualidade do suco concentrado pasteurizado de laranja cultivar Pêra. *Boletim do ITAL*, 16 (3): 325-335.
- TOCCHINI, R.P.; MORI, E.E.M.; FERREIRA, V.L.P. e PASCHOALINO, J. E. 1984. Efeito do processamento térmico e do tipo de embalagem na qualidade do suco de laranja concentrado e pasteurizado. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 21 (1):61-71.