

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

35  
SUCO DE ABACAXI DESIDRATADO  
APLICAÇÃO DO PROCESSO FOAM-MAT DRYING

*Antonio Carlos Boness Pinto Silva*  
Engenheiro Químico

Orientador:

*Prof. Ottilio Gaernelli*

Tese apresentada à Faculdade de Tecnologia de Alimentos da  
Universidade Estadual de Campinas  
para obtenção do título de Mestre em Ciências de Alimentos

*Dedico este trabalho aos meus  
pais, precursores das metas  
atingidas.*

# C O N T E Ú D O

	página
RESUMO . . . . .	1
SUMMARY . . . . .	3
1. INTRODUÇÃO . . . . .	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA . . . . .	6
3. CONCEITOS GERAIS . . . . .	10
3.1 Considerações gerais sobre a fruta . . . . .	10
3.2 Sobre o processamento. . . . .	16
4. MATERIAIS E MÉTODOS . . . . .	27
4.1. <i>Materiais</i> . . . . .	27
4.2. <i>Métodos</i> . . . . .	31
4.2.1. <i>Matéria prima utilizada: processos de ob</i> <i>tenção do suco concentrado.</i> . . . . .	31
4.2.2. <i>Pesquisas sobre agentes emulsificantes</i> . . . . .	37
<i>Influência de fatores diversos, como:</i> . . . . .	
- <i>emulsificante e percentagem utilizada</i> . . . . .	
- <i>tempo de agitação</i> . . . . .	
- <i>temperatura de agitação</i> . . . . .	
- <i>velocidade de agitação</i> . . . . .	
<i>Refere tes a diversas concentrações de sô</i> <i>lidos solúveis e modalidade de suco uti</i> <i>lizado, na formação de espuma e sua estã</i> <i>bilidade.</i> . . . . .	
4.2.3. <i>Pesquisas sobre condições de secagem.</i> . . . .	57
<i>fatores considerados:</i> . . . . .	
- <i>emulsificante utilizado e percentagem</i> . . . . .	
- <i>espessura da camada da espuma</i> . . . . .	
- <i>temperatura e tempo de secagem</i> . . . . .	
4.2.4. <i>Reconstituição do suco a partir do produ</i> <i>to obtido: testes degustativos</i> . . . . .	63
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES . . . . .	65
6. CONSIDERAÇÕES : ESTOCAGEM E EMBALAGEM . . . . .	70
7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES . . . . .	72
8. BIBLIOGRAFIA. . . . .	81
9. AGRADECIMENTOS. . . . .	84

## R E S U M O

Procurou-se, neste trabalho, aplicar ao abacaxi da variedade Smooth Cayenne, na forma de suco concentrado, as técnicas do processo de desidratação foam-mat, operando-se com variáveis diversas, utilizando-se das mesmas, a fim de nas condições empregadas, de operação, encontrar-se uma via viável, praticamente.

Partindo-se da fruta integral, após processamento clássico, obteve-se o suco de abacaxi concentrado, nas modalidades congelado e "hot-pack", em diferentes concentrações de sólidos solúveis, os quais foram submetidos à análises químicas e bioquímicas. Utilizando-se destes sucos e com auxílio de agitador A, várias amostras de 100g, em diferentes temperaturas foram submetidas a agitação com diferentes velocidades (rotação máxima teórica igual a 2.200 rpm) e por tempos variados, compreendidos entre 2 e 15 minutos; com ou sem adição de emulsificante, tais como proteína de soja, carboxi metil celulose, monoesterato de glicerila, amidos modificados e agar-agar, em diferentes percentagens, procurando-se observar a formação de espuma, sua temperatura após agitação, a percentagem de incorporação de ar e sua estabilidade. Determinou-se o tempo de estabilidade da espuma formada, colocando-se em placas de Petri e observando-se o início de sua separação em mais de uma fase.

Escolhido o emulsificante e também a sua percentagem a ser utilizada junto ao suco, assim como o Brix deste, mais indicado para o trabalho, outras amostras, cujos pesos variavam entre 300 e 550g, foram tomadas e com auxílio do agitador B, inicialmente sem adição de emulsificante, estudou-se a formação de espuma e sua estabilidade, para dife

rentes velocidades, desde 90 a 575 rotações por minuto e por tempos variados de agitação, compreendidos entre 2 e 20 minutos e em seguida, submetendo a espuma a secagem, acondicionada em bandejas, variando a temperatura de 50 a 75°C e com tempos de secagem que variaram de 30 minutos a 2 horas e 45 minutos, utilizando ar comprimido de pressão variando desde 1,0 a 1,4 kg/cm<sup>2</sup> e com espessuras de camada, diferentes, cujos valores estavam compreendidos entre 1,5 a 3,0 mm. Posteriormente, testes foram realizados, utilizando-se como aditivo, proteína de soja, em diferentes percentagens, submetendo em seguida, a espuma formada, à secagem em condições idênticas às empregadas para secagem sem aditivos.

Após a exposição ao calor, a bandeja contendo o produto, logo após retirada do secador, era submetida a um jato de ar à temperatura ambiente, até que o produto atingisse uma temperatura próxima a 25°C e em seguida, removido o produto seco, da mesma, utilizando-se uma espátula, acondicionando-o imediatamente em potes de vidro com capacidades para 150 ml, de tampas plásticas rosqueadas ou em "snap-caps" de 50 ml, contendo ou não, ambos, em seus interiores, pequeninos sacos com sílica, após o que eram lacrados com fita adesiva.

O suco desidratado, foi posteriormente submetido à análises químicas, para efeito de comparação com aquele que serviu de matéria prima e aos testes degustativos, sendo que nestes, utilizou-se soluções de 12% de sólidos solúveis.

## S U M M A R Y

The foam mat drying process has been used to give data on the dehydration of concentrated pineapple juice, from Smooth Cayenne variety.

Frozen juice and "hot pack" concentrates prepared by classical process were subjected to studies on foam characteristics and stability.

Several emulsifiers were tested such as , soya protein, carboxy methyl cellulose, glyceryl monostearate, ~~non~~-modified and agar-agar. Special attention was given to the incorporation of air to the foam and its stability.

Dehydration was carried on a cabinet type of dryer, with special tray and air flow arrangements. Studies on drying conditions were applied to the product layer (1,5 mm to 3,0mm) and drying temperature ( 50°C to 75°C ).

Results indicated that for the best operating conditions, drying temperature should be around 55°C, resulting a 30 minutes drying time.

Dehydrated product, compared to fresh frozen juice, showed slight difference on chemical composition and no sensible difference as far as flavor and aroma is concerned.

## 1- INTRODUÇÃO

Sendo o Brasil, um grande produtor de abacaxi e devido a grande aceitação por parte do mercado mundial de produtos industrializados a partir deste fruto, fêz-se necessário há alguns anos, um estudo apurado sobre a possibilidade de industrialização do mesmo, salientando-se a compota e o suco concentrado; contudo, devido ao fato de não ser atingida a meta anteriormente estabelecida, em função de diversos fatores, tais como plantação, colheita, escolha da variedade apropriada, etc. e principalmente o baixo poder aquisitivo do mercado interno e a falta de esclarecimentos do mesmo, quanto ao modo mais prático e mais econômico de aquisição desses produtos, aliando-se à falta de confiança nesses, é que a industrialização do abacaxi, praticamente se reduziu ao suco natural para o mercado interno e uma muito pequena quantidade de suco concentrado e abacaxi em compotas, para mercado externo.

Como é do conhecimento de todos, é o transporte um dos fatores que mais pesam numa industrialização, seja esta do que for, e no caso, o suco de abacaxi concentrado eliminou quase ou mesmo em 100% a idéia de transportar, principalmente quando se trata de exportar, o suco natural da fruta, apesar de apresentar problemas no que se refere à conservação das qualidades pré-existentes e cuidados a serem tomados. Visando uma mais fácil conservação e redução dos custos de produção e transporte, foi desenvolvido há alguns anos atrás nos EEUU, um estudo de um processo de desidratação, denominado foam mat drying, através do qual, o suco concentrado de frutas ou vegetais, era desidratado, apresentando-se no final no estado sólido, amorfo ou cristalino, contendo no

máximo 5% de água, de fácil hidratação, reconstituindo o suco natural da fruta ou vegetal utilizado e tendo como principal finalidade, a redução de peso e volume, através da eliminação da água.

Sendo este pois, um processo capaz de ser aplicado em indústrias de pequeno e grande porte e de futuro assegurado, apesar de no Brasil ser praticamente desconhecido, foi o mesmo escolhido e estudado, a fim de ser desenvolvida uma técnica capaz de ser aplicada ao abacaxi, em forma de suco concentrado, obtendo num final, o mesmo suco, antes líquido, em forma de sólidos amorfos ou cristalinos.

## 2-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Bates, estudou variáveis que influenciam na formação da espuma, apresentando resultados práticos da variação da densidade da mesma com a variação da percentagem de aditivo empregado, no caso 0-100, ou com a variação do Brix, assim como informações específicas para utilização de aditivos com relação a matéria prima empregada (1).

Berry e outros, teceram comentários sobre efeitos das variações de temperatura e tempo de secagem, para o processo foam mat aplicado principalmente ao suco de laranja, através de um processamento contínuo, utilizando esteira rolante, salientando ainda alguns requisitos necessários para cada etapa (2).

Berry e outros, pesquisaram uma maneira de avaliar o grau de desenvolvimento de uma espuma, através de um método comparativo, apresentando como "Method for Evaluating Foams from Citrus Concentrates", o qual utiliza microfotografias, ou seja, "Bubble-size Index", assim como informações sobre o modo de preparação de aditivos e resultados de experimentos referentes a avaliação de espumas quando da utilização dos mesmos (3).

Berry e outros, através de "Storage Studies on Foam Mat Dried Grapefruit Powder", apresentam conclusões de pesquisas referentes às variações apresentadas em produtos desidratados através do processo foam mat obtido de "grapefruit" sob diferentes condições de processamento e sob condições variadas de estocagem, comparando as mesmas, mediante testes triangulares degustativos, apresentando ainda, métodos de preparação de amostras, de estocagem e de avaliações organolépticas (4).

Geo e outros, estudaram as variações desenvolvidas na qualidade de produtos desidratados, durante o processamento e posterior estocagem, principalmente no suco de laranja obtido pelo foam mat, apresentando resultados práticos referentes às variações de percentagem de açúcares e amino-ácidos, respectivamente, para uma variação no tempo de estocagem e para diferentes temperaturas de estocagem (6).

Graham e outros, estudaram a aplicação do processo foam mat aos sucos de frutas cítricas, empregando um novo recurso para com o produto desidratado, a fim de aumentar a sua densidade, através da utilização de dois cilindros, como numa moagem, reduzindo assim o tamanho das partículas sólidas, quebrando um pouco a formação porosa, porém, impedindo que devido a baixa densidade, o produto, quando em contato com a água, flutue, formando uma espécie de formação leitosa indesejável, proporcionando ainda, condições de acondicionamento de uma maior quantidade de produto por embalagem (8).

Hart e outros, pesquisaram fatores que influenciam na formação de espumas e suas conseqüências referentes ao produto final, assim como, a percentagem de polpa presente, sólidos solúveis, aditivos, temperaturas, velocidades e tempos de agitação, apresentando ainda dados práticos e informações sobre o uso de aditivos (9).

LaBelle, preparou amostras com diferentes matérias primas para obtenção de espumas, apresentando possíveis aditivos, assim como dados práticos, da variação da densidade da espuma obtida com o tomate, com o tempo de agitação, da variação das características da espuma proveniente da utilização do suco de laranja, para diferentes percentagens de sólidos solúveis e de aditivos e da variação das dimensões das bôlhas formadas com os diversos tempos de agitação (10).

Livingston, apresenta informações sobre o processo foam mat drying e sobre suas variações, focalizando o Bê

sico, o Contínuo e o de Zonas Variáveis de Temperatura, sobre o produto final e suas qualidades e embalagens sob atmosfera de Nitrogênio (11).

Morgan e Rockwell, estudaram as diversas etapas do processo de desidratação, desde a preparação da espuma até a exposição ao calor, apresentando dados experimentais referentes às condições de operação (13), assim como estudo idêntico é apresentado através de Foam Mat Drying Goes to Work (25).

Morgan e outros, observaram as ocorrências quando da utilização de aditivos, principalmente para o "glyceryl monostearate" ou GMS, como também a técnica de utilização da Craterização, variação do processo de desidratação (14).

Morgan e Ginnette, apresentam informações sobre aditivos, como albumina de ovo, ácidos graxos, monoglicéridos e possíveis misturas entre tais tipos de substâncias, assim como condições de agitação em presença de ar ou gás inerte e maneira de proceder e condições de secagem (15).

Noyes, apresenta o processo foam mat drying e sua evolução, com pesquisas de vários estudiosos do assunto, desde o processo Básico ( Basic Process ) até o de Craterização ( Perforated Mat Process ), atualmente o mais aperfeiçoado, como também, referências a diversos aditivos (17).

Shinghagajen e McBean, aplicaram o processo foam mat drying à banana de variedade Cavendish, partindo o estudo, desde a preparação da matéria prima, com a lavagem e o descascamento, adição de emulsificante, exposição ao calor, até condições de estocagem, para diferentes percentagens de umidade presente no produto final, para tempos de secagem, observando o desenvolvimento enzimático "browning", durante estocagem a 30°C.

Sgarbieri, estudou a composição do abacaxi, levando em conta as diferenças encontradas nesta, em virtude das

diversas variedades do fruto e das influências das condições ambientais e das transformações químicas observadas durante o seu desenvolvimento. (21).

São apresentadas considerações sobre a variação "Perforated Mat Process", do processo de desidratação foam mat, assim como sobre embalagens para os respectivos produtos e aditivos utilizados. ( 24).

Métodos diversos de análises químicas, são apresentados para determinação de Ácido Ascórbico, Açúcares Totais, Açúcares Redutores. Acidéz Total e Póipa Suspensa, através de (5),(12),(16),(22),(23) e (26), respectivamente.

### 3 - CONCEITOS GERAIS

#### 3.1. Considerações Gerais sobre a fruta

O abacaxi, segundo vários autores (19), é originário do Brasil tropical e sub-tropical, tendo como designação científica o nome de *Ananas Sativus*, porém conhecido internacionalmente por *Ananas Comosus*. Esta fruta, encontra no Brasil, condições climatológicas satisfatórias para seu desenvolvimento, desde a Região Norte até parte setentrional da Região Sul, uma vez que é altamente sensível ao frio e resistente ao calor; apesar de seu desenvolvimento poder ocorrer em terreno sem cuidados especiais; para uma cultura organizada, a área a ser plantada, deve ser antecipadamente preparada, procedendo-se ao destocamento, caso necessário, aragem, gradeação, sulcamento e adubação, variando as exigências daquele, conforme as condições do mesmo e do clima local, assim como, do número de plantas por unidade de área, época de plantio, variedade empregada, tipo e tamanho das mudas utilizadas. Ainda sobre os cuidados dispensados à cultura do abacaxi, no Brasil, nas condições de solo e clima a que são submetidos, três são as pragas que periodicamente devem ser controladas e são: a "cochonilla do abacaxi" (*Pseudococcus brevipes*), a "formiga lava-pés" (*Solenopsis geminata*) e a "broca dos frutos" (*Thecla basilides*).

De um modo geral, os tratos e cuidados dedicados às plantações de abacaxi, podem ser empregados para as diversas variedades encontradas, sem distinção, apesar de algumas serem mais precoces que outras. Atualmente no Brasil, são três as variedades mais cultivadas, ou sejam, a Branca de Pernambuco ou Pérola, a Smooth Cayenne e a Amarelo Comum ou Boituva. Essas variedades apresentam entre si algumas diferenças, no que se refere ao aspecto e tempo de colheita.

A primeira variedade, ou Pérola, frutifica nos meses de novembro a janeiro e é atualmente o mais cultivado no Brasil, produzindo frutos de polpa amarelo pálido, de sabor bastante doce, com peso variando entre 1,0 a 1,5 quilos e apresenta as bordas das folhas providas de espinhos, enquanto que a variedade Smooth Cayenne, cuja característica principal, é a falta de espinhos nas folhas têm sua safra compreendida entre dezembro e fevereiro, sendo a variedade mais cultivada no mundo inteiro, apresenta frutos de polpa amarelo, rica em açúcares e ácidos, com peso variando entre 2,0 a 2,5 quilos. A terceira variedade, a Boitua frutifica entre os meses de janeiro a março e constituiu há alguns anos atrás, a variedade mais cultivada no Sul do país, produz frutos de polpa bastante amarela e rica em açúcares, ácidos e açúcares com peso variando entre 1,5 e 2,0 quilos, apresentando as bordas das folhas providas de bastante espinhos, sendo estes, bem mais agrestes do que aqueles encontrados na variedade Pérola.

## COMPOSIÇÃO

Como foi visto, o Brasil é um dos grandes produtores de abacaxi e segundo pesquisas realizadas por órgãos especializados, melhor situando-o, ocupa desde 1961/1962, um dos cinco primeiros lugares, segundo os dados apresentados no quadro abaixo, assim como sua produção anual em frutos.

Ano	Produção brasileira (toneladas)	Produção mundial (toneladas)	Classificação (produção)
1.963	274.000 (182.724.000)	3.035.000	Quarto
1.964	291.000 (193.875.000)	3.094.000	Terceiro
1.965	292.000 (194.823.000)	3.346.000	Quarto
1.966	295.000 (196.790.000)	3.440.000	Terceiro
1.967	337.000 (224.991.000)	3.678.000	Terceiro

\*Os números entre parêntesis, representam produção anual em frutos.

Destas produções anuais, uma pequena percentagem é utilizada industrialmente na produção de suco simples ou concentrado, principalmente na forma de suco simples integral e no preparo de abacaxi em compotas.

Apesar das diversas variedades cultivadas e de suas diferentes composições em função das mesmas, de um modo geral, para a industrialização do fruto ou para seu consumo "in natura" alguns aspectos são necessários considerar e principalmente no caso, aqueles que dependem da composição química, ou sejam, a aparência, o sabor, o aroma e o valor nutritivo. Influenciando sobre a aparência, isto é, sobre a cor, a con

sistência e a viscosidade, encontram-se alguns constituintes hidrocarbonados ( celulose, pectina, etc)) e os pigmentos. Da maior ou menor percentagem de pigmentos presente, não levando em conta que alguns são pró-vitaminas A, de maior importância pois, depende uma melhor aceitação do fruto, uma vez que os sucos de frutas amarelas despertam maior apreciação, enquanto que, dos constituintes na forma de carboidratos, de maiores ou menores pesos moleculares, dependem a consistência da polpa e a viscosidade.

Do teor de açúcares solúveis, de vitaminas e sais minerais, depende principalmente o valor nutricional da fruta, uma vez que são baixos os teores de lipídeos e de proteínas, sendo ainda considerável a presença de amino-ácidos, não quantitativo, porém qualitativamente e de ácidos orgânicos, como o ascórbico e o cítrico.

Através do quadro seguinte, representa-se a distribuição dos constituintes do abacaxi, para as variedades Branco de Pernambuco e Smooth Cayenne.

QUADRO 1 - Constituintes do abacaxi

Constituintes %	Branco de Pernambuco	Smooth Cayenne
Sólidos solúveis	15,60	12,93
Sólidos insolúveis	1,68	1,27
Cinzas Totais	0,49	0,38
Acidez em H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,56	0,44
Proteína(N% x 6,25)	0,41	0,40
Açúcares redutores	4,33	3,17
Açúcares totais	13,03	11,08

- De Johnson, N.O. - The Pineapple 1935, através (21)

Outros dados referentes aos constituintes do abaca xī, são apresentados a seguir, através dos quadros.

QUADRO 2 - Composição mineral

Elementos	Valor em mg%
Zinco	0,25
Enxofre	5,00
Fósforo	5,00
Cloro	28,00
Iôdo	0,035
Sódio	2,00
Potássio	250,00
Magnésio	15,00
Cálcio	15,00
Ferro	0,55
Cobre	0,07
Manganês	1,08

DE HUET, R.-La composition chimique de L'ananas -  
1956 -através (21).

QUADRO 3 - Vitaminas no suco simples frêsko

Vitaminas (mg%)	Suco frêsko
Caroteno	23-30
Aneurina (tiamina)	50,0
Riboflavina	17-25
Nicotinamida	180,0

continuação do quadro 3

Vitaminas (mg%)	Suco frêsko
Ácido Ascórbico	31-76
Ácido Pantotônico	100,0
Vitamina A	34,0

---

\* Atravês (21) .

Contudo, é preciso notar que os valores apresentados, podem variar bastante, influenciados pelo solo da região de produção e principalmente pela variação do clima.

### 3.2. O processo

Denominado "foam-mat drying", foi inicialmente desenvolvido nos EEUU, em 1960 por A. Morgan, J. Randall e R. Graham, através do "U.S. Department of Agriculture", visando ser empregado um processo de desidratação para frutas e vegetais em forma de suco concentrado.

Conforme a definição industrial, um método ou processo de desidratação, desenvolve-se em condições controladas de umidade, temperatura e fluxo de ar, ao passo que um de secagem, efetua-se em condições ambientes, por exposição ao sol; inicialmente o processo desenvolvido por Morgan e sua equipe, constituía-se quase que numa simples secagem de uma matéria prima previamente preparada, ao que se segue uma série de variações. O processo se baseia, na emulsificação de uma matéria prima, para que se obtenha uma maior área de secagem e logo em seguida, submetê-la à ação do calor. A secagem nestas condições, pela maior taxa de água evaporada, ocorre em menor tempo e com maior facilidade, uma vez que a umidade se movimenta por capilaridade, através de uma camada líquida ou filme, que separa as bolhas da espuma formada, podendo deste modo ser submetida à menor temperatura, menos danos pois causando ao material, no que diz respeito aos seus constituintes.

Para emulsificação do material a ser secado, aditivos, podem ser utilizados, podendo os mesmos o serem sozinho ou em combinações com outros; estes aditivos podem ser classificados, em função do processo em foco, em agentes emulsificantes e estabilizantes, conforme provoquem formação de espuma ou conservem a espuma formada por um maior espaço de tempo, respectivamente, e podem ser, um colóide hidrofílico, como o CMC ( carboxi-metil celulose ), agar, metil celulose, alginato de sódio, pectina, albumina, gelatina, etc. ou uma superfície ativa, como SMS ( monoestearato de glicerila ), loci

tina, proteína, amido etc.

Essencialmente, o processo compreende três etapas:

1. Formação de uma espuma estável
2. Secagem com ar aquecido, da espuma formada, acondicionada em forma de uma fina camada.
- 3- Desintegração do produto seco obtido, conforme se forma de pó ou cristais.

Apesar de uma série de variações sofridas pelo processo inicialmente desenvolvido, todos os demais têm como ponto de partida, o processo básico testado por A. Morgan, em janeiro de 1.961 ( 17).

Denominado Processo Básico, se desenvolve sob condições atmosféricas e o produto obtido, devido à sua alta porosidade, é facilmente reidratado e não apresenta danos na coloração, sabôr, odôr e constituição, e os equipamentos utilizados são poucos e os custos de operação, minimizados. Os passos principais neste processo, são os seguintes:

1. O suco concentrado do produto ou material a ser secado, é transformado numa espuma estável, na presença de aditivos, os quais devem ser adicionados nas mínimas quantidades possíveis, pela insuflação de ar ou qualquer gás inerte, o que consegue utilizando qualquer método convencional, como por agitação através de batadeira elétrica, do tipo das utilizadas para sorvete, para aeração.
2. A espuma então, em forma de fina camada, é exposta à ação de ar quente até desidratação quase total.

A espuma, conforme foi visto, é constituída de parte de suco concentrado e aditivos, no meio dos quais estão as pequeninas bolhas de ar, as quais provocam um aumento de volume na massa inicial, algumas vezes de até cinco vezes o do suco empregado e durante a secagem este volume deve permanecer constante, o que dá origem a um produto de formação esponjosa, devido à alta porosidade. O produto pode nestas

condições, ser facilmente removido da bandeja que o suporta e em contato com a água, rehidrata-se imediatamente sob ação de agitação manual, formando uma massa uniforme e livre de partículas não dispersas. Constituem neste processo e nas de mais variações deste, as condições para obtenção de um bom produto final, que a espuma formada, seja estável e permaneça durante a secagem, com seu volume constante de após incorporação de ar.

São utilizados aqui, como gases de incorporação, o ar ambiente, nitrogênio, dióxido de carbono, hélio, propano, etc ou outro qualquer gás não tóxico. A quantidade de aditivo a ser juntada ao suco, deve ser a menor possível, levando-se em conta que nem sempre uma maior quantidade de aditivo, provoca uma melhor ou mais estável formação espumosa, daí a necessidade da execução de uma série de testes, variando a quantidade de aditivo usado, a temperatura ambiente, para se verificar a estabilidade da mesma após agitação, devendo esta não ser inferior a meia hora.

Tem-se uma espuma com estabilidade desejável, quando a mesma após incorporação de gás, não apresenta separação ou duas fases, uma de bolhas praticamente pura e outra, mais pesada, de suco concentrado, pelo menos durante o intervalo de meia hora. Na formação de espuma, ainda alguns fatores são necessários levar em conta, como a temperatura inicial do suco antes de sofrer incorporação de gás, a qual deve estar compreendida na faixa de 4 a 8°C, assim como o tempo de agitação, que pode variar bastante de material para material e a velocidade de agitação, a qual, ultrapassando, por falta ou excesso, um determinado limite ou intervalo, não chega a insuflar a quantidade de gás desejada ou mesmo, desfazer a espuma já formada. ambos visando um acréscimo de volume de no mínimo 50%, estando a o ideal compreendido entre 2 a 3 vezes o volume inicial e se se deseja um produto final mais poroso,

maior aumento de volume ou maior incorporação de gás, faz-se necessário.

Durante a secagem, ou melhor, para ser submetida à ela, a espuma é espalhada em bandejas, em forma de camada única, tendo sua espessura compreendida entre 0,3 e 1,25cm, podendo ser a bandeja perfurada com pequenos círculos ou em forma de malhas, não ultrapassando estas, dimensões superiores a 0,16 cm, afim de evitar a passagem da espuma através das mesmas. Vários tipos de equipamentos podem ser utilizados para a secagem, sendo um que proporciona bons resultados, a cabine de secagem e durante o processo de desidratação; correntes de ar em direções diversas e com velocidades variáveis, assim como diferentes temperaturas podem ser empregadas, sendo que estas devem estar compreendidas entre 48 e 97°C.

A retirada do material seco, que nesta altura não contém mais que 5% de umidade, pode ser feito manual ou mecanicamente, com o auxílio de uma espécie de espátula, que no caso mecânico é fixo, passando as bandejas ou mesmo a esteira contendo o produto, através de uma zona onde ocorre o contato do raspador com o material seco (o raspador deve ser em material inoxidável).

Para facilitar a remoção, o produto, antes pode sofrer, resfriamento por um curto espaço de tempo e quando o processo é contínuo, a espuma previamente preparada é transportada em finas camadas por meio de esteira flexível movel, através de zonas distintas de temperaturas fixas, de um tunel de secagem (17), finalizando com uma, cuja temperatura pode variar entre 21 e 33°C constituindo-se uma variação do método.

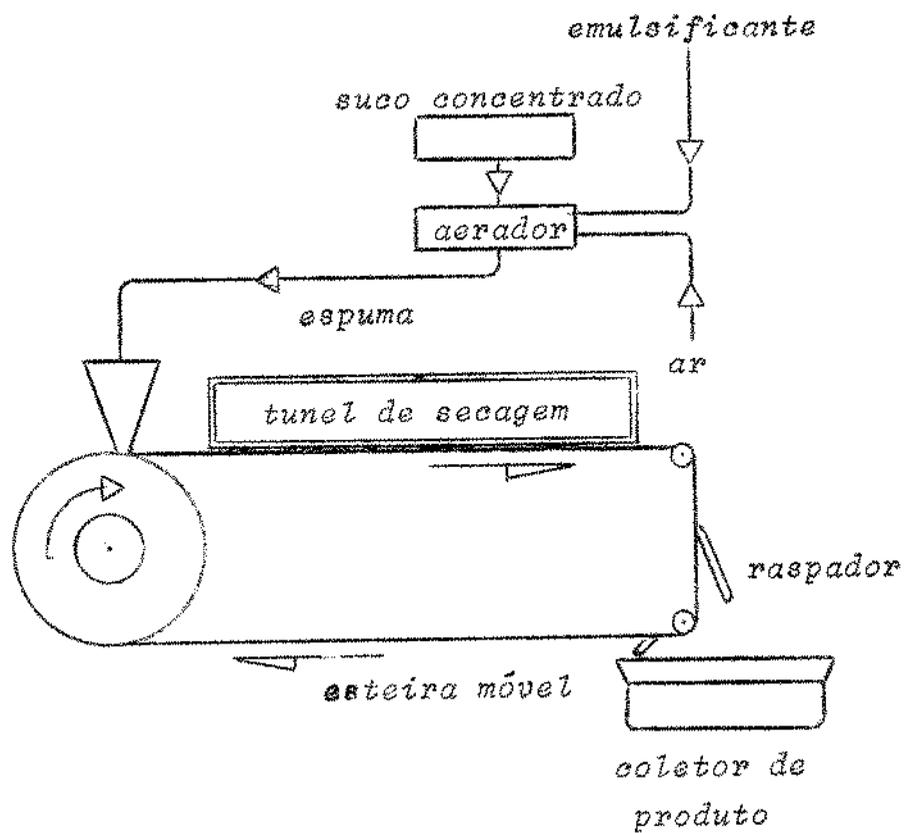
Para a certeza de obter-se um produto facilmente rehidratado, é necessário que se observe a espuma durante a secagem evitando que a mesma, apesar de estável em condições ambiente, diminua seu volume ao contato com o ar aquecido.

Com a finalidade de evitar danos ao produto, uma alta temperatura, apesar de provocar uma secagem bem mais rápida, não deve ser empregada, observando-se as restrições, em função do material que está sendo seco, porém o que se pode fazer, visando uma redução no tempo de secagem, é utilizar no início da mesma, uma temperatura mais elevada, reduzindo-a com o decorrer do processo, levando-se em conta que no início, apesar do produto estar sendo submetido a alta temperatura, o mesmo terá a sua, não superior à de bulbo úmido do ar de secagem, o que não ocorre nas fases seguintes, quando uma alta temperatura pode provocar não só uma caramelização no material, conforme seja seu teor de açúcares, como também uma eliminação de parte de seus constituintes voláteis; concluiu-se que, para evitar, ou pelo menos reduzir a ação de fatores negativos, nas fases finais, a temperatura de secagem deve estar entre 48 a 71°C.

Levando em conta os fatores que influenciam no tempo de secagem e no caso particular, a espessura da camada de espuma e a temperatura de secagem, com velocidade de ar aproximadamente igual a 46 metros por minuto, é apresentada a seguinte tabela ilustrativa, tirada de dados experimentais (17).

Amostras	Espessura da camada (mm)	Temperatura (°C)	Tempo de secagem (min)
A	6,35	71,90	90
B	3,17	82,20	45
C	4,76	76,60	60
D	6,35	82,20	60

ESQUEMA : representação do processo contínuo, utilizando esteira flexível móvel (17)



Uma outra variação do método, trata-se do Processo da Esteira Perfurada ou "Cratering", no qual a espuma é disposta sobre uma esteira perfurada, de maneira idêntica às anteriores, só que perpendicularmente à esta esteira, existe uma saída de gás que atinge diretamente a espuma, diminuindo consideravelmente o tempo de secagem, uma vez que a superfície da espuma é nestas condições aumentada de cinco, até mesmo de vinte e cinco vezes; contudo é de se observar que a injeção de gás não se faz durante todo o tempo e praticamente distinguimos três etapas, durante a secagem, ou sejam: a primeira, de injeção de gás, ou ar, após o espalhamento da espuma na esteira perfurada de modo que a espuma ocupa tais perfurações, para logo em seguida, receber através destas, o jato de gás, o que ocorre somente nesta zona, fazendo com que as perfurações antes ocupadas, passem a ficar livres da espuma até o fim do processo, sendo contudo necessário que se tenha uma velocidade de gás de injeção, controlada, a fim de evitar espalhamento da espuma.

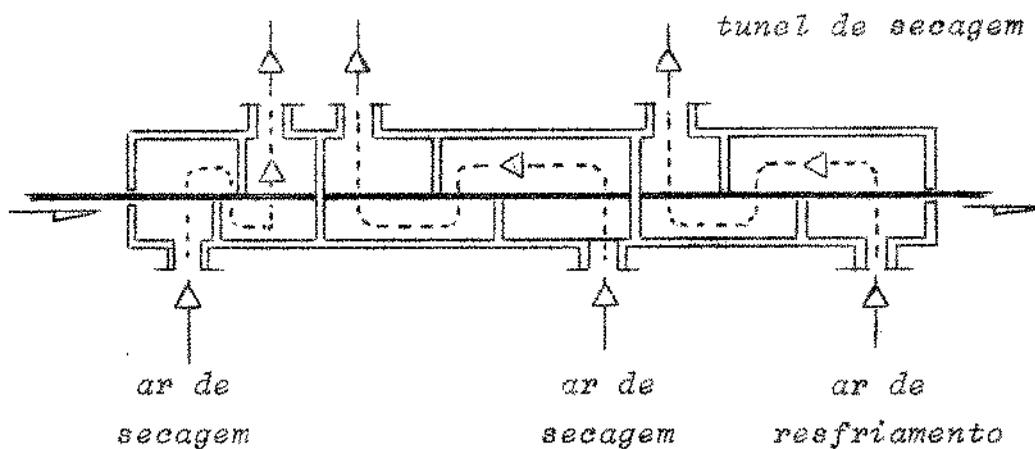
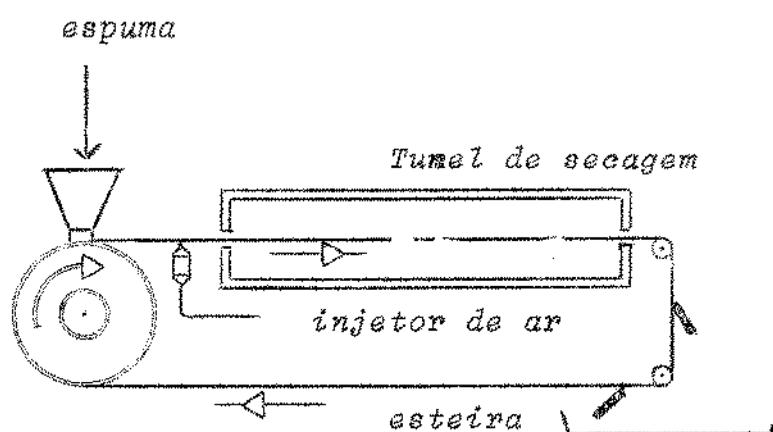
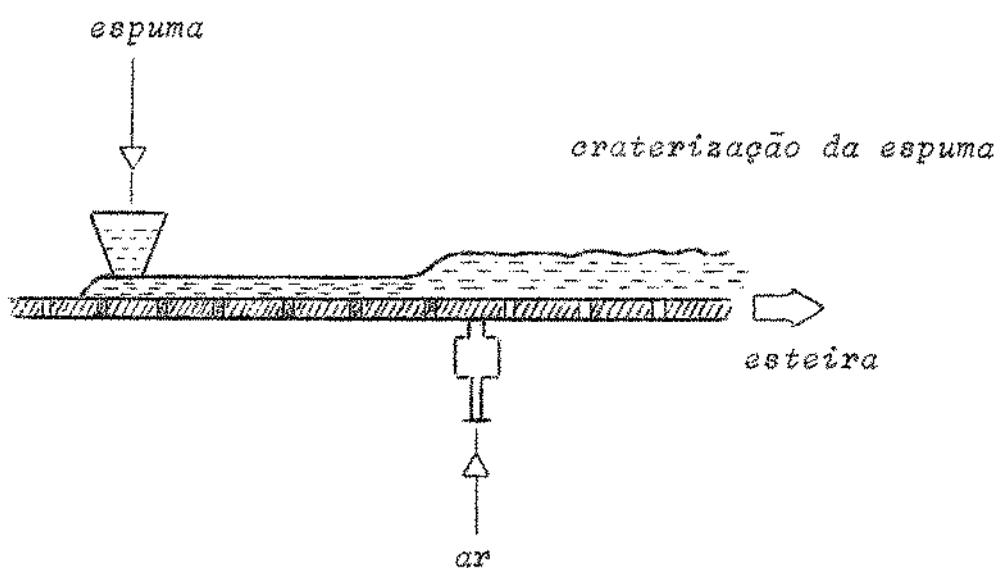
Na segunda etapa, a espuma já apresentando zonas craterizadas (assim denominadas pela semelhança com crateras vulcânicas), sofre ação de ar aquecido ao passar através do tunel de secagem, onde por meio de placas, o ar é dirigido ora para cima, ora para baixo, passando através das perfurações ou crateras, presentes no corpo da espuma.

Finalmente na terceira e última etapa, ocorre o contato da espuma já seca com o ar frio, da mesma forma que na etapa anterior.

Geralmente, esteira contendo furos de 1,58mm a 12,70mm de diâmetro e camadas de espuma que variam de 0,254mm a 12,70mm dão bons resultados, uma vez que os furos ocupam nestas condições, de 20 a 50% da área total da esteira. O diâmetro máximo dos furos é limitado pela passagem ou não da espuma através dos mesmos, antes da injeção de gás. Referente à

etapa de secagem, pode-se realizar uma outra variação, ainda dentro deste processo de craterização, utilizando ar aquecido e vácuo, simultaneamente, contudo devido ao encarecimento do processo, devido à aquisição de equipamento especial, dá-se preferência à secagem nas condições ambientes. Com a finalidade de evitar possíveis oxidações futuras no produto, em vez de se utilizar durante a secagem, o ar ambiente, pode-se substituí-lo por oxigênio, nitrogênio, hélio, dióxido de carbono, ou ainda por gases provenientes da combustão, utilizando-se qualquer gás natural, óleo de petróleo, etc, variando a temperatura deste, no intervalo compreendido entre 37 e 1480C, em função das propriedades e dos constituintes do material a ser desidratado, atuando também como limitante, a possibilidade de diminuição do volume da espuma, o que ocasionaria um produto menos poroso e conseqüentemente de menor velocidade de rehidratação.

Representação ilustrativa do processo de Craterização ou "Cratering"



Algumas considerações sobre a quantidade de água presente no produto final, poderiam ser feitas e mesmo, tentar removê-la, porém conforme experimentos por nós realizados e conforme literatura consultada (17), abaixo de 5% de umidade, torna-se difícil a eliminação desta parte residual, sendo preferível deixá-la presente a arriscar a qualidade do produto e aumentar os custos de operação; Entretanto o que se pode fazer, durante a estocagem ou acondicionamento em recipientes adequados, com a finalidade de se evitar que o produto agarre nas paredes dos mesmos ou forme aglomerados entre si, é utilizar juntamente com eles pequeninos envelopes ou pacotes de cloreto de cálcio ou outro dissecante qualquer, que aos poucos vai absorvendo a umidade restante. Algumas das vantagens no uso de dissecantes, são que, os mesmos levam, um período longo para eliminação da umidade residual, podem também, devido ao contato com o produto, possibilitar uma contaminação, como ainda, pelo fato de em cada porção de produto haver necessariamente uma pequena quantidade do mesmo, ocasionando problemas no que se refere ao peso líquido daquele, onde estaria ou não incluído o peso do dissecante.

Um dos pontos básicos desses processos, para a conservação das qualidades do produto final, é promover logo após a sua obtenção, o acondicionamento em recipientes herméticamente fechados, com o fim de evitar-se o contato com o ar ambiente, o que positivamente destruiria toda a estrutura porosa do mesmo.

Ainda na tentativa de melhorar as qualidades do produto final, pode-se lançar mão de um método denominado "Surface Sealing Treatment", quando se observa que ocorreu, durante a secagem, grande perda de voláteis. O método prevê a incorporação de voláteis novos no produto, submetendo-o em seguida a nova secagem, agora por tempo bem mais curto e novamente introduzir mais voláteis, seguindo-se nova secagem e

assim por diante, até um ponto desejado, tendo-se o cuidado de não se provocar a destruição da formação porosa, apresenta da pelo produto logo após a secagem inicial.

## 4 - MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Materiais

1- Matéria Prima: foram utilizados neste trabalho, lotes de frutas da variedade Smooth Cayenne, provenientes das fazendas Oriental e Saudades, ambas situadas no Estado de São Paulo, mais precisamente nos municípios de Sorocaba e Baurū, respectivamente.

Das observações feitas, as frutas empregadas encontram-se em perfeito estado de maturação, para consumo "in natura", com quase a totalidade delas, já com as cascas apresentando coloração amarela e sem danos de integridade física, caracterizadas pelos seguintes valores:

Peso médio.....	1,400kg
Comprimento médio.....	0,1427m
Diâmetro médio.....	0,1145m

Estes valores, representam a média de dois outros, obtidos de duas amostras contendo 100 frutos cada, correspondendo cada um deles, à média dos valores obtidos das frutas provenientes das Fazendas Oriental e Saudades.

#### 2- Aditivos

2a-Amido: nas variedades Penetrose 30 e Cadymil, produzidos pela Refinações de Milho Brasil Ltda., São Paulo.

2b-Agar-agar: produzido por Difco-Laboratórios, Detroit, Michigan, U.S.A.

2c-Carboxi-metil celulose: ou CMC, em flocos, fabricado por Bononia-Companhia Brasileira de Produtos Químicos, de pureza igual a 96-97%, com grau de substituição 0,50.

2d-Monoestearato de glicerila; ou GMS, contendo 40 a 50% de monoestearato, com índice de iodo<sup>3</sup> e ponto de fusão compreendido entre 55 e 57°C, fabricado por Brassiani S/A. São Paulo.

2e-Proteína de Soja ou D-100, em forma de proteato de sódio, contendo 90% de proteína, em base seca, produzido pela Sociedade Anonima Moinhos Rio Grandense - SANRIG, Rio Grande do Sul, apresentando comercialmente como PROTEIMAX.

### 3 - Equipamentos e Aparêlhos

3a-Batedeira A; utilizada na primeira etapa do trabalho conjuntamente com o Reostato "Auto Control", trabalha com velocidade máxima igual a 2.200rpm (teórica), com agitador em aço inoxidável, dotado de 4 pás em forma de largas hélices planas, com diâmetro igual a 3,5cm.

Fabricante do conjunto, Citec-Com. Ind. Aparêlhos científicos e Técnicos Ltda., Piracicaba, São Paulo.

3b-Batadeira B: empregada na segunda fase do trabalho na preparação de espumas para secagem, apresenta 6 velocidades e foi dotada de agitador em aço inoxidável, elemento de formato oval, em raíais, com altura de 16 cm e largura máxima 11 centímetros; fabricada por "The Hobard MFG Co., Troy, Ohio, U.S.A.;" tipo Kitchem Aid, modelo K5-A.

3c-Secador: tipo cabine de secagem, fabricado por Proctor and Schwartz Inc. Philadelphia, U.S.A., Machine K11. 556 Number, utilizado conjuntamente com o Registrador de Temperatura, Honeywell-Brown Instruments, Minneapolis, U.S.A.

3d-Compressor: fabricado por Worthington, tipo HB 9x9, série BBX-26036, com vazão máxima igual a  $5,975\text{m}^3/\text{min}$ . para uma pressão de  $2,8\text{kg}/\text{cm}^2$ .

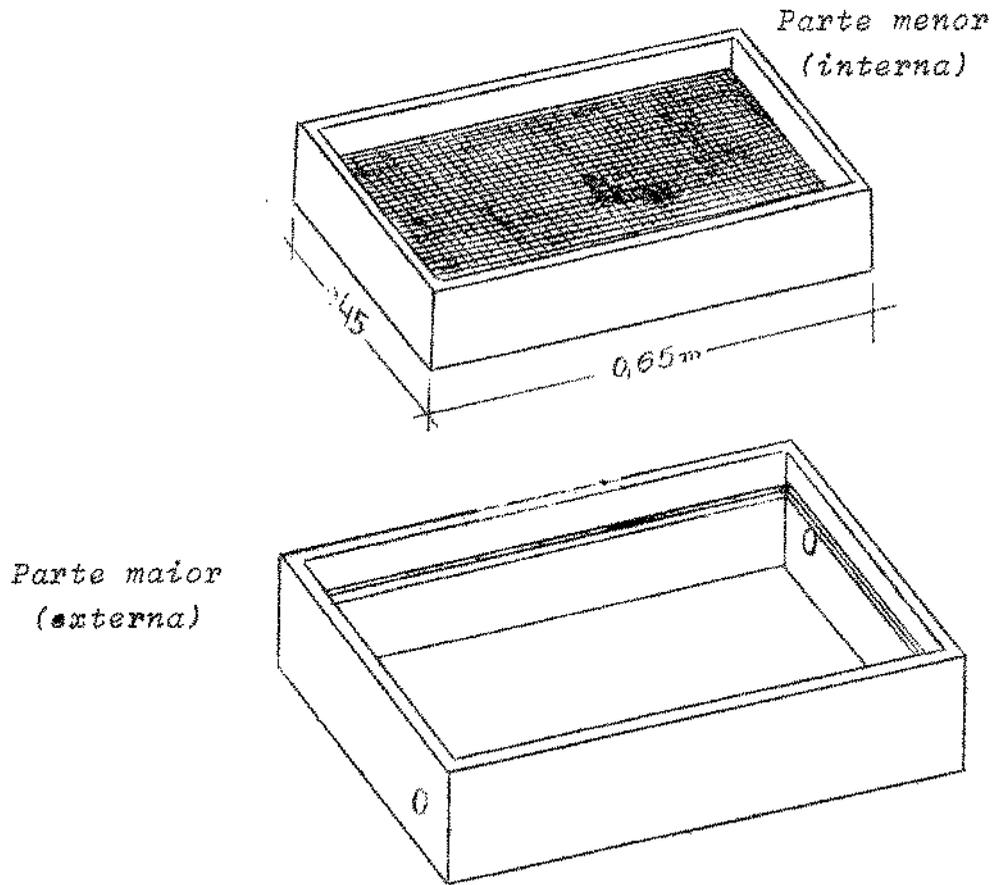
Descrição do aparato utilizado para acondicionamento da espuma durante a secagem e seu funcionamento: a bandeja.

Utilizada na etapa final do processo, durante a exposição da espuma ao calor, foi construída, em termos de improvisação, visando reduzir a falta de equipamento especializado. Constituída de duas partes, com armação de madeira, apresentava formato retangular, sendo que estas foram construídas de modo a permitirem um perfeito encaixe de uma sobre a outra.

A parte menor, de dimensões (45 x 65)cm, possuía o elemento sustentador da espuma, constituindo por uma tela em nylon, de malhas quadradas de 0,10cm de lado, enquanto que a parte maior, atuando como um ôco paralelogramo, possuía uma de suas bases, abertas, por onde ocorria o encaixe, sendo que os demais lados da mesma, eram fechados. Esta, possuía ainda, em duas de suas faces laterais, as de menores dimensões, consecutivamente opostas, dois orifícios de aproximadamente 2,50 cm de diâmetro, onde foram adaptadas, duas entradas de ar.

O ar, proveniente do compressor e portanto, possuidor de determinada pressão, era introduzido, através dos dois orifícios, na parte maior do aparato e devido ao encaixe perfeito, não encontrando assim frestas para sua saída, forçava para este fim, sua passagem através das malhas da peneira, contendo a espuma, provocando deste modo, a craterização da mesma. ( ver na página seguinte esquema do aparato (bandeja)).

ESQUEMA DO APARATO  
( BANDEJA )



## 4.2. Métodos

### 4.2.1. Matéria Prima Utilizada: Obtenção

Constituiu-se matéria prima para o presente trabalho, abacaxi da variedade Smooth Cayenne, sob a forma de suco concentrado, obtido através de processamentos na Usina Piloto de Processamentos do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, durante o período de março a abril de 1.970.

Esses produtos estiveram, em função do modo como foram processados, armazenados em câmaras frigoríficas ou à temperatura ambiente, respectivamente para as modalidades concentrado-congelado e concentrado-esterelizado ou "hot pack", sendo que para a primeira, utilizou-se temperatura igual a -20°C. Dentro de cada modalidade, diversas variações no que se refere à utilização do fruto, foram introduzidas, visando contudo, todas elas, a obtenção do produto final, o suco de abacaxi concentrado.

Assim sendo, o produto foi obtido, partindo-se de dois tipos de matéria prima, ou melhor, da mesma matéria prima, porém em duas formas diferentes, ou seja, utilizando-se somente a polpa da fruta e a outra, a fruta integral. Ainda para cada forma de matéria prima utilizada, a extração do suco foi feita de diversas maneiras, isto é:

Extração a frio sem prensagem

Extração a frio com prensagem

Extração a quente

Da matéria prima recebida ainda em forma de fruta, assim como do suco simples obtido por diferentes maneiras, e empregando formas diversas de matéria prima, como também do suco concentrado, foram retiradas amostras, nas quais foram feitas determinações físicas e análises químicas, bioquímicas e microbiológicas, através dos laboratórios do referido Insti

tuto, dos quais são apresentados alguns resultados:

No suco simples-análises químicas (valores médios)

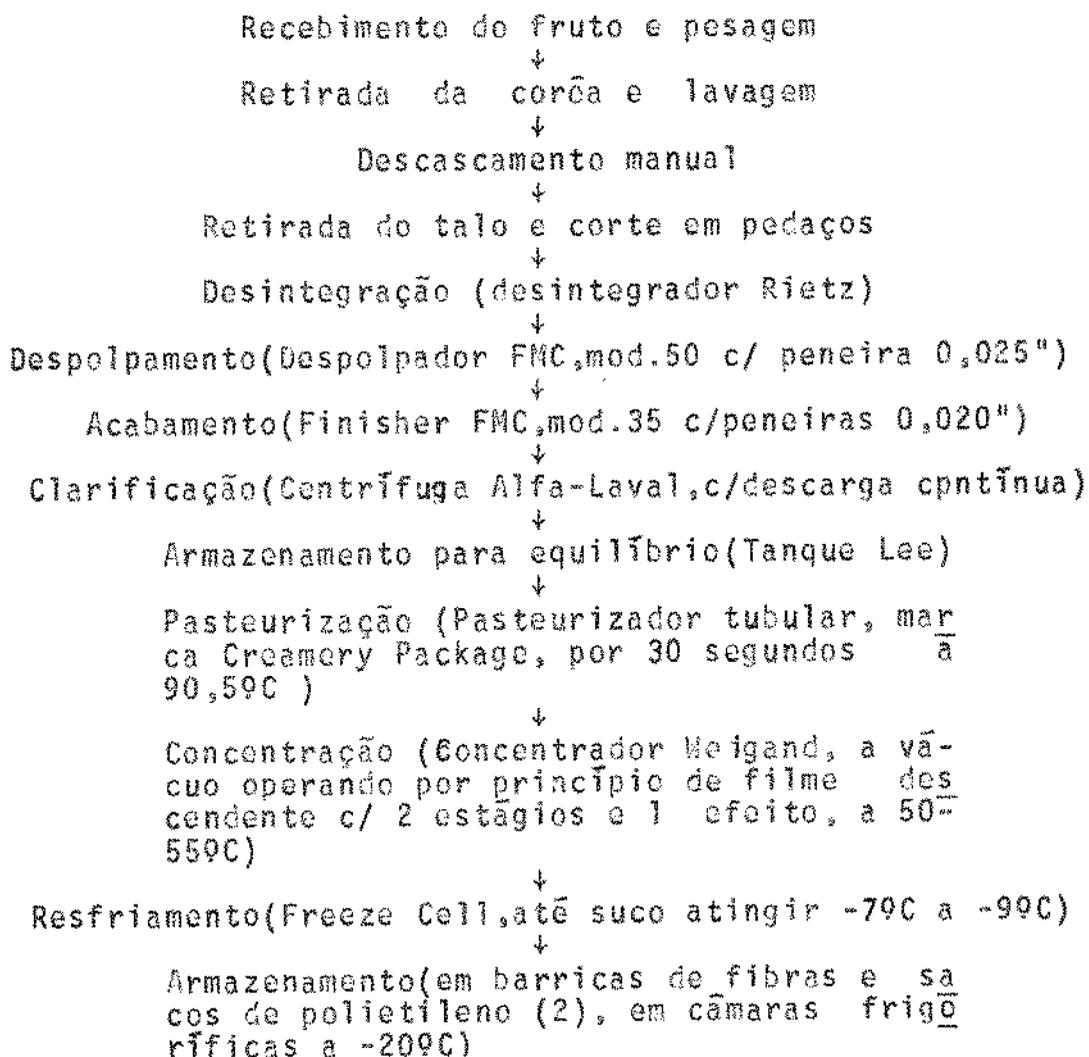
pH.....	3,60
Brix.....	14,70
Acidez total (%Ac.Cítr).....	0,7422
Ácido Ascórbico.....	9,62mg/100g
Sólidos totais (%).....	16,70
Açúcares redutores (%).....	6,85
Açúcares totais (%).....	13,23

No suco concentrado foram realizadas todas as análises como para o suco simples, porém devido às variações de processamentos, os produtos apresentavam características distintas, apesar de ter-se utilizado matéria prima de mesma procedência e com características semelhantes, daí a não representação aqui de resultados de análises, porém, durante os testes para formação de espuma para posterior secagem, várias combinações foram feitas, inclusive misturas de sucos de diferentes modalidades, das quais duas foram escolhidas e consideradas como básicas, cujas características estão representadas a seguir.

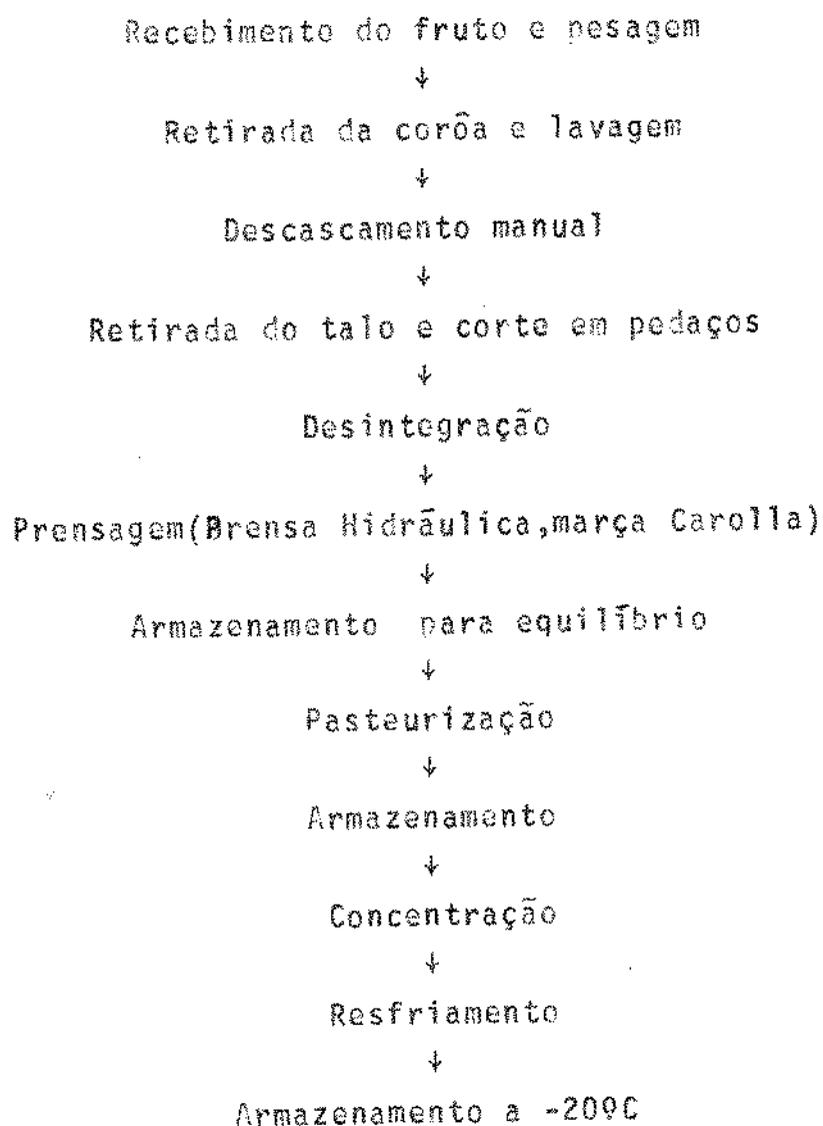
Análises realizadas	Sucos	
	Mistura A	Congelado
Brix	57,0	40,0
pH	3,50	3,60
Acidez total ( % )	2,40	1,81
Vitamina C (mg/100g)	29,21	14,20
Açúcares redutores (%)	48,50	17,30
Açúcares Totais (%)	51,56	33,00
Têor de pólpa (%)	18,48	49,40

OBSERVAÇÃO: a mistura A de sucos, constituiu-se na combinação de 3 dês, de características diferentes, tódos da modalidade "hot pack", realizada com a finalidade de enquadrar o suco resultante, em condições adequadas para utilização.

Etapas do processamento para obtenção do suco de abacaxi, da modalidade concentrado-congelado, pelo processo a frio sem prensagem.

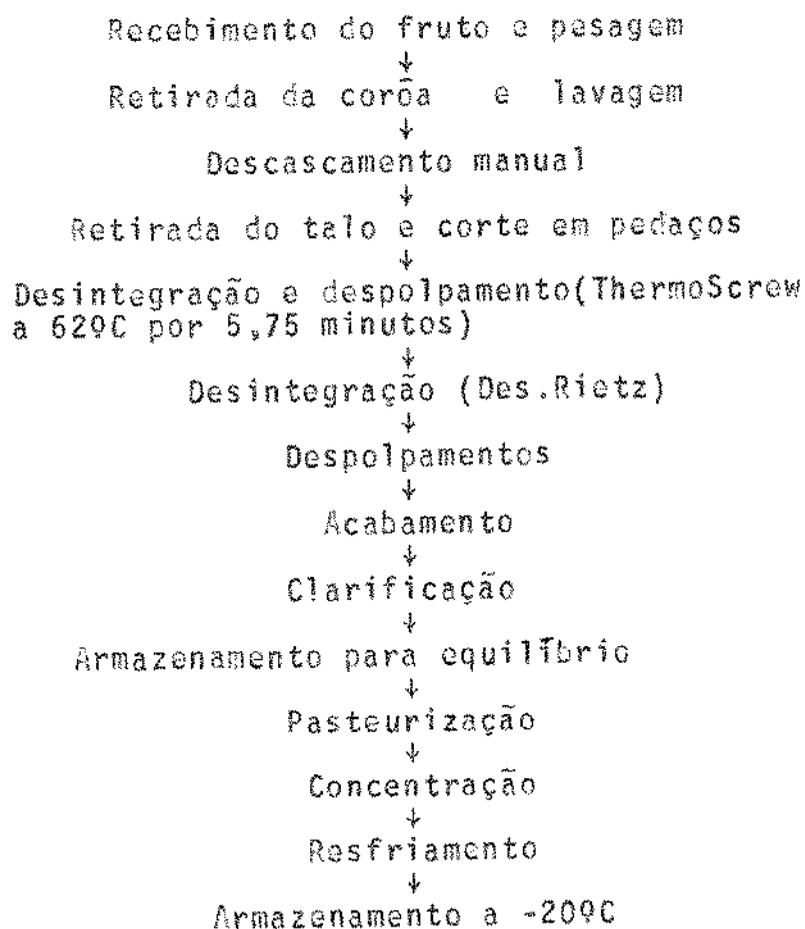


Etapas do processamento para obtenção de suco de abacaxi, da modalidade concentrado-congelado, pelo processo a frio com prensagem.



OBSERVAÇÃO: os equipamentos utilizados durante este processamento são os mesmos usados anteriormente.

Etapas do processamento para obtenção de suco de abacaxi, da modalidade concentrado-congelado, pelo processo a quente.



OBSERVAÇÃO: as condições empregadas durante os processamentos, assim como os equipamentos, quando não mencionados, indica que tudo ocorreu conforme visto anteriormente.

No caso da fruta ser processada integralmente, a etapa onde ocorre retirada do talo e corte em pedaços é simplificada, permanecendo apenas a última parte, ou seja, o corte em pedaços.

Para obtenção da modalidade "hot pack", partiu-se do suco concentrado anteriormente obtido, seguindo-se o roteiro abaixo:

- Retirada do suco concentrado congelado, anteriormente obtido, das câmaras frigoríficas e acondicionamento em latas de 1,0 kg.
- Recravação a vácuo das latas (vácuo de 25").
- Esterilização (Spin-Cooker, p/14 min. com eixo a 502 rpm e vapor de 5,6 kg/cm<sup>2</sup>).
- Resfriamento das latas (Spin-Cooker, c/água a 25°C).
- Armazenamento às condições ambientes.

#### 4.2.2. Pesquisas de Agentes Emulsificantes

Conforme informações colhidas das literaturas consultadas, de uma série de emulsificantes, anteriormente citados, alguns foram escolhidos e estudados, no que diz respeito aos seus comportamentos, quando em contato com o suco concentrado de abacaxi e agitados com auxílio de uma batadeira.

Inicialmente foi utilizada a batadeira A, para testes iniciais destinados a fornecerem dados gerais, com o suco de abacaxi concentrado da modalidade "hot pack", posteriormente, com auxílio da batadeira B, de outro tipo, este já indicado pela literatura (17), de maiores dimensões, donde foram colhidos dados de maior precisão, os quais serviram para complementar os anteriores, utilizando-se nesta etapa, sucos concentrados das modalidades "hot pack" e congelado, includive na preparação de espuma para posterior secagem.

No decorrer destas experiências, faz-se necessário salientar, caso as mesmas sejam repetidas, que no caso da utilização da batadeira A, os dados obtidos certamente serão reproduzidos, contudo, caso uma outra qualquer batadeira seja empregada, cuidados serão necessários, no que diz respeito às velocidades empregadas, (rotações), pois apesar da mesma ter sido determinada com auxílio de tacômetro, esta apresentava variações sensíveis, mesmo quando fixa no seu ponto de velocidade máxima, em virtude da maior ou menor fluídez do suco concentrado utilizado, ou seja, em face da percentagem de sólidos solúveis, presente.

##### I - Testes utilizando a batadeira A

Juntamente com a batadeira A, utilizou-se bechers de capacidade para 250 ml, nos quais eram testadas amostras

pesando 100g de suco de abacaxi concentrado, modalidade " hot pack ", em diversas temperaturas, nas quais eram adicionadas ou não, emulsificantes. Quando da utilização de aditivos, estes eram juntados ao suco, já em forma de solução, em proporções variadas em relação ao peso do suco, submetendo as em seguida a agitação, após a qual, a espuma, caso ocorresse formação, tinha sua temperatura determinada e disposta imediatamente em placas de Petri, para observação do tempo, durante o qual, era mantida a estabilidade da mesma, não ocorrendo durante aquele, separação em duas fases, como também para averiguação das dimensões das bolhas e sua uniformidade. Estas observações foram feitas com auxílio de lupa graduada e a olho nu.

Dos aditivos apresentados anteriormente, foram testados os seguintes: proteína de soja ou D-100, agar-agar, amidos modificados, nas formas Penetrose 30 e Candymil, monoestearato de glicerila ou GMS e carboxi-metil-celulose ou CMC.

#### 1.A- Utilização da proteína de soja

Modo de utilização: em solução aquosa de 20% em peso, preparada a temperatura ambiente ou com água pré-aquecida a 50 a 60°C.

Tabela 1A.1-Testes utilizando D-100 com suco de abacaxi concentrado "hot pack".

Número do teste	Brix do suco	% de aditivo	velocidade de agitação (%x2.200)	tempo de agitação (min.)	tempo de estabilização (hr)	temperaturas ambiente e espuma (°C)
01	43,5	0,50	0,70	5,0	0,33	25 e 27,5
02	43,5	0,85	0,70	5,0	0,50	25 e 27,5
03	50,5	0,10	0,70	5,0	2,00	25 e 25,0
04	50,5	0,10	1,00	5,0	5,00	25 e 20,0
05	50,5	0,25	1,00	5,0	5,00	25 e 24,0
06	50,5	0,50	0,95	5,0	4,00	25 e 26,5
07	50,5	0,10	0,70	10,0	2,00	25 e 25,0
08	50,5	1,00	0,95	10,0	4,00	25 e 26,5
09	60,0	0,10	0,70	5,0	2,00	25 e 26,0
10	60,0	0,50	0,70	5,0	3,50	25 e 26,5
11	60,0	0,00	0,70	5,0	4,00	25 e 25,0
12	60,0	0,10	0,95	10,0	2,50	25 e 25,0
13	60,0	0,50	0,95	10,0	4,00	25 e 26,0
14	60,0	1,00	0,95	10,0	4,00	25 e 25,5
15	65,0	0,10	0,70	5,0	2,00	25 e 25,0
16	65,0	0,50	0,70	5,0	4,00	25 e 25,0
17	65,0	1,00	0,70	5,0	3,50	25 e 25,5
18	65,0	0,10	0,95	10,0	2,50	25 e 26,5
19	65,0	0,50	0,95	10,0	4,50	25 e 26,0
20	65,0	1,00	0,95	10,0	4,00	25 e 27,0

Temperatura inicial do suco, compreendida entre 4 e 89°C.

Comentários sobre os resultados obtidos, representados na tabela 1A.1

Para Brix igual a 50,5 , os testes de números 6 e 8, apresentaram aspectos superiores em relação aos demais no que se refere à formação de espuma, número de bolhas e dimensões das mesmas ( menores diâmetros ), estando as mesmas compreendidas entre 0,01 e 0,05mm (medidas com auxílio de lupa graduada).

Para Brix igual a 60,0 , sobressaíram os testes nºs. 11 e 14, pela grande formação de pequenas bolhas e uniformidade de de dimensão apresentadas pelas mesmas: Dimensão compreendida entre 0,01 e 0,05 mm.

Para Brix 65,0 , os testes de números 16 e 20 apresentaram melhores resultados, pela uniformidade de dimensões das bolhas e distribuição na massa espumosa; Dimensão das bolhas , compreendida entre 0,03 e 0,07mm.

### 1.B-Utilização de agar-agar

Modo de utilização : soluções aquosas de 0,5 e 2,0% em peso, em temperaturas de 65 a 70°C.

Em face do reduzido número de testes realizados, os testes deixaram de ser aqui representados, por não permitirem a formulação de conclusão, em virtude de ser o emulsificante, de difícil maneabilidade, uma vez que nas concentrações indicadas para as soluções aquosas do mesmo, aproximadamente 10% em peso, para serem acrescentadas ao suco, formava uma massa compacta, que após pouco tempo, solidificava-se, impossibilitando assim, sua utilização; tentando solucionar tal problema, soluções mais diluídas, de 0,5 a 2,0% em peso, foram utilizadas, evitando-se assim a solidificação anteriormente observada, com tudo pela quantidade elevada de água presente nas mesmas, quando em contato com o suco, provocava uma diluição considerável no mesmo, chegando a abaixar de 15%, o valor inicial de sólidos solúveis presentes, caso se utilizasse soluções de 1,0% em peso do aditivo.

### 1.C-Utilização de monoestearato de glicerila

Modo de utilização: soluções aquosas de 10% em peso, preparadas com água previamente aquecida e a aproximadamente 70°C ou em soluções alcoólicas, onde apresenta solubilidade imediata e total; caso se utilize solução alcoólica, deve-se precaver quanto a mesma, pois é possível a inibição da formação de espuma.

Tabela 1%C.1. Testes utilizando GMS com suco de abacaxi concentrado "hot pack".

Número do teste	Brix do suco	% de aditivo	velocidade agitação (%x2.200 )	tempo de agitação (min.)	tempo de estabilização(hr)	temperaturas ambiente e espuma (°C)
21	50,5	0,10	0,506	5,0	1,00	24 e 24,5
22	50,5	0,10	0,80	5,0	1,25	24 e 24,5
23	50,5	0,10	1,00	5,0	1,30	24 e 24,5
24	50,0	0,25	0,60	5,0	3,00	24 e 24,0
25	50,5	0,25	0,80	5,0	4,00	24 e 24,0
26	50,5	0,50	0,50	5,0	4,00	24 e 24,0
27	50,5	0,50	0,50	5,0	2,00	24 e 17,0
28	50,5	0,50	0,80	5,0	1,00	24 e 25,0
29	50,5	1,00	0,70	5,0	3,00	23 e 21,0
30	50,5	1,00	0,80	3,0	2,00	23 e 17,0
31	50,5	1,00	0,90	5,0	3,20	23 e 19,0
32	60,0	0,10	0,75	5,0	1,00	23 e 24,0
33	60,0	0,25	0,75	5,0	2,00	23 e 24,0
34	60,0	0,50	0,75	5,0	2,00	25 e 24,5
35	60,0	1,00	0,75	5,0	2,50	25 e 24,5
36	65,0	0,10	0,75	5,0	1,50	25 e 24,5
37	65,0	0,25	0,75	5,0	1,75	25 e 24,5
38	65,0	0,50	0,75	5,0	2,25	25 e 23,0
39	65,0	0,75	0,75	5,0	2,50	25 e 23,0
40	65,0	1,00	0,75	5,0	3,00	25 e 23,5

\* Temperatura inicial do suco, compreendida entre 4 e 8°C.

Comentários sobre os resultados obtidos, representados na tabela 1C.1.

Para Brix 50,5, apresentaram os melhores resultados, os testes de número 29 e 31, com ótima estabilidade, grande número de pequeninas bolhas de ar e boa uniformidade; dimensão das bolhas, compreendida entre 0,01 e 0,05mm.

Para Brix 60,0, os testes 34 e 35 foram os que melhores resultaram, com boa estabilidade e uniformidade de bolhas, ótima consistência e dimensões reduzidas; dimensão das bolhas compreendida entre 0,05 e 0,10mm.

Para Brix 65,0, foram escolhidos como de melhores condições para as finalidades desejadas, os testes 39 e 40, não são pelo maior tempo de estabilidade, como pelo aspecto; dimensão compreendida, das bolhas, entre 0,08 e 0,12mm.

#### 1.D-Utilização de amidos modificados, nas formas Candymil e Penetrose 30

Modo de utilização; em soluções aquosas a 20% em peso, com água aquecida a proximadamente 60°C.

Foram realizados 4 testes com a forma Penetrose 30 e 6 com a Candymil, cujas validades são duvidosas, uma vez que foi notada a não atuação, esperada, por parte dos aditivos, por se encontrarem em um meio ácido, enquanto que suas atuações são bem observadas em meios, de pH superior a 6,5, ocasionando deste modo, espumas cujas estabilidades não ultrapassavam 10 minutos.

Tabela 10.1-Testes utilizando amidos modificados em suco de abacaxi concentrado, modalidade "hot pack".

Número do teste	Brix do suco	% de aditive	velocidade agitação (% x 2.00)	tempo de agitação (min.)	tempo de estabilida de (min.)
41	55,0	0,50	0,75	5,0	1,00
42	55,0	0,50	0,95	5,0	1,50
43	55,0	1,00	0,75	5,0	2,50
44	55,0	1,00	0,95	5,0	4,00
45	55,0	2,00	0,75	5,0	3,50
46	55,0	2,00	0,95	5,0	4,00
47	55,0	1,00	0,75	5,0	5,00
48	55,0	1,00	0,95	5,0	6,50
49	55,0	1,50	0,75	5,0	8,00
50	55,0	1,50	0,95	5,0	8,50

\* - Temperatura inicial do suco compreendida entre 4 e 80C.

\*\* - Os testes de números 41 a 46 foram realizados, utilizando se Candymil, enquanto que os demais, utilizou-se Penetrose 30.

Observação sobre os resultados obtidos , representados na tabela 10.1.

Para o Candymil, a espuma formada, além de muito ins<sub>t</sub>ável, apresentava-se muito fluída, capaz de nestas condições atravessar as malhas da bandeja; enquanto que para a forma, Pe<sub>n</sub>etrose 30, apesar de ser mais estável, a espuma também apre<sub>s</sub>entava-se bastante fluída.

### 1.E-Utilização de carboxi metil celulose

Modo de utilização: em soluções aquosas a 10% em pêso, na qual apresentava relativa dificuldade de solubilização, com tendência a formar grumos, caso se utilize a água a temperatura ambiente, reduzindo tal possibilidade, caso a mesma esteja a aproximadamente 70°C. Aconselha-se deixar de um dia para o outro, o aditivo sobre a água, para auto-solubilização, (9).

Tabela 1E.-Testes utilizando CMC com suco de abacaxi concentrado, modalidade "hot pack"

Número do teste	Brix do suco	% do aditivo	velocidade agitação (% x 2.200)	tempo de agitação (min.)	tempo de estabilização(hr)	temperaturas do suco e espuma (° C)
51	43,5	0,10	0,50	5,0	--	4 e 10,0
52	43,5	0,20	0,50	5,0	--	8 e 19,0
53	43,5	0,20	0,75	5,0	1,00	8 e 22,0
54	43,5	0,50	0,50	5,0	2,00	7 e 12,0
55	43,5	0,50	0,75	5,0	2,14	8 e 17,0
56	43,5	1,00	0,50	5,0	3,00	4 e 9,0
57	43,5	1,00	0,75	5,0	2,50	10 e 18,0
58	43,5	2,00	0,75	5,0	2,00	10 e 22,0
59	50,0	1,00	0,50	5,0	--	5 e 11,0
60	50,0	1,00	0,75	5,0	1,00	5 e 14,0
61	50,0	1,00	1,00	2,0	1,00	5 e 15,0
62	50,0	1,00	1,00	5,0	1,50	5 e 17,0
63	51,5	0,10	0,75	5,0	1,25	5 e 12,0
64	51,5	0,10	1,00	5,0	1,50	5 e 17,0
65	51,5	0,50	0,75	5,0	1,25	5 e 18,0
66	51,5	0,50	1,00	5,0	1,50	5 e 19,0
67	60,0	0,10	0,75	5,0	1,20	7 e 22,0
68	60,0	0,10	1,00	5,0	1,50	6 e 23,0
69	60,0	0,50	0,75	5,0	1,00	6 e 14,0
70	60,0	0,50	1,00	5,0	1,50	7 e 24,0
71	60,0	0,50	0,75	10,0	1,75	5 e 27,0
72	60,0	0,50	1,00	10,0	2,15	5 e 28,0
73	60,0	1,00	0,50	5,0	1,00	7 e 18,0
74	60,0	1,00	0,75	5,0	1,25	7 e 19,0
75	60,0	1,00	1,00	5,0	1,75	6 e 19,0

\* A representação (--) indica não formação de espuma

Comentários sobre os resultados obtidos, representados na tabela 1E.1

Para Brix, 43,5, os melhores resultados foram observados nos testes 55 e 57, pela estabilidade, incorporação de ar satisfatória, dimensão e uniformidade das bolhas; dimensão das bolhas compreendidas entre 0,01 e 0,05mm.

Para Brix 50, apesar de não haver sido constatada uma estabilidade, na espuma formada, razoável, a mesma também não apresentava condições desejáveis para secagem.

Para Brix 51,5, o único teste satisfatório foi representado no de número 64, com boa uniformidade e pela grande formação de pequeninas bolhas; dimensão das bolhas, compreendida entre 0,03 e 0,07mm.

Para Brix 60,0, os testes de números 70 e 75, apesar de não terem apresentado os maiores tempos de estabilidade foram tidos como os melhores e inclusive para toda a série de testes com CMC, devido a uniformidade das bolhas e suas dimensões, assim como pela taxa de incorporação de ar apresentada; dimensão das bolhas, compreendidas entre 0,03 e 0,07mm.

1.F-Não Utilização de aditivos

Tabela 1F.1-Testes sem aditivos, para o suco de abacaxi concentrado, modalidade "hot pack"

Número do teste	Brix do suco	Velocidade agitação (%x2.200)	tempo de agitação (min.)	tempo de estabilidade (hr)
76	40,0	0,75	5,0	1,00
77	40,0	0,75	10,0	1,50
78	40,0	0,75	15,0	1,15
79	40,0	1,00	5,0	1,50
80	40,0	1,00	10,0	2,00
81	50,0	0,75	5,0	1,15
82	50,0	0,75	10,0	1,75
83	50,0	0,75	15,0	1,15
84	50,0	1,00	5,0	1,75
85	50,0	1,00	10,0	2,15
86	60,0	0,75	5,0	1,50
87	60,0	0,75	10,0	1,75
88	60,0	0,75	15,0	1,50
89	60,0	1,00	5,0	2,15
90	60,0	1,00	10,0	2,50

\* Temperatura inicial do suco compreendida entre 4 e 80C.

Comentários sobre os resultados obtidos, representados na tabela 1F.1.

Dos dados obtidos, duas considerações podem ser feitas: uma referente à diferença verificada nos tempos de estabilidade da espuma em função da velocidade de agitação empregada e a outra, no que diz respeito ao Brix do suco, levando-se em conta o tempo de estabilidade, a uniformidade e dimensões das bôlhas, para um suco de Brix igual a 60.

Quadro comparativo dos aditivos empregados, para suco de abacaxi concentrado, modalidade "hot pack", com a taxa de incorporação de ar, utilizando-se bate-deira A, com percentagem de sólidos solúveis no suco, igual a 60.

Aditivo empregado	Percentagem de aditivo	Percentagem de incorporação de ar p/5min.
D-100	0,50	80,00
GMS	0,50	80,00
CMC	0,50	50,00
D-100	1,00	250,00
GMS	1,00	300,00
CMS	1,00	80,00

Quadro comparativo das estabilidades obtidas para as diversas espumas, quando da utilização de aditivos em suco de abacaxi concentrado, modalidade "hot pack", de Brix 50.

% de aditivo usado	Rotação: 0,75 x 2.200rpm/5 minutos		
	0,10	0,50	1,00
D-100	2,00hr	3,00hr	3,00hr
GMS	1,15hr	1,20hr	2,00hr
CMC	1,15hr	1,15hr	1,50hr

Quadro comparativo das estabilidades obtidas para as diversas espumas, quando da utilização de aditivos em suco de abacaxi concentrado, modalidade "hot pack", de Brix 60.

% de aditivo usado	Rotação: 0,75 x 2.200rpm/5 minutos		
	0,10	0,50	1,00
D-100	2,00hr	3,50hr	4,00hr
GMS	1,00hr	2,00hr	2,50hr
CMC	1,00hr	1,00hr	1,25hr

## 2-Testes utilizando a bateadeira B

Na segunda etapa dos testes de formação de espuma, conforme foi anteriormente mencionado, utilizou-se a bateadeira B e baseado nos dados antes obtidos e de literaturas, o suco de abacaxi concentrado nas modalidades "hot pack" e congelado, foram testados, utilizando-se exclusivamente a proteína de soja ou nenhum aditivo (1), (9).

Os testes foram realizados de modo semelhante ao empregado quando da utilização da Bateadeira A. Amostras de 300 a 650g de suco, a 50C, de diferentes percentagens de sólidos solúveis, eram colocadas com ou sem aditivo e submetidas a agitação, sendo determinada após a mesma, a temperatura da espuma formada, a taxa de incorporação de ar e a sua estabilidade.

A taxa de incorporação de ar, foi determinada, utilizando-se uma balança de precisão e um becher de 25ml, onde, para sempre um mesmo volume, foram determinados os pesos correspondentes, após cada intervalo de agitação, normalmente de 2 em 2 minutos, para uma mesma velocidade.

## 2.A-Utilização de suco de abacaxi concentrado da modalidade "hot pack".

Durante esses testes, utilizou-se o suco concentrado "hot pack", com ou sem adição de emulsificante, ou seja, D-100, variando a percentagem de sólidos solúveis do mesmo, as sim como a velocidade de rotação, de 190 a 575rpm nos testes preliminares e 260 ou 350rpm, nos testes finais, com tempos de agitação desde 2 a 15 minutos, sendo escolhidos também pa ra os testes finais, os compreendidos entre 10 e 15 minutos.

Devido a não observação, durante esses experimentos de efeitos que justificassem o uso de aditivo, este foi elimi nado a partir deste ponto e os experimentos seguintes foram realizados, com o suco sem aditivo; contudo, quando da utiliza ção desta bateadeira, os dados obtidos, referentes à incorpora ção de ar demonstraram que a taxa correspondente, não atingi u a faixa considerada ótima e no que se refere à estabilida de, mesmo com utilização de emulsificante, não se conseguiu em nenhum dos testes, uma que ultrapassasse 30 minutos, sem que antes fosse constatada a separação da espuma em duas fa ses, porém, mesmo nessas condições, as espumas obtidas possibili taram uma secagem posterior.

Para estudo de incorporação de ar, utilizou-se um suco concentrado de abacaxi de 57°Brix, sem emulsificante, com diversas velocidades e por tempos variando de 2 a 15 minutos, conforme tabela 2A.1.

Tabela 2.A.1-Percentagem de incorporação de ar X tempo de agitação.

Tempos de agitação (min.)	Velocidade (rpm)				
	190	260	350	420	575
2,00	3,15	3,37	3,72	7,15	14,41
4,00	6,58	7,90	9,75	14,05	23,70
6,00	8,92	11,80	14,40	16,37	19,70
8,00	11,80	14,40	18,40	17,03	15,20
10,00	13,20	16,40	17,80	16,13	11,85
12,00	14,40	15,20	14,42	13,00	10,40
15,00	15,80	13,60	10,95	10,70	10,30

\* - Os cálculos acima foram realizados, mediante o emprêgo da fórmula:

$$\% \text{ ar} = \frac{(38 - P/1,25)}{38} \times 100$$

sendo P= pêsco da amostra subtraída do pêsco do becher  
 1,25 = densidade do suco, sem ar incorporado, em g/cm<sup>3</sup>

A formula anteriormente apresentada, foi deduzida, baseada na relação.

38ml correspondem.....100% do volume do becher  
 V qualquer ..... X % do volume do becher

$$V = \frac{\text{Pêsco da amostra}}{\text{Densidade amostra}} = \text{Pêsco do suco} / 1,25 \text{g.cm}^{-3}$$

$$\% \text{ ar} = (100 - X) = 100 - \left( \frac{(P/1,25) \times 100}{38} \right)$$

Tabela 2A.2 - Percentagem de incorporação de ar X tempo de agitação para suco de abacaxi concentrado, modalidade "hot pack" e Brix 57, com utilização de D-100

Velocidade em rpm Tem pos a gita- ção (min)	Para 0,00% de D-100		Para 1,00% de D-100	
	260	350	260	350
2,00	3,75	3,88	3,95	4,20
4,00	8,70	11,80	9,05	13,50
6,00	13,05	18,55	14,10	20,08
8,00	14,17	19,60	15,55	21,95
10,00	15,82	18,45	17,02	20,00
12,00	15,50	13,07	16,75	15,75
15,00	15,20	7,85	16,15	8,75

\* Os valores acima foram calculados pela fórmula utilizada em 2A.1.

## 2.B-Utilização do suco de abacaxi concentrado da modalidade congelado

Com tal modalidade de suco, testes visando incorporação de ar e estabilidade, principalmente, foram realizados, de modo idêntico aos anteriores, obtendo-se resultados satisfatórios, não só em incorporação de ar como em estabilidade.

Dos testes inicialmente realizados nesta etapa do trabalho, também a proteína de soja foi empregada, porém sem produzir efeitos que justificassem seu uso, daí a sua eliminação. Foram testados sucos de diferentes concentrações, inicialmente para determinação da velocidade e tempo de agitação mais apropriados, seguindo-se o estudo da estabilidade, também nos moldes anteriormente mencionados, encontrando-se para as velocidades e tempos escolhidos, valores, todos superiores a 30 minutos e com percentagem de incorporação de ar, nunca inferior a 100%.

Tabela 2B.1- Densidade de espuma X tempo de agitação, para suco de abacaxi concentrado, modalidade congelado, 40ºBrix a 5ºC.

Velocidades em rpm  Tem pos a gitação (min)	260	360	420	515	575
	0	1,130	1,130	1,130	1,130
3,0	--	--	0,540	0,545	0,550
5,0	0,690	0,470	0,400	0,410	0,440
8,0	0,530	0,340	0,310	0,300	0,350
10,0	0,500	0,310	0,300	0,320	0,365
12,0	0,470	0,280	0,320	0,340	0,372
15,0	0,450	0,270	0,330	0,355	0,375

Tabela 2B.a- Densidade da espuma X tempo de agitação, para suco de abacaxi concentrado, modalidade congelado, 60ºBrix a 5ºC.

Velocidades em rpm				
	260	350	420	
Tem pos a gitação (min)				
0	1,25	1,25	1,25	1,25
3,0	--	--	--	0,91
5,0	1,05	0,95	0,83	0,29
10,0	0,57	0,40	0,37	0,88
12,0	0,35	0,25	0,28	1,12
15,0	0,30	0,22	0,35	1,37

#### 4.2.3. Pesquisas Sobre Condições de Secagem

Seguindo a linha de processamento, para aplicação do foam-mat ao suco de abacaxi concentrado, após a obtenção da espuma, esta é disposta em um veículo sustentador, no caso utilizou-se bandeja com tela de nylon e imediatamente submetida à etapa seguinte, ou seja, a desidratação propriamente dita, quando no decorrer da mesma, alguns fatores começaram a ser aplicados, devido às suas interferências, considerando-se como básico, o tempo de exposição ao calor, tais como:

- Emulsificante utilizado: tipo e quantidade
- Espessura da camada da espuma
- Temperatura do secador

Para ser submetida à secagem, dois tipos de espuma foram preparados, ambos a partir do suco concentrado, de diferentes percentagens de sólidos solúveis, porém um contendo aditivo e o outro, não. Da presença ou não de emulsificantes e de suas percentagens utilizadas, notamos que diretamente na secagem, não pareceu interferir, porém indiretamente sim, pois quando o emulsificante era empregado, além de provocar uma maior incorporação de gás ou ar, uma espuma de melhor estabilidade era obtida, dando origem assim a um melhor produto.

Devido a uma maior incorporação de gás, desde que não se ultrapasse certos limites, resulta um maior aumento de volume da espuma, o que influi, não só em rendimento do produto como também no do processamento, uma vez que é reduzido o tempo de secagem, e ainda na qualidade do produto, uma vez que se obterá um, mais poroso, mais higroscópico pois é consequentemente de maior solubilidade em água; contudo é preciso que se tenha <sup>um</sup> cuidado maior, não constituindo isto, num inconveniente, na conservação do volume da espuma, pois nestas condições, torna-se mais vulnerável à temperatura e ao ar prove

niente do compressor. Da prática, nas condições testadas, para espessuras variando de 1,5 a 3,0mm, tal fato foi constatado para temperaturas acima de 75°C e compressor atuando com 1,5kg/cm<sup>2</sup>.

No que se refere à estabilidade da espuma, a mesma interfere de modo semelhante, durante a secagem, ao incorporamento de gás visto anteriormente, uma vez que, desta, depende o tempo de secagem e por fim da higroscopicidade do produto, isto sem mencionar a queda de rendimento, pois uma espuma instável torna-se mais fluída, chegando mesmo a atravessar as malhas da bandeja, perdendo-se em parte; para tais espumas, de estabilidade reduzida, foi observada dos testes, que o ar proveniente do compressor, se possuir pressão média igual a 1kg/cm<sup>2</sup>, para camadas de espessura média igual a 2,0mm, é capaz de sustentar a mesma, impedindo-a de atravessar as malhas, em aproximadamente 90% do seu volume, o que não significa que a qualidade do produto final, seja tão boa, quanto aquela partindo-se de uma espuma estável.

Referente à espessura da camada, é bastante notória a influência observada, foram testadas, apesar da bandeja apresentar certos inconvenientes, como flexionamento das malhas na sua parte central, devido ao peso da espuma, 3 intervalos de valores, dentre os quais estavam compreendidas tais espessuras, ou seja:

- de 1,5 a 1,8 milímetros
- de 1,8 a 2,2 milímetros
- de 2,2 a 3,0 milímetros

Para tais valores, foram aplicadas condições idênticas de secagem, com temperatura variando entre 50 e 75°C, sendo então observadas as ocorrências seguintes:

1-Quando se utilizou a mistura A, de sucos e espessuras inferiores a 1,8mm, verificou-se uma redução no tempo

de secagem , estabelecendo-se no valor médio para este, igual a 1.hora e 15 minutos, para 70°C , constituindo-se para essas condições, o ponto ótimo de trabalho, porém a camada apresentava maior facilidade de redução de volume e também um muito baixo rendimento, de uma vez que o produto antes de estar desidratado, sempre penetra entre as malhas , impossibilitando o aproveitamento desta porção, restando então no caso, uma quantidade reduzida de produto seco.

2-Para espessuras compreendidas entre 1,8 e 2,2mm , empregando suco concentrado de 55 a 65ºBrix , da modalidade " hot pack" , encontrou-se o seguintes valores para tempo de secagem, correlacionados com as diversas temperaturas empregadas no secador:

temperatura do secador (°C)	50	55	60	65	70	75
Tempo de secagem (hr)	2,75	2,50	2,30	2,00	1,50	1,25

Outros, testes foram realizados com temperatura do secador , superior a 75°C contudo verificou-se a redução do volume da espuma, principalmente para ar com pressão superior a 1,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

**OBSERVAÇÃO:** Os dados apresentados na tabela acima referentes a temperatura do secador , apresentam uma diferença para temperatura da espuma, de aproximadamente 5°C a mais , devido ao ar proveniente do compressor, não ser pré aquecido.

3- Para espessuras acima de 2,2mm mesmo para temperaturas iguais a 75°C, não foi alcançado nenhum resultado positivo para tempo de secagem inferior a 2 horas e apesar de nestas condições, ser possível um maior rendimento, temperaturas iguais ou superiores a esta, provocam o início de caramelização do suco e a secagem não se desenvolve uniformemente, ficando a parte inferior da bandeja, úmida.

Relacionando o tempo de secagem com a temperatura a qual o material está submetido, vê-se que os mesmos variam inversamente, isto é aumentando-se a temperatura do secador, consegue-se reduzir o tempo de exposição, porém levando em conta a qualidade do que se deseja obter, é impossível utilizar desta correlação além de certos limites, os quais são função da temperatura empregada, que por sua vez é limitada pelo material a ser secado.

Para suco congelado, condições idênticas de secagem foram testadas, sendo observados as mesmas influências anteriores, sendo que para esta modalidade de suco, o tempo de exposição foi grandemente reduzido, devido a elevada percentagem de incorporação de ar, observada, não verificando-se aqui, passagem da espuma pelas malhas da bandeja.

Para um Brix médio, igual a 40, e temperatura de 55°C, foram observadas as correlações seguintes, entre as espessuras da camada, temperatura de secagem e tempo de exposição:

Temperatura do secador (°C)	50	55	60	65	70	75
Tempo de exposição (min)	45	30	30-25	30-25	25	25-22

\* Espessuras das camadas compreendidas entre 1,8 e 2,2mm.

Número do teste	Modalidade do suco e Brix	Velocidade (RPM) e tempo (min) de agitação	Espessura da espuma (mm)	Temperatura do secador (°C)	Tempo de secagem (hr)	Aditivo Utilizado e Percentagem	Resultado do Teste
38	HP - 65,0	350 X 10,0	2,0	75,0	1,50	- - -	Positivo
39	HP - 65,0	350 X 10,0	2,0	75,0	1,45	(D-100) em 1,00%	Positivo
40	HP - 71,5	260 X 15,0	2,0	70,0	1,50	- - -	Negativo
41	HP - 71,5	350 X 10,0	1,8	70,0	1,50	(D-100) em 1,00%	Negativo
42	C - 60,0	350 X 12,0	2,0	70,0	1,00	- - -	Positivo
43	C - 60,0	260 X 15,0	2,0	70,0	1,00	- - -	Positivo
44	C - 60,0	260 X 15,0	2,0	60,0	0,50	- - -	Negativo
45	C - 60,0	260 X 15,0	2,0	60,0	0,50	(D-100) em 1,00%	Negativo
46	C - 40,0	260 X 15,0	2,0	60,0	1,00	- - -	Positivo
47	C - 40,0	350 X 12,0	2,0	60,0	1,00	- - -	Positivo
48	C - 40,0	350 X 12,0	1,8	55,0	0,50	- - -	Positivo
49	C - 40,0	350 X 12,0	2,0	55,0	0,50	(D-100) em 1,00%	Positivo
50	C - 40,0	350 X 12,0	2,0	55,0	0,50	- - -	Positivo

Número do Teste	Modalidade do suco e Brix	Velocidade (RPM) e tempo (min) de agitação	Espessura da espuma (mm)	Temperatura do secador (°C)	Tempo de secagem (hr)	Aditivo Utilizado e percentagem	Resultado do teste
01	HP -	43,0 350 5,0	2,0	50,0	1,00	- - -	Negativo
02	HP -	43,0 350 5,0	2,0	50,0	1,50	- - -	Negativo
03	HP -	43,0 350 10,0	2,0	50,0	2,00	- - -	Negativo
04	HP -	43,0 350 10,0	2,0	50,0	3,00	- - -	Negativo
05	HP -	43,0 350 10,0	1,5	50,0	1,50	- - -	Negativo
06	HP -	43,0 350 10,0	1,5	50,0	2,50	- - -	Negativo
07	HP -	43,0 350 10,0	2,0	50,0	2,00	(D-100) em 0,50%	Negativo
08	HP -	43,0 350 10,0	2,0	50,0	2,00	(D-100) em 1,00%	Negativo
09	HP -	43,0 350 10,0	2,0	60,0	2,00	- - -	Negativo
10	HP -	43,0 350 10,0	1,5	60,0	2,00	- - -	Negativo
11	HP -	43,0 350 10,0	2,0	65,0	2,00	- - -	Negativo
12	HP -	43,0 350 10,0	2,0	65,0	2,00	(D-100) em 0,50%	Negativo
13	HP -	43,0 350 10,0	2,0	65,0	2,00	(D-100) em 1,00%	Negativo
14	HP -	43,0 350 10,0	2,0	65,0	3,50	- - -	Positivo
15	HP -	43,0 350 10,0	1,8	65,0	3,25	(D-100) em 1,00%	Positivo
16	HP -	50,0 350 10,0	2,0	50,0	2,00	- - -	Negativo
17	HP -	50,0 350 10,0	1,8	50,0	2,50	- - -	Negativo
18	HP -	50,0 350 10,0	2,0	65,0	2,00	- - -	Negativo
19	HP -	50,0 350 10,0	2,0	65,0	2,50	- - -	Positivo
20	HP -	50,0 350 10,0	2,0	65,0	2,50	- - -	Positivo
21	HP -	50,0 350 10,0	1,5	65,0	2,50	- - -	Positivo
22	HP -	50,0 350 10,0	1,5	65,0	2,50	- - -	Positivo
23	HP -	50,0 350 5,0	2,0	65,0	2,50	(D-100) em 1,00%	Positivo
24	HP -	50,0 350 5,0	2,0	70,0	1,00	- - -	Negativo
25	HP -	50,0 350 5,0	2,0	70,0	2,00	- - -	Positivo
26	HP -	50,0 350 10,0	2,0	70,0	1,45	- - -	Positivo
27	HP -	50,0 350 15,0	1,5	70,0	1,25	- - -	Positivo
28	HP -	50,0 350 15,0	1,8	70,0	1,25	- - -	Positivo
29	HP -	50,0 420 5,0	1,8	70,0	1,10	(D-100) em 1,00%	Negativo
30	HP -	50,0 260 15,0	2,2	70,0	1,50	- - -	Negativo
31	HP -	53,5 350 10,0	1,8	70,0	1,50	- - -	Positivo
32	HP -	53,5 350 10,0	2,0	70,0	1,25	- - -	Negativo
33	HP -	53,5 350 10,0	2,0	70,0	1,25	(D-100) em 1,00%	Negativo
34	HP -	53,5 350 15,0	2,0	75,0	1,50	- - -	Positivo
35	HP -	53,5 350 10,0	2,0	75,0	1,25	- - -	Positivo
36	HP -	65,0 260 15,0	1,8	75,0	1,25	- - -	Positivo
37	HP -	65,0 260 15,0	2,0	70,0	1,50	- - -	Negativo
			1,8	70,0	2,00	- - -	Positivo

20

#### 4.2.4. Reconstituição: Testes Degustativos

Do suco desidratado, obtido a partir do suco de abacaxi concentrado, modalidade congelado, foram realizados testes, no sentido de ser observado a solubilidade do produto em água, à temperatura compreendidas entre 10 e 25°C, constatando-se que o suco desidratado permanecia por alguns instantes na superfície da água, devido a sua baixa densidade, em face de sua estrutura porosa, apresentando porém, sob agitação manual por espaço mínimo de tempo, solubilidade que pode ser considerada imediata e total.

Posteriormente, foram preparados sucos reconstituídos a partir do desidratado e do congelado e realizados testes para se identificar, entre as percentagens de sólidos solúveis prováveis, a mais indicada para comparação entre os mesmos; para tanto, foram preparadas soluções de 11 e 12°Brix e com amostras de 25ml, empregou-se um grupo de provadores, constituído de 10 elementos, utilizando-se o método triangular, no qual são apresentados ao provador, por duas vezes 3 amostras, sendo duas iguais e uma diferente, conforme combinações AAB e ABB, correspondendo a letra A, ao suco reconstituído a partir do congelado, com Brix igual a 11 e B, com Brix igual a 12, do mesmo suco, operando-se de maneira idêntica para com o suco reconstituído a partir do desidratado, para que o mesmo indicasse preferência, encontrando-se para ambos os sucos, uma preferência, porém não significativa, pelo Brix 12.

Utilizando-se então Brix 12, novas soluções foram preparadas, a partir do suco desidratado e do congelado que serviu de matéria prima para o primeiro, e com o mesmo grupo de provadores, anterior, empregou-se o método pareado de comparação, onde são apresentadas para prova, por 4 vezes,

duas amostras, conforme combinações AA, AB, BB e BA; representando por A, o suco reconstituído a partir do congelado e por B, do desidratado, sendo que as duas primeiras v<sup>ez</sup>es, uma é realizada imediatamente ap<sup>os</sup> a outra, o mesmo ocorrendo com as duas últimas, com as amostras AA e AB, indagando-se do provador, se para cada v<sup>ez</sup> ou par de amostras, existe diferença entre as mesmas. o grau de diferença, se nenhum, se pequeno ou se grande e a preferência, donde se concluiu, para os dados obtidos, com significância de 1,0%, haver sido notada diferença, entre os dois sucos, por<sup>em</sup> quanto ã preferência, não houve resultado significativo, indicando assim grande semelhança entre os dois, podendo-se mesmo dizer que não existiu diferença entre os mesmos.

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como produto final, foi obtido o suco de abacaxi de desidratado ou em pó, partindo-se do suco concentrado da fruta os quais foram submetidos a análises químicas e bioquímicas, para efeito de comparação e a testes degustativos.

Como foi mencionado anteriormente, duas modalidades de suco concentrado, foram empregadas, além disto várias combinações foram utilizadas, sem mencionar ainda a adição ou não de emulsificantes, daí a grande variedade de matéria prima empregada; contudo, por maior disponibilidade de um determinado tipo de suco e por ter o mesmo, apresentado bons resultados nos testes preliminares, além de estar enquadrado nas condições recomendadas pelas literaturas, foram utilizados praticamente, dois tipos de suco de abacaxi concentrado, como matéria prima para o presente trabalho, os quais são comparados com os respectivos produtos finais.

ESQUEMA 1 : Obtenção de suco desidratado, utilizando como matéria prima, o suco concentrado da modalidade "hot pack".

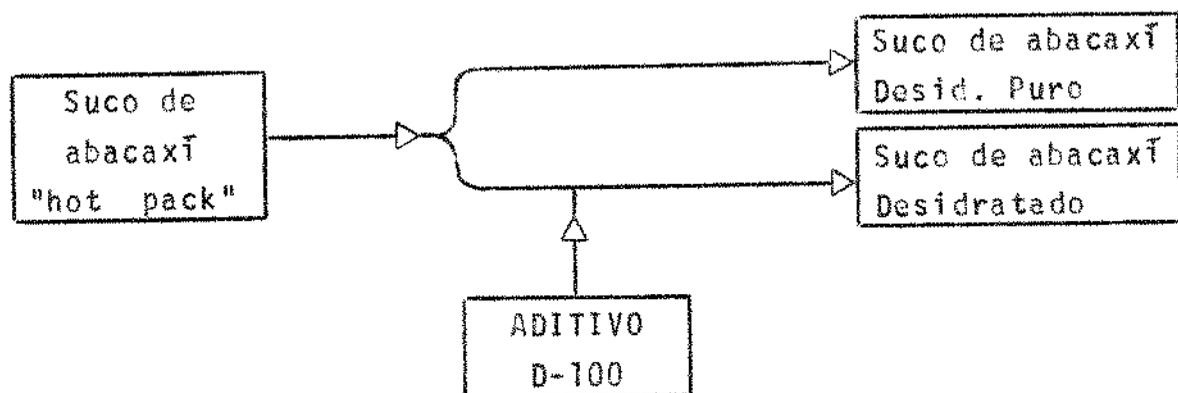


Tabela 1: Suco concentrado "hot pack" X suco desidratado

Análises realizadas	Suco con- centrado H.P.	Suco desidratado	
		sem aditivo	com aditivo
Brix	57,00	57,00	57,00
pH	3,50	3,50	3,50
Açúcares re- dutores (%)	48,50	46,03	46,00
Açúcares to- tais (%)	51,56	51,70	52,11
Acidez total (%Ac.cítrico)	2,40	2,05	2,10
Ácido Ascórbi- co(mg.vit.c/ 100g)	29,21	23,03	23,65
Têor de pólpa	18,48	18,00	18,76
Umidade%	- -	4,50	4,50

Condições de operação, referentes à tabela 1

Temperatura de secagem.....75°C  
 Tempo de exposição.....1h30 min.  
 Espessura da camada.....1,8 a 2,2mm  
 Aditivo D-100 em .....1,00%

ESQUEMA 2: Obtenção de suco desidratado, utilizando como matéria prima, o suco concentrado da modalidade congelado.

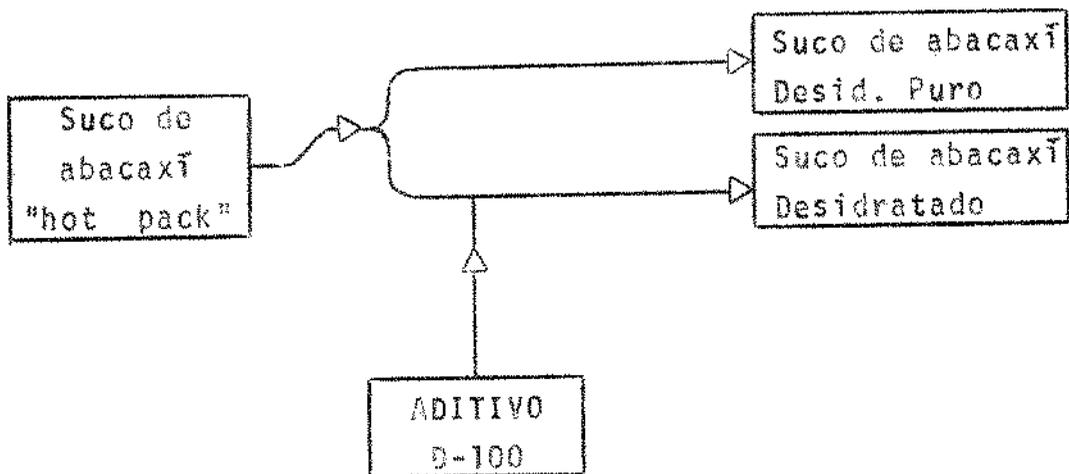


Tabela 2: Suco concentrado congelado X suco desidratado

Análises realizadas	Suco concentrado congelado	Suco desidratado	
		sem aditivo	com aditivo
Brix	40,00	40,00	40,00
pH	3,60	3,60	3,60
Açúcares redu- tores (%)	17,30	16,75	16,78
Açúcares to- tais (%)	33,00	35,00	35,07
Acidez total (%Ac. Cítrico)	1,81	1,81	1,81
Ácido Ascórbi- co(mg.vit. p/ 100g)	14,20	13,05	13,05
Teor de polpa (%)	49,40	50,00	51,15
Umidade (%)	- -	3,25	3,20

Condições de operação, referente à tabela 2

Temperatura de secagem.....55°C

Tempo de exposição.....30min.

Espessura da camada.....1,8 a 2,2mm

Referente ao rendimento do processo, apesar da não determinação específica do mesmo, pode ser avaliado, com aproximação bastante razoável, em 10%, quando da utilização da modalidade "hot pack" e de 90 a 95%, para a modalidade congelado; ambos os rendimentos, referem-se ao período de processamento compreendido pela desidratação propriamente dita e coleta posterior do produto, isto é, 10% e 90 a 95% das espumas utilizadas, foram transformadas em pó, nas condições desejadas.

## 6 - CONSIDERAÇÕES SOBRE EMBALAGENS E CONDIÇÕES DE ESTOCAGEM

No que diz respeito ao modo de conservação do suco de abacaxi desidratado, cuja principal finalidade é preservar suas características ou formação porosa, com baixo teor de umidade, duas possibilidades foram encontradas:

1- Através de acondicionamento em latas cilíndricas, com capacidade de aproximadamente, para 100g do produto.

2- Através de sacos plásticos tri-laminados, capazes de oferecerem maior segurança ao produto, nos quais é injetado gás inerte, normalmente  $N_2$  (19).

Contudo independentemente de qualquer embalagem, durante a estocagem para uma determinada condição, o produto que mais resiste, sem que ocorram mudanças nas propriedades organolépticas, nem sempre é aquele que foi submetido à desidratação com a mais alta temperatura possível, dentro dos limites para cada caso, sendo pois necessário a observação do tempo durante o qual, surgem tais alterações, as quais não são da temperatura de secagem, dependem, como também da de estocagem (4).

Quando há alta higroscopicidade do produto, esta pode ser explicada, através de dois pontos de vista; um físico, que possibilita a formação de ideias gerais sobre a origem de tal característica, e um químico, que explica possíveis causas, com base na constituição do abacaxi.

Do ponto de vista físico, diversos fatores podem ser responsáveis pela alta higroscopicidade do produto, tais

como, a percentagem de incorporação de ar, a eficiência da cr  
terização provocada, a temperatura de secagem e mesmo a pr  
opria espessura da camada de espuma; enquanto que do ponto de  
vista químico, baseado na composição do abacaxi, tr  
ansformações que podem ocorrer, possibilitam tal consequência. Esta  
higroscopicidade então, pode ser provocada por qualquer das  
transformações verificadas, com base principalmente na presen  
ça de carboidratos, ou seja, transformações da sacarose, por  
inversão, devido à influência de altas temperaturas, em gluco  
se e frutose, assim como também, pela transformação da pec  
tina presente, em ácido pectico e metanol, ou ainda, pela hi  
drólise do amido, originando dextrina, sendo que, tal ou tais  
transformações não foram estudadas, com finalidade de se afir  
mar qual delas é responsável em maior grau, pela elevada hi  
groscopicidade do produto desidratado, por constituir-se um  
assunto à parte, fora pois do campo de estudos para o traba  
lho em foco, no presente momento.

## 7 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

São apresentadas em duas partes:

- a) Emulsificantes, formação e estabilidade da espuma
- b) Condições de secagem

a) Do estudo realizado na pesquisa de emulsificantes e suas ações, concluiu-se que no caso do abacaxi, na forma de suco concentrado, alguns fatores têm participação positiva ou negativa. São apresentados cada fator, assim como as conclusões sobre o mesmo e sua influência, seguindo-se as sugestões para sua utilização para melhores resultados.

### 1. Temperatura

Apresentou influência apreciável a temperatura do suco utilizado na formação da espuma. Quando a mesma estava compreendida entre 3 e 89°C, verificou-se para a espuma formada, seja com o suco da modalidade "hot pack" ou congelado, maior viscosidade (menor fluidez) ou consistência, melhor uniformidade, no que diz respeito à distribuição de bôlhas de ar no seio da massa e dimensão média, menor, para os diâmetros da mesma, do que aquelas formadas com o suco em temperaturas iniciais acima de 150°C, apesar de nestas condições, apresentar maior facilidade de incorporação de ar ou gás.

A temperatura pode afetar a taxa de formação de espuma e caso se deseje diminuir a quantidade de aditivo, pode-se conseguir pelo abaixamento da temperatura do suco, inicial. Concluiu-se pois, que a faixa adequada para o suco de

abacaxí, de temperatura, está limitada por 4 e 79C.

Ainda referente à temperatura, porém sendo esta a de secagem, desde que se tenha conhecimento do tempo em que o produto se mantém na temperatura de bulbo úmido do ar de secagem, apesar deste ter sua temperatura de bulbo seco, próximo aos 909C, pode-se inicialmente, utilizar altas temperaturas, tais como 90 ou 959C, após o que, decorrido aquele tempo referido, deve-se reduzir a mesma, para no máximo 659C. Este procedimento, no entanto, necessita de estudos mais aprofundados.

## 2. Sólidos solúveis

Um dos fatores que mais influência, apresentou durante os testes realizados, sua faixa ótima de formação da espuma, compreendida entre 55 e 659Brix, havendo a possibilidade de contrabalançar-se uma possível diminuição do Brix pelo aumento da percentagem de aditivo, o que foi testado com o suco da modalidade "hot pack", utilizando-se 0,5 e 1,0% de D-100, apresentando sensíveis diferenças, sem contudo apresentar a que continha 1,0% de D-100, resultados melhores que um suco 559Brix, "hot-pack", sem aditivo.

Ainda existe a possibilidade de compensar-se a percentagem de sólidos solúveis, através a adição de polpa.

Apesar da concentração de sólidos solúveis apropriada, estar compreendida entre 55 e 659Brix, para o suco da modalidade congelado, por conveniências de época e de processamento, utilizou-se um igual a 409Brix, sem contudo notar influência ou consequência digna de menção.

### 3. Emulsificantes

Dos 6 emulsificantes escolhidos para os testes iniciais, foram selecionados 3, ou seja, o D-100, o CMC e o GMS, pelas suas atuações, principalmente na incorporação de ar e formação de espuma estável. Desses 3 aditivos, foi a proteína de soja, ou D-100, escolhida e utilizada para um estudo mais prolongado, com sucos da modalidade "hot-pack", notando-se entretanto, que existe uma ordem decrescente na obtenção de bons resultados, segundo se utilize: a) como aditivo, o D-100, seguido pelo GMS; b) não utilização de aditivo e c) o CMC. Contudo para o suco da modalidade congelado, concluiu-se da não necessidade da utilização de aditivo, uma vez que de sua própria constituição, estão presentes substâncias capazes de promover a formação de espuma e esta apresenta condições bastante satisfatórias para secagem, sob todos os pontos de vista, apresentando características quase que idênticas àquelas quando da utilização de D-100.

Resumindo pois, apesar de ser aconselhável o uso de aditivos para promover e aumentar o tempo de estabilidade da espuma e inclusive, conforme foi anteriormente mencionado, para o suco concentrado da modalidade "hot pack", as diferenças observadas quando da utilização ou não desses aditivos, confirmam a necessidade do emprego dos mesmos e se possível, estudadas novas combinações entre eles, para utilização simultânea, enquanto que para a modalidade congelado, pode-se eliminar totalmente tais aditivos.

### 4. Percentagem de emulsificante

Também situada entre os fatores que mais influenciam na formação da espuma, está correlacionada diretamente

com todos os outros fatores.

Para uma mesma matéria-prima, de características de finidas e fixas pode variar sensivelmente, caso se deseje modificar apenas a percentagem presente de sólidos solúveis, contudo, para o abacaxí e numa concentração de 50 a 65º Brix foram encontrados resultados satisfatórios utilizando-se aditivos (referimo-nos aos 3 anteriormente citados) em percentagens variando entre 0,5 e 1,0% em peso, com base no peso do suco concentrado e não em relação ao peso de sólidos, notando-se que um aumento na quantidade de aditivo, ocasiona uma diminuição na densidade da espuma. Para o caso específico do D-100, foi encontrada sua percentagem ótima de utilização, compreendida entre 0,8 e 1,0% em peso, na base por nós empregada.

#### 5. Agitação

Para este fator, são apresentadas duas conclusões, uma para cada tipo de bateadeira utilizada: para a bateadeira A, encontrou-se um melhor aproveitamento na sua utilização conforme moldes anteriormente citados, para a faixa compreendida entre 75 e 95% de sua capacidade máxima de rotação, para tempos de agitação compreendidos indistintamente entre 5 e 10 minutos, ao passo que com a bateadeira B, sua melhor utilização ocorreu para as velocidades 260 e 350 r.p.m., com tempos de agitação respectivamente compreendidos entre 12 a 15 e 10 a 12 minutos, para ambas as modalidades de suco.

Encontrou-se ainda, que uma velocidade de agitação,

com rotação muito elevada, pode provocar a formação de uma espuma grosseira que logo se desfaz, ou ainda, colapso na formação da mesma.

#### 6. Tempos de agitação

Os resultados encontrados concordam plenamente com as informações obtidas, ou seja, um tempo muito prolongado pode desfazer uma espuma já formada e também colapso na formação da mesma. Os testes revelaram que um tempo de agitação compreendido entre 5 e 7 minutos para a bateadeira A e de 8 a 12 minutos, para a bateadeira B, independente da velocidade, representam os intervalos para as médias dos casos verificados.

b) Sobre as condições de secagem, concluiu-se que dentro dos limites máximos permitidos, para teor de umidade presente no produto final, isto é, abaixo de 5%, influenciam sobre a qualidade do mesmo a espessura da camada a ser secada, o fluxo de ar proveniente do compressor, a temperatura e o tempo de exposição ao calor. De um modo geral, as considerações feitas são tomadas como ponto de referência, a temperatura de secagem, por ser a mesma, provavelmente, o fator que mais influencia na qualidade do produto final e ainda mais, por estar diretamente relacionado com todos os demais que influenciam nesta fase.

1. Considerando a modalidade "hot pack", inicialmente foram testadas temperaturas em torno de 50°C, sendo que, para nenhum dos experimentos realizados conseguiu-se uma secagem perfeita, estando o tempo necessário para tal, estima

do acima de 4,0 horas. Os testes seguintes foram, então, realizados com temperaturas compreendidas entre 55 e 65°C, conseguindo-se um produto final aparentemente bom, sendo contudo necessário um tempo superior a 2,5 horas, o que por si só já é desaconselhável, pois existem grandes possibilidades de eliminação de parte dos constituintes.

2. Utilizando-se temperaturas superiores a 65°C, um outro fator começa a ter sentido e concorre paralelamente com a mesma, na redução do tempo de secagem, que é a espessura da camada de espuma. Este novo fator, assumindo valores que variam dentro de um pequeno intervalo, pode para uma mesma temperatura, reduzir de 1,0 hora ou mais, o tempo de secagem. A influência da camada de espuma, ou melhor, de sua espessura, ratificando o que foi mencionado anteriormente, foi observada durante testes e principalmente num deles, quando provocou uma redução no tempo de exposição, de 1,25 horas, ou seja, reduzindo de 2,75 horas para 1,50 horas, sendo aquele o primeiro experimento que resultou positivamente, para uma temperatura de 70°C, quando a espessura da camada foi reduzida de 2,2mm para 1,8 milímetros.

3. De posse dos dados obtidos, concluiu-se que a melhor condição de secagem, verificou-se para uma temperatura de 75°C no secador, correspondendo a aproximadamente 70°C na espuma, para uma espessura desta, igual a 1,8 mm aproximadamente.

4. Referente à modalidade congelado, várias temperaturas também foram testadas, desde 50 a 75°C, concluindo-se que, desde que é necessário combinar o menor tempo de exposição possível com a menor temperatura, fatores estes in-

versamente relacionados, a melhor temperatura está situada próxima aos 55°C para o que foram necessários aproximadamente 30 minutos de exposição ao calor, sem utilização de ar comprimido e 40 minutos com utilização de ar, para espessuras de camada variando entre 1,8 e 2,2 milímetros.

5. Quanto ao ar proveniente do compressor, responsável pela craterização da espuma e conseqüente arraste da umidade, notou-se que, para uma pressão variando entre 0,8 e 1,2 kg/cm<sup>2</sup> com vazão de ar igual a 0,150 m<sup>3</sup>/min, foram conseguidos os efeitos desejados para aquelas condições de temperatura e espessura da camada, anteriormente apresentadas como ótimas. Contudo abaixo deste intervalo de pressão, o processo de craterização não se desenvolve satisfatoriamente e o produto passa a necessitar maior tempo de secagem para atingir as condições finais, ao passo que para pressões superiores a 1,35 kg/cm<sup>2</sup>, esta torna-se demais violenta a espuma, provocando inclusive a destruição da mesma, pelo rompimento das bôlhas formadas, o que ocasiona, caso não seja reduzida, uma redução de volume que dará como conseqüência, um produto final menos poroso e de menor solubilidade em água.

6. Uma variação que se processou e que pode ser utilizada normalmente, daí ser sugerida, baseada nos bons resultados obtidos, é de, uma vêz que o ar proveniente do compressor não ser pré-aquecido, em contato com a espuma em temperatura inferior à do secador, utilizá-lo apenas no início da secagem, por um tempo não superior a 10 minutos, após o que, decorrida a craterização da espuma por parte do mesmo, retirá-lo, deixando apenas o ar que circula, proveniente do ventilador do secador, uma vêz que utilizando-se o ar do compressor até o final da secagem, não sendo o mesmo pré-aquecido, verifica-se um aumento no tempo de exposição ao

calor.

7. Um outro ponto que tornou-se indispensável durante a secagem, ou melhor, imediatamente após a mesma e que mais tarde foi comprovado, foi o choque térmico que se efetuou e se deve efetuar, ainda com o produto na bandeja ou esteira, fazendo-se passar sobre o mesmo, um jato de ar frio ou à temperatura ambiente, até que o produto atinja a temperatura de aproximadamente 25°C, favorecendo-se deste modo, não só uma solidificação rápida daquele, como também sua remoção da bandeja ou esteira.

8. Ainda, com base nos testes realizados, concluiu-se que o suco de abacaxi da modalidade "hot pack", não deve ser utilizado na preparação de espumas, mesmo que em altas concentrações de sólidos solúveis, não devendo o mesmo, substituir o da modalidade congelado, mesmo que parcialmente.

9. Referente à percentagem de polpa presente, não foi dada atenção especial, por haver sido concluído a sua reduzida interferência, para os sucos utilizados, na formação de espuma ou durante a secagem.

QUADRO RESUMO DAS CONCLUSÕES

<u>Caracteres</u>	<u>Modalidade</u>	
	<u>"hot pack"</u>	<u>congelado</u>
Brix	55,0 a 65,0	55,0 a 65,0
Aditivo (%)	D-100 em 1,00%	---
Velocidade de agitação (rpm)	260 e 350	260 e 350
Tempo de agitação (min)	12-15 e 10-12	12-15 e 10-12
Espessura camada (mm)	1,8 a 2,2	1,8 a 2,2
Temperatura (°C)	75,0	55,0
Tempo de exposição (min)	90	30

---

### 3. BIBLIOGRAFIA

1. Bates, R.P. Factors affecting foam production and stabilization of tropical fruit products, Food Technology, 18 (1) 93, 1963.
2. Berry, R.E. e outros. Foam mat dried grapefruit juice. Time-Temperature drying studies, Food Technology, 19 (3) 126, 1965.
3. Berry, R.E. e outros. Method for evaluating foams from citrus concentrates, Food Technology, 19 (7) 144, 1965.
4. Berry, R.E. e outros. Storage studies on foam mat dried grape-fruit powder, Food Technology, 20(4)177, 1966.
5. Cox, H.E. & Pearson, D. The Chemical analysis of food, 19 Ed, 211, 1962.
6. Gee, M. e outros. Stability of foam mat dried orange powders, Food Technology, 23 (5) 83, 1969.
7. Giacomelli, F.J. Instruções práticas para a cultura do abacaxi. Publicação do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, março, 1955.
8. Graham, R.P. e outros. Foam mat drying citrus juices, Food Technology, 19 '9) 91, 1965.
9. Hart, M.R. e outros. Foams for foam mat drying. Food Technology 17 (10) 90, 1963.

10. LaBelle, R.L. Characterization of foams for foam mat drying, *Food Technology*, 20 (8) 89, 1966.
11. Livingston, L.J. Foam mat process at foamat foods, *Canner Packer*, 137 (12) 1968.
12. Morris, D.L. Método de determinação de açúcares totais, *Science*, 104 ( ) 254, 1948.
13. Morgan, A.I. & Rockwell, M.C. How foam mat dryer is made, *Food Engineer*, (8) 86, 1962.
14. Morgan, A.I. e outros. Recent developments in foam mat drying, *Food Technology*, 15 (1) 37, 1961.
15. Morgan, A.I. & Ginnette, L.J. Technique for improving instant, *Food Engineer*, (9) 86, 1959.
16. Nelson, N. Método de determinação de açúcares redutores, *Journal of Biological Chemistry*, 153, 375, 1944.
17. Noyes, R. Dehydration processes for convenience foods, *Food Processing Review* Nº 2, 136, 1969.
18. Reiman, R.E. e outros. Precise metering lowers foam mat drying, *Food Processing*, 30 (1) 20, 1969.
19. Robe, K. More flavorfull fruit and vegetable powders, *Food Processing*, 30 (1) 30, 1969.
20. Singhagajen, S. & McBean, D.Mc.G. Foam mat drying of bananas, Reprint from CSIRO Food Preservation Quarterly, 28 (3), 1968.

21. Sgarbieri, V.C. Estudo da composição química do abacaxi. Boletim nº 7 do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos, 37, 1966.
22. Somogyi, M. Método de determinação de açúcares redutores, Journal of Biological Chemistry 160 61, 1945.
23. Método de determinação de acidez total. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists - A.O.A.C., 109 Ed., 316, 1965.
24. California Canner produces foam mat crystals, Canner Packer, 131 (9) , 1962.
25. Foam mat drying goes to work. Food Engineer, (2) 68, 1962.
26. Método de determinação de polpa suspensa. Fruits, 25 (7) 8, 1970.
27. Estudo de mercado de produtos agropecuários do Nordeste - Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Departamento de Agricultura e Abastecimento, 1970.

## 9. AGRADECIMENTOS

Apresentamos aqui nossos agradecimentos aos professôres, Dr. Ottílio Guernelli, pela orientação que deu a êste trabalho, Dr. André Tosello, Diretor da Faculdade de Tecnologia de Alimentos, e ao Engº Agrº Agide Gorgatti Netto, Diretor do Instituto de Tecnologia de Alimentos, por proporcionarem condições técnicas e materiais, indispensáveis para o desenvolvimento do mesmo, assim como de maneira especial, aos técnicos e funcionários da Seção de Bioquímica e da Planta Pilôto de Operações e Processamentos do referido Instituto e também ã todos aquêles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a execução dêste trabalho.