

KHALIFA ABDALLA GHANNAI

DESIDRATAÇÃO DE SUCO DE LARANJA ENRIQUECIDO COM FIBRAS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Tecnologia Química da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

CURITIBA
1995

Orientador: Prof.^a Dr^a Nina Waszczynskyj



Dedico

Aos meus pais e meus irmãos.
À minha família e aos meus amigos.
Ao Deputado Geraldo Cartário Ribeiro e
Dona Ilda Cartário Ribeiro, pelo incentivo
e carinho.

Agradecimentos

À Prof.^a Dr.^a Nina Waszczynskyj, pela orientação, apoio, críticas e sugestões, assim como pela oportunidade dada à realização deste trabalho.

Ao Prof. Renato João Sossela de Freitas, pelo apoio e sugestões.

Ao corpo diplomático da Embaixada da LIBIA, pelo apoio.

À bibliotecária Elaine Maria Stroparo, pela revisão das normas técnicas.

Às senhoras: Nilce Silax, Neiva Aparecida da Silva, Elenor, pelo auxílio prático ocorrido no laboratório.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio e incentivos recebidos.

Aos meus amigos e irmãos: Cartário Junior, Geraldine Cartário (TUCA), pelo carinho e apoio.

À Prof.^a Maria Lúcia Messon.

À Graciela Beatriz Albini, pela compreensão e digitação computadorizada deste trabalho.

SUMÁRIO

	LISTA DE FIGURAS.....	VII
	LISTA DE TABELAS.....	VIII
	LISTA DE ABREVIATURAS.....	IX
	RESUMO.....	X
	ABSTRACT.....	XI
1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1	Citricultura.....	3
2.1.1	Citricultura Mundial.....	4
2.1.2	Citricultura no Brasil.....	5
2.1.3	Citricultura no Paraná.....	6
2.1.4	Variedades de citros plantados no Brasil.....	7
2.1.5	Laranja Estrutura Anatômica da Laranja.....	9
2.1.6	Composição Física e Química da laranja.....	10
2.2	PRODUÇÃO DO SUCO DE LARANJA.....	11
2.2.1	Principais etapas do processamento do suco de laranja.....	13
2.2.1.1	Matéria prima para o suco.....	15
2.2.1.2	Recebimento das frutas.....	15
2.2.1.3	Armazenamento.....	16
2.2.1.4	Lavagem e limpeza.....	16
2.2.1.5	Seleção e classificação.....	17
2.2.1.6	Extração.....	17
2.2.1.7	Estabilidade.....	18
2.2.1.8	Concentração.....	19
2.2.1.9	Sub-Resfriamento.....	19
2.2.1.10	Embalagem.....	20
2.2.1.11	Armazenamento.....	20
2.2.2	Aproveitamento das sementes.....	20
2.2.2.1	Composição química das sementes.....	21
2.3	ANÁLISES QUÍMICAS	22
2.4	SECAGEM DO SUCO COM AS FIBRAS	22
2.4.1	Polpa e casca da laranja.....	22
2.4.2	Secagem da polpa e casca de laranja.....	23
2.4.3	Processo de atomização.....	25
2.4.4	Agentes de encapsulamento.....	30
2.4.4.1	Carboidratos.....	31
2.4.4.2	Maltodextrina.....	32
2.4.4.3	Celulose.....	32

2.4.4.4	Carboximetil celulose - CMC	34
2.4.4.5	Fibra.....	35
2.4.4.6	Fibra dietética.....	36
2.5	MERCADO DE CONSUMO	38
2.5.1	Descrição geral e usos.....	39
3	MATERIAL E MÉTODOS	41
3.1	Material.....	41
3.1.1	Laranja pêra.....	41
3.1.2	Materiais complementares.....	41
3.1.3	Equipamentos.....	42
3.2.	MÉTODOS	46
3.2.1	Preparo do suco.....	46
3.2.2	As análises Físico-Químicas do suco "in natura".....	47
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1	Recepção das frutas.....	49
4.1.1	Descasque.....	50
4.1.2	Extração do suco.....	50
4.1.3	Secagem dos sub-produtos.....	51
4.1.4	Preparo do suco com as fibras.....	51
4.1.5	Secagem por atomização.....	52
4.1.6	Embalagem.....	52
4.2	Análise físico-químicas do suco de laranja.....	52
4.3	Condições de operação do atomizador.....	53
4.3.1	A otomização dos aditivos.....	54
5	CONCLUSÃO	58
	SUGESTÃO	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

LISTA DE FIGURAS

1	ESTRUTURA ANATÔMICA DA LARANJA PÊRA.....	09
2	FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO DE SUCO DE LARANJA.....	14
3	DESCASCADOR ABRASIVO.....	43
4	ESTUFA COM CIRCULAÇÃO DO AR.....	43
5	MOÍNHOS DE FACA.....	44
6	EMULGADOR.....	44
7	ATOMIZADOR.....	45
8	FLUXOGRAMA DE ELABORAÇÃO DO SUCO DE LARANJA DESIDRATADO EM ESCALA PILOTO.....	46
9	GRÁFICO DO RENDIMENTO DO PRODUTO ATOMIZADO E OS SÓLIDOS TOTAIS ACRESCIDOS.....	56

LISTA DE TABELAS

1	PRODUÇÃO MUNDIAL DE SUCO DE LARANJA.....	4
2	PRODUTIVIDADE DA, LARANJA "IN NATURA" E PROCESSADA NO ESTADO DE SÃO PAULO.....	5
3	ÁREA COLHIDA E QUANTIDADE PRODUZIDA DE LARANJA, LIMÃO E TANGERINA NO PARANÁ.....	6
4	CARACTERÍSTICAS DAS CULTIVARES DE CITROS RECOMENDADOS PARA CULTIVO NO BRASIL.....	8
5	COMPOSIÇÃO FÍSICA E QUÍMICA MÉDIA DA LARANJA.....	10
6	PRODUÇÃO BRASILEIRA DE SUCO DE LARANJA CONCENTRADO CONGELADO.....	12
7	RENDIMENTO DE PROTEÍNA DAS SEMENTES EM POLPA DE LARANJA.....	21
8	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA POLPA SECA.....	25
9	VEÍCULOS PARA O ENCAPSULAMENTO DE COMPONENTES ALIMENTÍCIOS.....	31
10	MÉDIA DOS RENDIMENTOS DA LARANJA PÊRA.....	50
11	COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SUCO DE LARANJA CLARIFICADO.....	53
12	FIBRAS E AMIDOS ACRESCIDOS AO SUCO CLARIFICADO.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS

FAO :ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO

SLCC :SUCO DE LARANJA CONCENTRADO CONGELADO

BIN :QUALIDADE DO SUCO EM RELAÇÃO ACIDEZ / BRIX °

CMC :CARBOXIMETIL CELULOSE

T T :TEMPO DE TRANSITO

CCE :COMUNIDADE COMUM EUROPÉIA

MTD :DOSAGEM MÁXIMA TOLERADA

ADI :CONSUMO ACEITO DIARIAMENTE

FMC :MARCA DE EXTRATORA DE SUCO

RESUMO

Com a revisão da literatura, constatou-se através de dados técnicos da última década um aumento na produção de citros e das indústrias de suco de laranja a nível de Paraná, Brasil e Mundial. Em função da necessidade de um aproveitamento melhor dos subprodutos da indústria de suco de laranja, este trabalho teve como objetivo a elaboração de suco de laranja em pó enriquecido com fibras. Juntamente com a polpa de laranja pulverizada foi acrescentado amaltodextrina e o carbometil celulose (CMC). A concentração ideal dos aditivos foi de 8% de maltodextrina, 2% de CMC e 1% de polpa pulverizada, perfazendo 11% de sólidos totais. Essa combinação dos aditivos foi adequada para a secagem por atomização, resultando num produto em pó com boa solubilização. Concluiu-se ser viável tecnicamente a desidratação do suco de laranja enriquecido com fibra natural e não natural.

ABSTRACT

The latest researches show that there has been an increase in the number of citrus in the last decade, as well as in the number of the orange juice factories in the estate of Paraná, Brazil and world wide.

Thinking of a better way to make good use of reprocess subproducts of the citrus industry is that this research has been done.

My aim was to develop a powdered orange juice enriched with fibres such as Maltodextrin and Carbometil Cellulose (CMC).

The ideal concentration of these additives together with the powdered orange juice was 8% of maltodextrin, 2% of (CMC) and 1% of the powdered pulp, which will make a total of 11% of solids.

The above combination has been proven satisfactory to be dehydrated by atomization, which will result in a powder with good solubility.

It's been technically concluded that the dehydration under this process is feasible for both natural and non-natural fibres.

1 INTRODUÇÃO

A produção de frutas cítricas no Brasil destaca-se no mercado mundial, ocupando o primeiro lugar.

O Brasil tem buscado aprimorar cada vez mais o seu parque industrial para conquistar novos consumidores, o Mercado Comum Europeu e Japão.

As técnicas de elaboração do suco de laranja, são um conjunto de operações efetuados de forma eficiente e cuidadosa acompanhada das análises físico-químicas, para manter a alta qualidade do suco, ou seja, dentro da legislação vigente no país.

A indústria ao elaborar o suco de laranja, aproveita ainda as sementes para fabricação de óleo essencial, que tem alta cotação no mercado mundial.

Hoje há grande interesse na indústria de citros e alimentos em geral, com relação ao aproveitamento do resíduo resultante da extração do suco de laranja.

A casca e o bagaço podem perfeitamente serem aproveitados para a fabricação de fibras naturais, com a incorporação dos mesmos na indústria de alimentos, de sucos e de ração animal.

O suco de laranja em pó, já está no Mercado Comum Europeu há décadas, embora a proporção dos sucos em pó tenha variação de país para país.

Juntamente com a fibra natural de laranja pode ser adicionado o CMC.

O suco de laranja enriquecido sofre um processo de secagem através de um atomizador, obtendo-se um suco de laranja em pó rico em fibras.

OBJETIVO:

O objetivo deste trabalho é a elaboração do suco de laranja apartir da variedade " pêra ", e aproveitamento dos subprodutos como a casca e o bagaço. Os quais deverão ser incorporados ao suco juntamente com o Carboxi-metil Celulose para incrementar o teor de fibras. A mistura deve ser atomizada, obtendo-se um suco de laranja em pó enriquecido com fibras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CITRICULTURA.

Os citros são cultivados por quase todo o continente. Atualmente, as produções citrícolas se espalham, pelos trópicos, subtropicais, áreas quentes das Américas do Norte, do Sul e Central, do Mediterrâneo, Oriente Médio e alguns países do hemisfério sul como África do Sul e Austrália. A maior parte da produção comercial está localizada nas regiões subtropicais (PRODUÇÃO, p.05, 1986).

Segundo as estatísticas da FAO, mais de 90 países produzem laranjas em escala comercial, sendo que, aproximadamente 80% da safra mundial é resultante das colheitas no Brasil, Estados Unidos, Espanha, Itália e México (PRODUÇÃO, p. 05, 1986).

Já há algumas décadas os produtos cítricos tem-se destacado nas pautas de importações dos países ocidentais, notadamente nos Estados Unidos, que até hoje é o maior consumidor de suco de laranja. A partir da década de 70, o seu cultivo no Brasil vem crescendo paulatinamente, incentivada por preços atraentes no mercado internacional. Em 1992, ultrapassou os E.U.A. e ostentou o título de maior produtor mundial (IAPAR Nº 72, p. 09, 1992).

2.1.1 CITRICULTURA MUNDIAL.

A produção de citros comparada à outras frutas e hortaliças, vem sendo a maior em volume a nível mundial. Do total das frutas cultivadas, 20% são cítricas, que classificam-se em 3 grupos, a saber:

a - laranjas, tangerinas e mandarinas;

b - limões e limas;

c - pomelo.

O primeiro grupo considerado o principal, representando aproximadamente 80% da produção total de frutas cítricas (MORETTI, p.02, 1984).

A produção mundial de laranjas ao longo do tempo foi sempre crescente, e, os países que mais tem-se destacado são: Brasil, Estados Unidos, Espanha, México, Itália, China e Egito (INTERNATIONAL FRUIT WORLD, p. 330, 1991). Conforme pode ser observado na TABELA -1, a produção mundial de citros.

TABELA 1 - PRODUÇÃO MUNDIAL DE LARANJAS SEGUNDO A FAO, ANO BASE1989

PAÍSES	LARANJAS (1000t)	TANGERINAS (1000t)	LIMÕES/LIMAS (1000t)
BRASIL	15319	650	360
EUA	7751	509	764
CHINA	3272	360	137
ESPAÑA	2225	1120	679
PORTUGAL	1968	490	681
OUTROS	16203	5246	3423
Total Mundial	46738	8375	6040

FONTE: IAPAR - Londrina-PR. Circular nº 72, Junho/92

2.1.2 CITRICULTURA NO BRASIL.

Segundo as estatísticas da FAO, o Brasil em 1992 foi responsável por 26% da produção mundial de citros e 48% de processados. Sendo que 71,9% da exportação mundial é brasileira. De toda a produção nacional, 90% se destina à indústria de suco concentrado (INTERNATIONAL FRUIT WORLD, p.43,1992), conforme pode-se observar na TABELA 2.

TABELA 2 - PRODUTIVIDADE DA, LARANJA "IN NATURA" E PROCESSADA, NO ESTADO DE SÃO PAULO EM CAIXAS DE 41 Kg

ANO	"IN NATURA"	PROCESSAMENTO	TOTAL
1979-80	31	124	155
1980-81	32	138	170
1981-82	25	155	180
1982-83	34	161	195
1983-84	35	165	200
1984-85	20	185	205
1985-86	19	220	239
1986-87	50	170	220
1987-88	40	180	220
1988-89	35	175	210
1989-90	40	255	295
1990-91	40	202	242
1991-92	40	210	250
1992-93	40	235	275

FONTE: Citado por International Fruit World , 1992

2.1.3 CITRICULTURA PARANAENSE.

No contexto nacional a citricultura paranaense não é significativa, apresentando como índice de produtividade da região do Alto Ribeira, principalmente nos municípios de Cerro Azul e Adrianópolis, onde, embora livres do cancro cítrico, apresentam condições topográficas excessivamente acidentadas e de solo pobre (IAPAR, p. 13, 1992).

A produção de citros paranaense destina-se principalmente para suprir parte da demanda interna de frutas "in natura". Os excessos da produção de tangerina, na região de Alta Ribeira, que tem sido comercializado em outros estados.

Com a implantação do programa estadual de citricultura, buscou-se principalmente a produção para o processamento industrial, e uma pequena parte para abastecimento do consumo "in natura" (IAPAR, p. 98, 1992), conforme os dados compilados pelo IAPAR na TABELA 3.

TABELA 3 - ÁREA COLHIDA (ha) E QUANTIDADE PRODUZIDA (1000 FRUTOS) DE LARANJA, LIMÃO, TANGERINA NO PARANÁ.

PERÍODO	LARANJA		LIMÃO		TANGERINA	
	ÁREA	QUANT.	ÁREA	QUANT.	ÁREA	QUANT.
1980	4350	373268	519	44325	1669	164411
1981	3917	342340	418	32346	1352	114149
1982	4200	377830	397	31698	1597	165531
1983	4045	338780	431	33958	3724	393458
1984	4268	352000	435	35186	3729	377465
1985	4537	376466	426	35540	3722	373371
1986	4440	370325	421	34057	3748	369656
1987	4293	351353	409	34101	3639	369093
1988	4149	340499	397	34131	3904	395829

FONTE: IAPAR - Londrina-PR., Circular nº 72, Junho/92

2.1.4 VARIEDADES DE CITROS PLANTADAS NO BRASIL.

Das variedades de citros mais recomendadas para o plantio no estado do Paraná, tem sido as laranjas da variedade folha murcha e pêra, conforme TABELA 4.

Laranja Pêra, é a cultivar mais plantada no Brasil, em função da qualidade do suco e da excelente aceitação de seus frutos nos mercados na forma "in natura". Este cultivar se assimila a laranja "ambsummer": da Flórida (INTERNATIONAL FRUIT WORLD, p. 295, 3- 1992).

A laranja "pêra" apresenta boa tolerância ao "vírus da tristeza", e conseqüentemente boa adaptação em regiões mais frias do Paraná.

Classificação do fruto tem sido realizado quanto:

- a) ao tamanho variam de pequenos a médios;
- b) a cor são de coloração alaranjada;
- c) característica da casca, finas e quase lisas;
- d) ao suco é abundante e ligeiramente ácido;
- e) ao número de sementes, baixo;
- f) ao porte das plantas médio e moderadamente resistente ao cancro cítrico.

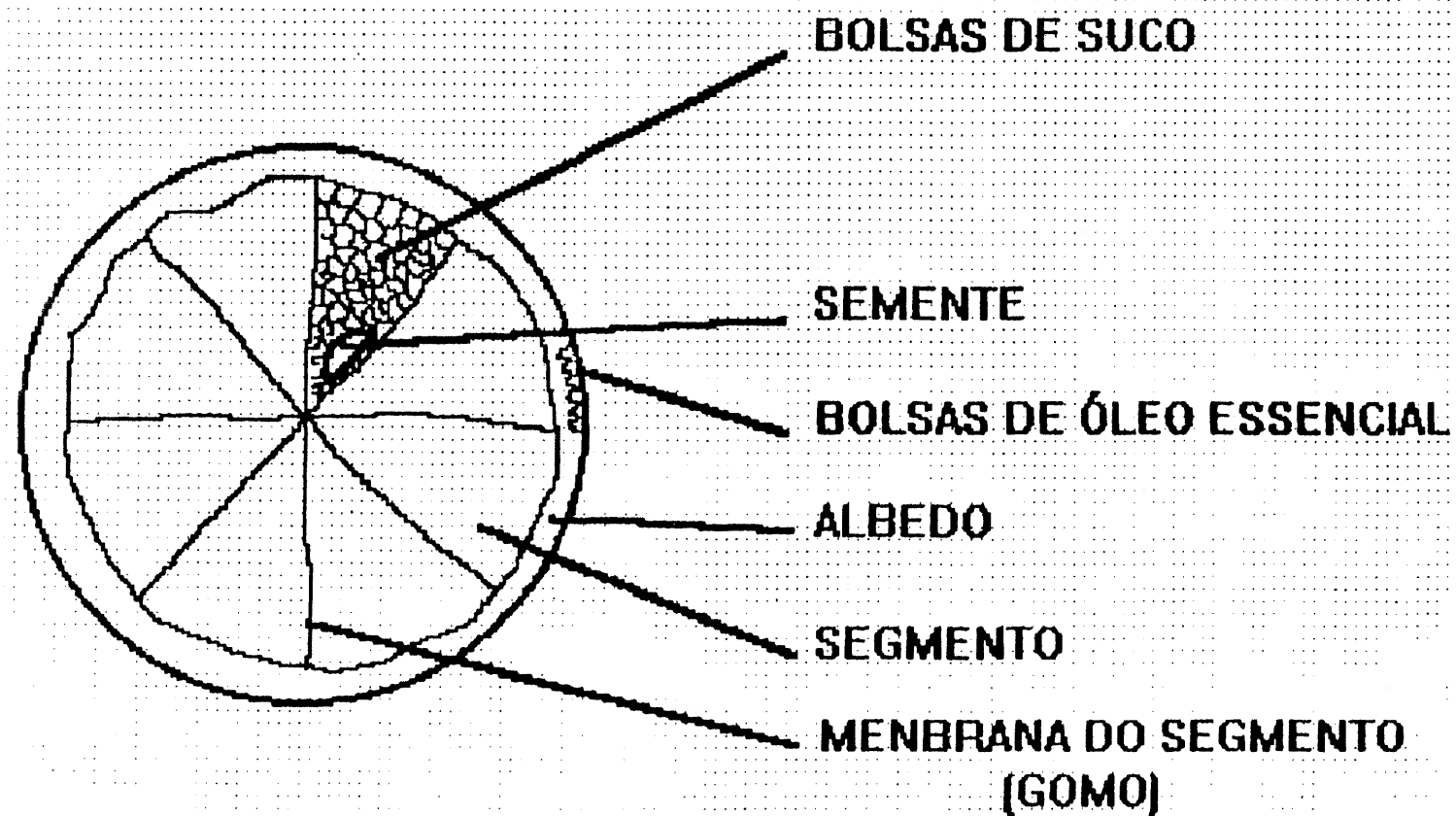
TABELA 4 - CARACTERÍSTICAS DAS CULTIVARES DE CITROS RECOMENDADOS PARA CULTIVO NO BRASIL, ANO BASE 1990

CULTIVAR	ORIGEM	PESO MÉDIO (G)	SUCO %	CARACTERÍSTICAS DO SUCO			MERCADO**
				SÓLIDOS SOLÚVEIS(%)	ACIDEZ (%)	RELAÇÃO SS/ACIDEZ	
LARANJAS							
Lima Verde Sanguínea de	Brasil	163	55	8,3	0,11	75,4	I
Mombuca	Brasil	132	47	9,4	0,69	13,6	I
Navelina	Flórida/EUA	258	50	10,1	0,87	11,6	I - E
Moro	Itália	149	62	10,8	1,05	10,3	I
Pêra,ambsummer	Flórida/EUA	151	55	10,2	0,91	11,2	I - E - S
Valência	Portugal	204	50	10,4	1,03	10,1	I - E - S
Folha Murcha	RJ/Brasil	191	51	10,0	0,81	12,4	I - E - S
TANGERINAS							
Dancy	Flórida/EUA	128	51	9,4	0,91	10,3	I
Batangas	Filipinas	144	40	7,9	0,68	11,6	I
Loose Jacket	Filipinas	128	36	9,0	0,89	10,1	I
Ponkan	Índia	192	39	9,9	0,57	17,4	I
Tarkan	China	155	30	8,4	0,66	12,7	I
Mexerica do Rio	Itália	109	39	7,5	0,81	9,3	I - E
Satsuma	Japão	141	43	8,2	0,71	11,5	I
LIMA ÁCIDA							
Taiti	Desconhecida	101	51	7,2	5,55	1,3	I - E - S
OUTROS							
Laranja Azeda Double Cálice	Desconhecida	299	24	8,3	3,95	2,1	I
Kunquat Nagami	China	15	33	7,5	2,82	2,7	I
Calamondin	Filipinas	28	43	7,3	4,21	1,7	I

** Mercado: I= interno; E= exportação; S= suco; SS= sólidos solúveis.

FONTE: LAPAR - Londrina-PR. Circular nº 72, Junho/92.

FIGURA Nº 1 - ESTRUTURA ANATÔMICA DA LARANJA PÊRA



2.1.6 COMPOSIÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA LARANJA.

A laranja apresenta a seguinte composição física e química média, conforme pode ser observado na TABELA 5.

TABELA 5 - COMPOSIÇÃO FÍSICA E QUÍMICA MÉDIA DA LARANJA

COMPOSIÇÃO FÍSICA	
Suco	40 a 50 %
Flavelo	8 a 10 %
Albedo	15 a 30 %
Polpa e membrana	20 a 30 %
Semente	0 a 4 %
COMPOSIÇÃO QUÍMICA	
Água	36 a 92 %
Açúcares	5 a 8 %
Pectina	1 a 2 %
Componentes Nitrogenados	7,4 a 11,4 %
Lipídeos	0,2 a 0,5 %
Minerais	0,5 a 0,9 %

FONTE: IAPAR - Junho / 92

De acordo com os componentes da laranja, citados na TABELA 5, temos:

a) **açúcares**: entre os sólidos solúveis é o que se encontra em maior proporção, sendo constituído pela: glucose, frutose e sacarose, a quantidade destes varia de acordo com o estágio de maturação do fruto (MORETTI, p. 7, Nov. 1984);

- b) **ácidos:** responsáveis pelo sabor ácido do suco. Os principais ácidos encontrados são o cítrico (em maior proporção), málico e tartárico. O teor de acidez também irá indicar o estágio de maturação do fruto (MORETTI, p. 7, Nov. 1984);
- c) **enzimas:** a mais importante delas é a pectinesterase, que induz a formação de ácidos pectínicos. Estes ácidos precipitam-se e arrastam o material colorido responsável pela turbidez, provocando uma classificação do suco;
- d) **pigmentos:** os de maior importância responsáveis pela qualidade do suco são a: clorofila e os carotenóides, que têm grande importância na qualidade do suco;
- e) **componentes nitrogenados:** proteínas e aminoácidos, representam 7,4 a 11,4 % do total de sólidos de um suco;
- f) **flavonóides:** a hisperidina se deposita nos trocadores de calor, reduzindo a sua capacidade, quando a película formada, se solta, aparecem pontos brancos no suco.
A presença da narinjina provoca um sabor extremamente amargo no suco;
- g) **vitaminas:** sendo as comumente encontradas: ácido pantotênico, vitamina C, riboflavina e tiamina. O teor de vitaminas depende do tempo e temperatura de estocagem do fruto (MORETTI, p. 7, Nov. 1984);

2.2 PRODUÇÃO DO SUCO DE LARANJA.

Em geral, a indústria de citros ocupa posição de destaque entre as indústrias alimentícias e constitui uma base econômica nas regiões, em que se instala. Devido a esse avanço, tem permitido e proporcionado colocar no mercado internacional produtos de melhor qualidade, bem como um melhor aproveitamento dos subprodutos.

No Brasil a indústria de suco de laranja, teve seu início há aproximadamente duas décadas, a qual mostrou um desenvolvimento significativo, a ponto de o país, ser hoje o maior produtor e exportador de suco de laranja.

A quase totalidade da produção de suco concentrado congelado se destina ao mercado externo, a sua produção em 1992 esteve em torno de 1263,4 em litros a 42° Brix, destes 97,6% foram exportados (INTERNATIONAL FRUIT WORLD, p. 45, 1992).

A TABELA 6, mostra a produção brasileira de suco de laranja concentrado e congelado, em litros a 42° Brix.

TABELA 6 - PRODUÇÃO BRASILEIRA DE SUCO DE LARANJA CONCENTRADO CONGELADO (EM LITROS A 42° BRIX)

ANO	PRODUÇÃO	CONSUMAÇÃO DOMÉSTICA	EXPORTAÇÃO
1979-80	567,7	14,4	499,9
1980-81	643,4	15,5	648,7
1981-82	785,7	17,0	775,2
1982-83	741,1	17,0	661,6
1983-84	810,3	17,0	875,8
1984-85	1023,0	12,8	998,5
1985-86	1141,9	19,7	915,9
1986-87	786,9	26,1	912,2
1987-88	926,5	26,1	963,3
1988-89	930,3	26,1	922,8
1989-90	1370,1	26,1	1251,7
1990-91	1126,4	26,1	1059,8
1991-92	1180,9	26,1	1207,0
1992-93	1263,4	28,8	1233,2

FONTE: Citado INTERNATIONAL FRUIT WORLD- 1992

Houve um aumento significativo, da produção de suco de laranja concentrado congelado (SLCC) em 91/92, a indústria nacional processou 206 milhões de caixas de laranja transformadas em 850 mil toneladas de suco, em 92/93 foram processados 220 milhões de caixas para produção de 900 mil toneladas de suco.

Esta grande produção incentivou a implantação de novas indústrias produtoras de suco de laranja concentrado congelado, atraídos pela exportação principalmente para o Oriente Médio, após a liberação da importação deste produto pelo governo do Japão e da Coréia do Sul.

No processo de fabricação do suco de laranja, para cada 100 kg. de laranja são produzidos 55 kg. de suco simples e o restantes são resíduos do processo, constituídos de laranjas descartadas, bagaços, cascas, sementes, borra da extração de óleo essencial e polpa lavada (INTERNATIONAL FRUIT WORLD, p.295, 1992).

2.2.1 PRINCIPAIS ETAPAS DO PROCESSAMENTO DE SUCO DE LARANJA.

Uma descrição do processamento do suco de laranja concentrado e congelado pode ser visto através da seqüência das operações utilizadas atualmente, conforme o fluxograma da FIGURA 2, no qual demonstra-se o processamento do suco concentrado e de pelets.

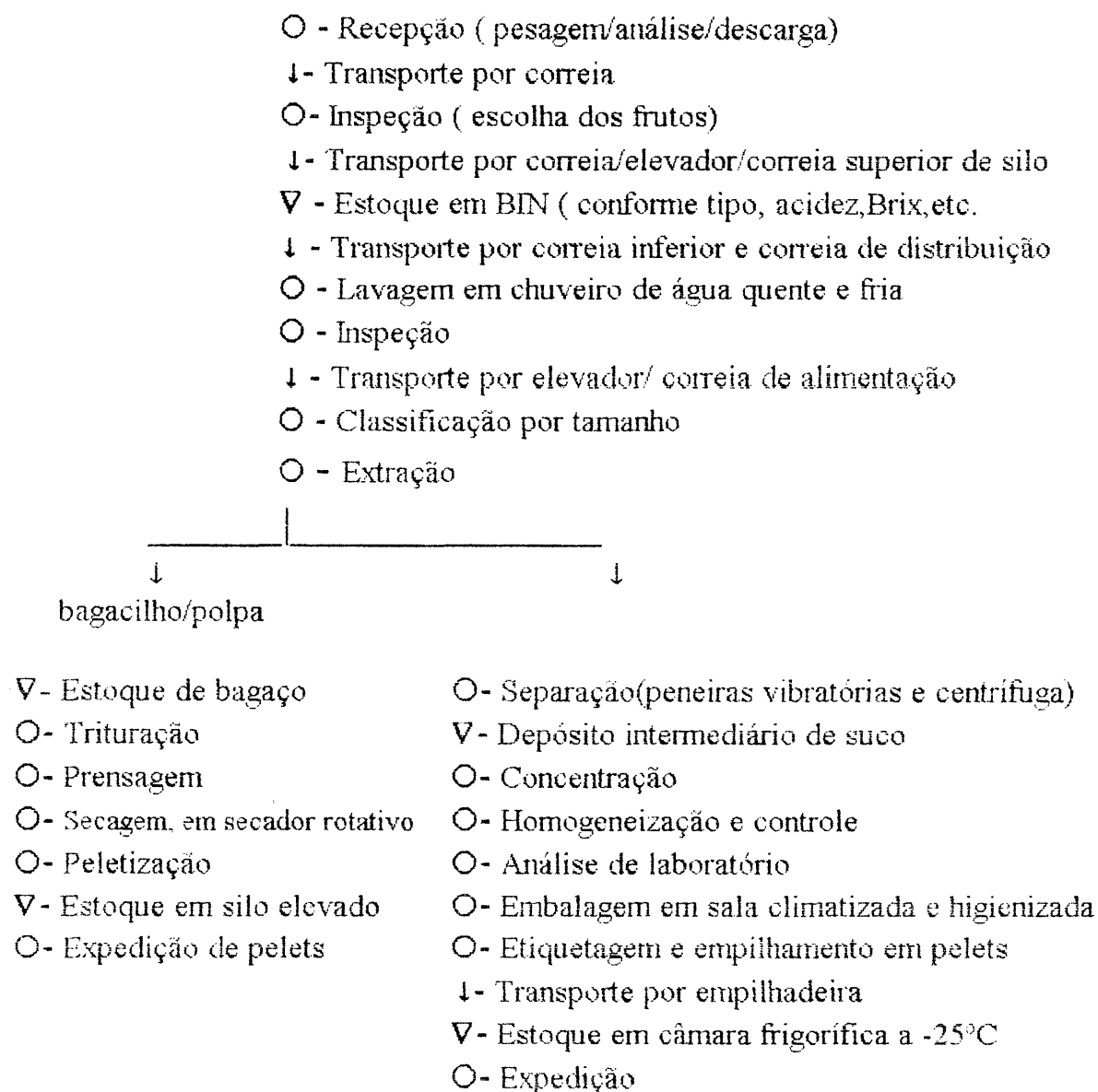


FIGURA 2 - FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO DE SUCO DE LARANJA.

2.2.1.1 - MATÉRIA PRIMA PARA O SUCO.

O custo industrial do suco de laranja é de aproximadamente 80% do valor da matéria-prima, e a sua qualidade está intimamente ligada a da fruta, no caso da laranja, é muito importante selecioná-las adequadamente de acordo com a limpeza, sanidade, tamanho e grau de maturação, uniformidade, e suco com alto teor de sólidos solúveis e de cor característica. A principal preocupação deve ser quanto a variedade, a quantidade e estágio de maturação das frutas, adquiridas para garantir a máxima eficiência da indústria lembrando que para um rendimento melhor, o diâmetro das laranjas deve estar entre 6 e 10 cm (SAVITCI, p.124, 1991).

2.2.1.2 - RECEBIMENTO DAS FRUTAS.

A laranja chega à indústria a granel em caminhões, com capacidade de 200 caixas cada um. O qual deve ser pesado e esvasiado através de um sistema de elevação da parte dianteira do caminhão.

Antes da extração do suco, deve ser dosado a concentração de sólidos solúveis em °Brix e acidez titulável em ácido cítrico, a relação entre ambos fornece a relação Brix/acidez, a qual define a qualidade do suco e indica o grau de maturação da fruta. Faz-se também, a determinação do rendimento do suco, utilizando uma extratora de laboratório, destinada exclusivamente para esse teste (KIMBALL, p. 55, 1991).

Após estas análises, se a fruta cumprir os requisitos mínimos, segue para a seleção manual, onde separam-se as frutas batidas, atacadas por fungos, picadas de moscas ou muito verdes, estes retornam ao caminhão para nova pesagem. As frutas separadas podem ser utilizadas para a fabricação de ração animal.

As frutas selecionadas seguem para os silos, devendo ser identificados nas células com os valores obtidos nas análises preliminares, este procedimento visa fornecer uma matéria-prima homogênea para a elaboração do suco (KIMBALL, p. 56, 1991).

2.2.1.3 - ARMAZENAMENTO.

Os silos são constituídos por células com 4m de comprimento por 2m de largura sendo a altura função da capacidade da célula, que varia de 200 a 600 caixas. A distribuição das laranjas nos silos deve ser feita, colocando-se as frutas da mesma variedade em cada célula e com a mesma proporção de °Brix/acidez.

As frutas cítricas como laranja, pomelo e limão, são armazenadas nos silos durante 36 horas antes de serem processadas.

As finalidades do armazenamento, são as de melhorar a relação Brix/ acidez total, bem como a de separar e uniformizar a matéria-prima a ser processada e regularizar o fornecimento da fábrica (KIMBALL, p 3, 1991).

Após o período de armazenamento, as laranjas ao seguir para os extratores são misturadas com frutas de várias células para se obter um suco com uma relação Brix/acidez total pré- determinada. Essa operação controla a descarga dos silos, bem como a quantidade relativa do suco que deve ter em cada tipo de fruta.

2.2.1.4 - LAVAGEM E LIMPEZA.

As laranjas descarregadas seguem para o sistema de lavagem, onde inicialmente recebem jatos de água, contendo detergente neutro e bactericida, para remover o óleo, com as escovas remove-se a argila aderida às cascas. Posteriormente, as frutas recebem água clorada, variando de 10 a 15 ppm de cloro.

2.2.1.5 - SELEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO.

As frutas são transportadas até um silo pulmão que devem abastecer continuamente a linha das extratoras. Antes de passarem nos extratores deve-se fazer nova seleção, onde separam-se as laranjas defeituosas, as que sofreram danos durante o armazenamento.

As laranjas devem ser classificadas, através de roletes com distanciamento crescente entre si, quanto ao tamanho de acordo com os copos das extratoras, que estão diretamente relacionados com o rendimento de extração (MORETTI, p.16, 1984).

2.2.1.6 - EXTRAÇÃO.

Após a lavagem e seleção, as frutas seguem para as unidades extratoras.

Atualmente, as unidades de extração na indústria Brasileira predomina a F.M.C., as que podem processar até 100 caixas/hora de laranjas com 40,8 kg cada uma.

O rendimento do processo é elevado, atingindo entre 98% e 99% do suco extraído, utilizando laranjas que tenham em média 50% a 60% de suco em relação ao seu peso bruto (QUÍMICA E DERIVADOS, p.10, Jan.Fev. 1992).

As frutas devem ser conduzidas através de esteiras até as extratoras que são continuamente alimentadas. A fruta uma vez instalada no copo da extratora um tubo penetra na laranja e o suco é extraído, o qual passa por peneira metálica vibratória e um helicóide interno que separa as partes maiores de bagaço do suco. Em seguida, o suco é centrifugado para obter o teor final de polpa quando então deve ser estabelecido nesta etapa, o qual varia de 1 % a 6%, ou superiores dependendo do destino final do produto.

As cascas são enviadas para a peletização (GUTTERSON, p.6, 1970)

2.2.1.7 - ESTABILIDADE.

Para promover a estabilidade, o suco deve ser submetido a um tratamento térmico onde eleva-se a temperatura de 91° a 93°C mantendo-o por 30 a 40 segundos. Esse tratamento inibe o desenvolvimento dos microrganismos presentes e a atividade da enzima pectinolítica.

A principal enzima presente a pectina-esterase, é a responsável pela formação de ácidos pécticos e metanol, que induzem a hidrólise das ligações de éster metílico na molécula de pectina, provocando a instabilidade do suco bem como a perda da opacidade e geleificação da mesma.

As substâncias pécticas atuam no suco de laranja e formando complexos insolúveis que precipitam devido a acidez e do conteúdo de cátions. Se o conteúdo inicial de pectina for baixo, os ácidos pectínicos precipitam-se, carregando outras substâncias coloidais responsáveis pela turbidez do suco. Isso resulta na formação de precipitado na parte inferior e clarificação na parte superior. Em caso de teor elevado, ocorrerá formação de um gel semi-rígido.

Para se evitar estes defeitos, o suco deve ser submetido ao tratamento térmico. A temperatura e o tempo de retenção nesse tipo de tratamento, são funções do pH, o qual se eleva com o avanço da safra, desta forma, aproximando-se mais do pH ideal para a atividade da enzima, ou seja, entre 7,0 e 7,5. O controle, feito em laboratório, utilizando os testes de clarificação e geleificação e a análise da atividade de pectina-esterase. Com base nestes resultados, foi feita a regulação da temperatura e o tempo para que o tratamento térmico fosse eficiente (MORETTI, p17, 1984).

2.2.1.8 - CONCENTRAÇÃO.

Os tipos de evaporadores mais utilizados são os de filme descendente, placas com filme ascendente e descendente, centrifugação e energia térmica.

Nesta operação utiliza-se um evaporador, onde a água deve ser removida a 45°C, sem alterar o sabor do suco.

Com relação à qualidade do produto final, o evaporador mais adequado tem sido o "CENTRIN-TERM", devido ao curto tempo de retenção do suco no aparelho em um segundo, o suco passa de 12° Brix à 65° Brix, muito utilizado em indústrias de grande porte. No caso de filme descendentes e placas, normalmente são construídos especialmente para a capacidade evaporativa necessária, para indústrias de porte acima de 4.000 toneladas de suco concentrado a 65° Brix, considerado o melhor sistema.

2.2.1.9 SUB-RESFRIAMENTO

Depois de concentrado, passa por um resfriamento rápido o qual reduz a sua temperatura para 26°C. Segue continuamente para os tanques de resfriamento com agitação, que trabalham na parede externa com circulação de uma solução de água e álcool, reduzindo a temperatura até 5°C. Retira-se então, uma amostra de suco para os testes de pH, acidez total, ácido ascórbico, atividade de pectina-esterase, porcentagem de polpa suspensa, clarificação, geleificação, diacetil, óleo essencial recuperável, testes de cor, sabor, defeitos e proporção SS/acidez.

Se o produto for aprovado, segue para ser resfriado até 7°C negativos num sistema de trocadores de placas.

2.2.1.10 EMBALAGEM

O produto final deve ser embalado em tambores metálicos com capacidade de 265 Kg (QUÍMICA E DERIVADOS, p. 11, 1992).

2.2.1.11 ARMAZENAMENTO

O suco deve ser armazenado em câmaras frigoríficas onde é mantido a 18°C negativos (QUÍMICA E DERIVADOS, p. 12, 1992).

2.2.2 APROVEITAMENTO DAS SEMENTES

A semente é a principal matéria prima para a fabricação do óleo essencial no Brasil. A produção de suco de laranja concentrado fornece matéria-prima suficiente para uma extração de óleos essenciais durante quatro meses de processamento (SOUZA JR., p. 03, 1974).

O aproveitamento das sementes de citros não tem sido feito ainda em escala industrial de grande porte, mas acredita-se que brevemente será realizado em grande escala. Tem sido uma prática industrial corrente a inclusão da semente, juntamente, com a casca e restos de polpa, na produção de rações desidratadas para animais. A proteína do óleo é aproveitado para o consumo humano, houve um interesse grande para industrializa-lo, no Brasil e os Estados Unidos (SOUZA JR., p. 05, 1974).

2.2.2.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SEMENTES

Os óleos de sementes de todas as variedades são compostas de significativas quantidades de ácidos graxos poli-insaturados e, na maioria dos casos, o óleo extraído é líquido a temperatura ambiente. Entre eles se encontram os ácidos: palmíticos, palmitoléico, esteárico, oléico, linoléico e linolênico. Como pode ser observado o rendimento das sementes na TABELA 7 (SOUZA JR., p. 10, 1974).

TABELA 7 - RENDIMENTO DE PROTEÍNA DAS SEMENTES EM POLPAS DE LARANJA.

RENDIMENTO	QUANTIDADE
Sementes na fruta, Kg/caixa	0,317
Sementes úmidas em polpa úmida, Kg/t	15,85
Sementes úmidas em polpa seca, Kg/t	71,34
Sementes secas em polpa úmida, Kg/t	23,78
Conteúdo de óleo nas sementes, %	40,00
Óleo na polpa seca, Kg/t	9,51
Ração em polpa seca, Kg/t	14,27
Conteúdo de proteína na ração, %	25,00

* FONTE: Boletim ITAL, set/74.

2.3 ANÁLISES QUÍMICAS.

Para que a indústria possa ter um perfeito controle sobre a qualidade, bem como a padronização, de seus produtos e subprodutos, devem ser realizados testes e análises químicas no laboratório da indústria como sólidos solúveis, acidez, teste de concentração, proporção sólidos solúveis/acidez, teores de minerais e pH, seguindo a metodologia e legislação vigente no País.

2.4 SECAGEM DO SUCO

Os sucos em pó podem ser encontrados no mercado do Reino Unido já há várias décadas, mas apenas recentemente, com a introdução da nova tecnologia, é que eles tornaram-se disponíveis em vários sabores e com uma qualidade melhor.

2.4.1 POLPA E CASCA DA LARANJA

A extração do suco de laranja industrial apresenta em média 30% de polpa. O suco resultante é clarificado primeiro por sistema de peneiras, com diferentes aberturas de malha, seguido de centrifugação, todas essas operações tem o intuito de reduzir o teor de polpa para 1 a 6%, em função de exigência do mercado consumidor (GASPARINO FILHO,1982).

O excedente de polpa pode ser incorporada ao bagaço e à casca destinando-as à fabricação de ração animal, ou ainda o uso desse subproduto como ingrediente na elaboração de produtos alimentícios, e produtos com característicos medicinais como por exemplo, para o aparelho digestivo, redução do colesterol e na proteção de doenças

cardíacas, conforme citado por (AGUIRRE FILHO & TRAVAGLINI, p. 158, 1987; PENTEADO, p. 281, 1981).

2.4.2 SECAGEM DA POLPA E CASCA DA LARANJA

No processo industrial de extração do suco de laranja, o extrato resultante apresenta aproximadamente 30% de polpa a qual é removida inicialmente em peneiras vibratórias e posteriormente nas centrífugas. Quando então, faz-se a classificação do suco em relação ao teor da polpa que é reduzido de 6 a 1%, levando-se em consideração as especificações do comprador.

A maior parte da polpa lavada é incorporada à casca e ao bagaço, e destinada à fabricação de ração animal. Utilização das fibras cítricas desidratadas atuam como coadjuvantes no processamento de produtos alimentícios, apresentando características medicinais na prevenção de doenças do aparelho digestivo, no abaixamento do nível de colesterol e na proteção das doenças cardíacas.

Hoje, existe um grande interesse das indústrias cítricas e de alimentos em geral para o aproveitamento dos diversos componentes de resíduos resultante da extração de sucos cítricos.

O processo de secagem da polpa e bagaço de laranja ocorre em duas etapas, a saber:

a) A prensagem foi feita num sistema de peneiras modelo UFC - 100 de FMC, constituída de uma espiral cilíndrica envolvida por tela com furos 0,020 polegadas de diâmetro, na qual o produto foi comprimido e calculado a percentagem da água removida em relação ao peso da polpa, com a finalidade de reduzir o teor de umidade da polpa e do bagaço da fruta (AGUIRRE FILHO & TRAVAGLINI, p. 160, 1987; ITAL, p. 160, 1987).

Após a prensagem é determinado a umidade da polpa prensada, segundo método analítico da AOAC e calculado o percentual de água removida em relação ao peso da polpa.

b) A secagem os ensaios foram feitos em três tipos de secador selecionados em testes preliminares efetuados para avaliar a viabilidade de utilização de cada equipamento, considerando-se basicamente as características da polpa e a possibilidade de redução da umidade para 10% a secagem em secador de bandejas perfuradas, descontínuo, com circulação tangencial de ar quente, aquecido por meio de resistências elétricas, e dotado de sistema automática para controle de temperatura. Esse tipo de secador vem sendo muito utilizado pelas indústrias no Brasil (ITAL, p. 60, 1987)

AGUIRRE & TRAVAGLINI, (p. 160, 1987), estudaram a secagem em cilindros rotativos aquecidos por injeção de vapor internamente, determinando a taxa de polpa seca expressa em Kg/h m³ de superfície útil. Bem como o secador-piloto pneumático, tipo " flash " e finalizando como a liofilização. Sendo que para a secagem da polpa prensada, o último foi considerado o mais adequado tecnicamente.

c) Moagem o material desidratado deve ser desintegrado em moinho de martelo TREU girando a 1450 r.p.m., dotado de peneira com furos de 1.15 mm de diâmetro, para uniformização da granulometria, em seguida o material passa por peneiras U.S.Sieve séries de números 35, 45, 70.

A fibra resultante da polpa e dos bagaços da laranja deve ser acondicionada em sacos de polietileno de 75 micro de espessura e armazenado em local seco.

As amostras desidratadas em secador pneumático foram pulverizadas em moinho martelo TREU a 1450 r.p.m. dotado de peneira com furos de 1,15mm de diâmetro. Obtiveram as seguintes características químicas da polpa resultante do suco de laranja, conforme TABELA 8

TABELA 8 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA POLPA SECA

DETERMINAÇÕES	
Umidade (%)	9,25
Proteína bruta (%)	7,10
Matéria graxa (%)	0,10
Fibra bruta (%)	21,00
Cinzas (%)	3,00
Açúcares redutores (%)	2,90
Pectina (g de pectato de cálcio/100g)	18,00
Sólidos solúveis (%)	13,60
Sólidos insolúveis (%)	77,15
pH (solução 2%)	4,4
Acidez (ml NaOH 1 N/100g)	10,5

FONTE: AGUIRRE & TRAVAGLINE, 1987

2.4.3. PROCESSO DE ATOMIZAÇÃO

Este processo de secagem de grande importância industrial e um dos mais sofisticados, teoricamente considerado complexo e baseia-se na aspersão do material líquido em contato paralelo ou contra corrente com ar quente, quando então remove quase toda a água sem afetar a qualidade do produto, ou seja, resultando num produto em pó. Este procedimento resulta numa grande área superficial e a evaporação da umidade é virtualmente instantânea (ARSDEL & COPLEY, p.151, 1963).

A principal consequência da rápida evaporação é a manutenção da temperatura da gotícula a níveis bem inferiores àquelas que causam danos aos produtos pelo calor e modificações nas propriedades do produto final (TRAGLINI,1981). Em função disso, vários estudos foram realizados para o encapsulamento e micro encapsulamento de diversos materiais alimentícios (KULMBACH, p.9, 1991). O objetivo do encapsulamento de determinados componentes e para modificar as suas características físicas e químicas e melhorar a sua tecnologia (KULBACH, p.9, 1991). Dependendo de cada veículo e tipo de produto a ser encapsulado seja ele sólido, líquido, diferentes espécies de métodos de encapsulmentos foram usados para o processo de atomização, exaustão e leito fluizado, todos de grande importância para a indústria de alimentos (KULMBACH, p.9, 1991).

Para a obtenção de produtos desidratados com propriedades desejáveis é necessário cuidadosa seleção e controle em todas as etapas do processamento, principalmente na secagem por atomização. Estas propriedades desejáveis incluem, entre outras o teor de umidade, densidade da partícula e do fluxo, distribuição das partículas, cor e solubilidade.

O processo de secagem por atomização co-corrente pode ser efetuado em três etapas, a saber:

1ª etapa: a operação consiste em dispersar os componentes do produto líquido em pequenas gotículas na torre de secagem do atomizador, onde o tempo de residência do material a ser desidratado permaneça o tempo necessário para o produto atingir a umidade desejada (PAUL,p.133, 1971).

2ª etapa: as partículas do produto desidratadas caem na parte inferior da atomizador onde são separadas, recuperadas e transportados junto com o ar quente até o ciclone.

3ª etapa: é recolhido o material desidratado do ciclone com uma umidade ao redor dos 8% e armazenado (PAUL, p.136, 1970).

Sistema de atomização contra corrente utiliza bicos pulverizadores, temperaturas variando de 100°C a 160°C . Sabe-se que uma entrada de ar nesta faixa de temperatura destrói completamente o produto sensível ao calor em frações de segundos. Mesmo quando, o ar de alimentação foi resfriado até 50°C da mesma forma irá alterar a eficiência da secagem, pois quando usado o sistema contracorrente, as partículas secas resultantes do processo apresentar-se-ão aglomeradas com uma crosta externa seca e a cavidade interna úmida (PAUL, p.127, 1975).

Entretanto, quando utilizado o método convencional de secagem por atomização obtém-se partículas uniformes.

Produtos granulados e esféricos com cavidades internas não evidenciando película externa como resultado final. A presença dessas cavidades facilitam a sua solubilização mesmo em água fria e sem deixar resíduos, aproximando-se de um produto instantaneizado.

A fim de se obter a estrutura desejada do produto desidratado, usando o sistema contra corrente, é necessário que na primeira etapa da desidratação do produto já forme um grão com teor de umidade elevada. É fundamental que nesse processo, o tempo de residência do material seja o suficiente para promover a secagem mantendo uma umidade relativamente alta para que não haja explosões costumeiras durante o processo. Nesta mesma etapa, as substâncias voláteis poderão ser recuperadas, transferindo-as para um sistema de lavagem e submetendo-as à nova desidratação.

Desta forma, no topo da torre de secagem, existe uma área com ar úmido saturado, que resultará na formação do produto seco e granulado, permitindo desta forma a recuperação das substâncias voláteis (BRENNAN, p.297, 1971; PAUL, p.128, 1971).

De acordo com o processo, o material líquido inicial é disperso em sentido oposto ao ar com o tamanho determinado pela gota e velocidade de alimentação de forma que, o diâmetro da torre de secagem esteja constantemente coberta com uma camada densa de material inicial. Desta forma, a fuga do material seco é eliminado

substancialmente e a umidade saturada do ar tem um contato íntimo com a densa chuva de gotas que reabsorvem os vapores e aromas levados para a atmosfera.

A diminuição gradual do preço é progressiva característica do processo. Ela promove a retenção da integridade, física e bioquímica do produto. É outro aspecto do progresso que um material de formação pré-seco que possua baixa umidade seja alimentado na base da torre (JAYARAMA, p.4, 1992; PAUL p. 128, 1971).

O ar secante deve ter um nível baixo de umidade com temperaturas e velocidades variáveis para cada caso. Desta maneira, a queda do material disperso e a altura da torre podem ser determinados em função do aumento da velocidade do ar secante. Portanto, o material disperso e o ar são mantidos em contato até atingir a porção mais alta da torre, o ar de saída apresentando uma umidade entre 65% e 95% de saturação. Sob tais condições, o material alcança o fundo da torre já no formato, e é então removido da torre.

O bico pulverizador para a formação das gotas se situam a distância de 2 a 10 metros em relação a base inferior do aparelho (VERRAL, p.212, 1982).

Tendo as gotas abaixo do topo da torre, um espaço é fornecido acima das mesmas para que o ar que não tenha contato com o produto e possa se misturar com a umidade do ar, assim as gotas só terão inicialmente contato com o ar úmido (PAUL, p.133, 1971).

A velocidade com que as gotas se movimentam variam de 0,1m/segundo a 3,0m/segundo. Além do aspecto prático, a baixa velocidade inicial na qual a partícula alimentada na atmosfera bastante úmida, contribue para minimizar o desenvolvimento de cargas elétricas entre as partículas e seus efeitos de deterioração no produto (SCHWARTZ, p.65, 1989).

Basicamente o processo independente do tamanho da partícula do material que vai secar. Entretanto tem sido constatado que, o limite inferior para o tamanho da gota seja em torno de 50 microns, pois em tamanhos abaixo deste material ocorrerá a

formação de cargas eletrostáticas entre os mesmos, que irão afetar diretamente na qualidade do produto final. Como regra geral, o tamanho da partícula não deve ser inferior a 200 microns, quando se deseja um produto com solubilidade instantânea, o tamanho da partícula não deve ser inferior a 400 ou 500 microns.

O ar secante que foi usado no processo não deve exceder os 8% de umidade, com uma temperatura dos gases mantida em 35°C, a umidade relativa do gás desumificado foi de 3 a 4%.

O tempo mais eficiente de desidratação foi de 70 segundos em uma torre com 50 microns e uma margem descendente de 0,65 m/segundo num equipamento com 4,5 microns de topo da torre. Devido a taxa elevada de frutose, glucose e sacarose o suco de laranja é altamente higroscópico. A temperatura do ar de entrada na torre e o ar de saída continha 10% de água por metro cúbico, chegando a 85% de saturação, levando em consideração a queda da temperatura causada pela vaporização. Para evaporar-se 1.000kg de água dos 1.110kg de suco de laranja alimentado um total de 100.000 metros cúbicos de ar foram necessários.

A parte diagonal da torre com 195 metros quadrados e um diâmetro maior de 15,75 metros quadrados. O ar entra tangencialmente na base da torre com auxílio de ventiladores através de uma linha de alimentação circular e com uma descarga de 30 a 60 metros quadrados, desta forma cerca de 115kg de suco desidratado com aproximadamente 7% de umidade que foi recuperado na base da torre com auxílio uma raspadeira (PAUL, p.126, 1970).

Em todos os casos, toda superfície de contato com o produto do equipamento deve ser construída com aço inoxidável e a usina de processamento deve obedecer aos padrões de higiene requeridos para produto desse tipo (BERNNAN, p. 298, 1971).

2.4.4 AGENTES DE ENCAPSULAMENTO

A etapa inicial para encapsular um componente alimentício é a seleção de um material adequado para envolvê-lo. O agente encapsulante, denominado por "concha" ou "parede" ou ainda "veículo" de acordo BAKAN (1978) citado por SHAHIDI & HAN (p. 507, 1993).

Um agente encapsulante ideal deve apresentar as seguintes propriedades:

- a) boa propriedade reológica numa concentração elevada e de fácil manipulação durante o processo de encapsulamento;
- b) Capacidade para dispersar ou emulsificar o material ativo e estabilizar a emulsão produzida;
- c) Não reagir com o seu material de encapsulamento, ambos durante o processamento e em armazenamento prolongado;
- d) Capacidade de selar e mantê-lo ativo dentro do material na sua estrutura durante o processamento ou no armazenamento;
- e) Liberação completa do solvente ou outros materiais que são usados durante o processo de encapsulamento e de secagem;
- f) Capacidade de proporcionar uma máxima proteção à atividade do material contra as condições do meio, como calor, luz e umidade;
- g) Solubilidade em solventes apropriados nos alimentos industriais, como água e etanol;
- h) Nenhuma reação química com o material ativo;
- i) Capacidade de encontrar um material ativo específico e de fácil solubilização;
- j) Deve ser uma substância econômica e de grau alimentício.

Em função das propriedades enumeradas para o encapsulamento, que na prática podem ser usados isoladamente ou em combinação com materiais antioxidantes, agentes quelantes e surfactantes, conforme citados na TABELA 9 .

TABELA 9 - VEÍCULOS PARA O ENCAPSULAMENTO DE COMPONENTES ALIMENTÍCIOS

CARBOIDRATOS:	amido, maltodextrinas, glucose, dextran, sacarose, ciclodextrinas.
CELULOSES:	Carboximetil celulose, metilcelulose, etilcelulose, nitrocelulose, acetilcelulose.
GOMAS:	goma acácia, agar, alginato de sódio, carregenana.
LIPÍDIOS:	parafina, cera, cera de abelha, ácido triesteárico, diglicérides, monoglicerides, óleos, gorduras.
PROTEÍNAS:	glúten, caseína, gelatina, albumina, hemoglobina, peptídeos.

FONTE: SHAHIDI & HAN, 1993

2.4.4.1 CARBOIDRATOS

Os carboidratos possuem a capacidade de absorver ou reter os voláteis do meio durante o processo de secagem. Essas propriedades fazem dos carboidratos um material mais utilizado principalmente no encapsulamento de aromas.

O mecanismo pelo qual os carboidratos retém os voláteis durante os processos de liofilização, atomização e extração envolvem principalmente as interações físicas.

Os processos mais usados para o encapsulamento dos aromas alimentícios são a atomização e extração. Ambos, dependem principalmente da obtenção do carboidrato como matriz de encapsulamento.

2.4.4.2 MALTODEXTRINA

A maltodextrina é um polissacarídeo constituído de α (1- 4) D-Glucose, com estrutura química semelhante ao do amido, é parcialmente hidrolisado e insolúvel em solução aquosa. Para ser denominado por maltodextrina deve ter uma dextrose equivalente (DE) < 20 (BOBBIO & BOBBIO, p. 55, 1989; REINECCIUS, p. 144, 1991).

A maltodextrina, não possui capacidade de reter totalmente os compostos voláteis durante o processo de atomização, a sua eficiência é de 65 a 80%. Segundo REINECCIUS & RISELT conforme citado por SHAHIDI & HAN (p. 508, 1993), a razão da pouca retenção por este agente de encapsulamento é freqüentemente citado como sua pré-capacidade de formar filmes.

O veículo de encapsulamento quando úmido, deve formar uma película ao redor da gotícula do material ativo, e eficazmente retê-los durante o processo de secagem enquanto perde a água. Considerando-se desde que, a maltodextrina não apresenta uma propriedade emulsionante, pois a pouca emulsão que produz resulta numa menor retenção de voláteis durante a secagem.

No entanto, atua como melhor protetor dos ingredientes encapsulados e meios permeáveis ao oxigênio.

2.4.4.3 CELULOSE

A celulose é um composto orgânico encontrado com maior frequência na natureza, e é o principal constituinte da parede celular dos vegetais superiores

responsável pela estrutura dos mesmos. Juntamente com alguns outros polisaturados inertes, a celulose constitui a fração de carboidratos não digerida pelo homem. No entanto, é de extrema importância para a dieta humana, fazendo parte das "fibras dietéticas", definidas como matéria vegetal resistente à digestão pelas secreções do trato intestinal (SHAHIDI & HAN, p. 512, 1993; BOBBIO & BOBBIO, p. 59, 1989).

É constituída somente de cadeias não ramificadas de D-Glucopirranose ligadas em β (1- 4), em número que varia de 100 a 200 resíduos. É insolúvel em água, em ácido e álcalis, solúvel apenas em solução amoniacal de hidróxido cúprico.

Em meio ácido, a celulose é parcialmente hidrolisada nas suas regiões amorfas formando os micro-cristais. Desta forma, nos alimentos na forma lipídica, aumenta o volume, sem no entanto contribuir para o número de calorias (BOBBIO & BOBBIO, p.59, 1989).

A celulose como um filme comestível para a conservação de alimentos e de outros componentes funcionais durante o processamento de alimentos tem despertado grande interesse nas pesquisas.

A permeabilidade da celulose pode ser modificada pela combinação com outros veículos de encapsulamento. Constatou-se que, a metil e hidroxipropil metil celulose misturada com os ácidos láurico, palmítico, esteárico e araquídico reduzem significativamente a velocidade de permeabilidade em relação a celulose livre de ácido graxo.

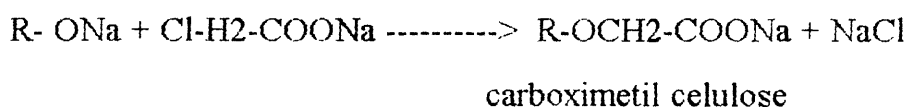
A celulose tem sido usada no encapsulamento de componentes alimentícios solúveis em água como os edulcorantes e compostos ácidos (SHAHIDI & HAN, p.512,1993).

2.4.4.4 CARBOXIMETIL CELULOSE - CMC

A Carboximetil celulose é preparada pelo tratamento da celulose com solução de hidróxido de sódio e monoclóro-acetato de sódio ($\text{Cl-CH}_2\text{-COONa}$), de acordo com a seguinte reação:



Tratando-se estas fibras com ($\text{Cl-CH}_2\text{-COONa}$) obtém-se a carboximetil celulose:



A presença de constituintes como o grupo $\text{-OH}_2\text{-COOH}$ na cadeia da celulose permite facilmente a penetração da água e confere ao produto maior solubilidade em água fria.

A viscosidade diminui, à medida que aumenta a temperatura, reversivelmente o CMC é estável entre pH 5 e 7, devido aos seus grupos carboxilar.

No entanto, precipita em pH inferior a 3,0, tem efeito marcante na atividade da água e é, principalmente com essa função que são usados em alimentos como espessante (BOBBIO & BOBBIO, p. 69, 1992).

2.4.4.5 FIBRA

A fibra, até 1950 não era explorada cientificamente. Entre 1950 e 1968 apareceram algumas observações empíricas associados talvez à sua ausência e certas epidemologias. Então, despertou o interesse pela menosprezada fração e com isso, atraiu inúmeras pesquisas (CAMPOS, p.169, 1989).

Recentemente, a fibras vegetais vêm ganhando cada vez mais atenção pelos pesquisadores, deixando de serem encaradas como mera substâncias inerte, designadas por fibra dietética. As fibras vegetais têm revelado que seus efeitos físicos, químicos e metabólicos alteram significativamente a função gastrointestinal (PENTEADO, p.281, 1981).

Atualmente, o consumo de fibras advém principalmente das frutas, hortaliças e grãos, enquanto que o pão e produtos derivados de cereais contribuem com apenas 13%.

A diminuição de fibras na dieta, concorre para a modificação do bolo fecal com variações químicas e microbianas, ressecamento, diminuição do volume e da frequência da defecação. Foi observado que, a população rural africana possui um transito intestinal médio de 35 a 45 horas, enquanto que população cuja alimentação é pobre em fibras, varia de 50 a 70 horas. Conclui-se que, a alimentação com pouca quantidade de fibra dificulta a função intestinal, relacionando-se patologicamente a doença diverticular (RENATO, p.283,1981).

A fibra dos alimentos é proveniente de paredes celulares vegetais, constituídos por uma mistura de lignina, celulose e polissacarídeos não celulósicos organizados em um arranjo supra-molecular e em várias proporções.

Apesar de ainda fomentário, o conhecimento do papel da fibra na alimentação vem permitindo seu uso, com êxito aceitável, no controle de várias situações

indesejáveis, tais como hiperlipidemia sévica, retardamento do TT (tempo de transito) alimentar e obesidade.

No ocidente, o consumo de fibra dos alimentos costuma variar entre 6 e 35g/dia, admitindo-se que o consumo inferior a 15g/dia é insuficiente para um bom desempenho gastrointestinal (CAMPOS, p. 171, 1989).

2.4.4.6 FIBRA DIETÉTICA

As fibras dietéticas são classicamente escritas como alimentos que resistem à digestão pelas enzimas digestivas humanas. É um termo genérico que inclui um número de substâncias e estrutura química característica e propriedades físicas únicas, e ainda os efeitos fisiológicos individuais com exceção da lignina, todos os materiais que são classificados como fibrosos são fermentados por bactérias. Os produtos desta fermentação são o hidrogênio, metano, dióxido de carbono e ácidos voláteis de cadeia curta como acético, propiônico, butírico e valérico (ROBERFROID, p. 747, 1990).

Os maiores constituintes das fibras dietéticas são os principais componentes da parede celular das plantas como a celulose, hemicelulose, substâncias pécticas e ligninas. Entretanto o termo "fibra dietética" tem incluído também os polissacarídeos naturais ou semi-sintéticos como as gomas, mucilagens e polissacarídeos de algas quimicamente modificadas.

O maior carboidrato de fibras sacarídeos são glucose, manose, galactose, xilose, arabinose, ramnose, fucose, ácido galacturônico e o glucorônico e em alguns casos esterres sulfotados. As principais razões para possuírem fibras nos alimentos são nutricionais, como agentes de baixa caloria e atuando diretamente sobre a saúde; tecnológico ou ambos. Sua concentração nos alimentos pode variar de pequenas porcentagens com a presença de gomas e algas até ao máximo de 10% com os polissacarídeos de plantas (ROBERFROID, p. 747, 1990).

Recentemente, a maioria das fibras dietéticas eram consumidas pela sua ocorrência natural em frutas, cereais ou vegetais e apenas algumas delas acrescidas aos alimentos, devido ao desenvolvimento da indústria alimentícia, e também ao reconhecimento da sua importância na saúde do homem e na medicina preventiva. Uma grande variedade de fibras dietéticas tem sido desenvolvida para serem acrescidas em produtos alimentícios industrializados, cerca de 80 produtos são utilizados como alimento nos Estados Unidos. Pelas mesmas razões, o uso comercial de fibras dietéticas devem aumentar em um futuro bem próximo, com pesquisas bem caracterizadas de novos produtos que possuam propriedades fisiológicas e ou tecnológicas (ANDRES, p. 40, 1987).

A legislação, classifica as fibras dietéticas como aditivos em alimentos.

A pergunta continua sendo, sobre o que constitui uma garantia dos produtos com fibras dietéticas sem o risco para o consumo humano (WAGNER, 1987).

Tanto as propriedades físicoquímicas de compostos como gomas ou algas em função da viscosidade, geleificação, ou o fator nutricional dificultam a interpretação científica dos efeitos observados em tais condições.

Ainda mais além, para se calcular o Consumo Diário (ADI) de tais dados como exemplo águas, goma de 0 - 125mg por Kg do peso do corpo a FAO/WHO e o comitê de peritos em aditivos em alimentos JECFA 1970, constataram cientificamente não ser necessário estabelecer um ADI para tais produtos, desde que os dados disponíveis indiquem que o consumo total do seu uso não representem danos à saúde (ROBERFROID, p. 748, 1990).

2.5 MERCADO DE CONSUMO

O mercado internacional para as misturas com a proporção variável dos sucos em pó de país para país. Que são menos populares na França do que EUA, mas os próprios sucos em pó são menos populares que o vinho ou a água mineral na França. Os fatores culturais influenciam significativamente em alguns mercados.

Misturas de suco em pó, são conhecidas no mercado Britânico há décadas, mas até recentemente uma série de sabores eram identificados e também havia o problema da boa qualidade. A fusão de um número de tecnologias recentes e a melhoria de técnicas de obtenção tem elevado esta qualidade.

As primeiras misturas de suco em pó foram vendidas inicialmente na virada do século e eram preparadas invariavelmente em lojas químicas.

Dois sucos típicos entre estes foram a limonada e o gengibirra. Talvez não tenha sido até o final da segunda guerra que se tornaram um produto da lista de alimentos manufaturadas. No Reino Unido, logo após a guerra os sucos foram regularizados. Por razões não definidas, o controle de sucos, foram excluídos das leis estabelecidas em 1964 (VERRALL, p.213, 1982).

De acordo com o Food and Drugs Acts são rotulados conforme a legislação de alimentos, que varia consideravelmente em cada país. Alguns países fazem a legislação de forma não específica, enquanto outros países cobrem as composições nos sucos em pó ou nos combinados e leis de suco de frutas. A posição CCE está de alguma forma ligada a legislação para sucos que inclui em os sucos prontos ou concentrados em pó.

Com a falta de respeito do CCE o Reino Unido tem tomado sérias considerações à inclusão do pó nas futuras regulamentações do Reino Unido. Sucos em pó não são necessariamente refrigerantes, como normalmente definidos pela

regulamentação britânica, em forma de pó. Eles podem ser, porém podem também ser análogos. Portanto o termo suco em pó, pode ser mal compreendido e talvez o termo mistura de bebida em pó, seja mais adequado (VERRALL, p. 211, 1982).

2.5.1 DESCRIÇÃO GERAL E USOS:

Misturas de suco em pó são destinadas para atenderem ao consumidor e à indústria para diversas finalidades. Também oferecem algumas vantagens determinantes sobre os líquidos e de algumas bebidas, como:

- A mais comum, é uma mistura pré-adoçada contendo todos os ingredientes. Para preparar o refresco o consumidor precisa reconstituí-lo com água gelada, conforme a orientação do fabricante. Existem algumas vantagens e benefícios do uso do suco em pó sobre os líquidos, que geralmente são vendidos em embalagens metálicas, de vidro ou plásticas (VERRALL, p. 213, 1982).

- Devido a característica das bebidas em pó, podem ser industrializadas, distribuídas e vendidas a custos menores do que o equivalente no varejo, do que os refrigerantes líquidos. Entretanto, o custo dependerá do volume comercializado (VERRALL, p. 213, 1982).

- Sendo que, bebidas em pó são praticamente isentas de água, quando embaladas ocupam pouco espaço e são de baixo peso, como exemplo podemos citar que 24 latas de refrigerantes com 250ml cada uma, perfazem um total de 8,5 litros de produto líquido pesando 9Kg.

- E a quantidade de bebidas em pó pré-adoçada elaborada para preparar um volume equivalente, à bebida líquida, pesa apenas 1,06kg. Também a embalagem para este produto desidratado ocupa apenas 1/15 do volume quando comparado aos refrigerantes em lata (FRUIT AND VEGETABLE JUICE PROCESSING, p.128, 1979).

- Além das vantagens de menor peso e espaço, as misturas em pó oferecem a vantagem de fazer desde um copo até volumes maiores, ou seja, de acordo com a necessidade do consumidor.

- Comparada aos sucos enlatados ou engarrafados às misturas em pó, podem ser armazenadas por períodos de até 2 anos sem perda da qualidade. Isto se dá porque os ingredientes sensíveis sabor e cor, são mantidos em atmosfera de baixa atividade, portanto não são predispostos à mudanças físicas ou químicas, as quais ocorrem em produtos líquidos. Além disso, a qualidade do sabor das misturas em pó, em geral melhor do que a de sucos enlatados, que devido ao processamento pelo calor, influenciam diretamente na qualidade e ainda o fator que o sabor pode se alterar mais rapidamente nos sucos líquidos do que nos misturados em pó (VERRALL, p. 213, 1982).

- As misturas em pó oferecem vantagens sobre as manufaturas e a distribuição sobre os líquidos. Uma vantagem óbvia é com relação ao peso e espaço, tornando o custo de armazenamento e transporte menos dispendioso do que o líquido. Outra vantagem é que devido a sua longa durabilidade a mistura pó pode ser industrializada muito antes da melhor época de consumo como para a demanda nos meses de verão (PAUL, p.155,1979).

- Misturas em pó são destinados à grandes massas, como por exemplo lanchonetes, escolas, hospitais. Essa misturas podem ser reconstituídas para o preparo de grandes quantidades, por exemplo 40 litros podem ser facilmente colocados em vasilhames especiais e mantidos sob refrigeração (PAUL, p.155,1979).

- Bebidas em pó representam produtos excelentes quanto aos micro-nutrientes como vitaminas e minerais. Muitas das vitaminas essenciais deterioram rapidamente no estado líquido e portanto não podem ser usados nos refrigerantes líquidos (VERRALL, p.214,1982).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Laranja pêra: adquirida no mercado local, em caixas de 40Kg.

3.1.2 Materiais complementares

a) Fibra natural : a casca e o bagaço da laranja desidratados em estufa com circulação de ar a 45°C até secagem completa, após resfriamento, foram moídos em moinho de facas e peneirados.

b) Carboximetil celulose - CMC, deve ser acrescentado 2 a 5% sobre a composição final do produto, com objetivo de enriquecer o suco com fibra.

c) Maltodextrina: produzido pela Refinação de Milho do Brasil, usado como veículo para o encapsulamento do suco de laranja por ocasião da secagem por atomização.

d) Amido de milho de Refinação de Milho Brasil.

3.1.3 Equipamentos

- 1) Descascador abrasivo Marca Verona, Tipo SO-S. FIGURA 3
- 2) Extrator de suco, Indústria Ince Ltda., escala laboratório.
- 3) Estufa com circulação do ar, Ind. FABBE Ltda., com aquecimento elétrico de 20 a 150°C. FIGURA 4
- 4) Moinho de faca, Ind. Marcení Model TE 020. FIGURA 5
- 5) Série de peneiras (0,71mm (24 mash), 0,50mm (32mesh) e 35mm(42 MESH) FIGURA 5
- 6) Emulgador, FIGURA 6 - marca - ZENITH
- 7) Atomizador, tipo LZ 1S, fluxo co-corrente, capacidade de secagem 2a 6kg/h., fabricado pela indústria WERKE KARLSRUHE, Alemanha, ver FIGURA nº 7
- 8) Seladora, marca - Automatess.
- 9) Balança semi-analítica, marca - NAGEMA
- 10) Balança analítica, marca - MEHLER
- 11) Balança de uso comercial, 100g e 15Kg, da Filizola
- 12) Vidrarias de laboratório para as análises físico-químicas, e demais equipamentos auxiliares que foram necessários durante a realização do trabalho.



FIGURA 3. DESCASCADOR ABRASIVO



FIGURA 4. ESTUFA COM CIRCULAÇÃO DO AR



FIGURA 5. MOINHO DE FACA



FIGURA 6. EMULGADOR

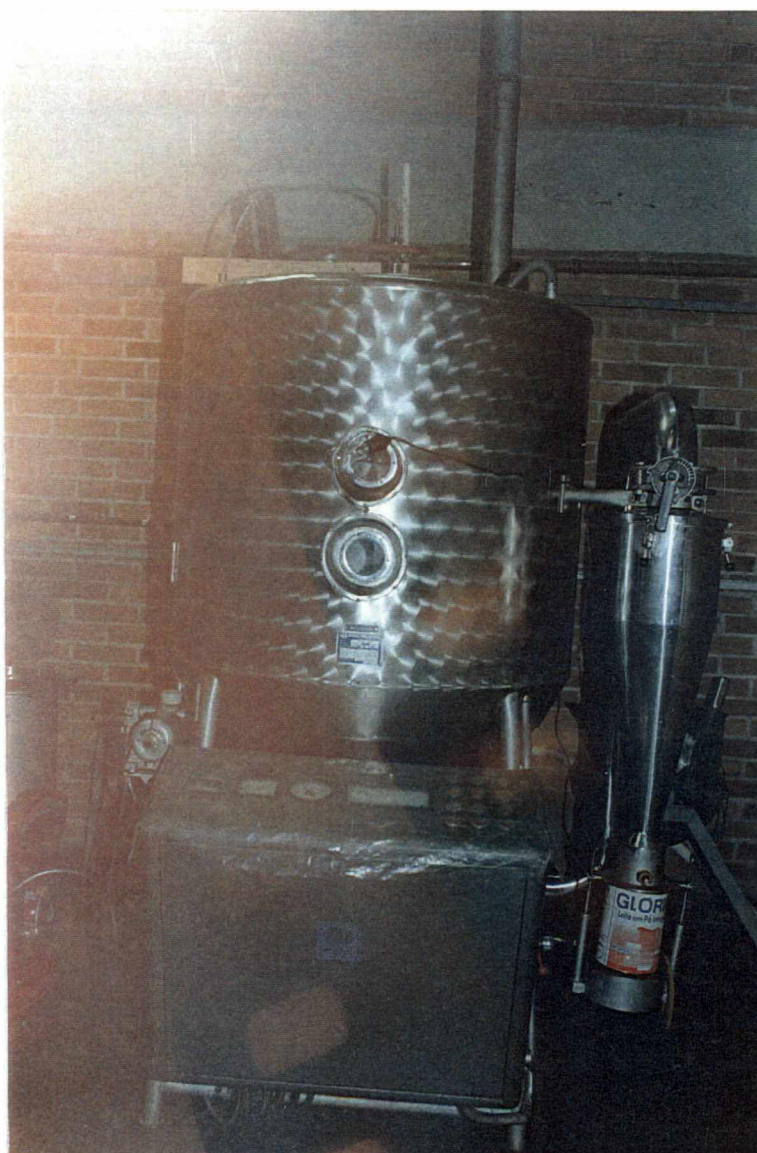


FIGURA 7. ATOMIZADOR

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Preparo do suco elaborado conforme o fluxograma apresentado na FIGURA 8

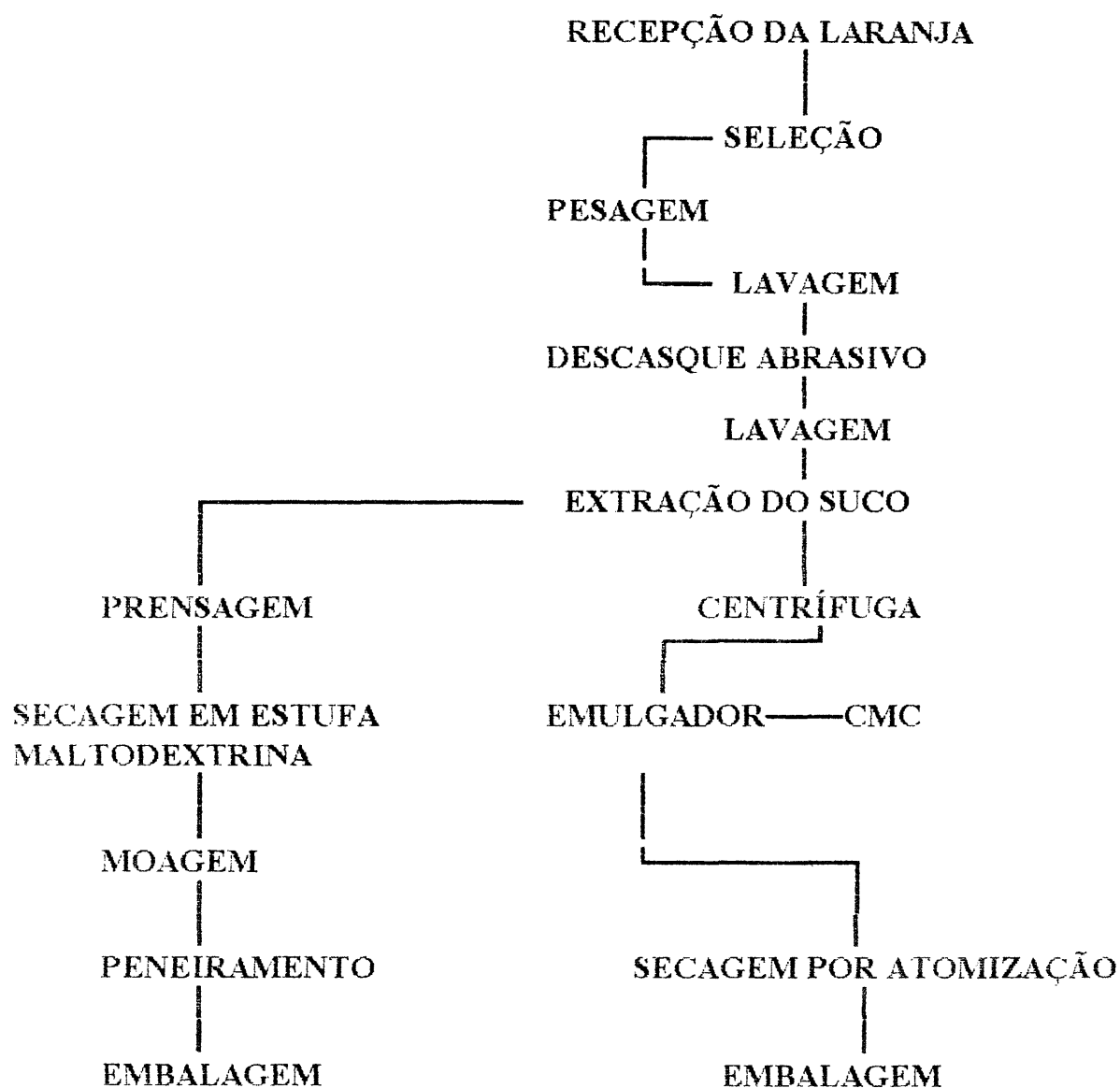


FIGURA 8 - FLUXOGRAMA DE ELABORAÇÃO DO SUCO DE LARANJA DESIDRATADO EM ESCALA PILOTO

3.2.2 AS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO SUCO "TN NATURA"

Deve ser feita uma análise preliminar para determinar a vitamina C, por esta se oxidar rapidamente depois da extração do suco.

$$\text{a) Vitamina C} = \frac{\text{mg/100ml} = A \times F \times V \times 0,8806 \times 100}{V_1 \times V_2} \text{ determinada por}$$

titulação através do método iodométrico (JAOAC, p. 1248, 1965).

onde:

A= número de ml de iodo 0,01N gasto na titulação da amostra.

F= fator da solução de iodo 0,01N

V= volume do balão volumétrico em que foi dissolvida a amostra.

V₁= volume de amostra separada para a análise.

V₂= volume de solução da amostra usada na titulação.

b) Acidez real ou pH: obtido pelo método potenciométrico conforme FOOD PROCESSING(p.4,1994)

c) Acidez total em gramas de ácido cítrico, 100ml, obtida pelo método de titulométrico conforme (VANDERCOOK, p. 482, 1975) e calculado através da seguinte equação:

$$\text{Acidez total} = \frac{A \times F \times 0,6402}{V}$$

onde:

A= Número de ml de NaOH 0,1N gasto na titulação

F= fator da solução de NaOH 0,1N

V= volume de amostra

d) BRUX a 20°C : obtido pelo sacarímetro aferido a 20°C conforme (AHMED, p. 50, 1994).

e) Sólidos totais: obtido por calcinação mufla conforme método descrito no (IDRIS, p. 295, 1984).

$$\text{sólidos totais (g/100ml)} = \frac{A \times 100}{V}$$

onde:

A= peso do resíduo

V= volume da amostra

e) Relação BRUX/Acidez total: determinada por cálculo, dividindo-se o ° Brix obtido pelo valor da acidez total em g/100ml.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o fluxograma operacional apresentado na FIGURA 8 para a elaboração do suco de laranja desidratado, tem-se:

4.1 RECEPÇÃO DAS FRUTAS

Durante a recepção da matéria prima no laboratório, foram feitas: seleção e pesagem.

a) Seleção: as laranjas passaram por um processo seletivo rigoroso, permanecendo somente as frutas sadias e maduras, que constituíram a matéria prima para elaboração do suco.

b) Pesagem: realizada em balança comercial quando então obteve-se uma média por fruta de 108g. Na mesma espécie cultivada no Paraná, no período de 1984 a 1990, porém com a mesma variedade Florida o peso médio foi 151g/laranja (IAPAR, p. 94, 1992), os dados das médias obtidas que podem ser observadas na TABELA 10.

c) Lavagem: as frutas foram lavadas sob torneira elétrica, com água aquecida a 35°C + 2°C, seguida de água fria removendo desta forma as impurezas e sujidades da casca. Depois então permaneceram imersas em água durante 24, 36, 48 e 72 horas com a finalidade de reduzir o óleo essencial e o sabor amargo da laranja. Após vários testes, constatou-se ser desnecessário os longos períodos de imersão. Em função disso, optou-se apenas pela lavagem sem imersão, o mesmo procedimento realizado por MORETTI (p.16, 1984).

4.1.1 DESCASQUE

As frutas foram descascadas em descascador abrasivo, onde foi removido o filme externo da casca de coloração amarelada onde está contido o óleo essencial.

4.1.2 EXTRAÇÃO DO SUCO

O suco extraído, em extrator específico, apartir de laranjas adquiridas no mercado consumidor, após selecionadas e lavadas, foram descascadas em descascador abrasivo. Feita a extração do suco, o mesmo foi passado por peneira de 0,50 mm, para separar as partes maiores do bagaço que permaneceu no suco durante a extração. E em seguida determinado o teor de polpa final do suco da laranja, conforme consta na TABELA 10.

TABELA 10 - MÉDIA DOS RENDIMENTOS DA LARANJA PÊRA

(*)PESO g	SUCO	BAGAÇO E POLPA	SEMENTE
	%	%	%
105	50	44	6,0
109	52	43	5,0
108	52	44	4,0
110	54	43	3,0

(*) peso médio de 4 lotes com média de 10 laranjas cada um.

O suco extraído apartir de laranjas adquiridas no mercado consumidor, após selecionadas e lavadas manualmente, foram descascadas em descascador abrasivo. Feita a extração do suco e centrifugado, obtendo-se então o suco e bagaço, parte da polpa com sementes.

4.1.3 SECAGEM DA FIBRA NATURAL

A secagem da polpa e da casca de laranja, residuo da extração do suco, feita em estufa com circulação de ar a 45°C durante 24 horas, até atingir os 10% + 1%, de umidade.

O material seco, foi moído em moinho de facas dotado de peneira com furos de 1,15 mm de diâmetro. O produto moído e peneirado numa série de peneiras com malha 0,71 mm (24 mesh), 0,50 mm (32 mesh) e 0,35 mm (42mesh), para uniformizar a granulometria. O material resultante, foi então armazenado em sacos de plástico, selados estocados em local seco. Após a secagem e moagem resultou numa fibra natural, que posteriormente deverá ser incorporada ao suco de laranja.

4.1.4 PREPARO DO SUCO COM AS FIBRAS

Foram adicionadas ao suco, em recipiente de inox graduado, homogenizado com auxílio de um emulgador, os seguintes materiais:

a) Maltodextrina: a adição desse material na mistura tem como objetivo evitar a formação do estado vítrio, e foram vários testes elaborados para determinar a quantidade, o valor

ideal de matodextrina a ser incorporado à mistura, para se obter uma secagem eficiente do produto final.

b) Carboximetil celulose - CMC, por tratar-se de um produto inócuo foi adicionado com a finalidade de aumentar o teor de fibras na mistura do suco de laranja.

c) Fibra da laranja: foi acrescentada ao suco com a finalidade do CMC, sendo este rico em celulose.

4.1.5 SECAGEM POR ATOMIZAÇÃO

A mistura conduzida ao atomizador por bomba peristáltica onde foi feita a secagem do produto.

4.1.6 EMBALAGEM

O produto final em pó foi armazenado em vidros.

4.2. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS DO SUCO DE LARANJA

Foram determinadas as análises físico-químicas do suco de laranja em triplicata seguindo a metodologia citado em Materiais e Métodos item 3, obtendo-se os resultados de acordo com a TABELA 11.

TABELA 11 - COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICAS DE SUCO DE LARANJA CLARIFICADO.

ANÁLISE	SUCO DE LARANJA PÊRA
Vitamina C	41,0 mg/100 ml
Acidez Real (pH)	3,2
Acidez Total	0,90%
BRIX a 20° C	9,0
Relação SS/Acidez total	10,71
Sólidos Totais	9,86
Umidade	90,14

O valor médio obtido por GRANDALL et al (p. 107, 1983) para o rendimento de suco foi de 52% obtiveram uma variação de 45 a 75% e 55% pelo IAPAR (p.94,1992).

A relação BRIX SS/acidez encontrado no presente trabalho foi de 11,7, os valores compilados por BERRY et alli (p. 88, 1983) foi de 8 a 12 para a variedade valência, para a variedade pêra foi de 11,2 pelo IAPAR (p. 94, 1992). Portanto, o valor obtido foi igual ao encontrado na literatura consultada.

4.3 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO ATOMIZADOR

Uma das etapas mais delicadas do rabalho levou muito tempo até se chegar às condições ideais de operação do equipamento, para obter bom rendimento e boa qualidade de produto final. Após alguns testes foram fixados as seguintes condições de operação do atomizador:

Vazão de alimentação do produto	=125g/min.
Temperatura de entrada de ar de secagem	= 200 ± 10°C
Temperatura de saída do ar secagen	= 85 ± 5°C

Ar de atomização	= 1,4 Kg/cm ²
Ar de secagem	= 150Nm ³ /h

4.3.1 A OTIMIZAÇÃO DOS ADITIVOS

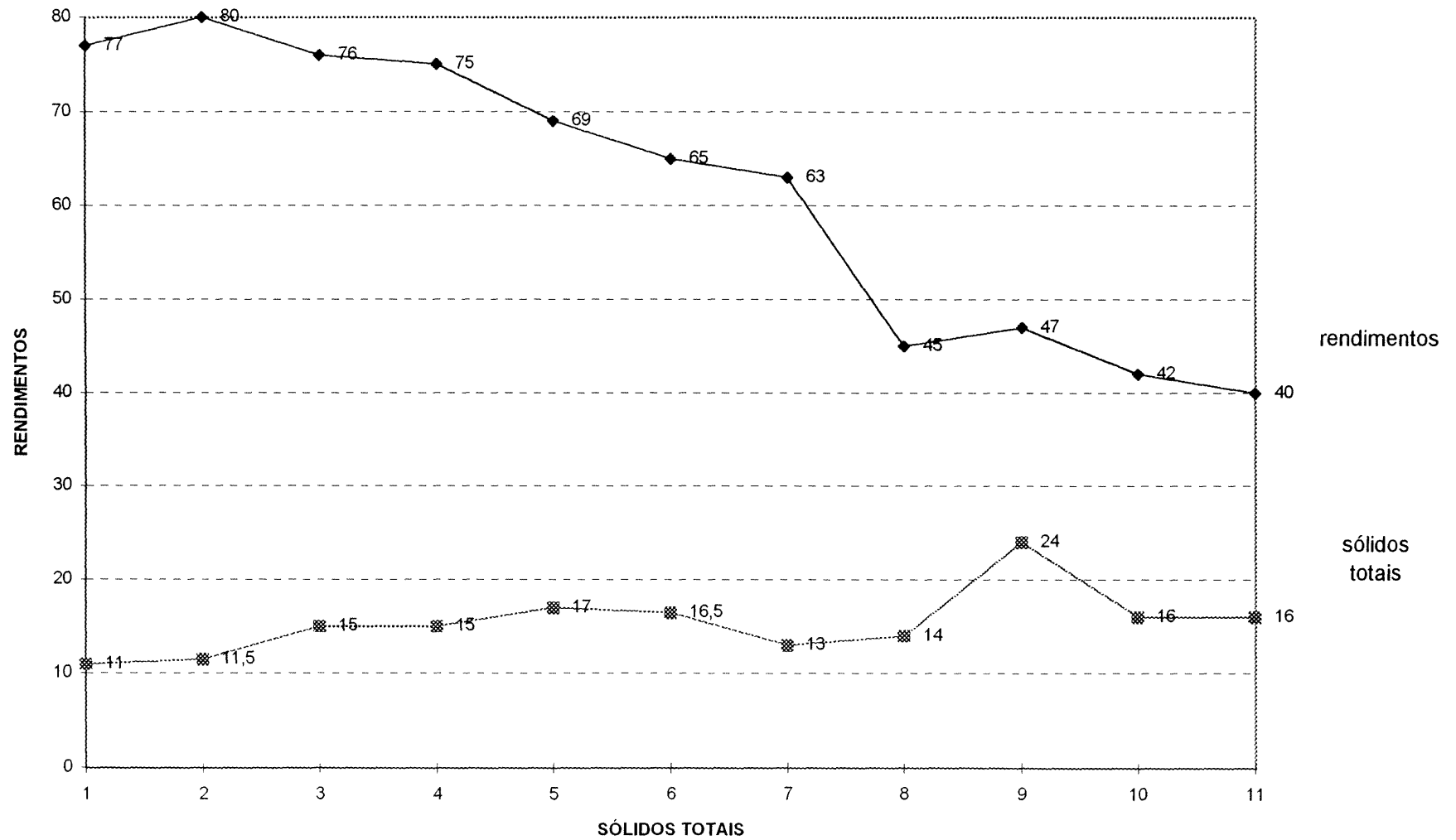
A desidratação do suco de laranja, sem veículo para o encapsulamento não foi possível de obter o suco em pó. Em se tratando de um produto de natureza termoplástica e higroscópica, a temperatura elevada pode entrar em estado vítrio, pois numa variação brusca de temperatura, onde o produto forma gotículas com uma película externa seca e internamente mantém-se consequentemente a secagem não completa provocando perdas durante o processo de secagem, segundo (BRENNAN, p. 299, 1971).

Para obter uma desidratação eficiente do suco de laranja, foi realizado neste trabalho o encapsulamento com o amido, matodextrina, cmc, e polpa pulverizada. Foram realizados um total de 11 (onze) testes, variando as quantidades dos veículos de encapsulamento e de fibras, conforme pode ser constatado na TABELA 12 e FIGURA 9.

TABELA 12. Fibras e Amido acrescidos ao suco clarificado

Componente s	% - g	% - g	% - g	% - g	% - g	% - g	% - g	% - g	% - g	% - g	% - g
Amostra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Suco, l.	2	3,5	1,5	2,0	3,0	4,0	3,5	4	4,5	6	5,5
Amido	10 - 200	10 - 350	15 - 150	10 - 200	8	8 - 320	10 - 350	7,0 - 210	-	-	-
Malte. Dextrina, %	-	-	-	-	-	4 - 160	3 - 105	3 - 90	10 - 450	8 - 320	8 - 440
CMC , %	3 - 60	3 - 105	5 - 75	2 - 40	3	2 - 80	2 - 70	2,5 - 87,5	2,5 - 112,5	2,5 - 100	2,0 - 110
Polpa de laranja Pulverizada, %	3 - 60	3 - 105	4	2 - 80	2 - 70	2,5 - 8,75	2 - 70	2,5 - 8,75	2,5 - 112,5	1,0 - 40	1,0 - 55
Solidos Totais, %	16	16	24	14	13	16,5	17	15	15	11,5	11

GRÁFICO DO RENDIMENTO DO PRODUTO ATOMIZADO



Foi a mistura ideal para evitar formação do estado vítrio, e obter um produto final de boa qualidade.

Valores estes obtidos experimentalmente após várias tentativas da desidratação do suco de laranja acrescido de fibra.

Ainda na TABELA 12, as amostras de 1 a 5, que foram desidratadas sem o uso da maltodextrina, apenas com o amido, CMC e a polpa pulverizada. Pode ser observado que a amostra 3, contendo 24% de sólidos totais, a sua secagem foi dificultada em função do teor elevado de sólidos presente, resultando num baixo rendimento.

O baixo rendimento, obtido durante a desidratação do suco nas condições das amostras 1 a 5 foi provavelmente devido a pouca altura na torre de secagem e da acidez do suco de laranja, que provocou o hidrólise do amido, liberando a glucose. Ocorrendo portanto a vitrificação.

Em função desse fato, parte do amido foi substituído por maltodextrina, nas amostras 6 a 8. Nas quais, foi verificado que o comportamento durante a secagem foi melhor, proporcionando uma melhor solubilidade no produto final, porém o sabor característico de amido ainda permanece.

Nas amostras 9 a 11, não foi utilizado o amido como coadjuvante da secagem, permanecendo a maltodextrina, CMC e a polpa pulverizada. Sendo que chegou-se a um ótimo resultado para a secagem por amotinação e solubilidade do produto final.

Ainda nesse grupo de amostras, pode ser observado a redução do teor de polpa pulverização de 2,5 para 1%. Essa redução se deu devido a alta higroscopicidade e termoplasticidade, alteração de sabor e maior número de sólidos em suspensão, além da turbidez indesejável do produto final.

Em função do exposto, a amostra 11 acrescida de 8% de maltodextrina, 2% de CMC e 1% de polpa pulverizada, perfazendo 11% de sólidos totais foi considerada a melhor.

5 CONCLUSÃO

1. O uso do amido, como coadjuvante da secagem, resultou num produto com baixa solubilização e de sabor acentuado de amido.
2. A mistura de 15% de amido, 5% de CMC e 3% de polpa pulverizada, perfazendo um total de 24% de sólidos totais, provocou a vitrificação no produto final e conseqüentemente num baixo rendimento.
3. A substituição de parte do amido por maltodextrina, melhorou em parte a solubilidade do produto final, porém ainda não foi a ideal.
4. O teor de sólidos totais ideal encontrado para a desidratação do suco de laranja foi de 11%.
5. A proporção ideal dos aditivos, utilizados como veículo de encapsulamento e de incorporação de fibras, adicionado ao suco de laranja para auxiliar na desidratação encontrada foi de 8% de maltodextrina, 2% de CMC e 1% de polpa pulverizada.

SUGESTÃO

Incorporada a polpa da laranja finamente moída, sem desidrata-la, no suco juntamente com os agentes encapsulados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AGUIRRE, José Mauricio; TRAVAGLINI, Decio Antonio. **Secagem de polpa resultante da extração do suco de laranja**: Coletânea do ITAL, Campinas, v. 17, n 2, p. 157-166, jul/dez. 1987.
- 2 AHMED, A. A study of the physico-chemical characteristics of kinnow juice concm: **Fruit Processing** v.4, n. 2, p. 50-52, 1994.
- 3 ANDRES, Cal. Dietary fiber research addresses intake sources: health benefits, **Food Processing**, nov. 1987.
- 4 ARSDEL, Wallace B.; COPLEY, Michael J. **Food dehydration**: Westport: Avi, 1963. v.1 p. 151-184
- 5 BOBBIO, F.O. ; BOBBIO, Paulo A. **Química de Alimentos**: 2. ed., São Paulo: Verela, 1989. p. 231
- 6 BOBBIO, Paulo A.; BOBBIO, Florinda. **Química do processamento de Alimentos**, 2. ed., São Paulo: [s.n.], 1992.
- 7 BREALEY, Orlando. **Aroma e compostos voláteis na laranja**: Campinas, 1972. Tese, UNICAMP.
- 8 BRENNAN, J.G.; HERRERA, J.; JOWITT, R.A. Study of some affecting the spray drying of concentrated orange juice, on a laboratory scale, **Journal Food tecnology**,n.6, p. 299-307, 1971.
- 9 CAMPOS, Maria Aparecida. **Fibra e Nutrição: Boletim SBCTA**, Campinas v. 22, n. 3/4, p. 167-171, jul./dez. 1989.
- 10 CHANDLER, B.V. Fruit juice review 5: **Food Australia** v. 42, n.10 - october, 1990.
- 11 CHANDLER, B.V. Fruit juice review: **Food Australia** v.43, n.1 - january, 1991.

- 12 CHANG, M.C.; MORRIS, W.C. Effect of heat treatments on chemical analysis of dietary fiber: **Journal of Food Science**, v.55, n. 6, p. 1647-50.
- 13 MATERIAIS e métodos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.14, n.1, p. 37-45, jan./jun. 1994.
- 14 DUNNE, Lavon J. **Nutrition almanac**: 3. ed., New York: Mac Graw Hill, 1990. p. 286
- 15 DUXBURY, Dean D. Dietary fiber many sources: multi functional. **Food Processing**, p.136-139, May 1991.
- 16 ELABORAÇÃO de Sucos Concentrados. **Revista de Tecnologia das Bebidas**, n. 7, p. 52-59, 1966.
- 17 EL-NEME, S.E. The chemical Composition of the juice and seeds of pomegrante fruits: **Fruit Processing**, v. 2, p.162-164, Nov.1992.
- 18 ALIMENTOS processados. **Estudos economicos**, campinas n 21, p.1-7, 1989,
- 19 FAIRBRANKS, Marcelo. **Laranja pesquisa nova nota de concentração: Química e Derivados**, p. 8-14, jan./fev., 1992.
- 20 FIGUEIREDO, Iovaldo Bueno.; TOCCHINI, Rogério P.; BORDONI, Leila C.A.G. Observações sobre os Componentes Voláteis e Alterações Organolépticas em sucos concentrados de laranja pêra: **Boletim do ITAL** v. 16, n.2, p. 191-207, 1979.
- 21 GIELFRICH, M.L. Determination of vitamin C: **Sciences - Agronomiques - Rennes**, p. 53-59, 1975.
- 22 GILLIES, M.T. **Soft drink manufacture**: Noyes data corporation, London: [s.n.], 1973.
- 23 GUTTERSON, Milton. Production of citrus juices countercurrent extraction: Fruit juice tecnology, **Food Processing Review**, n.19, p. 6-15, 1970.

- 24 HANSMANN, C.F.; NOORT, Van G. An experimental fruit dehydration system: **Dryng Technology**, v.10, n.2, p. 491-508, 1992.
- 25 HOUGHTON, H.W. **The comminuted citrus base** [s.n.]: [s.n.]. p. 123-163.
- 26 HOVOVITZ, César. Uso de condimentos e especiarias encapsulados: **Boletim SBCTA**, Campinas v. 24, n. 3/4, p. 131-133, jul/dez. 1990.
- 27 IDRIS, M., KHAN-DA, CHAUDHRY. MI, **Evaluation Studies of Some Sweet orange varieties**, v. 22, n. 4, p. 295-300, 1984.
- 28 INTERNATIONAL FRUIT WORLD. Florida Citrus: Cood and expensive, **International Fruit World**, v.3, p. 295-30,1992.
- 29 INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **A citricultura no Paraná**. Londrina, 1992. 288p
- 30 JAYARAMA, K.S.; GUPTA, D.K. Dehydration of fruits and vegetables: Recent developemento in Pi-inciples and techniques. **Dryng Technology**, v.10, n.1, p. 1-50,1992.
- 31 JOURNAL OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL INALYTICAL CHEMISTS, **Determination of total sugars, refucing sugar, total acidily**, JAOAC, v. 58, n. 3, p. 482- 487, 1975.
- 32 KIMBALL, Dan A. **A cids in citrus juices**: Citrus processing quality control & technology. New York: [s.n.], p. 34-54, 1991.
- 33 KIMBALL, Dan A. **The Brix/acid ratio**: Ratio citrus processing quality control & technology. New York: [s.n.], p. 55-64, 1991.
- 34 KIRBY, C.J.; RIGBY, Whittle N. Stabilization of ascorbic acid by microencapsulation: **International Journal of Food Science and Technology** p. 437-449, 1991.
- 35 KIRSCHMANN, Jhon D. **Nutrition almanac**. New York: Mc Graw Hill, p. 279, 1979.

- 36 LARA, José C.C.; GALVÃO, Leila Abel. **Obtenção de suco concentrado de laranja** a partir de variedades precoces, n. 53, set./ out. 1977.
- 37 LOHMANN, R.F. pastor et chassilmannc: le dosage des fibras alimentares totales dans les aliments dretetiques. **Ann Fals Exp. Chim.** v. 84, n. 894, p. 11-19, janvier 1991.
- 38 MAIA, Maria Lúcia. **Citricultura Paulista: Evolução, estrutura e acordos de preços.** Campinas: UNICAMP - 1991.
- 39 MORETTI, Vasco Antonio.; VIEIRA, Manuel Carmo. **Demanda externa por suco de laranja congelado concentrado do Brasil: Estudos econômicos - Alimentos Processados,** Campinas n. 21, p. 1 - 2, 1989.
- 40 MORETTI. **Suco cítrico concentrado e congelado:** Campinas: Faculdade de Eng. de Alimentos e Agrícola, UNICAMP, Campinas, p. 6-9, 1984.
- 41 PAUL, J.K. **Countercurrent spray drying:** Fruit and Vegetable Juice Processing, noyes data corporation, p. 126-157, London, [s.n.], 1975.
- 42 PENTEADO, Roberto Luiz Bruno. Fibras vegetais na alimentação humana: **Boletim SBCTA,** Campinas v.15 n.3, p. 279-302, jul/set.1981.
- 43 PRODUÇÃO de Suco de laranja concentrado. Curitiba: **CEAG,** [198], p.37
- 44 RANGANNA, S.; GOVINDARAJAN, V.S.; RAMANA, K.V.R. **Citrus fruits - varieties chemistay: technology, and quality evalvation, chemistry technology, and quality evaluation.** CRC Critical Review in Food Science and Nutrition, v. 18, n. 4, p. 313-316, 1965.
- 45 REINECCIUS, G.A. Carbohydrates for flovor encapsulatione: **Food Technology,** v.46, n 3, p. 144, 1991.
- 46 ROBERFROID, M. **Toxicological evalnation of dietary fibre,** Fd. chem. Toxic, v. 28, n.11, p. 747-749, 1990
- 47 ROCHA, Seny Santos. O mercado de sucos e as novidades da indústria: **Alimentos e Tecnologia,** n. 12, p. 11 - 12, Nov. 1986.

- 48 RODOLFO, Guillermo. **Efeitos termicos da secagem em spray**. Campinas, 1976. (Dissertação) Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.
- 49 SAVITCI, Laura A.; GASPAINO FILHO, José; MORETTI, Vasco Antonio. Indústria de suco de laranja: Otimização dos empreendimentos, envolvendo três escalas de produção. **Coletânea ITAL**, v. 21, n. 1, p. 121-149.
- 50 SCHWARTZ, Marcos. Spray drying factores affecting food arome renleution: **Alimentos** v. 14, n. 4, p. 65-67, 1989.
- 51 SCHWARTZ, Marcos M. **Spray drymg FaCtors affecting food arome retention**, Alimentos, v. 14, n. 4, p. 65-67, 1989.
- 52 SHAHIDI, F. ; HAN X. Q. . **Encapsulation of food ingredients: Critical Review**, **Food Science and Nutrition**, v.33, n 6, p. 501-547, 1993.
- 53 SOUZA JUNIOR, Antonio José. Considerações sobre o aproveitamento das sementes de citros: **Boletim ITAL**, n. 39, p. 03-22, set. 1974.
- 54 SOUZA JUNIOR, Antonio José. **Indústria cítrica no Brasil**: Boletim do ITAL, n. 39, p. 71-79, set. 1974.
- 55 TELXEIRA NETO, Rodrigo Otávio. Quast dietrichg: Recuperação de solidos solúveis de residuo de laranja, **Boletim do ITAL**, n. 49, p.179-200, jan/fev. 1977.
- 56 TOCCHINI, Rogério Perujo; FERREIRA, Vera Lúcia; SHIROSE, Issao. Fatores que afetam a qualidade do suco concentrado pasteurizado de laranja cultivar pêra: **Boletim do ITAL**, v. 16, n. 03, p. 325, 1979.
- 57 TORNIC, Horácio E. A importância da concentração: **Alimentos & Tecnologia**, n. 8, p. 10 - 11, 1986.
- 58 TRAVAGLINI, Decio A. **Secagem em "spray drier"**: Curso de alimentos desidratados, Campinas: ITAL, p. 221-222, 1981.
- 59 VERRALL, R. P. **Powdered soft drink mixes**: developments in soft drinks technology, London: [s.n.], 1982. p. 211 - 231

- 60 VITALI, Alfredo de Almeida. **Componente reológico de suco de laranja concentrado** São Paulo: USP, 1981. p. 54-60
- 61 VITALI, Alfredo de Almeida; RAO, Mentreddi A.; BRUNELLO, Giovanni. **Effecto of temperature and pulp content on flow properties of low-pulp concentrated orange juice: Ciência e tecnologia de alimentos -** Campinas, v. 6, n. 2, p. 163-173.
- 62 WALDER, Júlio M.M.; HOELCSTRA, Ruth M.S.; ANDRADE, Dalton F. **Radiação gama na conservação do suco concentrado de laranja: Boletim SBCTA**, v.27, n. 2, p. 96-104, jul/dez. 1993.
- 63 WORLD'S largest Citrus industry. **International Fruit World**, v.2, p. 43-45, 1992.
- 64 ZANGELMI, Antonio Celso. **Mercado internacional para produtos de frutas cítricas**: Organization of the United States, 31 Março 1969.