

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

***APLICAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE QUALIDADE TOTAL NA  
MELHORIA DO CONTROLE DO PROCESSO DE FILTRAÇÃO  
INDUSTRIAL DE SUCO DE LARANJA***

PARECER

Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida por Carla Pereira Lima e Aprovada pela Comissão Julgadora em 20.05.96

**Carla Pereira Lima**

**Engenheira de Alimentos**

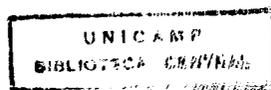


**Prof. Dr. José Antônio D. Rios**

**Orientador**

Trabalho de tese apresentado à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos.

1996



UNIDADE	REC
TIPO DE DOCUMENTO	T/UNICAMP
NUMERO DE IDENTIFICACAO	L628a
NUMERO DE ACQUISICAO	27866
NUMERO DE INGRESSO	667/96
VALOR	R\$ 21,00
DATA DE AQUISICAO	03/07/96
INFORMACAO ADICIONAL	

CM-00090622-9

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

L732a

Lima, Carla Pereira

Aplicação de princípios de qualidade total na melhoria do controle do processo de filtração industrial de suco de laranja / Carla Pereira Lima. -- Campinas, SP: [s.n], 1996.

Orientador : Jose Antônio D. Rios  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Suco de laranja - Filtração. 2. Suco de laranja 3.\*MASP.  
4.\*PDCA. I. Rios, José Antônio Dermenge II.Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título

**Ao**

**Celso**

**Edjalma,**

**Maria Olga,**

**Paulinho,**

**com todo meu amor.**

BANCA EXAMINADORA



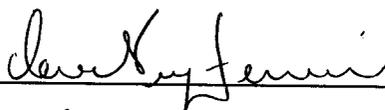
---

PROF. DR. JOSÉ ANTÔNIO D. RIOS  
ORIENTADOR



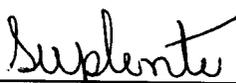
---

PROF.ª DR.ª MARISE AP. POLONIO  
MEMBRO



---

DR.ª VERA LÚCIA POPI FERREIRA  
MEMBRO



---

PROF.ª DR.ª HILARY C. DE MENEZES  
SULPLENTE

Campinas, 20 de maio de 1996.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, Celso, que com seu amor compreendeu minha falta de tempo e me deu apoio para realizar este trabalho.

Aos meus pais e irmão, Edjalma, Maria Olga e Paulinho, que mesmo de longe e às vezes de perto torceram por cada prova, trabalho e em todas as etapas.

Aos meus queridos sogros, cunhados e cunhadas, Geraldo, Luíza, Lúcia, Carlos, Márcia, Sandra, Lígia, e Andréia, pelas palavras de carinho e torcida.

Ao meu orientador, Rios, pelas conversas e discussões importantes para o desenvolvimento deste trabalho.

À Sucocítrico Cutrale Ltda, através do Sr. Daniel Stefanelli Marques, que proporcionou os recursos necessários para realização deste trabalho.

Aos funcionários da Sucocítrico Cutrale, que de várias formas auxiliaram a realização deste trabalho.

A todos os meus familiares e amigos, que souberam dar a palavra amiga e estímulo chegar até aqui.

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>NOMENCLATURA.....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xiii</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>8</b>
I.1. - Qualidade Total.....	8
I.1.1. - Identificação do problema.....	11
I.1.2. - Observação.....	11
I.1.3. - Análise.....	11
I.1.4. - Plano de Ação.....	12
I.1.5. - Ação.....	13
I.1.6. - Verificação.....	13
I.1.7. - Padronização.....	13
I.1.8. - Resultados Finais.....	13
I.2. - Ferramentas da Qualidade.....	14
I.2.1.- “Brainstorming” ou “Brainwriting”.....	15
I.2.2. - Cartas de Controle.....	15
I.2.3. - Gráfico de Dispersão.....	20
I.2.4. - Análise da Capacidade do Processo.....	20
I.2.5. - Combinação de Variáveis.....	21
I.3. - Fabricação de Suco de Laranja.....	23
<b>II - MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
II.1. - Método de Análise e Solução de Problemas.....	25

II.1.1. - Identificação do problema.....	26
II.1.2. - Observação.....	26
II.1.3. - Análise.....	27
II.1.4. - Plano de Ação.....	28
II.1.5. - Ação.....	29
II.1.6. - Verificação.....	29
II.1.7. - Padronização.....	29
II.1.8. - Resultados Finais.....	29
II.2. - Métodos de Ensaio de Laboratório.....	29
II.2.1. - Teste de “Quick Fiber” .....	30
II.2.2. - Quantidade de Células em volume de suco.....	30
II. 2.3. - Brix do Suco.....	32
II.2.4. - Cor.....	32
II.2.5. - Porcentagem de Polpa Fina.....	32
II.2.6. - Rendimento de suco e quantidade de frutas por caixa padrão	33
<b>III - RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
III.1. - Identificação do problema.....	35
III.2. - Observação .....	36
III.3. - Análise.....	37
III.4. - Plano de Ação .....	46
III.5. - Ação.....	49
III.6. - Verificação.....	50
III.7. - Padronização.....	52
III.8. - Resultados Obtidos.....	53
<b>IV - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....</b>	<b>56</b>
<b>V - BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>58</b>
<b>VI - ANEXO 1.....</b>	<b>62</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01 - Filtração de suco.....	3
Figura 02 - “Finisher” da marca FMC.....	4
Figura 03 - Qualidade nas empresas brasileiras.....	9
Figura 04 - Exemplos de gráfico de controle.....	16
Figura 05 - Divisão da carta de Controle em Zonas.....	19
Figura 06 - Modelos para controle.....	20
Figura 07 - Diagrama de causa e efeito .....	28
Figura 08 - Aparelho para teste de “quick fiber” .....	31
Figura 09 - Fluxograma simplificado da filtração de suco.....	37
Figura 10 - Gráfico do “quick fiber” e a faixa ideal de trabalho.....	38
Figura 11 - Gráfico do “quick fiber” e limites de controle, por análise estatística .....	39
Figura 12 - Acompanhamento da diferença de temperatura entre a polpa e o suco da entrada, durante a operação do “finisher” .....	40
Figura 13 - Acompanhamento da diferença de temperatura entre o suco na saída e entrada, durante a operação do “finisher” .....	41
Figura 14 - Acompanhamento da diferença de temperatura de cor entre o suco da saída e entrada durante a operação do “finisher” .....	42
Figura 15 - Acompanhamento da quantidade de células no suco da entrada , durante a operação do “finisher” .....	43
Figura 16 - Acompanhamento da diferença de teor de polpa fina no suco da saída e entrada, durante a operação do “finisher” .....	44
Figura 17 - Diagrama de causa e efeito .....	45

Figura 18 - Estudo dos efeitos relativos das variáveis sobre o “quick fiber”.....	50
Figura 19 - Estudo dos efeitos relativos das variáveis sobre a DTPSE.....	51
Figura 20 - Acompanhamento das temperaturas da polpa e suco da entrada.....	51
Figura 21 - Acompanhamento da DTPSE, com a respectiva linha da média das amostras.....	52
Figura 22 - Relação entre o “quick fiber” e a DTPSE.....	53
Figura 23 - Acompanhamento do “quick fiber” antes e depois das ações.....	54
Figura 24 - Acompanhamento da DTPSE em relação aos limites de controle e padrão.....	54

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Limites por tipo de gráfico de controle.....	18
Tabela 2 - Lista dos coeficientes para o gráfico $\bar{x}$ -R.....	18
Tabela 3 - Plano de 12 passos segundo Plackett-Burman.....	22
Tabela 4 - Condições de filtração em relação a faixa de “quick fiber”.....	23
Tabela 5 - Falhas na operação do “finisher”.....	24
Tabela 6 - Resultados preliminares de “quick fiber”.....	35
Tabela 7 - Avaliação das causas influentes .....	46
Tabela 8 - Cronograma de atividades.....	45
Tabela 9 - Plano de ação.....	47
Tabela 10 - Valores “+”e “-” para as variáveis do teste de Plackett - Burman.....	48
Tabela 11 - Teste segundo Plackett - Burman.....	49
Tabela 12 - Índices de capacidade dos resultados finais.....	55

## NOMENCLATURA

DTPSE =	Diferença de temperatura entre a polpa e suco da entrada.....
FMC =	“Food Machine Corporation”, marca do “finisher” utilizado.....
MASP =	Método de análise e solução de problemas .....
$C_p$ =	Capacidade potencial do processo .....
$C_{pk}$ =	Capacidade de desempenho do processo.....
PBQP =	Programa Brasileiro de Produtividade.....
ISO =	“International Standard Organization” .....
LIE =	Limite inferior de especificação.....
LSE =	Limite superior de especificação.....
LIC =	Limite inferior de controle.....
LSC =	Limite superior de controle .....
PDCA=	“Plan”, “Do”, “Check”, “Action” .....
s.d.=	sem data de publicação.....
MED =	Linha da média.....
$X^a$ =	Número sequencial da análise.....
DIF =	Diferença entre os resultados das três análises, para a mesma amostra realizada pelo mesmo analista.....
M.A. =	Média da Amostra.....
$T_e$ =	Temperatura do suco de entrada.....
$T_s$ =	Temperatura do suco de saída.....
$T_p$ =	Temperatura da polpa .....
$C_e$ =	Cor do suco de entrada.....
$C_s$ =	Cor do suco de saída.....

Pe =	Porcentagem de polpa em suspensão no suco da entrada.....
Ps =	Porcentagem de polpa em suspensão no suco da saída.....
Po =	Quantidade de células no suco da entrada .....
QF =	“quick fiber” .....
Fig. =	Figura.....
EXT =	Número de extratoras em funcionamento.....
FR/CX =	Número de frutas por caixa padrão de 40,8 kg.....
kg =	Kilograma.....
REND =	Rendimento de suco do lote (%)......
% =	Porcentagem.....
PRES =	Pressão no cabeçote do “finisher”, em psi.....
VARIE =	Variedade da fruta.....

## RESUMO

Apresentamos um método de medida de eficiência de filtração de suco de laranja para “finisher”, baseado na diferença de temperatura entre a polpa e o suco na entrada e comparamos com o teste rápido de fibra ou “quick fiber”. O acréscimo da temperatura é causado, porque a filtração é realizada por prensagem.

Este estudo foi desenvolvido numa linha de produção isolada, com 24 extratoras de suco de laranja, que alimenta dois “finishers” da marca FMC.

O “quick fiber” mostrou-se impróprio, pois seu tempo de análise é de 10 minutos, que é da mesma ordem de grandeza das perturbações na alimentação do “finisher”. Existe a necessidade da colocação de um tanque de equilíbrio, antes da alimentação, a fim de reduzir os efeitos das perturbações.

Aplicou-se o método de análise e solução de problemas, MASP, preconizado por DEMING, descrito por CAMPOS (1992), para padronizar o método de diferença de temperatura, foi observada considerável redução das variações de “quick fiber”.

## ABSTRACT

We presents a method for measuring the efficiency of orange juice filtration before the finisher, based on the difference between pulp and juice temperatures, comparing this method with the quick fiber test. The temperature increment is caused, because the filtration is happned by pressing process

The experiment was developed in an isolated production line, with 24 orange juice extractors sending juice to two FMC.

The quick fiber method did not appear to be suitable since it took 10 minutes to analyze, and the finisher feed alteration occurs mainly at the moment of the orange batch changes. There is nicety to installation of the equilibrium tank, before the alimentation, to reduction of pertubation effects.

The PDCA (plan, do, check and action) proclaimed by DEMING, and described by CAMPOS was applied to standard the difference between pulp and juice temperatures and considerable reduction in the quick fiber variations, was observed.

## INTRODUÇÃO

NONINO (s.d.) conta que no fim da década de 1940, o Brasil tinha aproximadamente 10 milhões de laranjeiras em produção para fins comerciais, sendo que metade daquelas árvores estavam plantadas em São Paulo.

Em 1960, as frutas eram exportadas e abasteciam o mercado brasileiro, sendo que mais de 20% eram rejeitadas por seu tamanho ou outros aspectos aparentes e por serem muito ácidas.

Foram instaladas pequenas indústrias ao lado das empresas que selecionavam as frutas, processando as frutas rejeitadas, sendo produzido suco de laranja concentrado e preservado. Embalado em barris de madeira, eram vendidos para empresas de refrigerantes no Brasil e Europa. Como subproduto era extraído somente o óleo de laranja.

Em 1963, a Suconasa, hoje, Sucocítrico Cutrale instalou-se no município de Araraquara - São Paulo, estimulada, entre outros fatores, pela geadas no Estado da Flórida. Para atender os objetivos de mercado, a Empresa adaptou-se aos padrões americanos, produzindo o suco concentrado congelado.

Vale ressaltar que, nesse período, existiam outras empresas que exploravam esse ramo de atividade, principalmente na extração e exportação de óleos cítricos essenciais, embora de forma artesanal.

Alguns países da Europa usavam suas instalações de laticínios para acondicionar o suco em uma embalagem de papel especial e desenvolveram algumas técnicas de venda bastante eficientes, aumentando assim o consumo de suco de laranja em 400 % entre as décadas de 70 e 80.

O mercado aumentou devido às facilidades de transporte e propaganda, mudança do estilo de vida das pessoas, além da baixa do preço no mercado, causado principalmente pelo aumento da oferta e melhoria das características do suco de laranja.

Há uma preocupação constante pela melhoria das características do suco, aumento da eficiência e redução dos custos, causado principalmente devido ao aumento da concorrência e à busca de alternativas pelos nossos principais consumidores, os americanos. Os mesmos aumentam sua produção e produtividade para obter a independência da importação do produto, suco, brasileiro.

A estratégia americana para conquistar a autosuficiência foi transferir os pomares para regiões do sul da Flórida, fugindo das geadas, introduzindo tecnologias modernas e expandindo as áreas irrigadas. O setor nacional acredita que a Ásia pode ser um bom mercado no futuro. As exportações tendem a continuar crescendo em torno de 10% ao ano, mas não compensarão a perda de um consumidor como os EUA. Para a safra 95/96 a previsão é de exportar 950 mil toneladas de suco de laranja concentrado.

O aumento do consumo interno de suco natural sinaliza como um caminho para os produtores e deverá modificar o complexo citrícola brasileiro, baseado no suco concentrado para exportação (C.A.,1995).

Assim, há necessidade de uma melhoria tecnológica na área buscando maior eficiência nos processos.

Um processo pode ser definido, de uma maneira ampla, como um conjunto de causas que provocam a transformação de uma ou mais entradas em um ou mais efeitos.

Pode-se portanto considerar uma organização, indústria ou empresa,

como um processo, dentro do qual ocorrem simultaneamente um sem número de subprocessos, em todos os níveis de conhecimento, técnicos ou não.

Dessa forma todos os subprocessos industriais devem contribuir à consecução do fim comum apresentando-se da forma mais eficiente possível.

Os processos típicos de engenharia não são imunes a todo um universo de variáveis dentre as quais deve estar obrigatoriamente o fator humano, no mínimo como instrumento de execução de atividades previstas.

Segundo CAMPOS (1992 a) o controle do processo é a essência do gerenciamento industrial. Esse controle ocorre em diversos níveis hierárquicos que vão desde o presidente até os operadores.

O primeiro passo para a compreensão da forma como deve ocorrer o controle de um processo, é a determinação das causas e efeitos específicas para cada processo.

Um processo tem rendimentos que variam entre valores máximos e valores mínimos, sendo o objetivo, atingir valores máximos ou ótimos, dependendo dos efeitos negativos causados.

Após a extração do suco da laranja, o mesmo precisa ser filtrado para que a polpa seja retirada. A filtração pode ser tratada como um processo com suas entradas e saídas na Figura 1 .

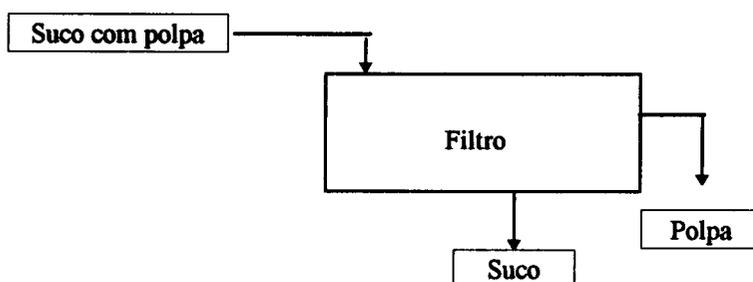


Figura 1 - Filtração de suco

O filtro ou “finisher”, da marca FMC, é uma prensa contínua do tipo parafuso sem fim , envolto por um par de telas (Figura 2).

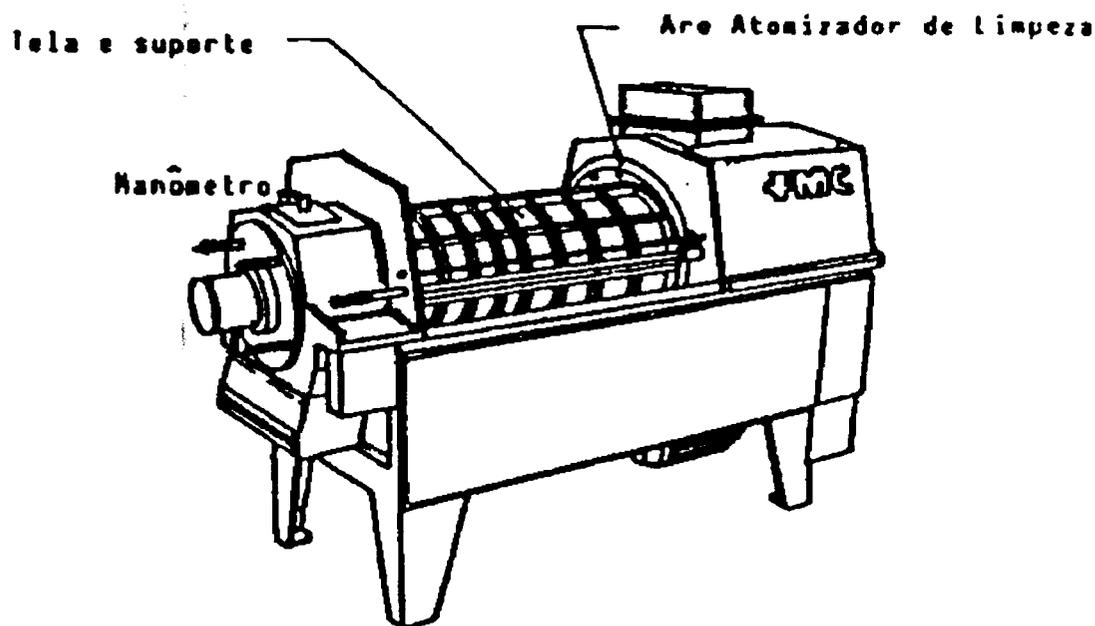


Figura 2 - “Finisher” da marca FMC

É necessário que fique bem claro que existem dois tipos de polpa que serão mencionados neste trabalho. O primeiro é polpa, ou polpa grossa, que precisa ser retirada do suco, que é composta por pequenas bolsas fibrosas e tendem a sobrenadar no suco. O segundo tipo é a polpa em suspensão ou polpa fina, tão fina que não pode ser retida na tela de 0,025” de furação, do “finisher”.

O objetivo deste processo é obter o maior rendimento de suco, com a melhor qualidade, através da medida da quantidade de suco remanescente na polpa, ou seja, o teste de “quick fiber”. Através do resultado do “quick fiber” promove-se o ajuste da pressão do cabeçote, do “finisher”, que promove uma maior ou menor retenção da polpa no mesmo.

O método de “quick fiber” está descrito em detalhes no capítulo de *Materiais e Métodos, item de Métodos de análise de laboratório.*

O ajuste na pressão do cabeçote pode afetar tanto o rendimento quanto a qualidade de suco, nos seguintes fatores:

- Teor de polpa em suspensão no suco,
- Sabor do suco, quanto ao amargor,
- Incorporação de ar no suco,
- Cor do suco,
- Concentração de pectina no suco,
- Interferência no intervalo de limpeza dos evaporadores de suco.

O “quick fiber” é um teste que demora aproximadamente 10 minutos, e o operador obtém um resultado defazado para realizar o ajuste do “finisher”. O operador utiliza então, como método empírico, o aperto da polpa com a própria mão, para observar o residual de suco na polpa.

A extração, etapa anterior a filtração, é importante para o “finisher”, pois pode alterar algumas características do suco, que alimenta o mesmo, devido principalmente a:

- ◆ número de extratoras em funcionamento na linha ou ala, em geral no máximo 12 para cada “finisher”;
- ◆ número de tubos coadores 0,090” de furação, pois possibilitam a passagem de polpa mais grossa do que o tubo mais usado, que é o 0,040”. o tubo coador 0,090” é utilizado no máximo 4 para cada 60, que é o total de uma ala, ou meia linha.

A polpa retirada do suco passa por um processo de lavagem em contracorrente, para recuperar os sólidos solúveis retidos na polpa. O “finisher” também é

utilizado neste processo, pois o mesmo é composto de várias etapas de mistura de polpa e água/suco recuperado e consequente filtração. O suco obtido é de baixa qualidade, por isso procura-se deixar o mínimo de suco na polpa da filtração primária.

A obtenção de polpa seca, produz excesso de polpa no suco, diminui os intervalos entre as descargas nas centrífugas e limpezas do evaporador, reduzindo a eficiência dos mesmos.

A polpa mole, com excesso de suco, produz como consequência, aumento da quantidade de sólidos a recuperar na lavagem da polpa. Assim sendo, deve-se aumentar a quantidade de água a ser adicionada no sistema de recuperação de sólidos, consequentemente o aumento de água a ser evaporada. Obtém-se assim uma quantidade maior de suco de menor valor, e uma diminuição do suco primário de maior valor.

Já se tem notícia, que nos Estados Unidos da América está sendo estudado um método de diferença de temperatura entre o suco da entrada e a polpa da saída, baseado no atrito ocasionado durante a filtração por prensagem. Mas não foi localizada nenhuma publicação a respeito. Este trabalho visou estudar tal método.

## **OBJETIVOS**

- Estudar a diferença de temperatura entre a polpa e o suco para medir a eficiência da filtração do suco de laranja, realizada pelo “finisher”;
- Utilizar o MASP, método de análise e solução de problemas, para buscar a padronização do método de diferença de temperatura.

# **I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## **I.1 Qualidade Total**

Nos países desenvolvidos a busca da qualidade total está em discussão desde o início deste século. No Brasil, essa busca da qualidade passou a ter maior impulso a partir de novembro de 1990, quando do lançamento do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), é o que relata PINTO (1993)

Uma pesquisa realizada junto às mil maiores empresas brasileiras mostra que 60,9% estão implementando um programa interno de Qualidade Total. A Figura 3 mostra o tempo de implantação programa interno de Qualidade Total e a proporção de Empresas nestes tempos. Nas empresas que desenvolvem programa de Qualidade Total, a maioria vem colhendo respostas significativas junto aos funcionários. O maior índice verificado (85,8%) refere-se à conscientização da necessidade de treinamento (SEBRAE, 1994a).

ABREU (1991) relata que é importante a utilização de MASP por círculos de controle de qualidade, como forma de sistematizar a solução de problemas identificados em empresas.

LOBOS (1991) lembra que os programas de qualidade, que de repente surgem no Brasil como grande novidade e solução para os atuais problemas, precisam ser tratados com cuidado principalmente no aspecto humano, por mudar cultura existente .

CROWTHER (1993) divide treinamento, em três níveis hierárquicos nas empresas, diretores, gerenciais ou intermediários, e operadores. Enfatiza que

os gerentes são os mais difíceis de serem treinados, porque esses devem entender o processo com mais detalhes e é necessário que estejam motivados e conscientizados, pois sua força de trabalho não pode ser excluída.

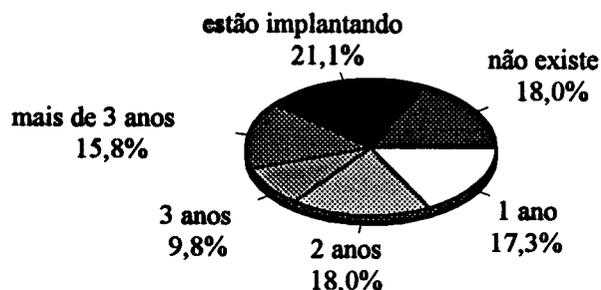


Figura 3 - Qualidade nas empresas brasileiras (SEBRAE, 1994)

NELSON (1992) diz que o processo de melhoria da qualidade estava propício para o desenvolvimento estruturado, baseado em técnicas estatísticas e de resolução de problemas, dentro das cervejarias de Nova Zelândia. A implantação da norma ISO 9002 é uma etapa para atingir a Qualidade Total, onde os procedimentos serão documentados, e ficam a disposição dos funcionários, para a compreensão e uso. Assim o método de solução de problemas para a melhoria da qualidade é parte do gerenciamento da Qualidade Total nas cervejarias, de Nova Zelândia.

Já BELLUZZO & MACEDO (1993), após uma revisão da literatura sobre Deming, escrevem sobre a utilização do ciclo PDCA em serviços de informação, esperando contribuir para a criação de uma base teórica sobre o tema.

GODOY (1994) explica que a caminhada em busca da excelência de

qualidade não tem fim, e que os resultados das empresas, mostrados no livro “Casos reais”, são uma forte indicação de que o caminho é a utilização do ciclo PDCA, ou MASP, e as demais metodologias de qualidade total.

CAMPOS (1992) orienta como deve ser feita a padronização de processos, avaliação dos padrões e melhorias dos mesmos.

DELLARETTI & DRUMOND (1992) demonstram o MASP para o auxílio do gerenciamento da rotina, utilizando estatística para o acompanhamento de itens de controle na avaliação de processos.

O MASP é um método tratado por diversos nomes, como por exemplo “ciclo PDCA”, segundo Campos (1992 a) ou “QC Story” segundo KUME (1993), de maneira geral pode ser traduzido como MASP, ou Método de Análise e Solução de Problemas, e suas etapas tem os mesmos fundamentos e são as seguintes:

1. Identificação do problema
2. Observação
3. Análise
4. Plano de Ação
5. Ação
6. Verificação
7. Padronização
8. Conclusão

Em cada etapa foram utilizadas algumas ferramentas de Controle da Qualidade Total, para identificar causas de oscilações no processo, determinar os

itens de controle, e padronizar os procedimentos.

A cada etapa foram realizadas algumas atividades, como:

### **I.1.1 Identificação do problema**

Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.

- a) **Mostrar que o problema é de importância.**
- b) **Apresentar o histórico do problema**
- c) **Fixar uma meta**
- d) **Designar pessoas para encarregar-se oficialmente da tarefa.**

### **I.1.2 Observação**

Investigar os aspectos específicos do problema a partir de uma gama diferente de pontos de vista.

- a) **Investigar os quatro aspectos seguintes: tempo, local, tipo e efeito.**
- b) **Descobrir variações nos resultados.**
- c) **Levantar no local informações necessárias que não podem ser registradas na forma de gráficos.**

### **I.1.3 Análise**

- a) **Descobrir as causas fundamentais.**
- b) **Desenhar um diagrama de espinha de peixe de modo a coletar todo o**

conhecimento a respeito das possíveis causas.

c) Usar a informação obtida na etapa de observação e descartar qualquer elemento que não seja claramente relevante.

d) Assinalar a probabilidade das causas serem as principais.

#### I.1.4 Plano de Ação

Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.

Será discutido com o grupo a melhor maneira de agir em momentos de necessidade de bloqueio, através de procedimentos planejados.

Será definido um plano de ação utilizando os 5 “W’s” e 1 “H” ou seja :

“who”= quem

“when”= quando

“where”= onde

“what”= o que

“why”= porque

“how”= como

Será discutido com o grupo a melhor maneira de agir em momentos de necessidade de bloqueio, através de procedimentos planejados.

### **I.1.5 Ação**

**Bloquear as causas fundamentais.**

O treinamento é realizado através da divulgação do plano a todos os envolvidos, com reuniões participativas e técnicas de treinamento. Seguido da execução do plano.

### **I.1.6 Verificação da continuidade ou não do problema**

- a) Verificar se o bloqueio foi efetivo.
- b) Verificar pela análise dos gráficos de controle e se o bloqueio foi efetivo.
- c) Determinar as faixas de controle para as diferenças de temperatura entre as saídas e entrada do “finisher”.
- d) Elaborar ou revisar o padrão para confecção de novo procedimento ou revisão, com plano a prova de falhas do operador.
- e) Acompanhar a eficiência da utilização do padrão.

### **I.1.7 Padronização**

**Definir os padrões para o processo.**

### **I.1.8 Resultados Finais**

**Recapitular todo o processo de solução de problemas para trabalho futuro.**

Obter uma lista dos problemas remanescentes, através da análise dos resultados, seguidos de planejamento do ataque destes problemas. A reflexão do desenvolvimento do trabalho é talvez a parte mais importante, para o estudo de outros.

## **I.2. Ferramentas da Qualidade**

BRASSARD (1985) explica várias ferramentas utilizadas para melhoria da qualidade, tais como Diagrama de Pareto, Brainstorming, Histograma, Carta de Tendência, Estratificação, Capacidade do Processo e outras. Sugere ainda como deve ser feita a seleção da técnica adequada.

IMAM (1989) diz que as ferramentas estatísticas de qualidade ajudam a analisar e solucionar problemas, para fazer melhorias.

Segundo KUME (1993) traduzido por MIYAKE, os métodos estatísticos são ferramentas eficazes para a melhoria do processo produtivo e redução de seus defeitos. Entretanto, é preciso que se tenha em mente que as ferramentas estatísticas são apenas ferramentas; elas podem não funcionar, caso sejam aplicadas inadequadamente.

LINS (1993) explica que diversas ferramentas foram desenvolvidas para auxiliar o profissional a compreender os problemas que ocorrem no dia-a-dia e a encontrar soluções adequadas para os mesmos. As ferramentas básicas da qualidade, por serem de uso geral na identificação e análise de problemas, são o fluxograma, a folha de verificação, o gráfico de Pareto, o diagrama de causa e efeito, a carta de controle, o gráfico de tendência e o gráfico de dispersão. Também existem ferramentas auxiliares, que complementam as ferramentas básicas ou que servem para apoiar a sua utilização: o brainstorming, a técnica

nominal de grupo, os diagramas de apresentação, a análise de forças de campo, o “check list” e a análise de capacidade de processos.

### I.2.1 “Brainstorming” e “Brainwriting”

De acordo com o trabalho publicado pelo SEBRAE (1994 b) o “brainstorming” e o “brainwriting” devem ser usados em busca de novas idéias para a melhoria dos processos, de modo que as idéias sejam expostas sem críticas iniciais; só posteriormente devem ser coordenadas pelo responsável.

### I.2.2. Cartas de Controle

KUME (1993) conta que o gráfico de controle foi originalmente proposto em 1924, por W.A. Shewhart, que trabalhou no Bell Telephone Laboratories , com a intenção de eliminar variações anormais pela diferenciação entre causas anormais devidas a causas assinaláveis e aquelas devidas a causas aleatórias. Um gráfico de controle consiste em uma linha central, um par de limites de controle, um dos quais localiza-se abaixo e outro acima da linha central, e valores característicos marcados no gráfico representando o estado de um processo. Se todos esses valores marcados estiverem dentro dos limites de controle, sem qualquer tendência particular, o processo é considerado sob controle. Entretanto , se os pontos incidirem fora dos limites de controle ou apresentarem uma disposição atípica, o processo é julgado fora de controle. Alguns exemplos são mostrados na Figura 4.

A qualidade de um produto fabricado por um processo está, inevitavelmente, sujeita à variação. Existem várias causas para esta variação. Elas podem ser classificadas em dois tipos, como descrito a seguir.

A variação devida a causa aleatória é inevitável, e fatalmente, ocorre

num processo, mesmo que a operação seja executada com o uso de matérias-primas e métodos padronizados. Por ora, considera-se não factível, técnica e economicamente, eliminar as causas aleatórias, devido a existência de faixas de tolerância aceitáveis.

A variação devida à causa assinalável significa que existem fatores relevantes a serem investigados. É evitável e não deve ser negligenciada. Existem casos gerados pelo não cumprimento de certos padrões ou pela aplicação de padrões inadequados.

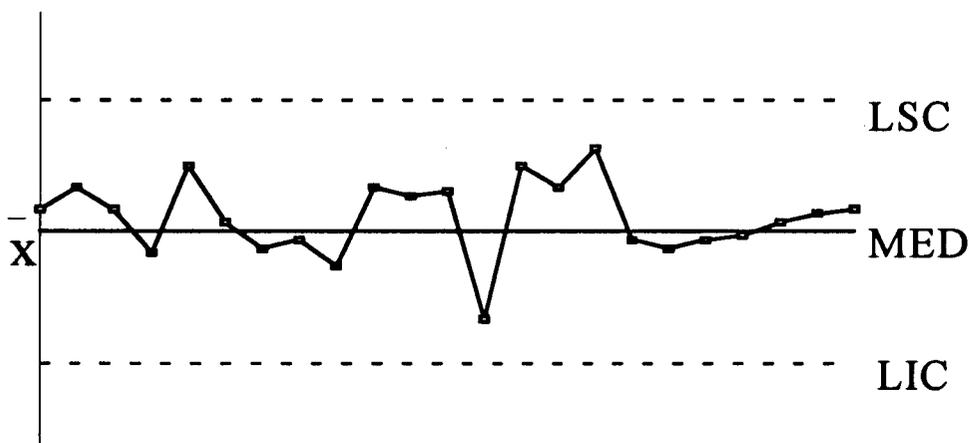


Figura 4 a - Exemplos de gráfico de controle - Gráfico de processo sob controle.

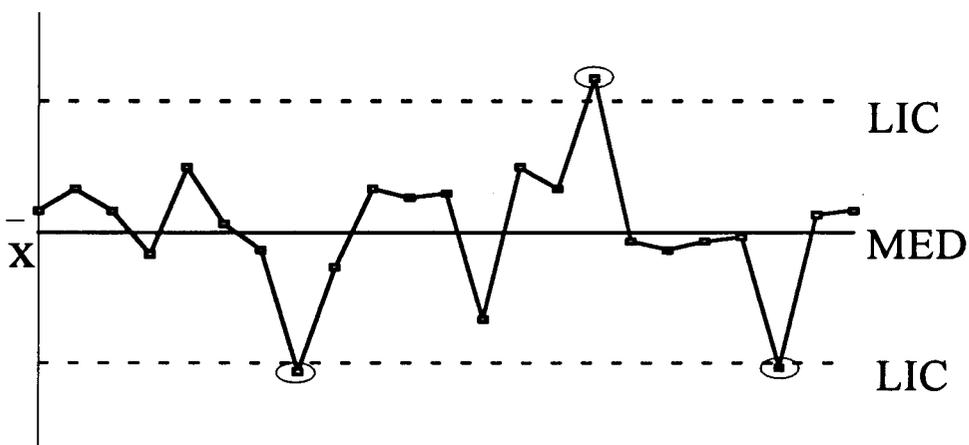


Figura 4 b - Exemplos de gráfico de controle - Gráfico de processo fora de controle.

Quando os pontos incidem fora dos limites de controle ou mostram uma tendência particular, dizemos que o processo está fora de controle, o que equivale a dizer: “Existem causas assinaláveis de variação e o processo não está sob controle”. A fim de controlar um processo, deve-se eliminar as causas assinaláveis, evitando a sua repetição. As variações devidas a causas aleatórias são admissíveis.

Existem vários tipos de gráficos de controle, conforme os valores característicos ou a finalidade. Em qualquer tipo de gráfico de controle os valores são calculados pela fórmula:

$$(\text{valor médio}) \pm 3 \times (\text{desvio padrão});$$

onde o desvio-padrão é o da variação devida a causas aleatórias. Este tipo de gráfico é chamado de gráfico de controle 3-sigma.

(KUME, 1993) foi utilizado para verificar quanto de variabilidade do processo é devido a variação aleatória e quanto é devido a causas comuns/ações individuais, a fim de determinar se o processo está sob controle estatístico.

Para calcularmos os limites de controle o gráfico de 3-sigma, utilizamos a Tabela 2, onde:

$\bar{x}$  = média das médias

==

$\bar{x}$  = média dos valores individuais

—

R = média das amplitudes

$R_m$  = média das amplitudes móveis, ou seja entre dois pontos consecutivos.

Os valores dos índices que aparecem na Tabela 1 são encontrados na Tabela 2.

Tabela 1 - Limites por tipos de gráfico de controle.

Tipo de Gráfico de Controle	Limite Superior de Controle (LSC), Linha Central (LC), Limite Inferior de Controle (LIC)
$\bar{x}$ Gráfico das médias	$LSC = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$ $LC = \bar{\bar{x}}$ $LIC = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$
R Gráfico das amplitudes	$LSC = D_4 \bar{R}$ $LC = \bar{R}$ $LIC = D_3 \bar{R}$
x Gráfico de amostras individuais	$LSC = \bar{\bar{x}} + 2,66 R_m$ $LC = \bar{\bar{x}}$ $LIC = \bar{\bar{x}} - 2,66 R_m$

Tabela 2 - Lista dos coeficientes para obtenção do Gráfico  $\bar{x} - R$

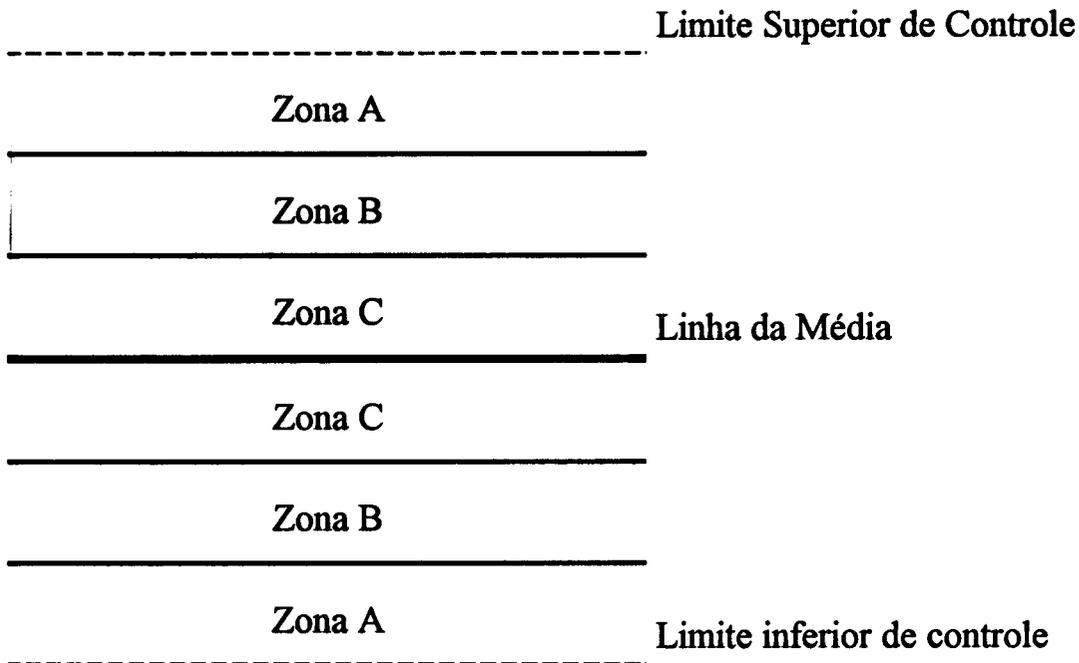
Tamanho da amostra (n)	Gráfico da média $A_2$	Gráfico da Amplitude	
		$D_3$	$D_4$
2	1,880	0	3,267
3	1,023	0	2,575
4	0,729	0	2,282
5	0,577	0	2,115
6	0,483	0	2,004

BRASSARD (1985) interpreta as cartas de controle, como fora de

**controle se:**

**1) Um ou mais pontos caem fora dos limites de controle, ou**

**2) Quando divide-se a carta de controle em zonas, de valor 1 sigma, como abaixo:**



**Figura 5 - Divisão da Carta de Controle por Zonas**

Deve-se observar e investigar o que mudou e, possivelmente, efetuar ajustes no processo se ocorrerem:

- a) Dois pontos, em três sucessivos, de um mesmo lado da linha central, na Zona A ou acima desta.
- b) Quatro pontos, em cinco sucessivos, de um mesmo lado da linha central, Zona B ou acima desta.
- c) Nove pontos sucessivos de um mesmo lado da linha central.
- d) Seis pontos consecutivos ascendentes ou descendentes.
- e) Quatorze pontos numa série alternando para acima e abaixo.

f) Quinze pontos numa série dentro da Zona C (acima ou abaixo da linha central).

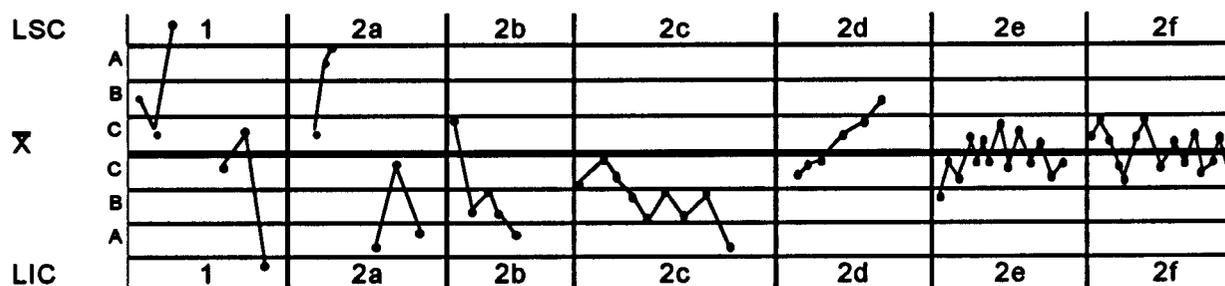


Figura 6 - Modelos para Controle

### I.2.3. Gráfico de Dispersão

Segundo BRASSARD (1985) é utilizado para estudar a possível relação entre duas variáveis. O diagrama de dispersão é usado para se verificar uma possível relação de causa e efeito e é construído de forma que o eixo horizontal (eixo x) represente os valores medidos de uma variável e o vertical (eixo y) represente as medidas da segunda variável.

### I.2.4 Análise de Capacidade

Um processo é “capaz” quando produzir resultados dentro da faixa de tolerância.

a) Capacidade potencial do processo ( $C_p$ )

$$C_p = \frac{\text{INTERVALO DE ESPECIFICAÇÃO}}{\text{INTERVALO DE CONTROLE}}$$

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{LSC - LIC}$$

**Legenda: LSC - Limite Superior de Controle**

**LIC - Limite Inferior de Controle**

**LSE - Limite Superior de Especificação**

**LIE - Limite Inferior de Especificação**

Sendo o  $C_p$  desejado maior do que 1, isto porque os limites de controle serão menores do que os limites de especificação.

**b) Capacidade de desempenho do processo ( $C_{pk}$ )**

$$C_{pk} = \min \left| \frac{LSE - X}{LSC - X}, \frac{X - LIE}{X - LIC} \right|$$

onde : X é valor da média.

Um processo é considerado absolutamente capaz, quando os limites naturais do processo representam no máximo 75% do intervalo de engenharia, na metade mais crítica da distribuição, ou seja  $C_{pk}$  igual a 1,33. Assim se houver ou não um deslocamento da média de controle em relação a média da especificação o fator de segurança é de 75 %, baseado no curso da VTB (1993).

#### **I.2.5. Combinação de variáveis**

O projeto do experimento, pelo método de Plackett-Burman, é uma importante ferramenta para a pesquisa, pois segundo SOE (1988) leva em consideração a pesquisa de algumas variáveis independentes em poucos experimentos, para determinar seus efeitos sobre a variável objeto de estudo.

O primeiro passo é definir as variáveis independentes e os respectivos valores negativos “-” e positivos “+”. E seguir a recomendação de Plackett-Burman para o número de variáveis escolhidas.

Como neste estudo estimava-se trabalhar com no máximo 11 variáveis, deve-se seguir a Tabela 3.

Tabela 3 - Plano para 12 passos segundo Plackett-Burman

Teste	Variáveis										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-
2	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+
3	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
4	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-
5	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+
6	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+
7	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+
8	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-
9	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-
10	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-
11	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Após cada experimento temos um resultado. Soma-se os resultados para sinal “+” de cada variável, em seguida os resultados para sinal “-”. Checa-se a soma, que deve ser a mesma para todas as colunas de variáveis. Calcula-se a diferença entre o total dos sinais “-” e “+”. O efeito é obtido pela divisão da diferença pelo número de sinais “+” da coluna. O efeito é analisado de forma absoluta.

### I.3 Fabricação de Suco de Laranja

STEGER & ANTONIO (s.d.) comentam que o processo de produção de suco, dispõe de várias separações. O controle de cada separação determina a eficiência da operação que resulta em lucros. Algumas destas separações são fáceis de avaliar, outras não. A separação criada pelo “finisher” não é muito fácil de avaliar e seu papel é muito importante na qualidade e rendimento de suco.

É importante lembrar que a marca FMC, não é a única que fabrica “finishers” existem segundo JONES (1981a) diferentes tipos de “finisher” produzidos pela marca BROWN.

JONES (1981b) diz que o “finisher”, que separa a polpa do suco, é que utilizado também na recuperação dos sólidos remanescentes na polpa separada no “finisher”. Após a polpa passar por estágios de mistura e filtragem, num processo em contra-corrente com água, é descartada de 1,5 a 2,0° Brix .

BELK (s.d) explica que o teste de “quick fiber” é baseado na recuperação de líquido livre na polpa do finisher; e sugere algumas especificações de operação do “finisher” na Tabela 4.

Tabela 4 - Condições de filtração em relação a faixa de “quick fiber”.

CONDIÇÕES	“QUICK FIBER” (ML)
Fitração muito apertada (tight)	menor do que 130
Filtração apertada	130 a 150
Filtração moderada	150 a 180
Filtração branda (loose)	180 a 210
Filtração muito branda	maior do que 210

STEGER (s.d.) define o “quick fiber” como sendo uma medida

empírica relativa para determinar o grau de umidade ou líquido desprendido da polpa ou fragmento, e é um método, cujos resultados são usados para controlar a pressão usada nos “finishers”.

SARDISCO (1991) sugere o ajuste do “finisher” FMC, através do “quick fiber” de 140 a 180 ml para uma operação adequada, para obter as melhores características do suco, sem perda de rendimento.

STEGER(s.d.) cita alguns problemas que podem ocorrer durante a operação do “finisher”, a seguir.

Tabela 5 - Falhas na operação do “finisher”.

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>	<b>CAUSA</b>	<b>CORREÇÃO</b>
1) Telas entupidas	a) A polpa vai se acumulando, progressivamente, na tela desde a extremidade de saída até as de entrada.	a) Bombeamento, tipo de fruta. b) Tubos coadores usados para certos tipos de polpa.	a) Limpeza. b) Aumentar o número de tubos coadores 0,090” nas extratoras.
2) Defeito no controle de ar comprimido	a) Descarga molhada.	a) Falta de ar. b) Manômetro com defeitos. c) Válvula de ar na posição aberta.	a) Checar a linha de ar. b) Checar manômetro e painel de controle. c) Checar se a válvula de ar funciona corretamente.
3) Polpa muito úmida	a) “quick fiber” alto	a) Pressão baixa. b) Defeito da válvula de ar. c) Abertura entre a rosca e tela fora dos limites.	a) Aumentar a pressão de ar. b) Checar a linha de ar. c) Ajuste da abertura entre a rosca e tela 0,015”.

## **II - MATERIAIS E MÉTODOS**

Para simplificar a descrição dos métodos utilizados, este capítulo foi dividido em duas partes:

1) Método de Análise e Solução de Problemas;

2) Métodos de análise de laboratório.

Durante o desenvolvimento do método de análise e solução de problemas, são descritas as ferramentas utilizadas e como foi medida a diferença de temperatura.

### **II.1 Método de Análise e Solução de Problemas (MASP)**

Baseado em KUME (1993), foram realizadas as seguintes etapas:

II.1.1. Identificação do problema

II.1.2. Observação

II.1.3. Análise

II.1.4. Plano de Ação

II.1.5. Ação

## **II.1.6.Verificação**

## **II.1.7.Padronização**

## **II.1.8.Conclusão**

**A cada etapa foram realizadas algumas atividades, como:**

### **II.1.1 Identificação do problema**

**Foram realizados testes preliminares de avaliação da variação do valor de “quick fiber”, em três amostras aleatórias de polpa, retiradas da linha de produção. Três analistas realizaram as análises em triplicata para cada amostra.**

**É importante observar que os analistas foram treinados previamente, para realizar os testes, além de terem procedimento escrito para consulta.**

**Após a avaliação do teste de “quick fiber”, foi definida uma equipe para estudar o novo método, baseado nas diferenças de temperatura da polpa e o suco de entrada.**

**A coordenadora, Carla, realizou um treinamento com a equipe sobre o MASP, para familiarização dos integrantes com a metodologia a ser aplicada.**

### **II.1.2 Observação**

**Para algumas variáveis envolvidas na filtração foi realizado um acompanhamento, em uma linha de produção isolada, em condições normais de**

operação, ou seja, não foi realizado nenhum tipo de ajuste nos “finishers”, de modo a obter dados para a avaliação do processo.

Os dados foram coletados em intervalos de 1 hora. Para realizar a medida da temperatura do suco e polpa foram instalados:

- um indicador de temperatura com seleção de seis canais de leitura;
- sensores de temperatura, tipo PT 100, em dois “finishers”, nas tubulações de entrada e saída de suco e na câmara de saída de polpa dos “finishers”.

Para o levantamento dos dados foram utilizadas folhas de verificação e em seguida construídos gráficos cronológicos, SCHOLTES (1992).

### II.1.3 Análise

Analisou-se as possíveis tendências dos gráficos obtidos.

Através de reunião de “brainwriting”, construí-se um diagrama de causa e efeito, para organizar as possíveis causas por grupos, como figura a seguir.

As causas foram classificadas quanto a probabilidade de influenciarem o resultado, e descrito o motivo pelo qual está foi classificada.

Para averiguação das real influência das causas foi definido um cronograma, em que seriam executadas as próximas etapas do MASP.

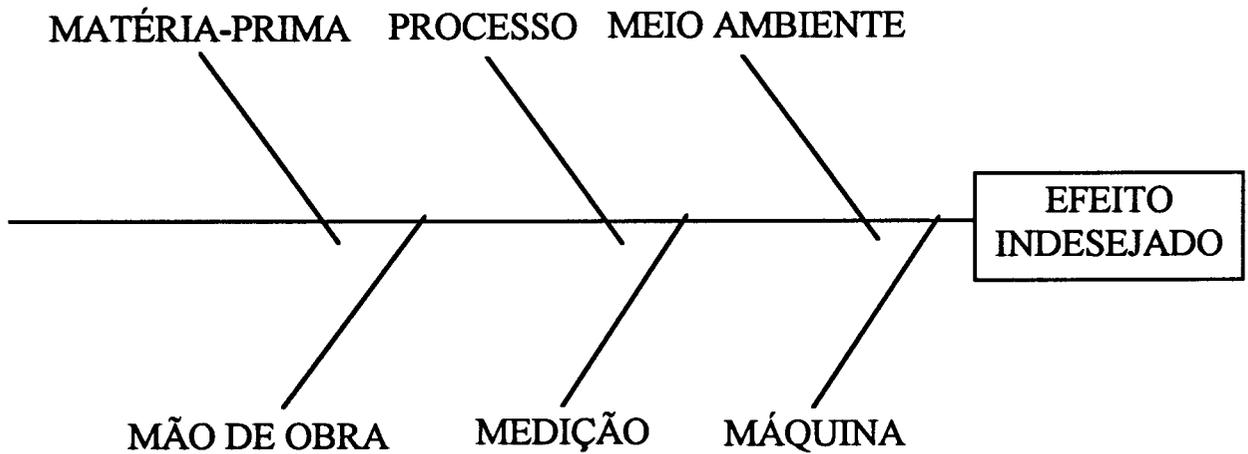


Figura 6 - Diagrama de causa e efeito.

#### II.1.4 Plano de Ação

Foi definido um plano, onde para cada ação foi relacionado:

- **O** que seria feito,
- **Quem** faria,
- **Como** seria executado,
- **Onde** ,
- **Quando** ou melhor até quando seria realizada,
- **Porque** era necessário .

Além disso foi necessário definir o teste de plackett-burman, pois era necessário avaliar a influência de algumas variáveis.

### **II.1.5 Ação**

Foram desenvolvidas as ações previstas no plano de ação.

### **II.1.6 Verificação da continuidade ou não do problema**

Foi verificado qual (is) era (m) a(s) variável(is) que afetavam o resultado de “quick fiber” e de DTPSE.

### **II.1.7 Padronização**

Padronizou-se uma faixa de DTPSE a partir de regressão linear obtida em um gráfico de dispersão.

### **II.1.8 Resultados Finais**

Foi verificado se através do ajuste do cabeçote pela DTPSE, o controle do “finisher” seria adequado, baseado na análise de “quick fiber”. Utilizou-se análise do gráfico de controle e capacidade.

## **II.2 Métodos de Ensaio de Laboratório**

Os métodos de determinação foram realizados da seguinte forma:

## II.2.1 Teste de “quick fiber”, segundo FMC (s.d.)

### Material:

1. Peneira de 40 mesh, feita de arame de aço inox.
2. Agitador automático.

### Procedimento:

1. De uma porção bem homogênea e recém coletada de polpa, pesa-se 200 g de polpa em um béquer de 1 litro.

2. Adiciona-se 200 ml de água à polpa pesada. Agita-se por 1 minuto. Deixa-se em repouso por 3 minutos e agita-se novamente por 1 minuto.

3. Transfere-se imediatamente a mistura para uma peneira de 40 mesh e agita-se por 3 minutos no aparelho de quick fiber. Coleta-se o líquido recuperado e faz-se a leitura do volume recuperado.

4. O volume de líquido recuperado indica secagem relativa da polpa proveniente do “finisher”.

O agitador utilizado para esta análise pode ser visto na Figura 8 .

## II.2.2 Quantidade de células em volume do suco (g/l)

É realizado para medir a quantidade de células( polpa), no suco da entrada do “finisher”. A descrição a seguir é uma adaptação do método utilizado

pela CUTRALE (1989).

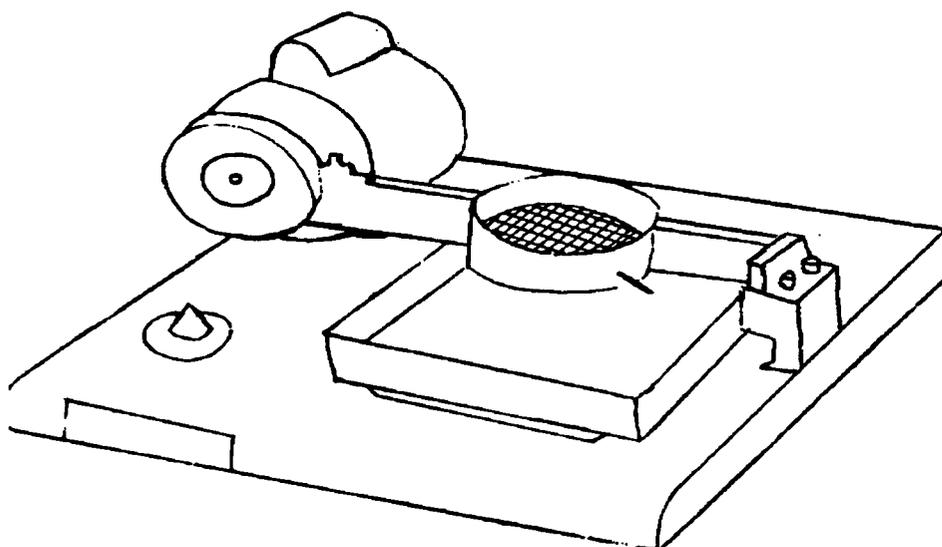


Figura 8- Aparelho para teste de “quick fiber”.

- a) - Mede-se 500 ml de suco.
  - b) - Passa-se por uma peneira de 35 mesh, previamente seca e pesada.
  - c) - O suco recolhido é utilizado para as análises de % polpa fina, brix e cor.
  - d) - O material retido na peneira é seco, pela parte inferior com auxílio de papel absorvente.
  - e) - Pesam a peneira com o material.
- Determinar a quantidade de células (g/l) como peso do material multiplicado por 2.

### II.2.3 Brix do suco

Corresponde a porcentagem de sólidos solúveis que é lido em refratômetro FRM 81 BS, a partir do índice de refração do suco. Não sendo necessária correção pela temperatura, pois a leitura foi feita a 20 °C, baseado no manual do equipamento.

### II.2.4 Cor

É obtida em colorímetro, da marca Macbeth - Color Eye 3000, acoplado a um microcomputador, com programa Optiview. A leitura é baseada na absorvância de reflexo da incidência de um pulso de luz, de lâmpada de 100.000 Watts por 30 segundos. O colorímetro é aferido por padrões preestabelecidos para suco de laranja, internacionalmente reconhecido, OJ 5. REDD (1986).

### II.2.5. Porcentagem de Polpa Fina

Segundo CUTRALE (1989), esta análise pode ser realizada da seguinte forma:

- a) - Acerta-se a temperatura da amostra para 20 °C.
- b) - Coloca-se 50 ml de suco, obtido no teste de células, em frasco para a centrífuga.
- c) - Liga-se a centrífuga e controla-se a rotação para obter 370 G com auxílio de

um tacômetro, por 10 min.

d) - Lê-se a quantidade do material sedimentado na escala graduada, multiplica-se por 2.

e) - O valor obtido (x) precisar ser corrigido pela seguinte relação ao brix do suco padrão:

x ..... Brix do suco

y ..... 11,8

onde y é o valor corrigido da % de polpa fina.

#### II.2.6. Rendimento de suco e quantidade de frutas por caixa padrão

Para a determinação do rendimento de suco do lote e número de frutas por caixa padrão, de 40,8 Kg, é realizado com apenas um ensaio de uma amostra de fruta, de 10 a 15 Kg, coletada do caminhão, durante o recebimento; da seguinte forma:

a) -Pesa-se a amostra de frutas.

b) - Conta-se a quantidade de frutas da amostra.

c) - Extraí-se o suco das frutas em uma extratora FMC, instalada no laboratório de análises preliminares.

d) - Pesa-se o suco extraído.

O cálculo do Rendimento de suco é obtido através da equação seguinte:

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Peso do suco} \times 100}{\text{Peso da amostra}}$$

O cálculo do número de frutas por caixa é obtido através da equação seguinte:

$$\text{Frutas/caixa} = \frac{\text{Número de frutas da amostra} \times 40,8}{\text{Peso da amostra}}$$

### III - RESULTADOS

O estudo da diferença de temperatura entre a polpa e o suco da entrada através da aplicação do método de análise e solução de problemas é demonstrada a seguir. Houve a necessidade do auxílio de “ferramentas da qualidade” para o seu desenvolvimento.

#### III.1 Identificação do problema

Os ensaios preliminares, de “quick fiber”, efetuados apresentaram os seguintes resultados, expressos em ml de líquido recuperado:

Tabela 5 - Resultados preliminares de “quick fiber”.

	Amostra 1				Amostra 2				Amostra 3			
Analista	1ª	2ª	3ª	DIF	1ª	2ª	3ª	DIF	1ª	2ª	3ª	DIF
A	147	146	147	1	124	127	125	3	155	160	164	9
B	152	155	158	6	140	145	145	5	175	175	175	0
C	130	152	157	17	152	152	147	5	180	185	182	5
M.A.	149				140				172			

onde: Xª - número sequencial da análise,

DIF - Diferença entre os resultados das três análises, para a mesma amostra realizada pelo mesmo analista,

**M.A. - Média da Amostra.**

Observa-se variações de 0 a 17 ml entre as análises da mesma amostra, realizada pelo mesmo analista. Entre o valor obtido individualmente pelo analista e a média a amostra a diferença chegou a 19 ml.

Os analistas levaram em média 10 minutos para realizar cada análise, ou seja, no mínimo 30 minutos para analisar cada amostra em triplicata.

Caso uma análise fosse realizada pelo operador o mesmo se ausentaria 10 minutos de seu posto de trabalho, diante disto esta análise é realizada com pouca frequência, ou seja uma vez por turno de trabalho, que é de 8 horas. O operador utiliza então, como método alternativo e empírico, o aperto da polpa, com a própria mão.

Para estudar um novo método rápido, baseado nas diferenças de temperatura entre a polpa e o suco de entrada do “finisher”, a equipe foi:

Carla Pereira Lima- Engenheira de Alimentos

André Luiz Cortez - Químico

Jaime Corrêa Júnior - Engenheiro Químico

### **III.2 Observação**

Através de entrevistas com os operadores e responsáveis pelo setor , foram escolhidas algumas variáveis para o acompanhamento, e são os da Figura 9.

Deve-se ressaltar que o volume do suco na entrada é relacionado ao número de extratoras em funcionamento, ao rendimento de suco do(s) lote(s) e ao

número de frutas por caixa. Sendo que os dois últimos são testes realizados no recebimento da fruta e estão descritos no item de *Métodos de ensaio de laboratório*.

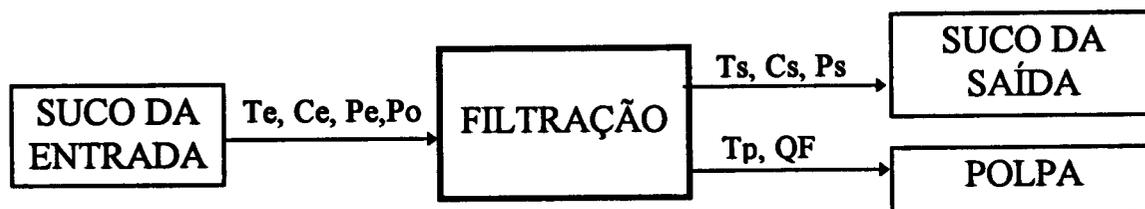


Figura 9 - Fluxograma simplificado da filtração de suco.

Legenda:  $T_e$  = Temperatura do suco de entrada

$T_s$  = Temperatura do suco de saída

$T_p$  = Temperatura da polpa

$C_e$  = Cor do suco de entrada

$C_s$  = Cor do suco de saída

$P_e$  = Porcentagem de polpa em suspensão no suco da entrada

$P_s$  = Porcentagem de polpa em suspensão no suco da saída

$P_o$  = Quantidade de células no suco da entrada

QF = “quick fiber”

Os gráficos cronológicos plotados a partir dos dados coletados podem ser observados na etapa de análise.

### III.3 Análise

Observou-se que existem oscilações no “quick fiber”, assim para fazer uma análise mais precisa, construí-se um gráfico dos valores obtidos e a faixa ideal de trabalho (Fig. 10) ; e outro gráfico dos valores obtidos e os limites de controle (Fig.11). O “quick fiber” apresentou valores abaixo da faixa ideal de trabalho e muito próximo aos limites da faixa de trabalho.

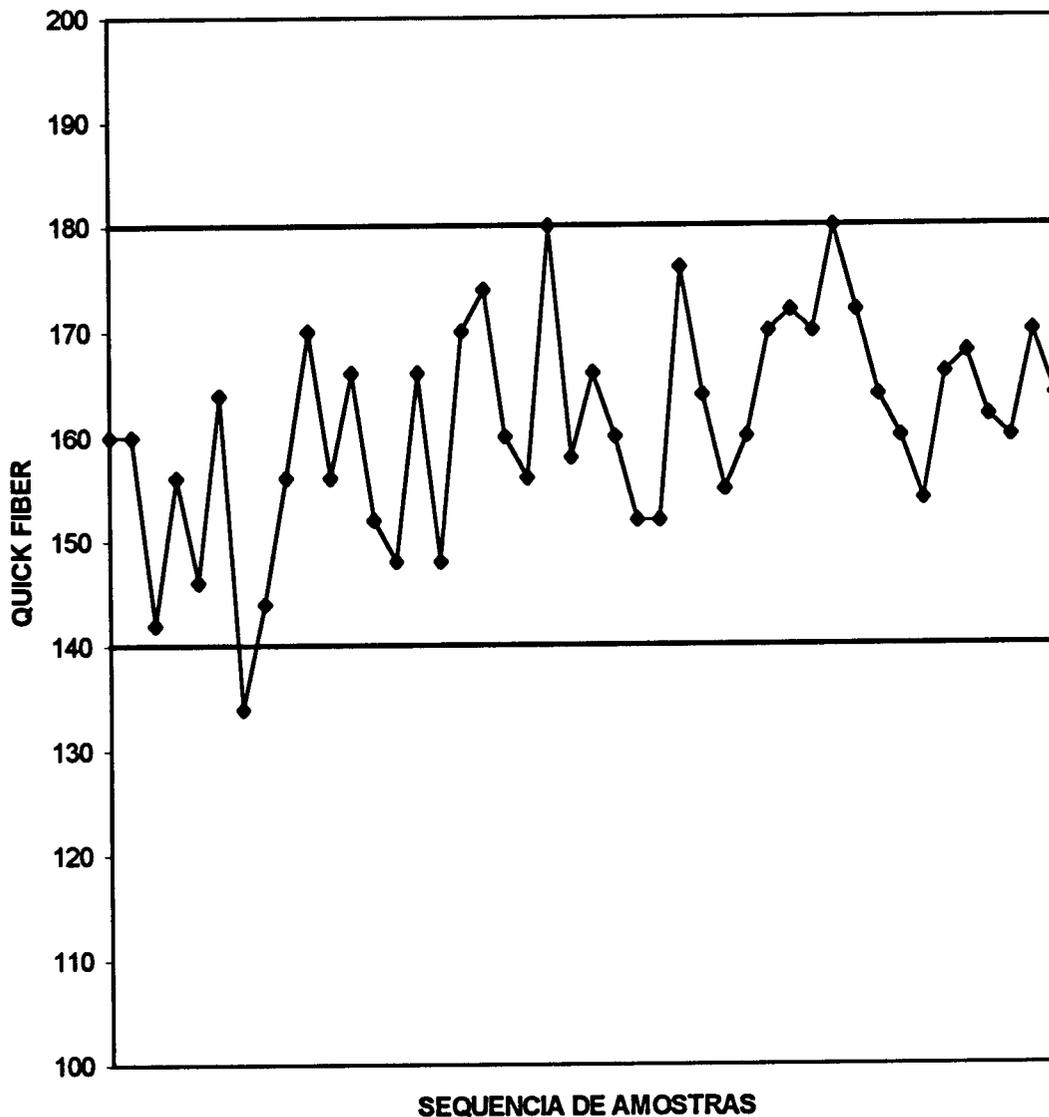


Figura 10 - Gráfico do “quick fiber”, em ml, e a faixa ideal de trabalho.

O processo estava sob controle quanto ao resultado de “quick fiber”

A análise de capacidade potencial ( $C_p$ ) e de desempenho do processo ( $C_{pk}$ ) mostrou que o processo era incapaz, pois o resultado de  $C_p$  foi 0,69 e de  $C_{pk}$  foi 0,70.

O acompanhamento das demais variáveis é mostrado nas Figuras 12 a 16.

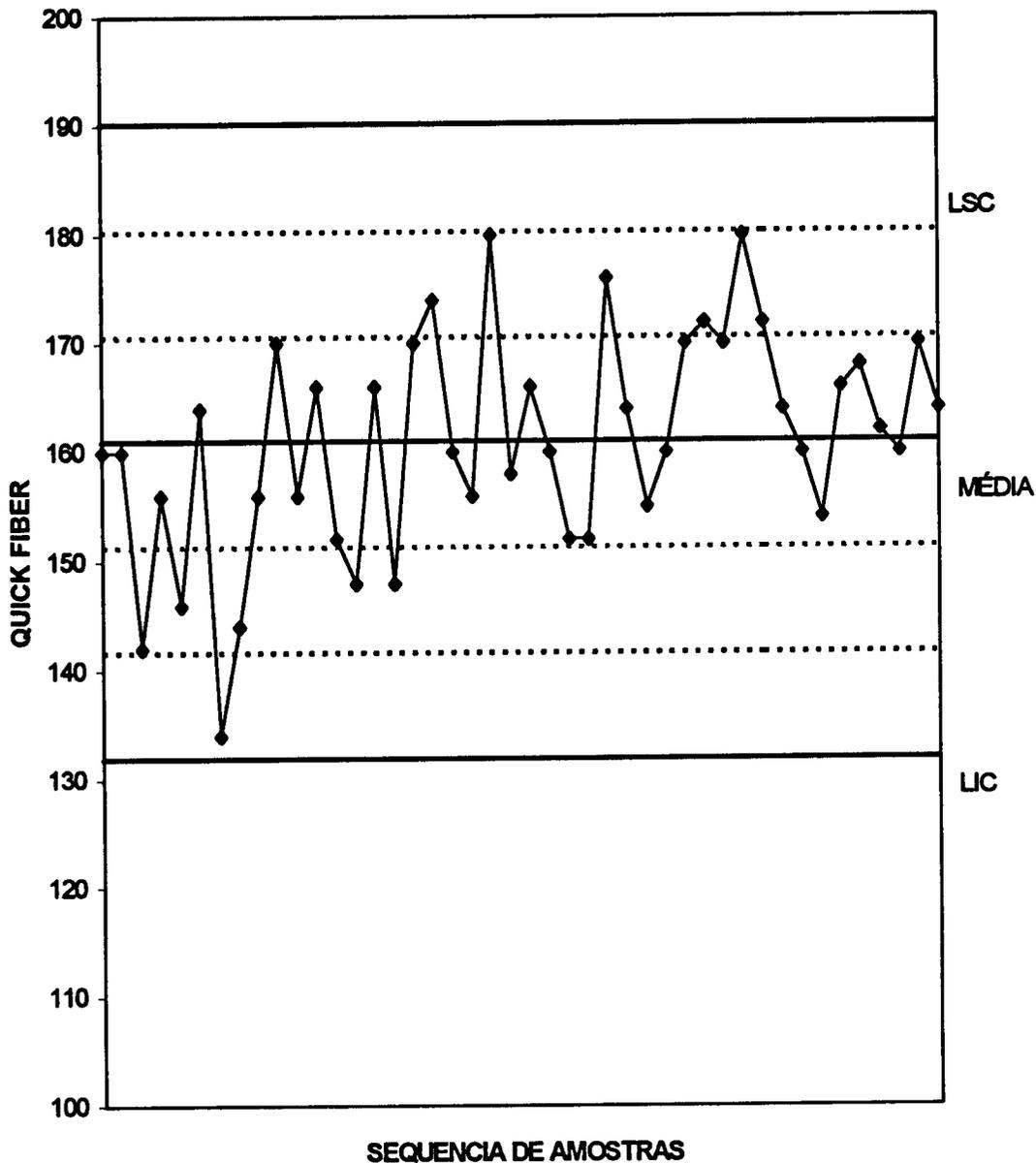


Figura 11 - Gráfico do "quick fiber", em ml, e limites de controle, por análise estatística.

Os dados obtidos na Figura 12 davam a impressão de que em alguns momentos havia um resfriamento da polpa ao passar pelo finisher; tal raciocínio pareceu errado, pois o intervalo de tempo estipulado em 3 minutos entre a leitura da temperatura do suco na entrada e da polpa na saída era muito grande. Isto porque ao observar a temperatura da polpa durante alguns minutos observou-se uma grande variação.

Este tempo foi estabelecido através do acompanhamento do tempo onde a temperatura da polpa estabilizava no início da operação, ou seja após a limpeza. Este tempo na verdade pode ser interpretado como tempo necessário para que houvesse um enchimento com polpa do espaço entre a rosca helicoidal e a tela filtrante, devido a resistência a saída da mesma.

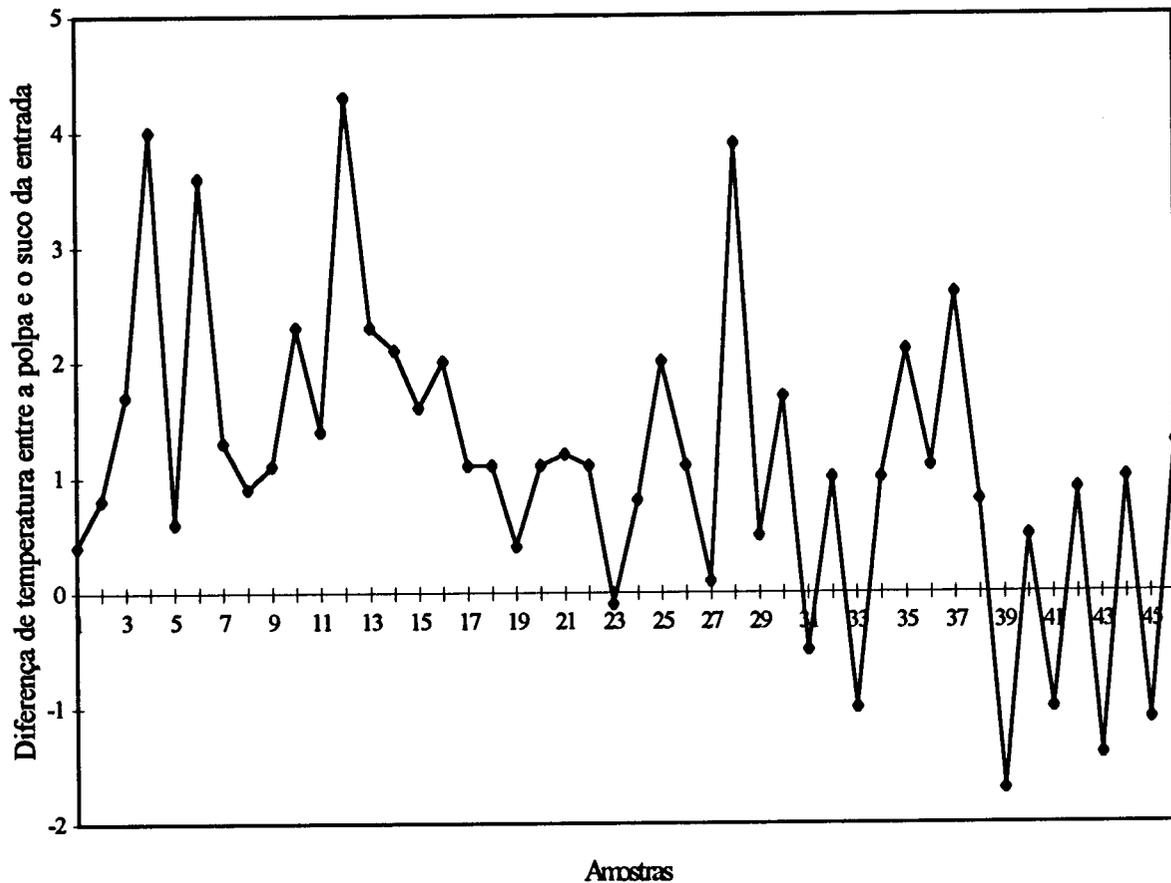


Figura 12 - Gráfico da diferença de temperatura entre a polpa e suco da entrada, em ° C, durante a operação do “finisher”.

Além disso em alguns momentos o contato entre o sensor e a polpa tornava-se difícil, principalmente a “quick fiber” altos, isto devido a grande quantidade de suco com a polpa, que a tornava mais líquida.

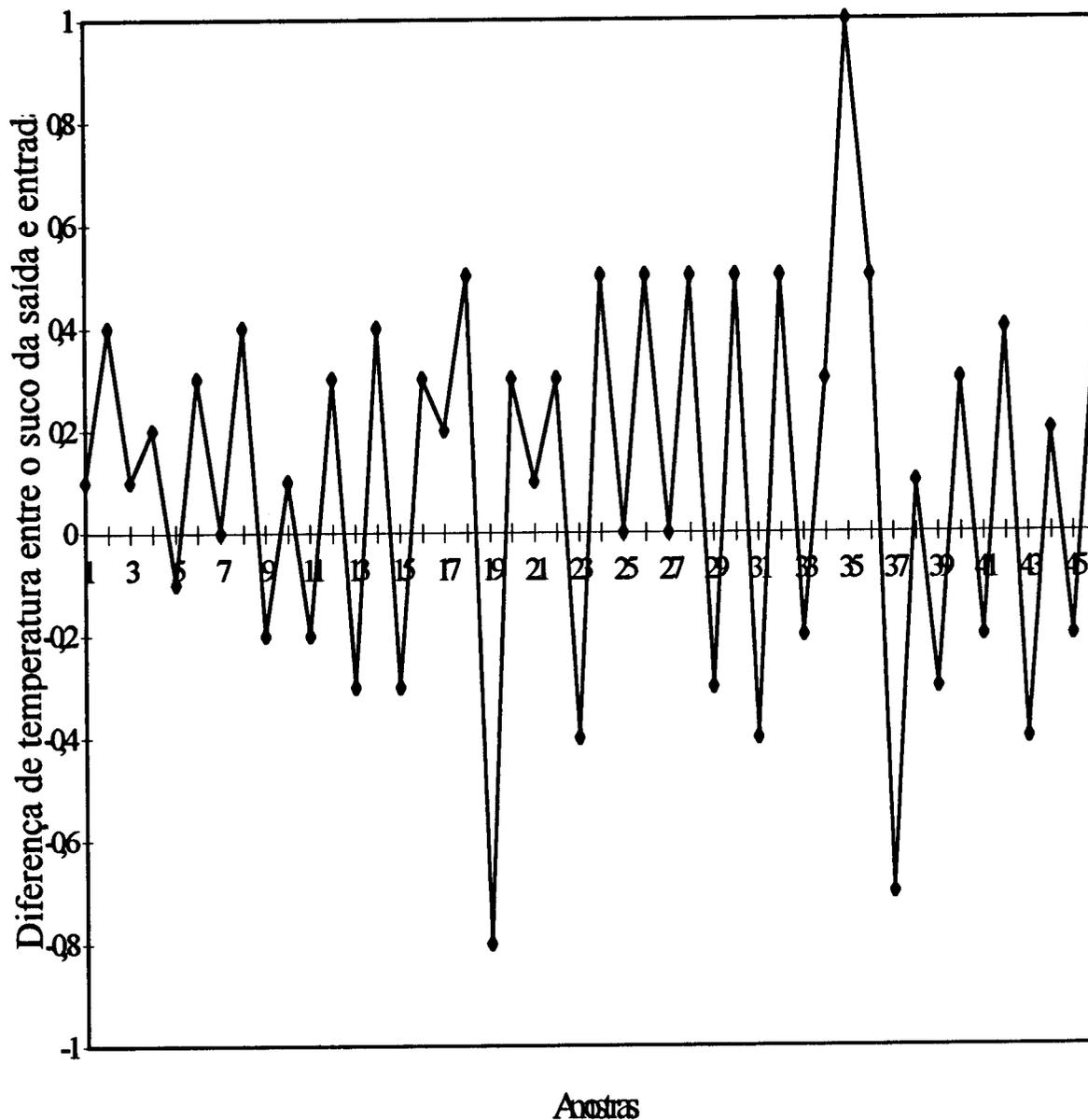


Figura 13 - Acompanhamento da diferença de temperatura entre o suco na saída e entrada (° C), durante a operação do “finisher”.

O mesmo problema em relação à diferença de temperatura entre a polpa e suco entrada aconteceu para a diferença de temperatura entre o suco na saída e entrada.

Existe diferença de cor entre o suco da saída e entrada, que também foi influenciada pelo intervalo entre as coletas das amostras, mas é importante frizar,

que não é uma variável, que se tem controle, porque é influenciada pela variedade da fruta e o estágio de maturação do lote, que estava sendo processado.

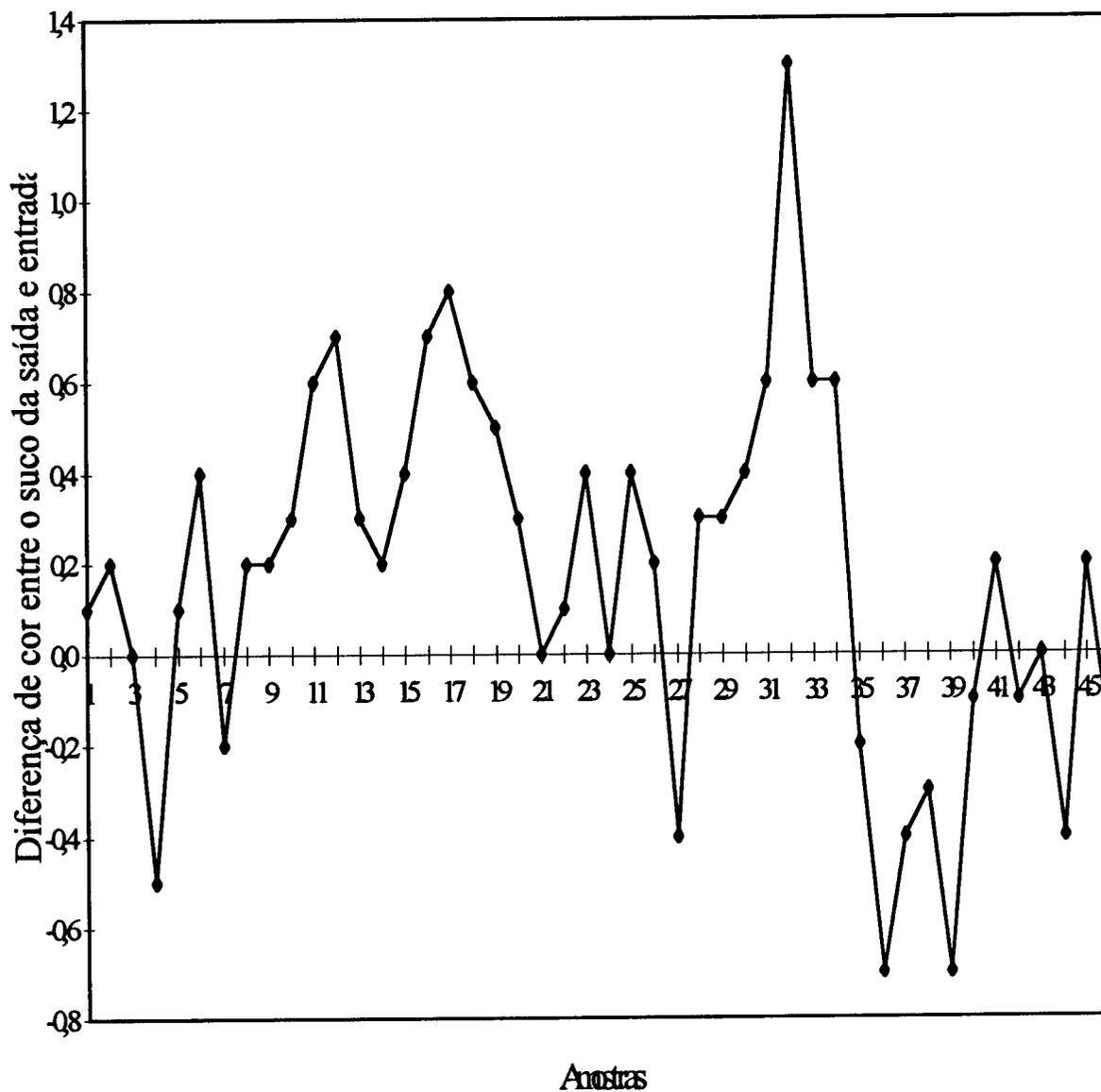


Figura 14 - Acompanhamento da diferença de cor entre o suco da saída e entrada durante a operação do "finisher".

A quantidade de células no suco da entrada pode influenciar na quantidade de células retidas no espaço entre a rosca e a tela filtrante, mas não está sob controle, ou seja uma fruta com mais ou menos células, não pode ser avaliada em operação de pré-processamento.

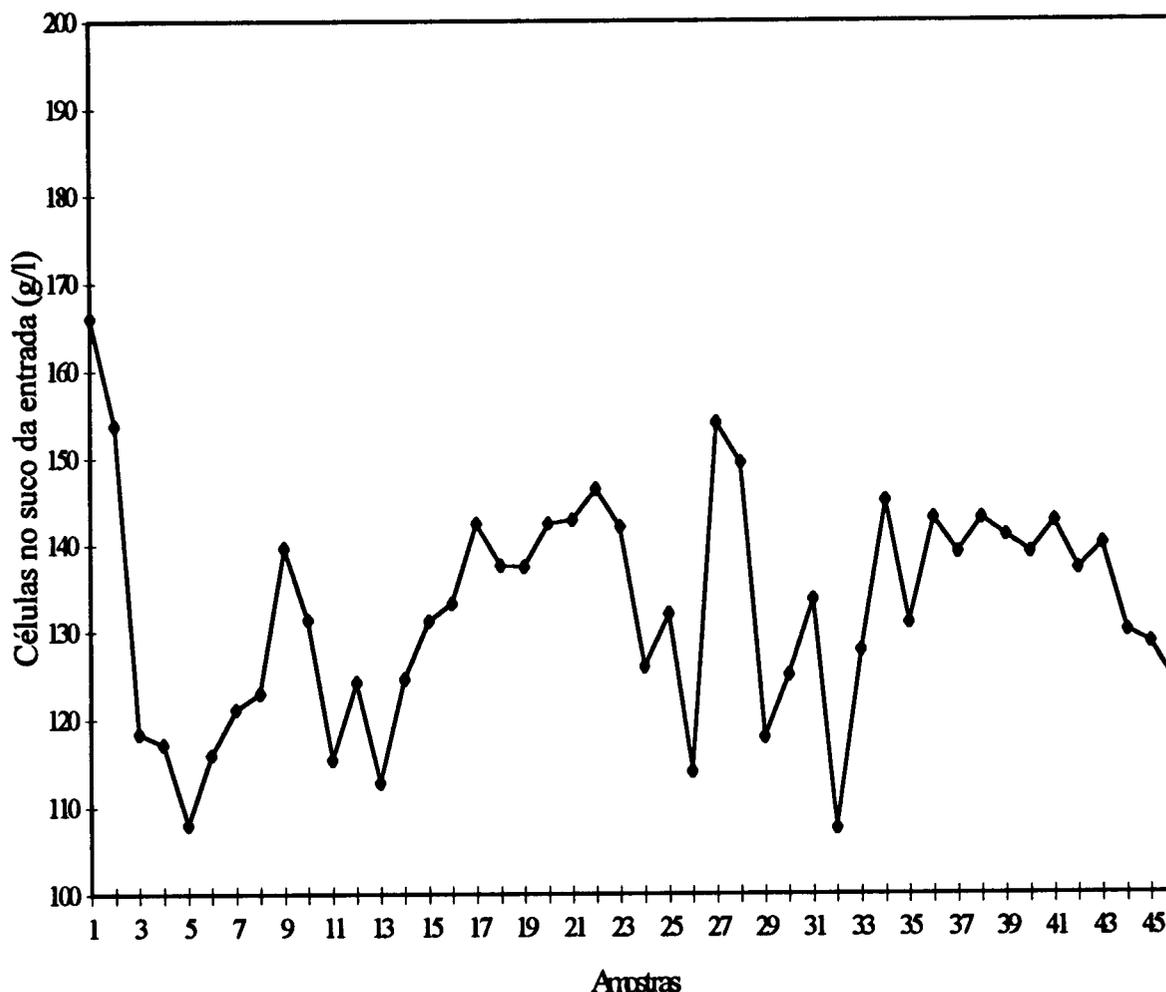


Figura 15 - Acompanhamento da quantidade de células no suco da entrada, durante a operação do “finisher”.

O teor de polpa fina no suco da saída é padronizado na próxima etapa do processo, que é a centrifugação. Assim deixou-se de analisá-la, por haver dificuldade para determinação da quantidade de polpa fina no suco da entrada, pois era duvidosa a separação da polpa grossa da polpa fina, realizada por filtração no aparelho de “quick fiber”.

Com auxílio também das observações no local, durante a fase de coleta de dados e durante um “brainstorming” construiu-se o seguinte diagrama de causa e

efeito de peixe organizar as possíveis causas na oscilação da DTPSE, que é a Figura 17 .

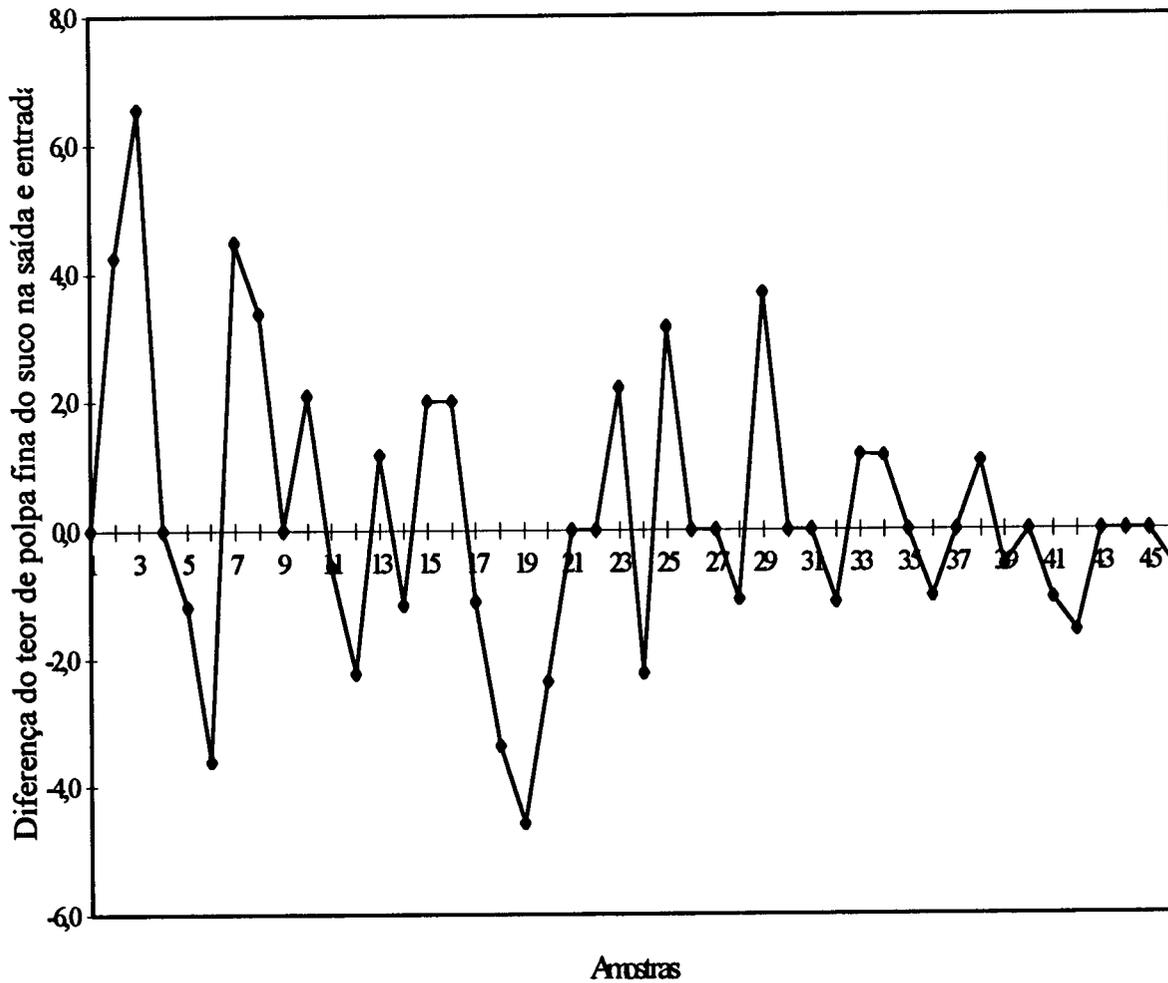


Figura 16 - Acompanhamento da diferença do teor de polpa fina do suco da saída e entrada (%), durante a operação do “finisher”.

A partir do diagrama , foi realizada uma reunião, ou seja um “brainstorming”, onde cada um dos membros envolvidos escreveu a probabilidade de cada causa sobre o efeito e o possível motivo. Discutiu-se cada uma das causas e o consenso, pode ser mostrado na Tabela 7.

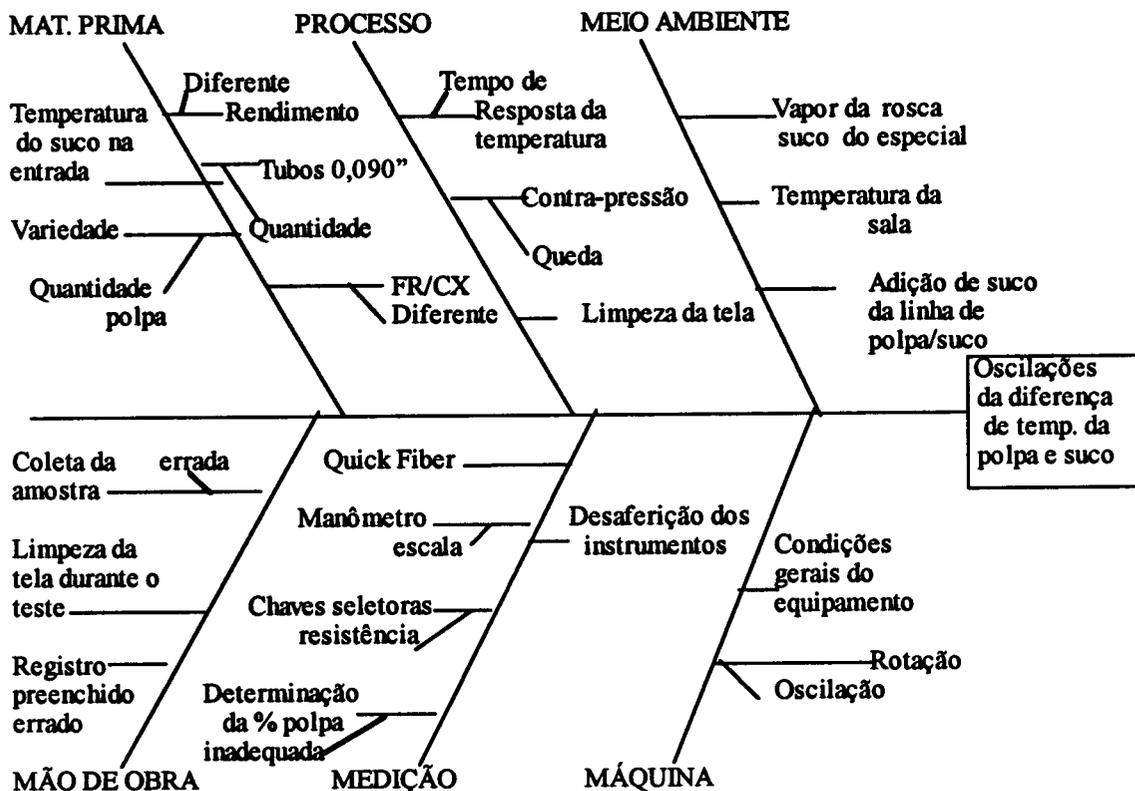


Figura 17 - Diagrama de causa e efeito.

Para confirmar as causas mais influentes, foi definido um cronograma para prosseguir o experimento, ver Tabela 8.

Tabela 8 - Cronograma de atividades.

Etapas	DATA (Dia/Mês/1995)										
	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	9/1	10/1	11/1	12/1	13/1	14/1
Plano de Ação	■										
Ação	■	■	■	■	■	■					
Verificação						■	■				
Padronização							■	■	■		
Conclusão									■	■	■

Tabela 7 - Avaliação das causas influentes.

<b>Causas</b>	<b>Prob.</b>	<b>Motivo</b>
Variação do número de FR/CX	alta	Altera a vazão de alimentação
Temperatura do suco no inverno	baixa	Não existe o problema no momento
Variedade da fruta	alta	Altera a eficiência do equipamento
Rendimento da fruta	alta	Altera a vazão de alimentação
Número de extratoras	média	Altera a vazão de alimentação
Número de tubos coadores 0,090"	alta	Influencia a limpeza da tela
Limpeza da tela	alta	Ha acúmulo de polpa fina no suco
Tempo de resposta da temperatura	alta	Influencia a tempo de coleta da amostra
Queda da pressão da linha	alta	Influencia a resistência a saída da polpa
Temperatura da sala	baixa	Na entrada e saída e a mesma
Vapor da rosca de suco especial	média	Pode influenciar na temperatura da polpa
Adição de suco	baixa	Pode ser evitada
Coleta de amostras	média	Pode ser padronizada
Limpeza da tela durante o teste	baixa	Pode ser bloqueada
Preenchimento dos registros	baixa	Pode ser padronizado
Oscilações de "quick fiber"	alta	Influencia a regulagem do finisher
Escala do manômetro	alta	E difícil avaliar pequenas oscilações
Resistência das chaves seletoras	alta	Influencia na leitura dos resultados
Teste da % polpa no suco da entrada	alta	Influencia os resultados
Desaferição dos instrumentos	alta	Influencia a leitura dos resultados
Condições gerais do equipamento	baixa	Não ha evidências de distúrbios
Rotação do equipamento	alta	Influencia na capacidade do mesmo

### III.4 Plano de Ação

Com a participação dos envolvidos foi definido o plano de ação, descrito na Tabela 9.

O ponto de coleta de amostra do suco de saída foi alterado da tela do filtro para uma válvula de coleta na entrada da bomba, que envia o suco aos tanques de alimentação da centrífuga. O sensor de temperatura da polpa foi ajustado para o espaço onde sai a polpa da rosca helicoidal para saída da polpa.

Tabela 9 - Plano de ação

O que	Quem	Como	Onde	Quando	Porque
1) Troca de manômetros	Carla	Substituindo o manômetro, por um de escala menor	filtro	até 4/1/95	Aumenta a precisão da análise
2) Acompanhamento da temperatura lida no PT100	Jaime/ André	Comparando a temperatura da polpa na saída com termômetro e	filtro	até 3/1/95	Avaliar possíveis diferenças na leitura
3) Solicitar a aferição dos PT100 e manômetros	Carla	Solicitando ao setor de aferição de instrumentos	instrumentação	até 4/1/95	Eliminar oscilações na leitura dos resultados
4) Medir a Rotação do filtro	Carla	Providenciar instrumento para medir a rotação do filtro	filtro	até 4/1/95	Pode haver redução da capacidade do filtro
5) Acompanhamento da diferença de entupimento da tela	Jaime / André	Observar a diferença do número de partes entupidadas entre linhas com diferentes numero de tubos coadores 0,090"	filtro	até 3/1/95	Verificar se há necessidade incluir este parâmetro nos testes
6) Determinar um método para obter a % polpa no suco da entrada do filtro	Jaime/ André	Estudar variações de % polpa fina utilizando vários métodos	laboratório	até 4/1/95	Conhecer a % polpa fina no suco da entrada
7) Realização do teste de combinação de variáveis	Carla/ Jaime/ André	Realizar teste segundo Tabela 5	filtro	até 4/1/95	Estudar os principais causas de variações nos resultados de DTPSE

O experimento foi realizado com uma combinação de variáveis, segundo o método de Plackett-Burman. A utilização deste método visa a redução do

número de experimentos para a definição dos principais fatores que afetam os parâmetros de controle.

Os resultados são demonstrados através do efeito relativo de cada variável, no parâmetro em estudo. Apesar dos efeitos relativos possuírem valores negativos e positivos eles devem ser interpretados como absolutos, onde:

FR/CX: Quantidade de frutas por caixa padrão de 40,8 kg, do lote em processamento.

REND: Rendimento de suco do lote (%), em kg de suco por kg de fruta

VARIE: Variedades da fruta que foram processadas durante o teste, N= Natal ou N/V= Natal e Valência

EXTR.: Número de extratoras em funcionamento na linha, para valor abaixo de 12 será utilizado um finisher, quando maior foram utilizados 2.

PRES: no cabeçote do finisher em psi.

TUBOS: tubos coadores 0,090” utilizados nas extratoras, com o objetivo de deixar ir para o “finisher”, células de polpa maiores, sendo 4 por ala ou 8 por linha, os demais são 0,040”.

Tabela 10 - Valores “+ “ e “-” para as variáveis do teste de plackett-burman.

	Variáveis					
Valores	FR/CX	REND	VARIE	EXTR	PRES	TUBOS
-	< 218	< 52	N/V	8	10	0
+	> 220	> 52	N	12	17	4

A partir dos resultados seria possível determinar os parâmetros mais influentes e então analisar os efeitos provocados, devido as suas variações. Procurando definir as faixas de operação para a DTPSE .

Tabela 11 - Teste segundo Plackett-Burman

Ensaio	VARIÁVEIS						RESULTADOS	
	FR/CX	REND	VARIE	EXT R	PRES	TUBOS	QF	DTPSE
1	> 220	> 52	N/V	12	17	0	145	1.2
2	> 220	< 52	N	12	17	0	147	1.6
3	<218	> 52	N	12	10	0	187	1.0
4	> 220	> 52	N/V	8	10	0	164	1.0
5	<218	< 52	N	8	17	0	163	1.3
6	<218	< 52	N/V	8	10	0	174	0.4
7	> 220	> 52	N	8	10	4	191	1.0
8	> 220	< 52	N/V	8	17	4	164	0.6
9	<218	< 52	N/V	12	10	4	181	-0.2
10	<218	> 52	N/V	12	17	4	187	0.3
11	> 220	< 52	N	12	10	4	164	0.4
12	<218	> 52	N	8	17	4	147	1.7

### III.5 Ação

Essa etapa foi desenvolvida segundo previsto no plano de ação, mas houve atraso quanto ao cronograma, por ser necessário providenciar outro indicador de temperatura, pois havia resistência na chave seletora de canais para leitura.

Durante a aferição de um dos sensores de leitura de temperatura da

polpa observou-se que um dos PT100 de medição da temperatura apresentou diferença de até 1,0 °C e também foi substituído.

### III.6 Verificação

Os resultados da aplicação do método de Packett-Burman estão demonstrados nas Figuras 18 e 19.

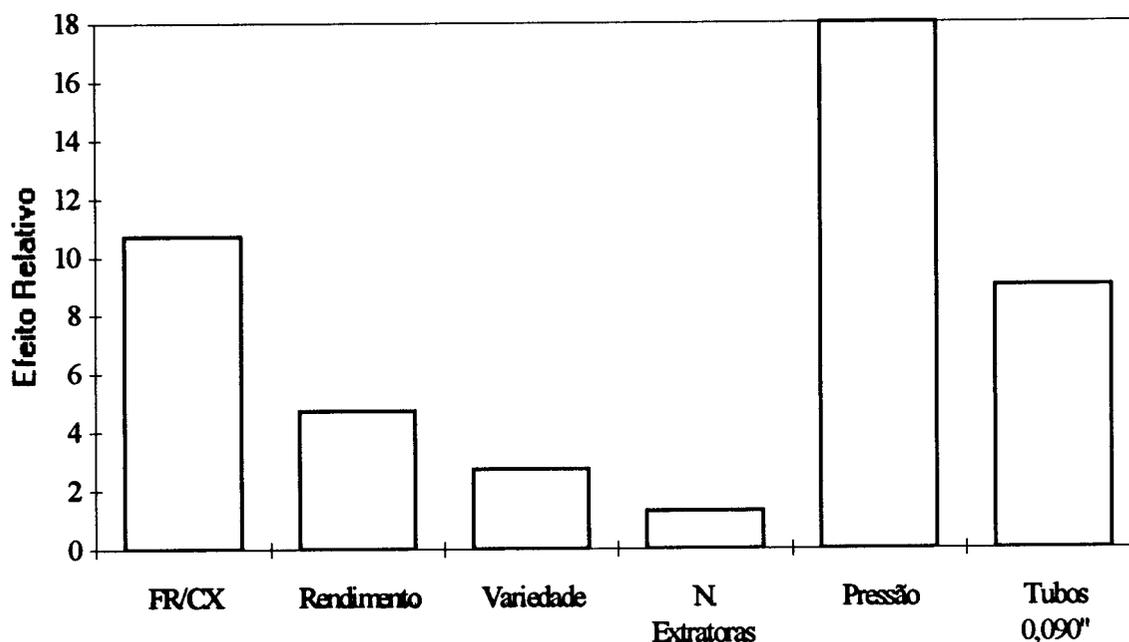


Figura 18 - Estudo dos efeitos relativos das variáveis sobre o "quick fiber".

O estudo segue baseado apenas na busca de parâmetros de DTPSE para substituição do "quick fiber", como o maior efeito sobre o "quick fiber" é a pressão no cabeçote, foram realizados vários testes a diferentes pressões.

As leituras das temperaturas foram realizadas a cada 30 segundos. A amostra de "quick fiber" foi coletada três vezes durante o teste para a análise. Para cada teste foram construídos dois tipos de gráficos de acompanhamento. O primeiro

das temperaturas de entrada e saída do suco; e o segundo da diferença de temperatura entre as duas e a média das diferenças, como mostram as Figuras 20 e 21.

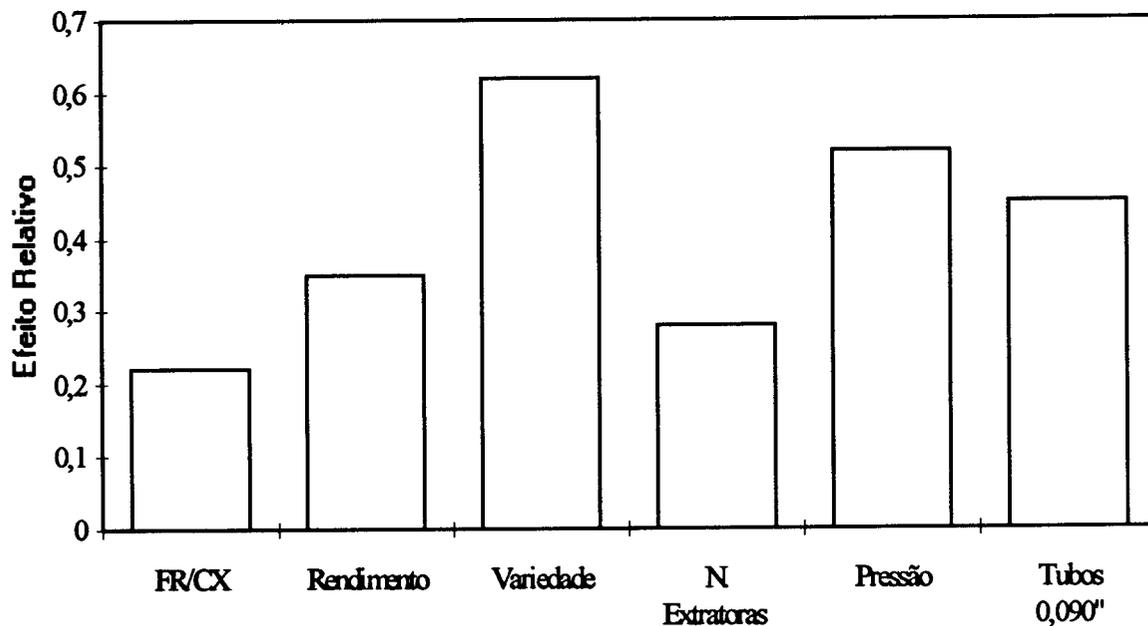


Figura 19 - Estudo do efeito relativos das variáveis sobre a DTPSE.

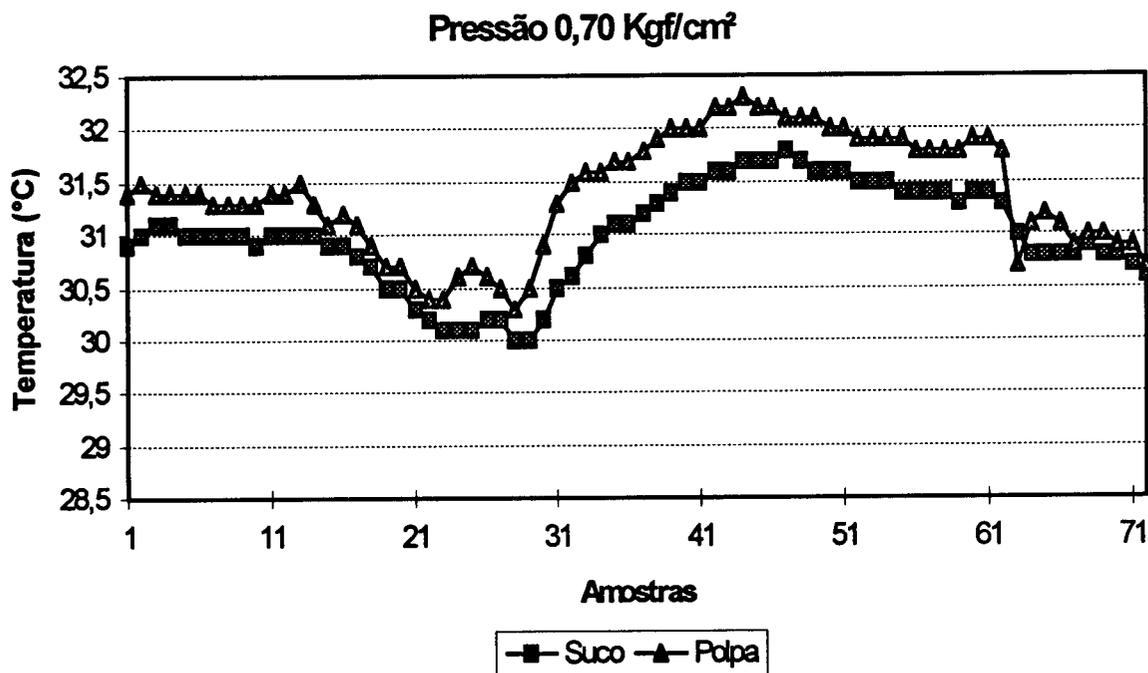


Figura 20 - Acompanhamento das temperaturas da polpa e suco da entrada.

Nas Figuras 20 e 21 observam-se oscilações de temperatura, que acontecem primeiramente na temperatura da polpa, essas variações ocorreram principalmente devido a mudança do lote de frutas, que estava sendo processado. No anexo I podem ser analisados os demais gráficos obtidos nos testes.

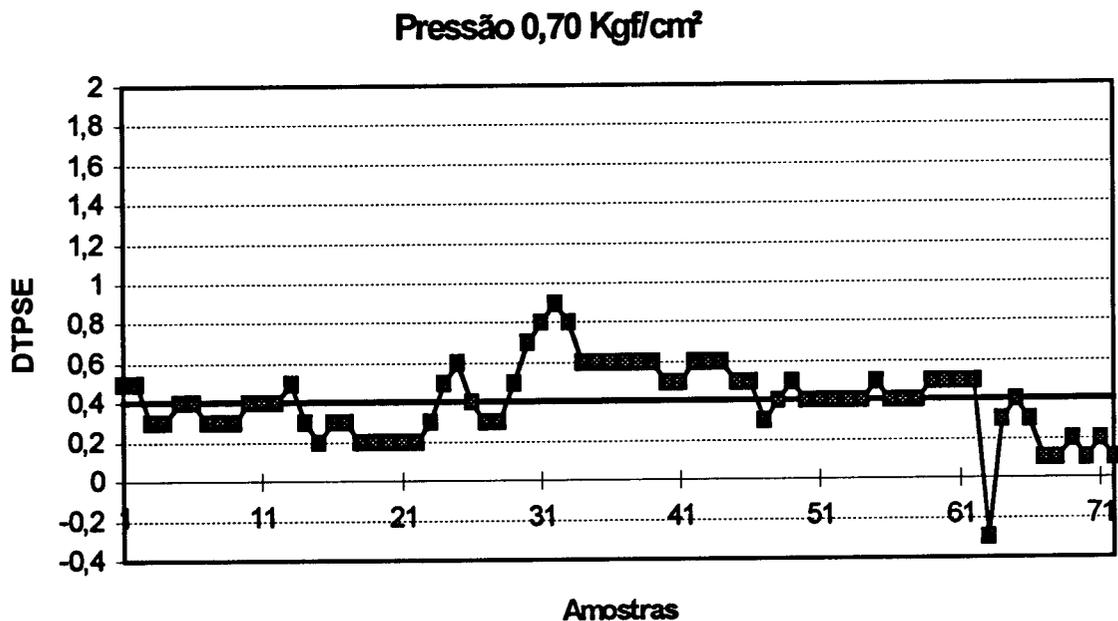


Figura 21 - Acompanhamento da DTPSE, com a respectiva linha da média das amostras.

As oscilações afetam a DTPSE, mas o sistema tende a voltar operar na média, sem que tenham sido feitos ajustes.

### III.7 Padronização

O padrão foi definido através dos gráficos de “quick fiber” versus

DTPSE, ver na Figura 22. Utilizando-se a faixa para “quick fiber” de 140 a 180, calculou-se o valor correspondente para a DTPSE, que foram de 0,6 a 1,6.

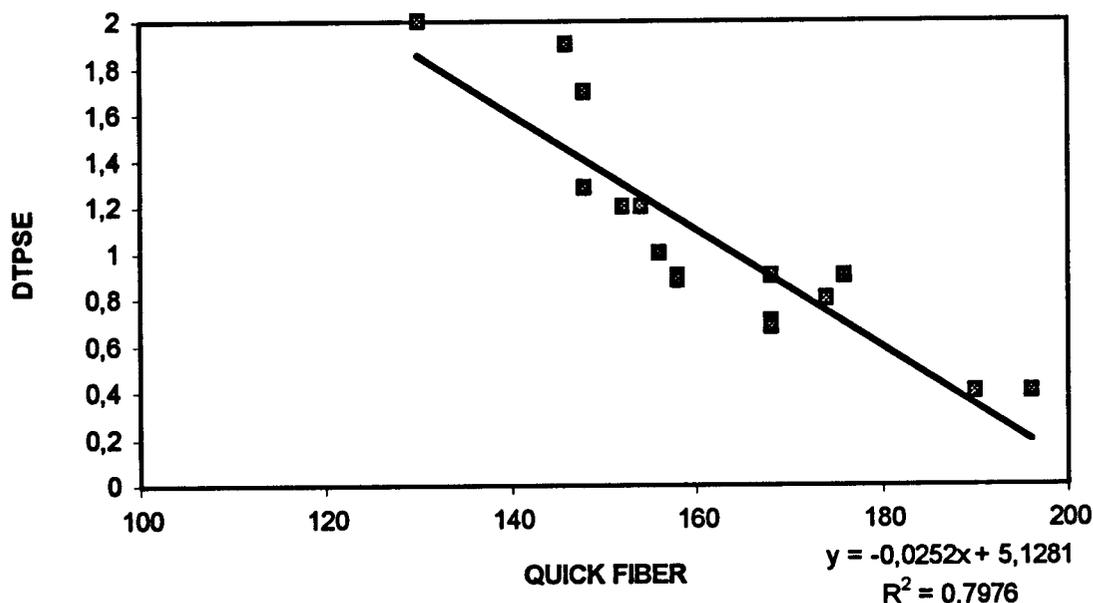


Figura 22 - Relação entre o “Quick fiber” e a DTPSE.

A partir da faixa de trabalho para a DTPSE, a pressão do cabeçote foi regulada para a obtenção desse parâmetro. Os testes a seguir foram realizados pela equipe, que definiu a forma de verificação para o padrão como sendo, coleta de duas amostra de “quick fiber” a cada 15 minutos, neste momento, seriam feitas 5 leituras de DTPSE, sendo estas, medidas a cada 30 segundos.

### III.8 Resultados Obtidos

Com os dados obtidos foram construídos gráficos, mostrados nas Figuras 23 e 24. No gráfico da Figura 23 são mostradas duas fases distintas, a primeira é os resultados de “quick fiber” antes das ações previstas; na segunda parte os valores após a padronização da DTPSE.

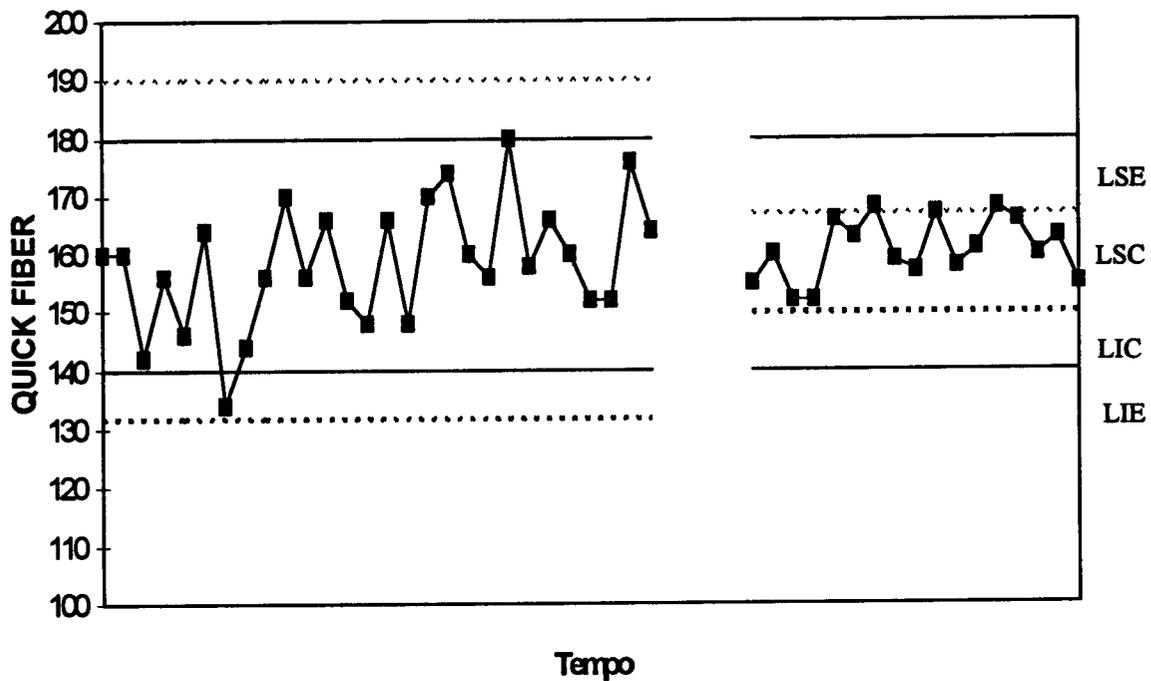


Figura 23 - Acompanhamento do “quick fiber” antes e depois das ações.

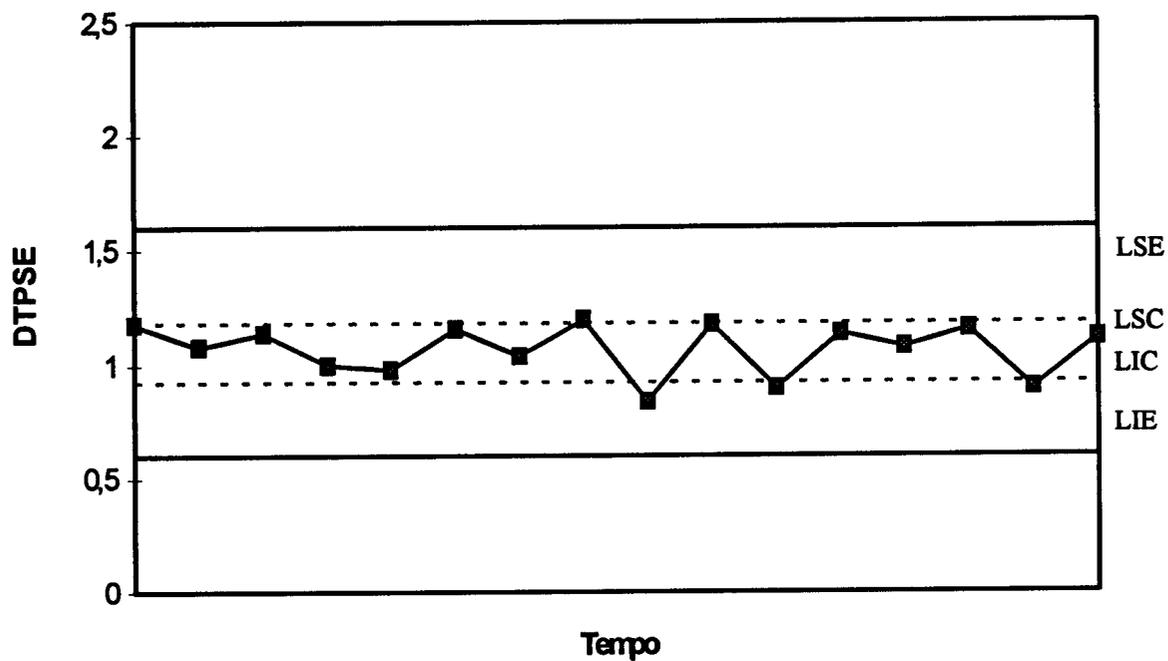


Figura 24 - Acompanhamento da DTPSE em relação aos limites de controle e ao

padrão.

Após as ações o processo estava fora de controle. Isto ocorreu, porque existiu uma pequena variação para o mesmo grupo de amostras.

O processo com controle baseado na DTPSE estava fora de controle, o que era esperado, pois as oscilações que ocorrem na alimentação de suco no “finisher” são aleatórias e inesperadas.

Os resultados finais observados na Tabela 12, e indicam que o processo tornou-se capaz, através da regulagem do “finisher” pela DTPSE, porque as ações corretivas são rápidas, fazendo com que os parâmetros atendam com menor erro as especificações.

Tabela 12 - Índices de capacidade dos resultados finais.

Índices	“Quick fiber”	DTPSE
$C_p$	2,35	3,84
$C_{pk}$	2,18	2,94

#### **IV - CONCLUSÕES E SUGESTÕES**

A identificação das causas e organização das ações a serem tomadas pela equipe de trabalho só foi possível devido à utilização do MASP.

O “quick fiber” pode ser substituído pelo método da DTPSE, mas existe uma restrição. Observou-se que as variações na alimentação do filtro ou “finisher” causam perturbações aleatórias nas temperaturas do suco e polpa, que desestabilizam o sistema por um período variável dependendo da intensidade da perturbação.

As maiores perturbações foram causadas pelas mudanças do lote de frutas, assim existe a necessidade da colocação de um tanque de equilíbrio, para a alimentação dos “finishers”, a fim de reduzir os efeitos destas perturbações.

Os gráficos de diferença de temperatura entre o suco da saída e da entrada foram desprezados para análise, por apresentarem valores em torno de 0,2°C, que é a tolerância máxima permitida na aferição. Isto nos permitiu concluir que não há variação significativa de temperatura no suco.

Cabe salientar que devido a grande mudança das características da fruta processada no período do teste, Pera Rio temporona, Natal e Valência, é necessário o acompanhamento do sistema em outras épocas do ano, para a validação de padrões de DTPSE para diferentes variedades de fruta.

O “quick fiber” continua sendo um teste importante na determinação da regulagem do “finisher”, pois a padronização da DTPSE é baseada nos valores de “quick fiber”.

## **V - BIBLIOGRAFIA**

**ABREU, R. C. L. de, *CCQ - Círculos de Controle de Qualidade, A integração trabalho-homem-qualidade total*, Qualitymark editora, Rio de Janeiro, RJ, 1991.**

**BELK, W. C., *Pulp Washing with Inline Extrators*, FMC corporation, Lakeland, Florida.**

**BELLUZZO, R. C. B. & MACEDO, N. D. , *A gestão da qualidade em serviços de informação: contribuição para uma base teórica*, Ci. Inf. Brasília, 22(2): 124-132, maio/ago, 1993.**

**BRASSARD, M., *Qualidade - Ferramentas para uma melhoria contínua - The Memory Jogger*, Qualitymark Editora, 1985.**

**C.A., *Impasse na citricultura*, Circuito Agrícola, pág. 11, jul/ago 1995.**

**CAMPOS, V. F.a), *TQC Controle da Qualidade Total ( no estilo japonês ) -1ª edição*, Fundação Cristiano Ottoni, Bloch editores, Rio de Janeiro, 1992.**

**CAMPOS, V. F.b); *Qualidade Total - Padronização de Empresas; 2ª ed.*, Fundação Cristiano Ottoni, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo**

Horizonte - MG, 1992.

CROWTHER, J., HERD, H. and MICHELS, M., Food Safety Education an awareness: a model training program for managers in food industry, **Food Control**, V4, nº 2, 1993.

CUTRALE, **Manual da Qualidade**, Araraquara, 1989.

DELLARETTI, O. Fº & DRUMOND, F. B., Itens de Controle de Avaliação de Processos, Fundação Cristiano Ottoni, **Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte - MG, 1992.

GODOY, J.M., Casos Reais de Implantação de TQC, Fundação Cristiano Ottoni, **QFCO**, São Paulo, novembro de 1994.

IMAM, CEP - Controle Estatístico do Processo, **Série Qualidade e Produtividade do IMAM**, 1989.

JONES, H. a); Citrus Processing Orientation - Section I - Juice Production; **Automatic Machinery Corporation**, November 11, 1981.

JONES, H. b); Citrus Processing Orientation - Section II - By-products recovery and juice room sanitation; **Automatic Machinery Corporation**, December 11, 1981.

KUME, H. , Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade; tradução Dario Ikuo Miyake; revisão técnica de Alberto Wundeler Ramos, Editora **Gente**, São Paulo, 1993.

LINS, B.F.E.; Ferramentas básicas da qualidade, **Ci.Inf.**, Brasília, 22(2): 153- 161, maio/ago. 1993.

LOBOS, J. - Qualidade! Através das pessoas - **Gráfica e editora Hamburg Ltda.**, São Paulo, 1991.

NELSON, D., The Development of Quality Management at New Zealand Breweries LTDA. **MBAA Technical Quarterly**, vol. 29, pp 64-68, 1992.

NONINO, E. A., The Citrus Industry in Brazil, **Thirty Second Annual Short Course for the Food Industry**, s.d.

PINTO, V. B.; Informação a chave para a qualidade total, **Ci. Inf. Brasília**, 22(2): 133-137, maio/ago, 1993.

REDD, B.J. et alii; Quality Control manual Citrus Processing Plants, **INTERCIT inc.**, 1986, Florida, 25 p.

SARDICO, G.; Manual de Operações - Padrão de uso e operação - Finishers **FMC; FMC do Brasil**, Araraquara - SP, Julho, 1991.

**SEBRAE, F. a); A técnica que faz chover idéias, Qualidade Total, 6º fascículo, Folha de São Paulo, 17 de abril de 1994.**

**SEBRAE, F. b); Começa a Mudança, 2º fascículo, Folha de São Paulo, 20 de março de 1994.**

**SCHOLTES, P.R.; Times da Qualidade: como usar equipes para melhorar a qualidade; tradução de Elenice Mazzilli, Lucia faria Silva, Associação Alumni, Qualitymark Editora Ltda, Rio de Janeiro - RJ, 1992.**

**SOE, Plackett-Burman Designs, chapter 9, Strategy of Experimentation, Du Pont Company, 1988.**

**STEGER,E. & ANTONIO, A. P., FMC Finishers, Processamento dos produtos Cítricos com máquinas FMC, FMC do Brasil S/A, Araraquara SP.**

**STEGER,E. Cálculos usados na Indústria Cítrica, Processamento dos produtos Cítricos com máquinas FMC, FMC do Brasil S/A, Araraquara SP.**

## **VI - ANEXO 1**

### ***OSCILAÇÕES NOS VALORES DE TEMPERATURA DA POLPA E SUCO NA ENTRADA***

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI - 1 - Acompanhamento das temperaturas do suco na entrada e polpa na saída, utilizando pressão de 0,70 Kgf/cm <sup>2</sup> .....	64
Figura VI - 2 - Acompanhamento da DTPSE utilizando pressão de 0,70 Kgf/cm <sup>2</sup> .	64
Figura VI - 3 - Acompanhamento das temperaturas do suco na entrada e polpa na saída, utilizando pressão de 0,90 Kgf/cm <sup>2</sup> .....	65
Figura VI - 4 - Acompanhamento da DTPSE utilizando pressão de 0,90 Kgf/cm <sup>2</sup> .	65
Figura VI - 5 - Acompanhamento das temperaturas do suco na entrada e polpa na saída, utilizando pressão de 1,30 Kgf/cm <sup>2</sup> .....	66
Figura VI - 6 - Acompanhamento da DTPSE utilizando pressão de 1,30 Kgf/cm <sup>2</sup> .	66
Figura VI - 7 - Acompanhamento das temperaturas do suco na entrada e polpa na saída, utilizando pressão de 0,50 Kgf/cm <sup>2</sup> .....	67
Figura VI - 8 - Acompanhamento da DTPSE utilizando pressão de 0,50 Kgf/cm <sup>2</sup> .	67
Figura VI - 9 - Acompanhamento das temperaturas do suco na entrada e polpa na saída, utilizando pressão de 0,70 Kgf/cm <sup>2</sup> .....	68
Figura VI - 10 - Acompanhamento da DTPSE utilizando pressão de 0,50 Kgf/cm <sup>2</sup> .....	69
Figura VI - 11 - Acompanhamento das temperaturas do suco na entrada e polpa na saída, utilizando pressão de 0,90 Kgf/cm <sup>2</sup> .....	69
Figura VI - 12 - Acompanhamento da DTPSE utilizando pressão de 0,90 Kgf/cm <sup>2</sup> .....	70

Algumas das oscilações que foram observadas durante os experimentos são mostradas nas figuras a seguir:

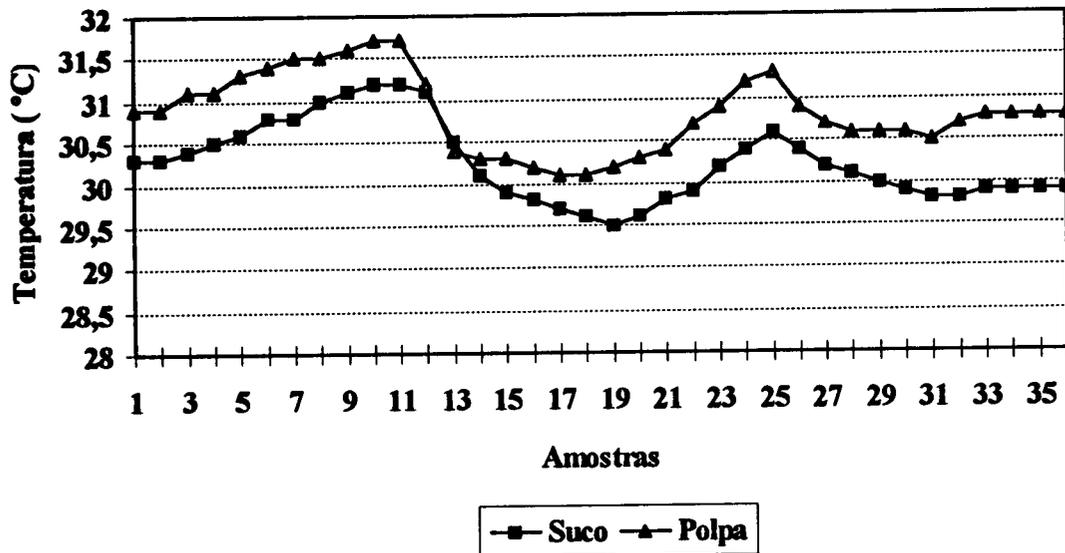


Figura VI - 1 - Acompanhamento das temperaturas do suco na entrada e polpa na saída, utilizando pressão de 0,70 Kgf/cm<sup>2</sup>.

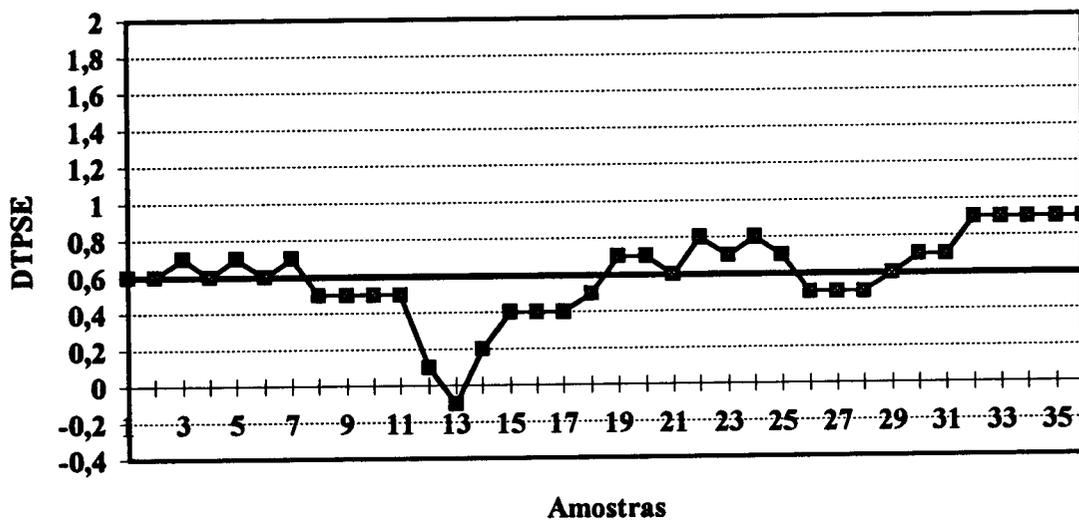


Figura VI - 2 - Acompanhamento da DTPSE utilizando pressão de 0,70 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Observou-se que a partir da amostra 11, das figuras VI - 1 e VI - 2, começou a ser adicionado suco do laboratório de análises preliminares no suco da entrada.

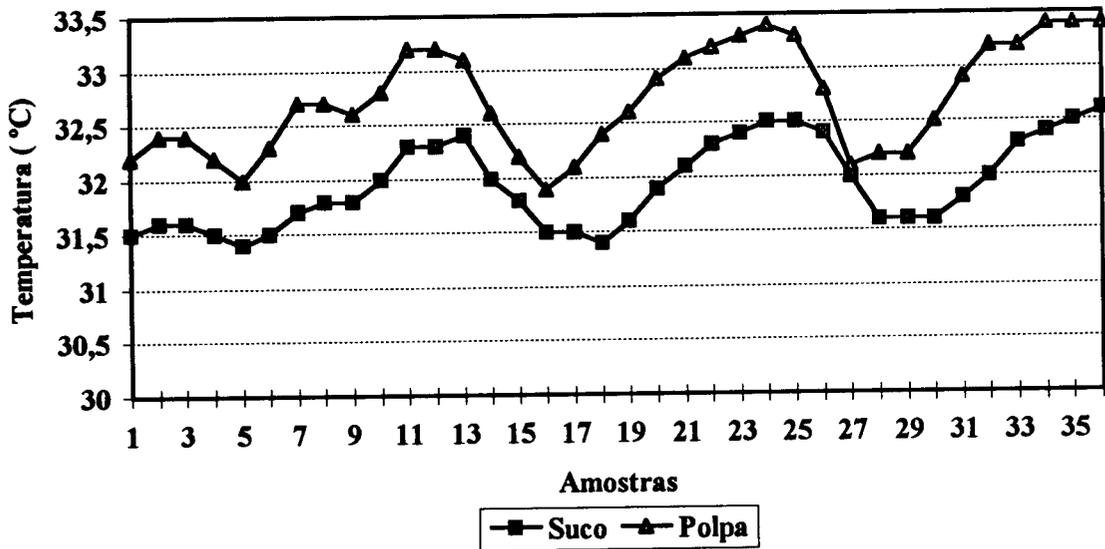


Figura VI - 3 - Acompanhamento das temperaturas do suco na entrada e polpa na saída, utilizando pressão de 0,90 Kg/cm<sup>2</sup>.

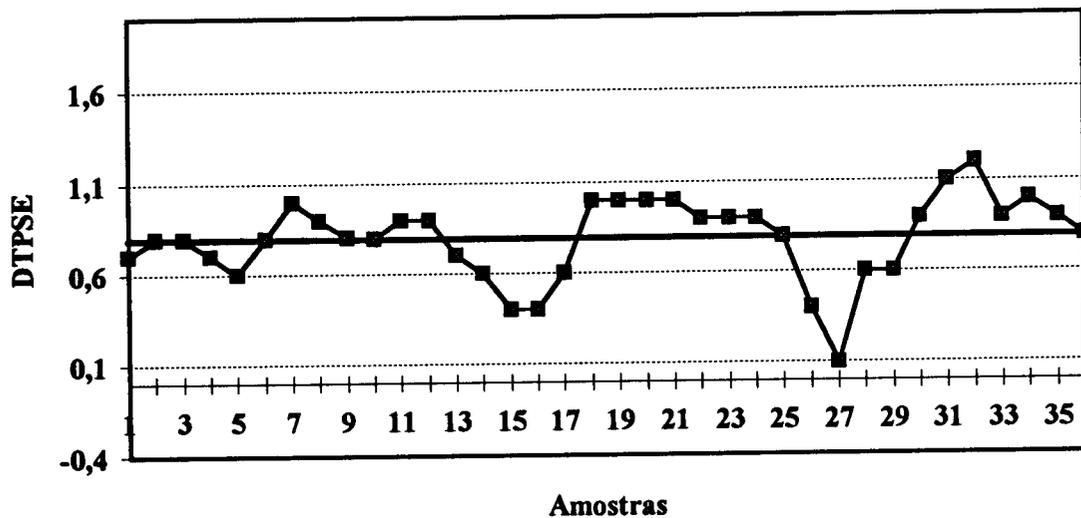


Figura VI - 4 - Acompanhamento da DTPSE utilizando pressão de 0,90 Kg/cm<sup>2</sup>.

A partir da amostra 13, das figuras VI - 3 e VI - 4, haviam frutas pequenas e verdes na alimentação das extratoras; mas a partir da amostra 26 houve falta de frutas na alimentação das extratoras.

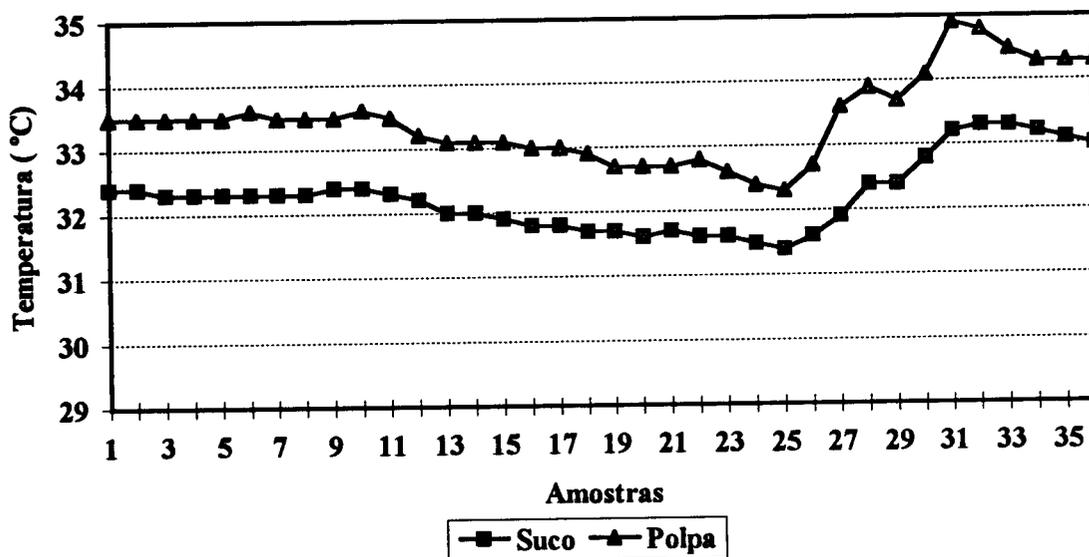


Figura VI - 5 - Acompanhamento das temperaturas do suco na entrada e polpa na saída, utilizando pressão de 1,30 Kgf/cm<sup>2</sup>.

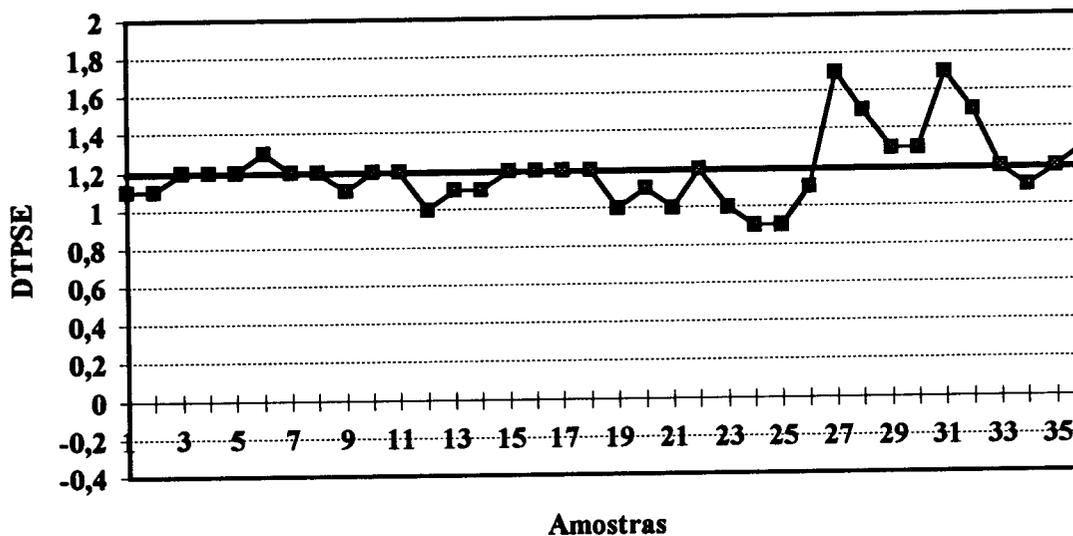


Figura VI - 6 - Acompanhamento da DTPSE utilizando pressão de 1,30 Kgf/cm<sup>2</sup>.

A partir da amostra 27, das figuras VI - 5 e VI - 6, houve mudança do lote de fruta, que estava sendo processado.

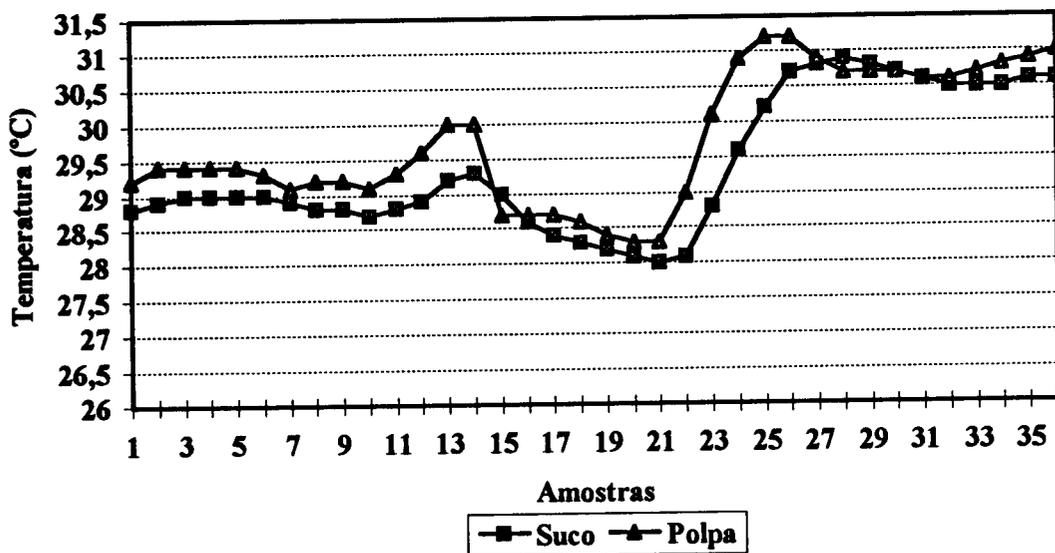


Figura VI - 7 - Acompanhamento das temperaturas do suco na entrada e polpa na saída, utilizando pressão de 0,50 Kg/cm<sup>2</sup>.

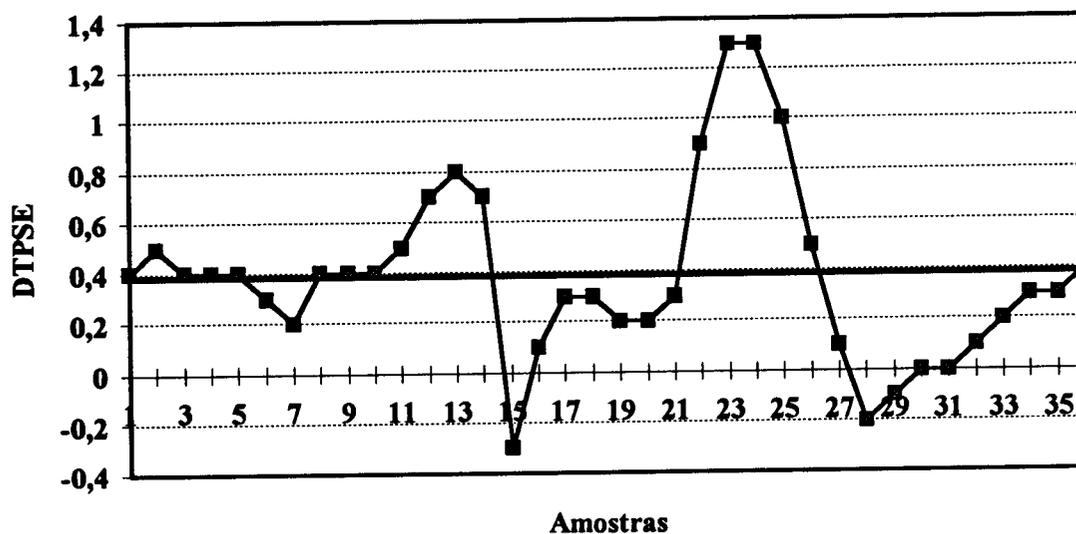


Figura VI - 8 - Acompanhamento da DTPSE utilizando pressão de 0,50 Kg/cm<sup>2</sup>.

Nas figuras VI - 7 e VI - 8, pode-se observar que a partir da amostra 10 faltaram frutas na alimentação das extratoras, já a partir da amostra 21 o problema se repetiu, e a partir da amostra 27 a polpa estava mole e não encostou no sensor de temperatura.

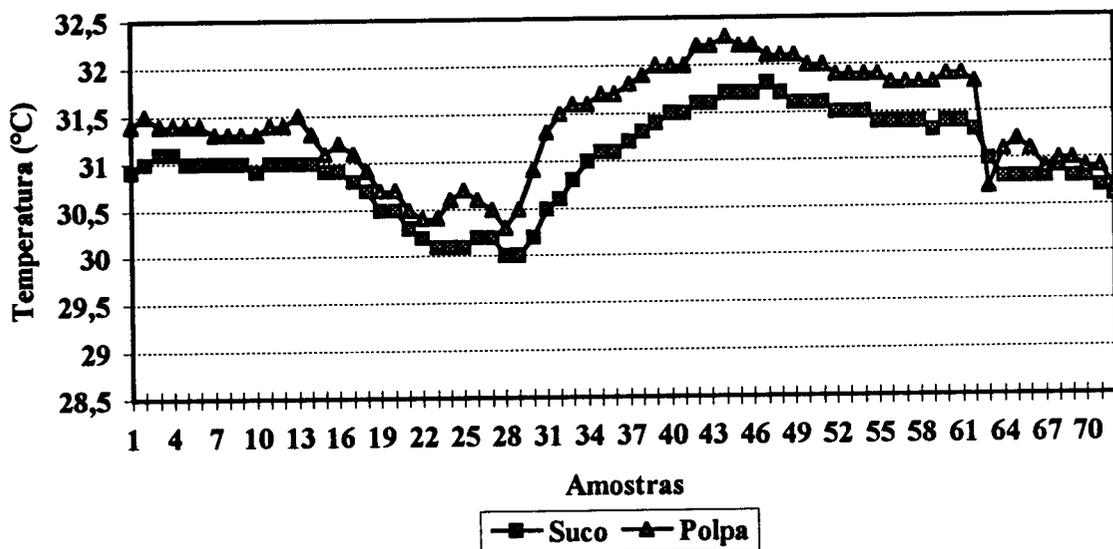


Figura VI - 9 - Acompanhamento das temperaturas do suco na entrada e polpa na saída, utilizando pressão de 0,70 Kg/cm<sup>2</sup>.

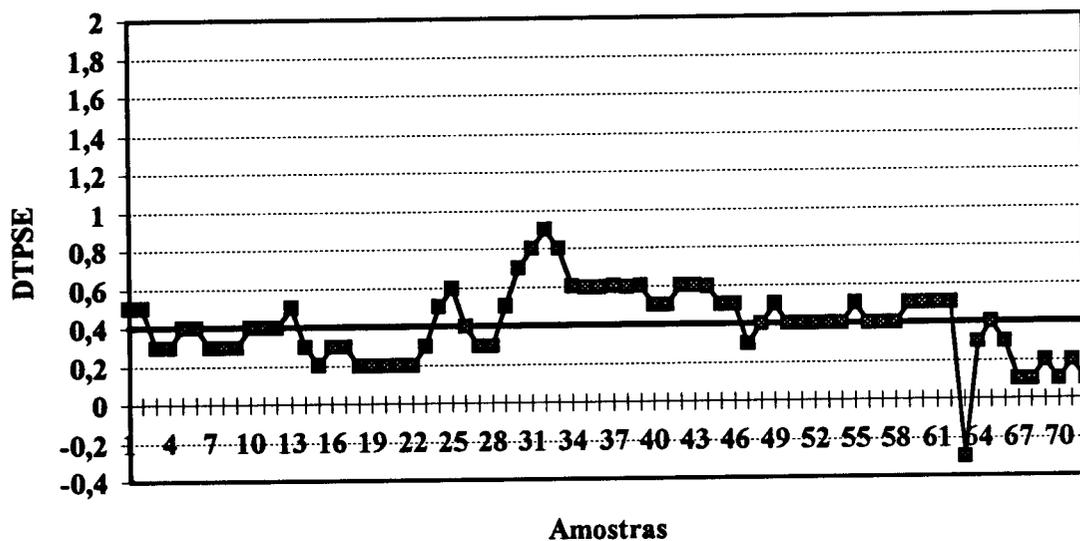


Figura VI - 10 - Acompanhamento da DTPSE utilizando pressão de 0,50 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Nas figuras VI - 9 e VI - 10, observou-se que a partir da amostra 26 houve mudança do lote de fruta, que estava sendo processado; já na amostra 63 o sensor de temperatura não estava encostando na polpa.

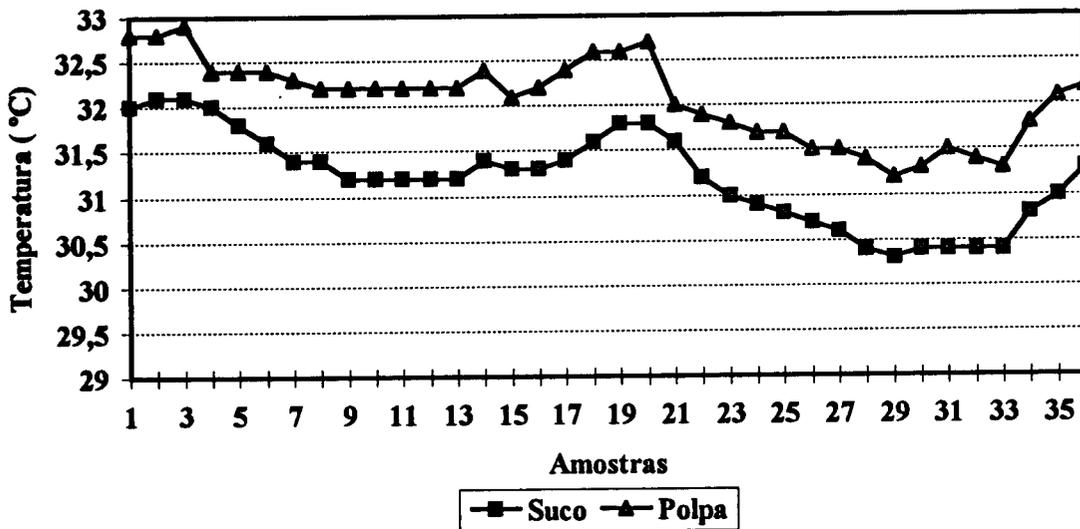
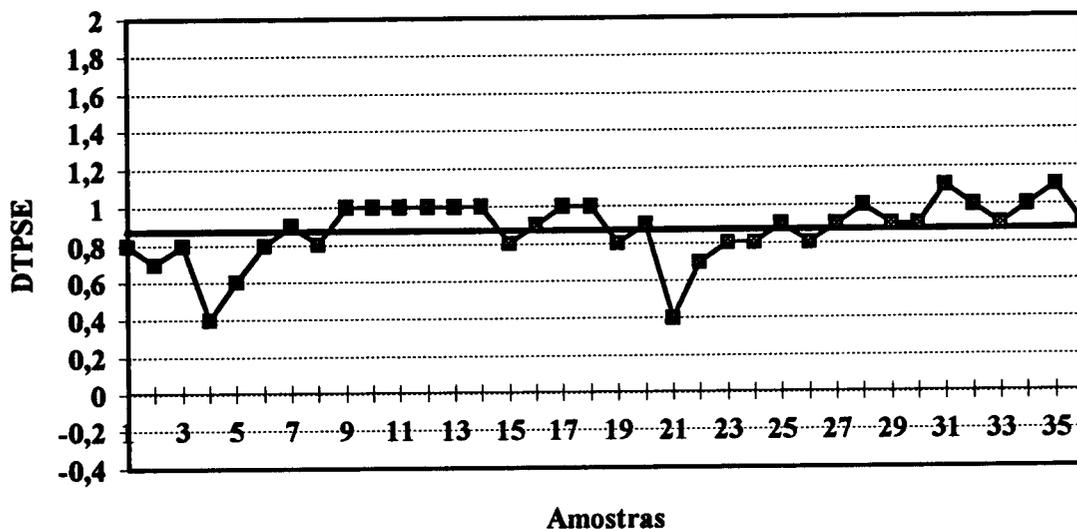


Figura VI - 11 - Acompanhamento das temperaturas do suco na entrada e polpa na saída, utilizando pressão de 0,90 Kgf/cm<sup>2</sup>.



**Figura VI - 12 - Acompanhamento da DTPSE utilizando pressão de 0,90 Kgf/cm<sup>2</sup>.**

**Nas figuras VI - 11 e VI - 12, na amostra 4 houve limpeza da tela do “finisher”, e a partir da amostra 21 mudança de lote da fruta, que estava sendo processado.**