

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

UMA PROPOSTA PARA MELHORAR A QUALIDADE, A PRODUTIVIDADE E  
A COMPETITIVIDADE NA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
CATARINA PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

ANA BEATRIZ TOZZO MARTINS

FLORIANÓPOLIS

SANTA CATARINA - BRASIL

AGOSTO DE 1992



0.205.240-2

UMA PROPOSTA PARA MELHORAR A QUALIDADE, A PRODUTIVIDADE E  
A COMPETITIVIDADE NA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA

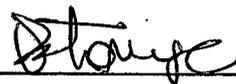
ANA BEATRIZ TOZZO MARTINS

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
"MESTRE EM ENGENHARIA"  
ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA FORMA FINAL  
PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO.

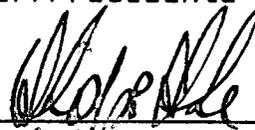


Prof. NERI DOS SANTOS, Dr.  
Coordenador

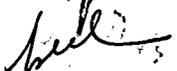
BANCA EXAMINADORA:



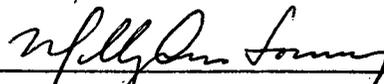
Prof. PLÍNIO STANGE, Dr.  
Orientador/Presidente



Prof. BRUNO H. KOPITKE, Dr.



Prof.<sup>a</sup> INGEBORG SELL, Dr.



Prof. WILLY ARNO SOMMER, M.

## AGRADECIMENTOS

À Deus por estar ao meu lado sempre e principalmente, durante todos os momentos do mestrado.

Ao professor, Dr. Plínio Stange pela orientação e dedicação a este trabalho.

Ao Alejandro pela co-orientação, amizade e companheirismo.

Aos meus pais Joaquim e Edila pelo incentivo, apoio e conforto. À minhas irmãs Luisa e Maria do Carmo pela compreensão. Aos meus cunhados, Marcos pela realização deste trabalho e Adhemar pelo carinho. Enfim, a toda a família que mesmo longe sempre estiveram comigo.

À querida Janae, pela amizade, otimismo e por todos os momentos que passamos juntas.

Aos funcionários da CLASPAR, em especial ao Sr. Gilberto Real Prado que possibilitou a realização deste trabalho.

A todos os colegas pelos momentos alegres e difíceis que compartilhamos juntos.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

À todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## RESUMO

Neste trabalho, apresenta-se uma proposta para a melhoria da qualidade, produtividade e competitividade na produção de farinha de mandioca seca fina.

Dadas as causas que afetam a qualidade, a produtividade e a competitividade da farinha de mandioca seca fina, deseja-se maximizar o lucro da empresa produtora de farinha com a eliminação dessas causas e determinar quais são as prioritárias quando a empresa tem limitação financeira.

Faz-se um estudo sobre a mandioca e principais fatores que influenciam o seu desenvolvimento para que se possa compreender o processo de produção da farinha de mandioca seca fina. Para isto, consideram-se os aspectos relacionados com a farinha de mandioca da Portaria (atual) nº 244, do Ministério da Agricultura, de 26 de outubro de 1981: "Normas de Identidade, Qualidade, Embalagem, Armazenamento e Transporte da Farinha de Mandioca". Apresenta-se também, o fluxo de produção da farinha de mandioca seca fina descrevendo cada uma de suas etapas.

Depois do estudo da mandioca e farinha de mandioca seca fina, analisam-se seis itens desta: substância amilácea (amido); umidade; cinzas; acidez; fibras, fiapos, entrecascas e cascas. Com os dados desses itens, coletados e fornecidos pela CLASPAR (Empresa Paranaense de Classificação de Produtos), constróem-se histogramas, cartas de controle (com posterior análise), o diagrama de Pareto e os diagramas de Ishikawa para cada item.

A partir do diagrama de Pareto e dos diagramas de Ishikawa, formula-se um modelo matemático, obtendo através de sua solução, uma escala de prioridade para a resolução dos problemas da empresa produtora dentro de suas possibilidades financeiras.

Estes mesmos procedimentos podem, evidentemente, ser utilizados no aprimoramento do desempenho de muitos outros sistemas produtivos, tanto de bens como de serviços.

## ABSTRACT

This work presents a proposition for an improvement in quality, productivity and competitiveness in the production of thin and dry manioc flour.

In respect to the causes that affect the quality, productivity and competitiveness of the thin and dry manioc flour, it's proposed to maximize the firm's profit in conjunction with the elimination of the causes, showing which of them are most important when a firm has financial constraints.

In consequence, for a better comprehension of the thin and dry manioc flour production, it is done a study of the manioc and the most important factors that influence its development. For this purpose, it was considered the aspects related with the Agricultural Ministry resolution number 244, on October 26, 1981: "Identity, Quality, Packing, Storing and Transport Norms of the Manioc Flour". It's also presented the production flow of the thin and dry manioc flour, describing each of the different stages.

After the study of the thin and dry manioc flour, six items of this flour: are analysed starchy substance (starch); ashes; acidity; fibre; wisps; interbarks and barks. With these items data, which were researched and extended by CLASPAR ( A classification product firm of the State of Paraná ), it has been built history charts, control charts ( with an afterward analysis) and the Pareto and Ishikawa's diagrams for each item.

Based on the Pareto and Ishikawa's diagrams, there was "triggered" a mathematical model, which gives as an output, an order of priorities to the resolution of problems, in correspondence with the financial capability of the production firm.

Certainly, these same procedures could be used in the improvement of a great number of different production systems, with no difference for goods or services sectors.

## SUMÁRIO

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

### CAPÍTULO 1: Introdução

1.1 Descrição e Objetivos.....	1
1.2 Justificativa do Trabalho.....	3
1.3 Atividades da Empresa CLASPAR.....	3
1.4 Dados Estatísticos.....	3
1.5 Estrutura do Trabalho.....	6

### CAPÍTULO 2: Descrição e Principais Fatores que Influenciam o Desenvolvimento da Mandioca

2.1 Descrição da Mandioca.....	7
2.2 Variedades de Mandioca e Aplicações.....	9
2.3 Fatores que Influenciam o Desenvolvimento da Mandioca.....	10
2.3.1 Solo.....	10
2.3.2 Clima.....	13
2.3.3 Época de Plantio.....	13
2.3.4 Práticas Agrícolas.....	14

### CAPÍTULO 3: Produção de Farinha de Mandioca

3.1 Principais Aspectos da Farinha de Mandioca.....	16
3.2 Fluxo Produtivo de Farinha de Mandioca Seca Fina.....	20
3.2.1 Plantio.....	20
3.2.2 Colheita.....	20
3.2.3 Transporte.....	21
3.2.4 Recepção.....	22
3.2.5 Lavagem e Descascamento.....	24
3.2.6 Ralagem.....	25
3.2.7 Prensagem.....	26
3.2.8. Desintegração.....	26

3.2.9 Torração.....	26
3.2.10 Peneiragem.....	27
Amostragem.....	27
Sistemática de Classificação.....	29
Classificação.....	31
Certificado de Classificação.....	34
3.2.11 Embalagem.....	35
3.2.12 Marcação.....	35
3.2.13 Armazenamento, Transporte e Consumo.....	36

#### CAPÍTULO 4: Análise dos Dados e Apresentação dos Resultados

4.1 Definições Básicas.....	38
4.2 Análise dos Histogramas dos Itens.....	39
4.2.1 Amido.....	39
4.2.2 Umidade.....	40
4.2.3 Cinzas.....	40
4.2.4 Acidez.....	41
4.2.5 Fibras, Fiapos e Entrecascas.....	41
4.2.6 Cascas.....	41
4.3 Análise das Cartas de Controle dos Mesmos Itens.....	41
4.3.1 Amido.....	41
4.3.2 Umidade.....	42
4.3.3 Cinzas.....	43
4.3.4 Acidez.....	43
4.3.5 Fibras, Fiapos e Entrecascas.....	43
4.3.6 Cascas.....	44
4.3.7 Análise Conjunta dos Itens.....	44
4.4 Diagrama de Pareto.....	45
4.5 Diagrama de Ishikawa.....	46
4.5.1 Análise Conjunta dos Fatores que Afetam os Itens Analisados no que se Refere a Matéria Prima (Mandioca).....	53
4.5.2 Análise Conjunta dos Fatores que Afetam os Itens Analisados no que se Refere a Máquina (Equipamentos)	53
4.5.3 Análise Conjunta dos Fatores que Afetam os Itens Analisados no que se Refere a Medida.....	55
4.5.4 Análise Conjunta dos Fatores que Afetam os Itens Analisados no que se Refere a Meio Ambiente.....	56

4.5.5 Análise Conjunta dos Fatores que Afetam os Itens Analisados no que se Refere a Mão-de-Obra.....	57
4.5.6 Análise Conjunta dos Fatores que Afetam os Itens Analisados no que se Refere a Método.....	57
4.6 Formulação Matemática do Problema.....	58

CAPÍTULO 5: Conclusão

5. Conclusão.....	68
.ANEXO I: Especificação dos Itens da Farinha de Mandioca Seca Fina.....	73
.ANEXO II: Dados das Amostras, Histogramas, Cartas de Controle, Análise das Cartas de Controle e Análise Estatística dos Dados.....	74
.Referências Bibliográficas.....	93

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.Os Horizontes que Compõe o Solo.....	11
Figura 2.Diagrama do Fluxo de Produção da Farinha de Mandioca Seca Fina.....	21
Figura 3.Diagrama de Pareto.....	45
Figura 4.Diagrama de Ishikawa (Farinha de Mandioca).....	46
Figura 5.Diagrama de Ishikawa (Amido).....	47
Figura 6.Diagrama de Ishikawa (Umidade).....	48
Figura 7.Diagrama de Ishikawa (Cinzas).....	49
Figura 8.Diagrama de Ishikawa (Acidez).....	50
Figura 9.Diagrama de Ishikawa (Fibras, Fiapos e Entrecascas)..	51
Figura 10.Diagrama de Ishikawa (Cascas).....	52
Figura 11.Quadro 1. Valores das Constantes Binárias ( $q_{ij}$ )....	62
Figura 12.Quadro 2. Valores do Retorno ( $r_i$ ),Custo ( $c_i$ ) e Fator Ponderado de Lucro ( $p_i$ ).....	62
Figura 13.Quadro 3. Valores do Fator Ponderado de Lucro ( $p_i$ ), Custo ( $c_i$ ), Solução Ótima e LUCRO, Considerando - se um Orçamento (C) de Cr\$ 60.000.000,00.....	63
Figura 14.Quadro 4. Valores do Fator Ponderado de Lucro ( $p_i$ ), Custo ( $c_i$ ), Solução Ótima e LUCRO, Considerando - se um Orçamento (C) de Cr\$ 80.000.000,00.....	64
Figura 15.Quadro 5. Valores do Fator Ponderado de Lucro ( $p_i$ ), Custo ( $c_i$ ), Solução Ótima e LUCRO, Considerando - se um Orçamento (C) de Cr\$ 100.000.000,00.....	65
Figura 16.Relação Entre Benefício e Custo.....	66
Figura 17.Relação Marginal Entre Benefício/Custo.....	67
Figura 18.Histograma do Item Amido.....	75
Figura 19.Cartas de Controle da Média e Desvio-Padrão do Item Amido.....	75
Figura 20.Análise das Cartas Média e Desvio-Padrão do Item Amido.....	76
Figura 21.Histograma do Item Umidade.....	78
Figura 22.Cartas de Controle da Média e Desvio-Padrão do Item Umidade.....	78
Figura 23.Análise das Cartas Média e Desvio-Padrão do Item Umidade.....	79

Figura 24. Histograma do Item Cinzas.....	81
Figura 25. Cartas de Controle da Média e Desvio-Padrão do Item Cinzas.....	81
Figura 26. Análise das Cartas Média e Desvio-Padrão do Item Cinzas.....	82
Figura 27. Histograma do Item Acidez.....	84
Figura 28. Cartas de Controle da Média e Desvio-Padrão do Item Acidez.....	84
Figura 29. Análise das Cartas Média e Desvio-Padrão do Item Acidez.....	85
Figura 30. Histograma do Item Fibras, Fiapos e Entrecascas.....	87
Figura 31. Cartas de Controle da Média e Desvio-Padrão do Item Fibras, Fiapos e Entrecascas.....	87
Figura 32. Análise das Cartas Média e Desvio-Padrão do Item Fibras, Fiapos e Entrecascas.....	88
Figura 33. Histograma do Item Cascas.....	90
Figura 34. Cartas de Controle da Média e Desvio-Padrão do Item Cascas.....	90
Figura 35. Análise das Cartas Média e Desvio-Padrão do Item Cascas.....	91

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação Entre X, Renda e Preço.....	24
Tabela 2. Qualificação dos Tipos de Farinha de Mandioca Seca Fina Para Tolerância Máxima Percentual das Características Físico-Químicas.....	73
Tabela 3. Dados das Amostras do Item Amido.....	74
Tabela 4. Dados das Amostras do Item Umidade.....	77
Tabela 5. Dados das Amostras do Item Cinzas.....	80
Tabela 6. Dados das Amostras do Item Acidez.....	83
Tabela 7. Dados das Amostras do Item Fibras, Fiapos e Entrecascas.....	86
Tabela 8. Dados das Amostras do Item Cascas.....	89
Tabela 9. Análise Estatística dos Dados.....	92

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

#### 1.1. Descrição e Objetivos

No presente trabalho apresenta-se um estudo sobre a farinha de mandioca seca fina. Inicia-se com a escolha do material de plantio, do preparo do solo até a farinha propriamente dita, passando por todas as fases do processo de produção. Analisa-se cada um dos problemas inerentes a cada uma dessas fases visando, inicialmente, propor medidas simples, acessíveis e eficazes para melhorar a qualidade, a produtividade e, principalmente, a competitividade das empresas produtoras de farinha de mandioca.

O objetivo complementar, no entanto, é que a metodologia aqui apresentada seja útil também para aperfeiçoamento do desempenho de outros sistemas produtivos, tanto produtores de bens quanto de serviços.

Os dados das amostras foram coletados pela CLASPAR (veja item 1.3), são de produtores diferentes, épocas distintas e de regiões próximas a Maringá, no Norte do Paraná. São 15 amostras, cada amostra com 10 elementos.

Para isto, supôs-se que os dados fossem de um mesmo produtor, para exemplificar.

Este trabalho vai ser muito útil para a implantação de um primeiro estágio de qualidade.

Foram feitas visitas às cidades de Paranavaí (PR) e Araruna (PR) para melhor acompanhamento de todo o processo que envolve a produção de farinha de mandioca.

A farinha de mandioca pode ser encontrada sob a forma ensacada, a qual é armazenada em farinheiras, depósitos de atacadistas e, sob a forma empacotada, exposta em supermercados, mercearias etc.

Coletou-se informações a respeito da farinha de mandioca quanto a:

- a) substância amilácea,
- b) umidade,
- c) cinzas,
- d) acidez,
- e) fibras, fiapos e entrecascas, e
- f) cascas.

Procurou-se verificar se estas estão de acordo com as especificações. A partir daí, construíram-se histogramas, cartas de controle, o diagrama de Pareto, diagramas de Ishikawa, enfim, o necessário para analisar a qualidade, detectar os problemas que existem, identificar as causas desses problemas e indicar como estas poderão ser eliminadas do processo produtivo, além de estabelecer uma escala de prioridades para a eliminação das mesmas.

Observa-se que, ainda hoje, algumas empresas, não apenas do setor farinheiro, visam em primeiro lugar o lucro imediato obtido de seus produtos. A qualidade, que é o fator fundamental para tal, pode ser então colocada em plano posterior. Um exemplo desta situação é a sistemática de financiamento da farinha. No caso, o governo estabelece um preço mínimo que é corrigido mensalmente durante a safra e que, às vezes, é superior ao preço de mercado. Quando o preço estabelecido pelo governo é maior que o preço do mercado, o produtor pode apressar-se na produção da farinha não se preocupando, necessariamente, com a qualidade da mesma.

Com a aplicação desta metodologia, pretende-se que, se não estiverem equacionados todos os problemas, pelo menos se possa adquirir consciência dos mais importantes. Espera-se, por fim, que esta proposta venha a servir como fonte de informações para as pessoas que preocupam-se com a necessidade de mudanças em seus processos produtivos.

## 1.2. Justificativa do Trabalho

Para que as empresas produtoras de farinha de mandioca continuassem sendo aperfeiçoadas e a qualidade da farinha assim como a sua comercialização assegurada, a CLASPAR (veja item 1.3) sentiu necessidades de maiores conhecimentos sobre a farinha de mandioca. Através deste estudo, a CLASPAR pode dar uma melhor continuidade ao auxílio que presta aos produtores de forma a diminuir as impurezas, matérias estranhas na farinha de mandioca e também de outras irregularidades que contribuem para a baixa qualidade da mesma.

## 1.3. Atividades da Empresa CLASPAR

A CLASPAR - Empresa Paranaense de Classificação de Produtos - é uma empresa pública, e faz parte do Sistema Estadual de Agricultura. Dentre os seus objetivos, está a classificação, inspeção, fiscalização, promoção de estudos, pesquisas, análises, atividades relacionadas à qualidade dos produtos de origem vegetal e animal, assim como de seus subprodutos e derivados. Apóia tanto produtores quanto consumidores, em questões relacionadas com a qualidade, para que a comercialização interna e externa ( se for o caso ) de seus produtos esteja assegurada, bem como para elevar a qualidade dos bens produzidos no estado. Além disso, a CLASPAR também atua na preservação da qualidade dos produtos durante o transporte e a armazenagem dos mesmos.

## 1.4. Dados Estatísticos

Os cinco países maiores produtores de mandioca no mundo em 1990 (veja [28]) foram, Nigéria com 26.000.000 t ; Brasil com 24.600.000 t; Tailândia com 22.800.000 t; Zaire com 17.000.000 e Indonésia com 15.900.000 t. A produção na América Latina foi de 32.800.000 t o que nos leva a concluir que o Brasil foi o maior produtor deste continente.

De 1970 a 1990, a taxa de crescimento da produção mundial de mandioca esteve em cerca de 2.2% ao ano. Em 1970, a

produção foi de 96 milhões de toneladas, passando para 150 milhões em 1990. Por outro lado, a produção nacional, que em 1970 atingiu seu ponto máximo com cerca de 30 milhões de toneladas de raízes, sofreu um decréscimo neste período, passando para 25 milhões de toneladas de raízes em 1990 [12]. Em 1991, a produção nacional foi de 24.502.700 de toneladas [Informação cedida pela CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento], reduzindo-se conseqüentemente a participação brasileira na produção mundial durante este período.

Dentre os motivos para a redução da produção nacional, citamos [12]:

- o aumento na produção de outros países, principalmente a Tailândia que, de 4 milhões de toneladas de raízes produzidas em 1970 passou para 23 milhões de toneladas em 1990, motivado basicamente pela expansão do comércio com a COMUNIDADE ECONÔMICA EUROPÉIA-CEE (85% importado da Tailândia) e pelo subsídio recebido para a cultura quando necessário;
- mudança da farinha de mandioca para a farinha de trigo nos hábitos alimentares e
- os custos de produção/comercialização acima dos preços tabelados para o produto, resultando no desestímulo aos produtores de mandioca.

Para 1992, a estimativa segundo o IBGE para a produção nacional é de 24 milhões de toneladas sendo que os produtores de mandioca em geral acham que a produção será de 21 milhões de toneladas. Em relação à estimativa do IBGE, não há total confiabilidade no valor apresentado devido a três fatores: seca (em 90, 91 e 92) no Nordeste (a região que mais produz no país com cerca de 50% da produção total); excesso de chuva no início do ano (mês de fevereiro), ocasionando o apodrecimento das raízes e preços reprimidos em 90 e 91 (os menores dos últimos 10 anos) [CONAB].

Em particular no Paraná, a situação é oposta à nacional, exceto em 1988, quando a seca e a falta de manivas castigou a cultura. Alguns dos motivos desse crescimento de 1970 a 1990 são a alta produtividade agrícola, com 20.000 a 21.000 kg/ha (dos quais

a maior parte é destinada ao setor industrial), enquanto que a média brasileira é de 12.000 kg/ha; o maior e o mais moderno parque de farinha e de fécula instalado no Brasil; e o surgimento de produtos modificados a partir da fécula. Como preliminar de área colhida e produção obtida temos na safra de 1989/90: 2.184.599 t de raízes, para 101.854 (ha) plantados; na safra de 1990/91 temos 2.300.000 t, para 110.000 ha e, para a safra de 1991/92 [13], estão previstas de 2.000.000 t a 2.100.000 t de raízes, para uma área de 100.000 ha. De acordo com os dados acima, a cultura está passando por um período de crise devido a grandes estoques de farinha das safras de 1988/89, 1989/90 e 1990/91 e a pequena demanda do mercado [12]. Essa situação tende a se modificar com a compra da farinha pela região Nordeste do Brasil objetivando a renovação de seus estoques, como a transferência dos consumidores de arroz (devido ao alto preço) para a farinha de mandioca e, o mais importante, a exportação para outros países. Para tanto, através de pesquisas e assistência técnica, é possível atingir o mercado internacional, contando com a produtividade agrícola do Estado do Paraná e com o rendimento industrial através das variedades com maior teor de amido.

Segundo a CONAB, em 1991, os cinco estados maiores produtores de mandioca foram: Bahia (1<sup>o</sup> lugar) com 4.243.500 t; Pará (2<sup>o</sup> lugar) com 3.040.100 t; Paraná (3<sup>o</sup> lugar) com 2.310.000 t; Piauí (4<sup>o</sup> lugar) com 2.226.200 t e Maranhão (5<sup>o</sup> lugar) com 1.981.800 t.

No entanto, um fator fundamental para a comercialização da mandioca e, conseqüentemente, da farinha de mandioca, é o seu enquadramento na série de Normas Internacionais (ISO 9000 a 9004). Para a farinha de mandioca, trabalha-se com a ISO 9002 (Modelo para garantia da qualidade em produção e instalação), em complemento à ISO 9003 (Modelo para garantia da qualidade em inspeção e ensaios finais) já que após a produção da farinha, o próximo passo é a inspeção, não havendo por que garantir a instalação.

Quanto à exportação brasileira de farinha de mandioca, observou-se uma queda na quantidade (t) exportada de 1987 a 1990 que, de 69.856,29 t de farinha passou para 505,10 t em 1990. Em

1991, a exportação foi de 608,11 t. De janeiro a julho de 1992, a exportação foi na ordem de 3.601,65 t o que leva a concluir que existe uma tendência crescente de exportação da farinha de mandioca. [CONAB]

#### 1.5. Estrutura do Trabalho.

Este trabalho se constitui em mais quatro capítulos sendo que, no capítulo dois descreve-se a classificação botânica da mandioca assim como solo, clima, época de plantio e práticas agrícolas ideais para o cultivo da mandioca.

No capítulo três, descreve-se o processo de produção da farinha de mandioca e os aspectos a ela relacionados.

No capítulo quatro, apresenta-se a análise dos dados da farinha de mandioca fornecidos pela CLASPAR, o diagrama de Pareto, os diagramas de Ishikawa, a formulação matemática e os resultados.

Finalmente, no capítulo cinco, apresenta-se as conclusões e alguns problemas que ainda restam em aberto.

## CAPÍTULO 2

### DESCRIÇÃO E PRINCIPAIS FATORES QUE INFLUENCIAM O DESENVOLVIMENTO DA MANDIOCA

#### 2.1. Descrição da Mandioca

A mandioca (Manihot esculenta, Crantz ) é uma planta que possivelmente teve sua origem na América do Sul [02]. Pertence à família das Euforbiáceas, admitindo-se ser nativa do Brasil [19]. É encontrada no estado silvestre, em várias regiões do Brasil. Cultivada pelos indígenas já na época do Descobrimento , as raízes de mandioca formam um importante alimento humano.

Pela sua classificação botânica, a mandioca é do gênero Manihot, sendo uma planta anual ou bianual, de porte arbusto herbáceo ou ainda, um subarbusto perene cujo tamanho comumente varia de 1 a 3 metros de altura e, em casos excepcionais, pode alcançar até 5m. As raízes são tuberosas fasciculadas, geralmente cilíndricas, grossas e bastante feculentas; sua massa branca encerra um líquido leitoso, um "latex" amarelado, que contém a linamarina [08]. Esta, em presença das enzimas dos sucos digestivos ou meios levemente ácidos, é hidrolizada formando o ácido cianídrico (HCN), de efeitos altamente tóxicos e que é liberado para o meio ambiente através dos efluentes ou durante a secagem da farinha (veja adiante). O comprimento e o diâmetro das raízes dependem da variedade da mandioca plantada, do clima, da incidência de chuvas, do solo e da época de plantio.

O caule é uma haste nodosa, tenra quando nova, contendo bastante medula. As folhas são simples, palmadas alternas e pecioladas com diversos lóbulos, apresentando uma polietaxia quinconcial (2/5). As flores são monóicas (em uma mesma flor encontramos flores masculinas e femininas [33]), pequenas e geralmente amareladas. A inflorescência é com cachos terminais ou racimos compostos, ovário súpero, fruto seco, deiscente, cápsula

com 3 lóculos, cada lóculo encerrando uma semente pequena, muito parecida com a de mamona, a qual contém aleurona. As sementes são pequenas, oleaginosas, de cor preta ou marmorizada, e utilizadas no melhoramento genético da planta.

No que diz respeito ao plantio [09], as hastes devem ser originárias de plantas maduras ( de 10 a 12 meses de ciclo), por apresentarem quantidade suficiente de reservas. Além disso, que sejam sadias, vigorosas, de boa grossura e as manivas (pedaços das hastes) cortadas com o comprimento médio de 20 cm, com diâmetro maior que 2 cm e número de gemas variando de 5 a 7. Devem, também, ser de colheita recente ou terem sido bem conservadas, de modo que ainda deixem afluir latex abundante e normal quando golpeadas. A preparação das manivas requer cuidados especiais, pois a produtividade da mandioca vai depender dos cuidados na manipulação e seleção delas. É recomendado o corte reto das manivas pois o corte em bixel aumenta a exposição do tecido e, conseqüentemente, a área de desidratação [19]. O solo, por sua vez, deve ser bem preparado - em época oportuna que antecede àquela ideal para a implantação da cultura - e encerrar conveniente grau de umidade para receber a maniva. Para garantir a brotação da maniva plantada e o início do desenvolvimento da parte aérea da planta, é necessário que haja a manutenção dessa umidade, como decorrência das chuvas ou de irrigação.

A mandioca tomada integralmente (raiz, haste e folha), pode ser considerada uma planta rica do ponto de vista nutricional [14]. É uma planta produtora de amido, com alto valor energético e baixo teor de proteína. Enquanto a parte aérea (as folhas) chega a revelar um teor considerável de proteína ( 20% [02], podendo alcançar até 30%, dependendo da variedade e idade da planta [05]), a raiz é altamente deficiente neste componente. O conteúdo de proteína na raiz flutua entre 2% e 4% e, na maioria dos casos, não ultrapassa a 3%. Os principais componentes químicos da raiz são a água e o extrato não nitrogenado, cujos principais componentes são os carboidratos solúveis, constituídos de amidos e açúcares. Em média, 65% da raiz corresponde a água e 35% a matéria seca [17,19]. O extrato não nitrogenado corresponde a 31% da matéria seca e, a porcentagem restante, a outros elementos como

proteína, fibra, gordura e cinza. Cerca de 20% do extrato não nitrogenado corresponde a açúcares e 80% ao amido, sendo que deste, 70% corresponde a amilopectina e 20% a amilose [05,17,19]. Em outras palavras, ela é uma das fontes alimentícias mais ricas em calorias [10].

Apesar de sua importância, um dos fatores que limitam a expansão da cultura constitui-se na dificuldade em conservar as raízes após a colheita. Para que se obtenham produtos de boa qualidade, o processamento das raízes deve ser efetuado nas primeiras vinte e quatro horas após a colheita.

## 2.2 Variedades de Mandioca e Aplicações

O gênero Manihot apresenta cerca de 180 espécies descritas [19], a maioria das quais nativas no Brasil. Na espécie Manihot esculenta Crantz, encontram-se grupos de mandiocas mansas, doces ou de mesa e mandiocas bravas, amargas ou tóxicas, enquadradas em dezenas de variedades.

Existem as variedades de mandioca tóxicas e as não tóxicas. Dentre as tóxicas podemos citar a Fibra, Fitinha, Espeto, Schuambra, Mico, Vassourinha, etc. Como não tóxicas temos a Manteiga, Pão-do-Chile, Pioneira, Paraguaia, etc. As variedades que oferecem produtividade e resistência à bacteriose são as que devem ser cultivadas.

Para o consumo "in natura" da raiz de mandioca, as variedades tóxicas não são aconselháveis por causarem envenenamentos devido à presença, no látex da planta, de um glicosídeo cianogênico chamado linamarina (já citado anteriormente). As variedades de mandiocas mansas também contêm a linamarina, mas em quantidades inofensivas (menos de 50 mg de linamarina por kg de raiz fresca) [09].

Nos produtos industrializados, o HCN não apresenta problemas, pois é eliminado junto com os efluentes ou durante a secagem. De maneira geral, as mandiocas bravas, pelo seu alto teor de amido, são preferidas nas indústrias de transformação. Além do alto teor de amido, as mandiocas usadas nestas indústrias devem ter boas características agronômicas, raízes bem conformadas,

película externa de preferência clara e lisa e de fácil desprendimento.

Dentre os produtos extraídos da mandioca que são fécula, tapioca, álcool, raspa de mandioca, farinha de raspa e farinha de mandioca, estuda-se, aqui, a farinha de mandioca, que é o produto obtido das raízes de mandioca quando trituradas, lavadas e secadas. Estes produtos têm larga aplicação em várias atividades tais como: indústrias alimentícias (panificadoras, fábricas de fermento em pó, gomas de mascar), indústrias têxteis (engomagem de tecidos), indústrias químicas e farmacêuticas (obtenção de gel), fábricas de papel (caixas de papel) e outros [19].

## 2.3. Fatores que Influenciam o Desenvolvimento da Mandioca

### 2.3.1. Solo

Inicialmente faz-se uma explanação de solo em geral e, então, particulariza-se para o caso da mandioca. O solo deve ser utilizado de forma correta, objetivando maior produtividade e melhor qualidade do produto, sempre preocupando-se com a conservação desse solo.

Do ponto de vista agrícola, solo é a camada superficial da crosta terrestre em que se apoiam e se nutrem as plantas. Esta camada é constituída por fragmentos e partículas de rocha, que ocupam o maior volume de um solo, sendo talvez a mais importante, pois, de sua natureza e constituição dependem as principais características de produção do solo. Este se divide em quatro horizontes [Fig. 1]:

- I - Horizonte O - divide-se em dois horizontes. O primeiro é o horizonte orgânico formado por restos vegetais, folhas e ramos que ainda conservam suas formas originais. O segundo é reservado para a parte orgânica na qual não mais se reconhecem as formas dos restos vegetais.

- II - Horizonte A - vulgarmente chamado de solo, é a parte superficial, bastante fértil, rica em matéria orgânica e organismos vivos do solo. Muitas vezes, resume-se à camada revolvida pelos arados.
- III - Horizonte B - vulgarmente chamado de subsolo, é mais pobre em matéria orgânica e organismos vivos e, em geral, mais adensado e menos permeável que o horizonte A.
- IV - Horizonte C - corresponde à última camada do solo, chamada camada de origem, ou ainda, rocha mãe.

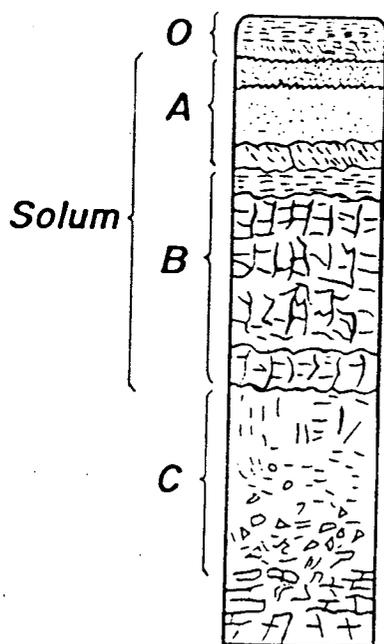


Fig. 1: - Os Horizontes que Compõem o Solo [24]

A diferenciação de camadas depende de fatores climáticos e do acúmulo de mais ou menos matéria orgânica. Às vezes, é difícil distinguir uma da outra, devido à semelhança de cor e arranjo das partículas a diferentes profundidades.

O horizonte A é pouco profundo, porém, muito rico devido à maior proximidade da superfície do solo e uma atividade

biológica intensa. Já o horizonte B é mais pobre, com menor quantidade de matéria orgânica e menor intensidade da atividade biológica.

O horizonte A é o mais importante para a agricultura, por estar em contato com a atmosfera e possuir ricas microfaunas e microfloras. As raízes das plantas encontram nesses solos os alimentos de que carecem, em forma de minerais dissolvidos.

O solo apresenta as seguintes características físicas [08]:

**COR** - Depende especialmente da natureza da rocha de origem, dos compostos de ferro presentes e da matéria orgânica.

**TEXTURA DO SOLO** - Entende-se por textura de um solo a distribuição quantitativa nele contida, ou seja, as diferentes quantidades ou proporções das partículas que entram na composição do solo (areia, argila, limo).

**ESTRUTURA DO SOLO** - É a maneira de como se arranjam e se agrupam as suas partículas. Para as plantas cultivadas, a estrutura do solo é de grande importância. Uma boa estrutura é aquela em que há poros e espaços vazios, para permitir bom arejamento, fácil infiltração das águas de chuva (ou de irrigação), bom desenvolvimento do sistema radicular, etc.

**POROSIDADE DOS SOLOS** - É a relação entre os espaços ocupados pelos líquidos e os gases do solo e os espaços ocupados pelas partículas sólidas.

Em particular, a mandioca é uma cultura rústica podendo, assim, ser cultivada em vários tipos de solo - desde terras fracas e muito arenosas, até em terrenos argilosos (com os devidos cuidados de drenagem) [23]. No caso de terrenos argilosos, entretanto, a produtividade pode ser afetada, sendo que solos muito úmidos são totalmente prejudiciais.

Solos profundos, soltos e bem providos de nutrientes, favorecem o crescimento das raízes e maiores rendimentos da colheita. Um bom teor de matéria orgânica no solo influirá favoravelmente na produção.

### 2.3.2. Clima

É de grande influência sobre os seres vivos. Para o reino vegetal, em conjunto, no tocante aos limites extremos dos fatores climáticos, há uma grande amplitude geral. Mas, a amplitude específica própria para cada planta é muito limitada. Os vegetais precisam adaptar-se ao clima para não serem eliminados da flora, pela natureza.

O produtor, muitas vezes, racionaliza sua lavoura sem, contudo, ter grandes rendimentos por causa do clima, que também pode aniquilar toda uma plantação.

Assim, para que o crescimento da mandioca seja normal, o clima propício deve ser de quente a subtropical, com chuvas abundantes e bem distribuídas, pois ela é originária da região tropical. O desenvolvimento das plantas é favorecido por temperaturas médias entre 20°C e 30°C. Quando a temperatura se torna inferior a 15°C, as atividades vegetativas são paralisadas [33]. Se nessa época fria as partes aéreas das plantas não forem colhidas, as geadas matam-nas e a raiz só emitirá novo aparelho vegetativo quando a temperatura subir. Boa insolação e luminosidade nos intervalos de chuva são também exigidas, pois a luz é um fator importante para que o amido se acumule em abundância nas raízes.

Por outro lado, a mandioca é adaptável a diversos climas e condições de cultivo e resistente à seca [22].

### 2.3.3. Época de Plantio

É também um fator limitante da produção. Para todas as culturas existe o período ideal para plantio, que deverá ser seguido conforme recomendações técnicas para o caso. É um fator estritamente ligado ao clima de cada região. Além disso, cada

cultura possui diferentes fases que necessitam de temperatura ótima, índice pluviométrico satisfatório, etc. Finalmente, todas as culturas requerem períodos próprios para que se efetue o plantio, a fim de garantir maior produtividade.

De acordo com o calendário agrícola 1992 para a região sul do Brasil, compreendendo os estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina e elaborado pelo Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade - PBQP), os meses de agosto, setembro e outubro são os mais propícios para o plantio da mandioca e os meses de março, abril e maio, os mais apropriados para a colheita.

#### 2.3.4. Práticas Agrícolas

A alta produtividade das lavouras somente fica assegurada com a correta execução das práticas agrícolas adequadas. Devem ser executadas dentro das normas, orientadas por técnicos da agricultura, para que assim seja garantida a eficiência dessas práticas.

As práticas mais conhecidas e indispensáveis na agricultura são as seguintes:

- Preparo do solo, observando: → Aração
  - Gradagem
  - Correção do solo
  - Conservação do solo
  - Adubação
- Plantio, observando: → Semeadura
  - Espaçamento
  - Época
- Tratos culturais, que são: → Recepa
  - Decote
  - Desbaste
  - Replantio
  - Adubação em cobertura
  - Capinas-manual ou química
  - Combate a pragas, doenças

- Colheita, que pode ser: → Mecânica
- Manual

Por ser a mandioca uma planta de propagação tipicamente agâmica ou assexuada, que se multiplica por meio de segmentos da haste ou rama, conhecidos vulgarmente por maniva, a sua multiplicação por meio de sementes botânicas se restringe às instituições que desenvolvem pesquisas de fitomelhoramento [09].

A mandioca apresenta ainda características tais como:

- Sobrevivência em longas estiagens, quando perde as suas folhas e as recupera facilmente com a volta das chuvas.
- Cultivo em solos impróprios a outras culturas, com baixa fertilidade, sendo possível alcançar produtividade economicamente viável. Isto é importante, pois contribui para a fixação do trabalhador rural no campo devido à não exigência de mão de obra especializada ou seja, para evitar o êxodo rural [01].
- Apresenta capacidade de competição com ervas daninhas e relativa resistência a pragas.

Como limitantes na produção de mandioca podemos citar:

- oscilação de preço
- atividade trabalhosa
- bacteriose
- solos de baixa fertilidade
- frio (geada)
- falta de pesquisa e divulgação de sistemas de cultivo mais apropriados para a região.

Assim, através do uso de práticas culturais adequadas (as quais foram iniciadas nas décadas de 30 e 40 [25]), ou ainda, através do controle integrado de pragas e doenças, (que nada mais é do que a utilização de métodos que visam o combate a pragas e doenças, devendo-se procurar os mais naturais possíveis) e através do melhoramento genético, obtém-se aumento na produtividade e redução nos custos de produção, por serem estes os meios mais rápidos e eficazes.

Encerra-se aqui o estudo da mandioca e, no próximo capítulo, inicia-se o estudo do processo de produção da farinha de mandioca.

## CAPÍTULO 3

### PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA

#### 3.1. Principais Aspectos da Farinha de Mandioca

Para que se possa compreender o processo produtivo da farinha de mandioca, é importante fazer uma descrição do mesmo, bem como apresentar alguns aspectos relacionados com a farinha de mandioca em si. Isso será feito baseado na Portaria nº 244 do Ministério da Agricultura, de 26 de outubro de 1981: "Normas de Identidade, Qualidade, Embalagem, Armazenamento e Transporte da Farinha de Mandioca" [35].

"A farinha de mandioca é um produto obtido de raízes provenientes de plantas da família Euforbiácea, gênero Manihot spp, tratadas por processos tecnológicos adequados." [35]

A farinha de mandioca é o principal derivado da mandioca, tradicionalmente utilizada na alimentação humana no Brasil [29,36]. Faz parte da dieta alimentar diária da população de menor renda, representando uma das mais importantes fontes de carboidratos (amido) [31]. Antigamente, o índio e o caboclo brasileiros a consumiam como complemento ao peixe e às frutas, no que se refere a proteínas e vitaminas.

Podemos citar como características da farinha de mandioca, o baixo custo, a grande abundância e o sabor agradável.

Existem dois tipos de farinha de mandioca, a farinha d'água e a farinha seca, sendo que no Brasil e, mais especificamente no Paraná, a produção industrial é utilizada para a obtenção da farinha seca. Por este motivo, este trabalho foi desenvolvido sobre a farinha seca, porém, limitando ao âmbito da farinha seca fina.

A Portaria citada acima define:

**ACIDEZ:** Taxa de ácidos orgânicos encontrados na farinha de mandioca.

**AMIDO:** Substância rica em carboidrato, constituindo o elemento básico da farinha de mandioca.

**CASCA:** Película de cor castanha que envolve a entrecasca. Após o beneficiamento, pode apresentar-se como ponto preto, pardo ou acinzentado.

**CINZA (Matéria Mineral):** Substâncias resultantes da queima do produto a 600°C, contendo sais inorgânicos de cálcio, fósforo, potássio, etc.

**CLASSE:** Ordenação do produto conforme sua coloração.

**COLORAÇÃO:** Cor uniforme característica do produto segundo a qualidade, a variedade da raiz de mandioca utilizada e a tecnologia de fabricação.

**CONGLOMERADOS:** Partes da mandioca triturada, reunidas por aglutinação, que não se desfazem quando comprimidas manualmente.

**DESIDRATAÇÃO:** Diminuição do excesso de umidade do produto através da torração.

**ENTRESCASCA:** Camada protetora da raiz, situada entre a casca e a polpa.

**FARINHA BENEFICIADA:** Produto de granulação uniforme, obtido na trituração da farinha seca grossa, podendo ou não ser ainda retorrado.

**FIAPO:** Fio tênue, próprio da raiz.

FIBRA: Feixe lenhoso da própria raiz.

GELATINIZAÇÃO: Transformação que o amido, ainda umidecido, sofre em decorrência da torração a fogo forte, tornando-se a farinha toda ela granulada, dificultando a absorção da umidade.

GRUPO: Ordenação do produto segundo a tecnologia de fabricação.

IMPUREZAS: Todo material proveniente da raiz da mandioca, como fiapos, fibras, entrecascas, raspas, conglomerados e cascas.

MACERAÇÃO: Colocação de raízes de mandioca com casca em água corrente por no mínimo quatro dias, em função do processo tecnológico de obtenção de farinha d'água.

MATÉRIA ESTRANHA: Todo material não proveniente da raiz da mandioca, como argila, areia, ferro residual, sujidades e outros.

ODOR ESTRANHO: Cheiro não característico do produto.

ODOR PECULIAR: Cheiro característico do produto.

PENEIRA N<sup>o</sup> 10: Peneira referência 10 ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), com diâmetro interno das malhas igual a 2 mm (dois milímetros).

PENEIRA N<sup>o</sup> 18: Peneira referência 18 ABNT, com diâmetro interno das malhas igual a 1 mm (um milímetro).

PENEIRA N<sup>o</sup> 200: Peneira referência 200 ABNT, com diâmetro interno das malhas igual a 0,074 mm (setenta e quatro milésimos de milímetro).

PÓ: Substância amilácea resultante da fabricação da farinha de mandioca seca e que vaza na peneira 200.

POLPA: Matéria prima principal da raiz de mandioca.

**QUALIFICAÇÃO:** É a tipificação do produto ao verificar-se se ele está convenientemente torrado, dentro dos limites de tolerância e isento de características desclassificantes.

**1- Características desclassificantes:**

- mau estado de conservação, caracterizado pelo aspecto geral de mofo ou de fermentação;
- odor e sabor não peculiares, impróprios do produto e prejudiciais à saúde humana; e
- matérias estranhas.

**RASPAS:** Pedacos ou fragmentos da parte comestível da raiz de mandioca, secos e conservados ao natural.

**SABOR ESTRANHO:** Gosto não característico do produto.

**SABOR E ODOR PROVENIENTES DE CORANTES VEGETAIS:** Será considerada como de sabor e odor peculiares, a farinha d'água em bom estado de conservação, colorida artificialmente, desde que o corante, de natureza vegetal, não seja prejudicial à saúde humana.

**SABOR PECULIAR:** Gosto característico do produto.

**SUB-GRUPO:** Ordenação do produto segundo a granulometria, a taxa de impurezas e o grau de beneficiamento.

**TIPO:** Ordenação do produto de acordo com sua qualificação.

**TIPO 4:** Qualificação de uma farinha sem análise completa de laboratório, em que:

- inexistem as características desclassificantes;
- as impurezas estão dentro dos limites contidos nos tipos 1 a 3.  
(veja anexo I)

**UMIDADE:** Percentagem de água contida na amostra.

### 3.2. Fluxo Produtivo de Farinha de Mandioca Seca Fina

A produção de farinha de mandioca se divide entre pequenos e médios/grandes produtores. No primeiro caso, o sistema produtivo é basicamente artesanal e no segundo, o sistema é industrial e, além de instalações e máquinas próprias, exige também maior grau de tecnologia.

Quanto à quantidade de farinha a ser produzida em relação às raízes consumidas no processamento, esta varia de acordo com a variedade, idade da cultura e tecnologia de fabricação adotado.

No que diz respeito aos padrões de qualidade, (que relacionam cor, granulometria e características próprias do processamento), estes variam de acordo com critérios próprios dos fabricantes e do mercado a que se destinam.

Observa-se que, para fins industriais, raízes sem "cintas" e alongadas são preferidas às outras, por facilitarem a limpeza mecânica. Por outro lado, raízes longas são indesejáveis para a comercialização, devido aos danos mecânicos que sofrem durante a colheita e o transporte e, também, pela dificuldade de embalagem para serem distribuídas aos consumidores, posteriormente [03].

A seguir, apresentamos o diagrama do fluxo produtivo acompanhado da explicação de cada uma de suas etapas (veja Fig.2).

#### 3.2.1. Plantio

Os cuidados e observações relativos ao plantio da mandioca foram apresentados no capítulo dois, seção 2.3.

#### 3.2.2. Colheita

Cuidados devem ser tomados ao se efetuar a colheita, para que trabalhos posteriores sejam facilitados (Ex: deixar a cultura no limpo, ou seja, livre de ervas daninhas). Depois de arrancadas, as raízes podem permanecer no campo por algumas horas, fazendo com que a terra aderida seque, o que facilitará a limpeza

delas. Também, devem ser eliminados o pedúnculo ou caules remanescentes, porque estes fazem com que o descascamento seja dificultado, além de aumentar o teor de fibra no material.

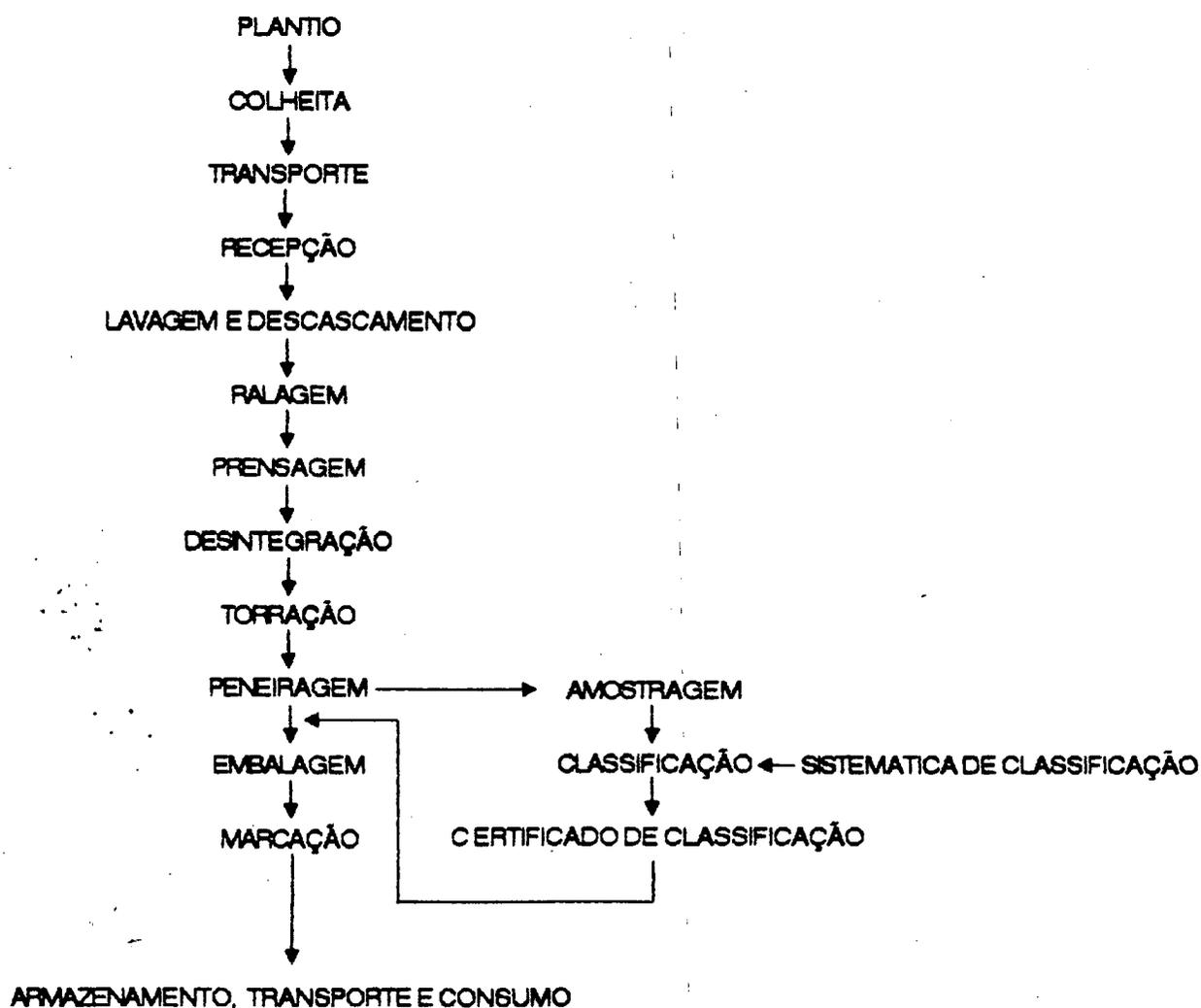


FIG. 2: Diagrama do Fluxo de Produção da Farinha de Mandioca Seca Fina

### 3.2.3. Transporte

O transporte deve ocorrer dentro das primeiras vinte e quatro horas após a colheita [07,21] e as raízes devem ser imediatamente utilizadas porque, depois de arrancadas, elas se

alteram rapidamente devido a ataques de fungos e também por ter início um processo fermentativo, no qual as mesmas se tornam azuladas com o passar do tempo [34].

Logo, para obter-se uma farinha de boa qualidade, é aconselhável utilizar raízes colhidas, no máximo, um dia antes do processamento evitando-se, assim, a impossibilidade do uso das mesmas na fabricação de farinha.

#### 3.2.4. Recepção

O preço das raízes de mandioca é determinado pelo teor de umidade das mesmas; através do método apresentado a seguir, desenvolvido no Rio Grande do Sul, por Grossmam & Freitas [16] em 1950 e baseado no peso específico das raízes da planta no momento da colheita. Este método é mais eficiente que os métodos laboratoriais por ser rápido, de baixo custo e de boa precisão.

#### MÉTODO:

Os autores correlacionaram grande número de determinações analíticas; com o peso específico de raízes e por meio de estudos de regressão, chegaram à Equação 1 abaixo, que define Y como o teor de matéria seca na amostra de raízes frescas.

$$\text{EQUAÇÃO 1: } Y = 15,75 + 0,0564 \cdot X ,$$

onde X = peso de 3 kg de raízes na balança hidrostática (veja adiante).

Para determinar o teor de amido, basta subtrair a constante 4,65 do teor de matéria seca, isto é,

$$\text{EQUAÇÃO 2: } \% \text{ de amido} = \% \text{ de matéria seca} - 4,65$$

#### A - Coleta e preparo do material

- 1- Tomar ao acaso uma amostra de cerca de 5 Kg de raízes recém colhidas e lavá-las para desimpedi-las da terra;

- 2- Deixar secar as raízes á sombra, até que a água de lavagem se evapore.

**B - Balança hidrostática**

O funcionamento consiste no seguinte:

- 1- instala-se a balança sobre um piso ou terreno plano, próximo ao local das determinações, que devem ser feitas por pessoa habilitada;
- 2- enche-se a tina ou vasilhame com água limpa, de modo a cobrir a cesta;
- 3- ajusta-se o fiel, de modo que a cesta não atrite com a tina, e sim que o equipamento fique devidamente livre;
- 4- da amostra inicial das raízes colhidas e agora livres da água de lavagem, pesam-se precisamente 3 kg da parte central das raízes na balança hidrostática;
- 5- trava-se a balança, retiram-se os pesos, e efetua-se o mergulho da cesta contendo os 3 kg de raízes na água;
- 6- destrava-se a balança e restabelece-se o equilíbrio, utilizando o cursor, que tem movimento lateral para a esquerda e para a direita, sobre um limbo com graduações de 5 em 5 gramas, e faz-se a leitura, determinando-se o valor de X (veja equação 1);
- 7- a amostra é retirada, repetindo-se as operações descritas com as outras amostras (caso exista mais de uma variedade no lote em análise) para determinar-lhes os teores de matéria seca e amido.

O método da balança hidrostática, como outros métodos de laboratório, fundamenta-se, logicamente, no fato de que se a raiz se apresenta mais rica em umidade, menor é o seu teor em matéria seca e, conseqüentemente, em amido, e vice-versa, sendo portanto representado por uma função linear.

Através deste método obteve-se uma tabela das percentagens de matéria seca e amido em raízes de mandioca

determinadas pelo peso específico (Balança Hidrostática), ou melhor, determinadas pelo peso em gramas de 3 kg de raízes na balança hidrostática, segundo Grossmann & Freitas.

Segundo o resultado X fornecido pela balança hidrostática, as raízes são classificadas numa categoria de renda, à qual está associado seu preço (veja tabela 1 abaixo).

RENDA	Peso em g de 3 kg na balança hidros.	Cr\$/ton.	U\$/ton.
18	200 a 240	100.000,00	33
19	241 a 270	110.000,00	36,30
20	271 a 320	120.000,00	39,60
21	321 a 340	130.000,00	42,90
22	341 acima	140.000,00	46,20

Tabela 1: Relação entre X, Renda e Preço

obs: os valores acima são referentes a 4/6/92 com a seguinte cotação do dólar à venda: 1 U\$S= Cr\$ 3.030,00.

Depois disto, as raízes são depositadas em tanques, geralmente de concreto, de onde chegam ao lavador-descascador através de correias transportadoras ou um eixo com as pás dispostas de forma helicoidal deslocando-as.

### 3.2.5. Lavagem e Descascamento

Quando a lavagem e o descascamento são totalmente manuais, as raízes são inicialmente lavadas em vasilhas contendo água, sendo esfregadas com as mãos ou com escovas e depois descascadas com facas ou outros utensílios, devendo ser lavadas novamente para a garantia de uma farinha mais limpa e clara.

Na maioria das empresas visitadas, o processo é mecanizado. Estas utilizam-se de lavadores-descascadores que podem ser contínuos ou descontínuos.

O lavador-descascador [07,14,21] é um cilindro rotativo, possuindo uma abertura por onde as raízes são introduzidas, contém um eixo horizontal por onde saem jatos d'água os quais eliminam a terra aderida às cascas e o atrito entre as raízes e entre elas e as paredes do cilindro faz com que a película fina em torno da raiz também seja retirada.

A diferença para o lavador-descascador contínuo [07] é que, neste, existe um sistema de pás montadas em um eixo e dispostas de forma helicoidal, o que faz com que as raízes sejam deslocadas de um extremo ao outro do cilindro sendo que, numa primeira parte as pás são de madeira e as raízes são apenas lavadas e, na segunda parte, as pás são de aço e as raízes são então descascadas. Durante todo o trajeto, as raízes recebem jatos d'água. Sem as cascas, as raízes passam para a etapa de ralagem. As cascas, já limpas, podem ser utilizadas para alimentação animal.

O objetivo da lavagem e do descascamento é eliminar cascas e entrecasas do processo de produção. É elas que tornam a farinha de cor escura, devido às substâncias tânicas que contém. Além disto, a permanência de sujidades na raiz pode desgastar os equipamentos e possibilitar contaminações por microorganismos o que afeta a qualidade do produto final [20].

### 3.2.6. Ralagem

Depois de lavadas e descascadas, as raízes passam para o ralador, também conhecido por cevador (ou cevadeira) [21], através de esteiras transportadoras. Aí, é feito o repasse manual eliminando-se pedaços de caule que permaneceram nas raízes ou pedaços não saudáveis, de forma que as raízes cheguem ao ralador no estado mais limpo possível. O ralador é constituído de um cilindro rotativo de madeira ou de chapa de aço inoxidável, com dentes de aço paralelos ao eixo principal [14], que transformam as raízes em uma massa homogênea.

### 3.2.7. Prensagem

Os objetivos da prensagem são:

- eliminar parte da água, (20% a 30% segundo [20] e [36]; 30% a 40% de acordo com uma empresa fabricante de farinha ), reduzindo-se, conseqüentemente, a umidade da massa e evitando-se fermentações;
- facilitar a etapa da torração, economizando tempo e combustível, e
- evitar a gelatinização do amido (formação de goma).

A prensagem é feita por prensas hidráulicas de alta pressão. A massa é colocada sobre panos ou sacos de polipropileno trançado, com as extremidades dobradas sobre a massa e intercalados por quadros de madeira, formando então uma pilha.

A água da prensagem, também chamada manipueira, contém amido que pode ser utilizado na fabricação de polvilho azedo, após decantação. A manipueira pode também ser aplicada em terrenos contaminados por nematódeos ou utilizada na fabricação de tijolos. [29,34].

### 3.2.8. "Desintegração"

Ao ser prensada, a massa da mandioca toma a forma de um bloco e, para que haja rendimento da farinha, recomenda-se esfarelar a massa da melhor maneira possível. Esta operação é chamada desintegração ou moagem e é executada pelo ralador, agora girando com velocidade menor que a de ralagem.

### 3.2.9. Torração

Estando esfarelada, a massa de mandioca passa para o forno, onde será torrada ou secada. O forno é aquecido a lenha ou óleo BPF (Baixo Ponto de Fusão) e, na superfície do mesmo, encontra-se uma chapa circular onde é depositada a massa que, por sua vez, é girada através de palhetas ou escovas giratórias acionadas por um eixo central [14].

Existem fornos onde a chapa circular é giratória e as

palhetas por sua vez são fixas. Outro tipo de torrador é o semi-cilíndrico, onde a massa se movimenta de um extremo ao outro do semi-cilindro através de uma rosca sem fim ou através do movimento de um eixo horizontal contendo pás que impulsionam o material em determinado sentido, sendo torrada neste trajeto. Um terceiro tipo de secador é o forno giratório, aquecido a vapor, que produz uma farinha mais uniforme na torração e na cor [07,21].

Esta operação exige cuidados especiais quanto ao aquecimento do forno pois, dependendo deste e também do tempo de secagem, pode-se obter a farinha crua ou torrada. O ideal é o aquecimento lento e brando para volatilizar o ácido cianídrico e evitar a queima da farinha. Será eliminado, então, todo o excesso de água e dar-se-á a gelatinização parcial do amido.

As palhetas do forno, ao girarem lentamente, revolvem a farinha, evitando uma torração excessiva e mantendo a uniformidade do produto.

O tempo de torração pode ser determinado pelo ajuste da velocidade das palhetas, bem como pela experiência do torrador que se baseia no ruído característico que a massa pronta faz ao ser movimentada na chapa.

### 3.2.10. Peneiragem

Esta operação é necessária pois é a partir dela que se dará a classificação do produto que será apresentada mais adiante.

Na peneiragem, que é realizada por peneiras vibratórias, geralmente ficam retidos alguns torrões ou pequenas partículas devido à umidade e à riqueza em fécula (goma). Estes, por sua vez, podem voltar aos raladores para se obter uma farinha na granulometria desejada, ou então serem utilizados na alimentação animal por serem ricos em calorias.

### AMOSTRAGEM

A retirada ou extração das amostras é feita do seguinte modo [35]:

## A - EXTRAÇÃO DAS AMOSTRAS

Nos lotes de farinha, far-se-á a extração da amostra por furador ou calador, obedecendo-se o seguinte critério:

- até 5 sacos, no mínimo 1 saco, amostra de no mínimo 1 kg;
- de 6 a 100 sacos, 10%, no mínimo 5 sacos, 1,5 kg/saco;
- de 101 a 200 sacos, 5%, no mínimo 10 sacos, 1,5 kg/saco;
- de 201 a 2000 sacos, 3%, no mínimo 25 sacos, 1,5 kg/saco;
- acima de 2000 sacos, 1%, no mínimo 50 sacos, 1,5 kg/saco.

Os sacos devem ser escolhidos ao acaso sempre representando a expressão média do lote.

Obs: Sistema de amostragem adotado pela CLASPAR.

## B - LACRAGEM

É obrigatório lacrar, imediatamente, com fita colante os furos provocados pelos caladores nas embalagens herméticas.

## C - HOMOGENEIZAÇÃO E ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS

As amostras assim extraídas são homogeneizadas, divididas, no mínimo em três partes iguais, com o peso mínimo de 1 kg (um quilo) cada e acondicionadas em saquinhos de papel ou polietileno. Estes são devidamente identificados, lacrados e autenticados, destinando-se duas amostras ao Órgão classificador e outra ao interessado.

## SISTEMÁTICA DE CLASSIFICAÇÃO

Neste item será considerado o roteiro de classificação e a análise físico-química da farinha de mandioca, dado em [35].

### A - ROTEIRO DE CLASSIFICAÇÃO:

- 1- Homogeneização e separação das amostras.
- 2- Peso da amostra para classificar: os dados para determinar a classificação serão obtidos em 100 g (cem gramas).
- 3- Determinação do subgrupo:
  - passar as 100 g (cem gramas) da amostra a ser classificada, na peneira n<sup>o</sup> 10, durante 60 segundos;
  - o resíduo retido nesta operação determinará os subgrupos fina e grossa;
  - para se determinar o subgrupo "beneficiada fina", passar 100 g (cem gramas) da amostra a ser classificada na peneira n<sup>o</sup> 18, durante 60 segundos;
- 4- Determinação da classe:
  - verificar a coloração da farinha.
  - Conglomerados - retirar com pinças e pesá-las.
  - Cascas, pontos pretos, escuros, acinzentados ou pardos - retirar as cascas com pinças e pesá-las em balanças de precisão com sensibilidade mínima de 2 mg (dois miligramas). No caso da farinha seca beneficiada, a quantificação de pontos pretos, escuros, acinzentados ou pardos será estimada da seguinte maneira: preparar três amostras de 100 g (cem gramas) cada, de farinha seca fina beneficiada, embaladas em sacos plásticos claros e transparentes, contendo cada amostra exatamente 0,15%, 0,30% e 1,00% desses referidos pontos bem misturados. Estas três amostras serão comparadas

visualmente com a amostra de 100 g de farinha em análise, espalhada sobre a mesa de classificação.

- 5- Anota-se, no laudo, a percentagem de cada impureza encontrada, acrescida dos dados de análise química.

## B - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As determinações físico-químicas são obtidas em laboratórios devidamente credenciados, segundo os métodos seguintes:

### 1- MÉTODOS DE ANÁLISE DA SUBSTÂNCIA AMILÁCEA

A substância amilácea deve ser determinada segundo método polarimétrico (ABNT).

### 2- MÉTODO DE ANÁLISE DO TEOR DE CINZAS

O teor de cinzas deve ser determinado segundo método AOAC - Association of Official Agricultural Chemists, 10<sup>o</sup> edição (ABNT).

### 3- MÉTODO DE ANÁLISE DO TEOR DE UMIDADE

A umidade será determinada pesando-se 5 g (cinco gramas) de amostras na placa de alumínio que foi previamente aquecida por uma hora em estufa a 130°C, resfriada por meia hora em dessecador com sílica-gel e depois pesada. Aquecer as 5 g de amostra em placa de alumínio durante duas horas em estufa a 130°C. Esfriar por 45 minutos no dessecador. Pesar novamente e calcular o percentual de umidade (% umidade) através da seguinte fórmula (ABNT):

$$\% \text{ umidade} = \frac{(P_2 - P_3) \times 100}{P_A}$$

onde  $P_A = P_2 - P_1$ ,

sendo:  $P_A$  → peso da amostra,

$P_1$  → peso da placa vazia,

$P_2$  → peso da placa + amostra,

$P_3$  → peso da placa + amostra - umidade.

#### 4- MÉTODO DE ANÁLISE DE ACIDEZ

O método de análise de acidez é o método de acidez áquo-solúvel, que consiste em pesar 10 g (dez gramas) da amostra em um frasco Erlenmayer de 200 ml (duzentos mililitros); adicionar 20 ml (vinte mililitros) de água; agitar o frasco até formar uma pasta fina; adicionar mais 80 ml (oitenta mililitros) de água e agitar cuidadosamente, evitando que as partículas da amostra subam pelas paredes do frasco; adicionar 1 ml (um mililitro) da solução saturada e neutra do cloreto de cálcio e duas gotas do indicador fenolftaleína; titular com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N até coloração rósea.

O número de mililitros de NaOH 0,1N gastos na titulação é multiplicado pelo fator da solução de NaOH 0,1N e por 100. Este resultado, dividido pelo número de gramas da amostra, equivale à acidez em mililitros de solução normal por cento vol/peso.

#### 5- MÉTODO DE QUANTIFICAÇÃO DE CASCAS, CONGLOMERADOS, FIBRAS, FIAPOS E ENTRECASCAS

Pesar 100 g (100 gramas) de amostra homogeneizada e, em seguida, fazer a pesagem de cada espécie de impurezas (cascas, conglomerados, raspas, fibras, fiapos e entrecascas) que são separadas com pinça. O peso de cada espécie de impureza, dividido pelo peso da amostra, dá a respectiva percentagem diretamente.

#### CLASSIFICAÇÃO

A farinha de mandioca será classificada em [35]:

#### A - GRUPOS:

**FARINHA D'ÁGUA:** Produto obtido das raízes de mandioca devidamente limpas, maceradas, descascadas, trituradas, prensadas, peneiradas, torradas a fogo lento e novamente peneiradas ou não.

**FARINHA SECA:** Produto obtido das raízes de mandioca devidamente limpas, descascadas, trituradas, prensadas, torradas a fogo lento ou forte e peneiradas ou não, podendo ainda ser beneficiada.

**B - SUB-GRUPOS:**

Na farinha d'água:

**FINA-** Quando ficarem retidos até 30% na peneira nº 10.

**GROSSA-** Quando ficarem retidos mais de 30% na peneira nº10.

Na farinha seca:

**FINA BENEFICIADA-** Quando vazar 100% na peneira 18 e apresentar, no máximo, 10% de pó.

**FINA-** Se ficarem retidos menos de 10% na peneira 10 e a farinha apresentar, no máximo, 10% de pó.

**GROSSA-** Se ficarem retidos 10% ou mais na peneira 10 e a farinha apresentar, no máximo, 5% de pó.

**C - CLASSES:**

**BRANCA** - Cor branca, do próprio produto, admitindo-se variação até creme claro.

**AMARELA** - Cor amarela, do próprio produto, admitindo-se variação de creme escuro a amarelo.

**OUTRAS CORES** - Farinhas que não se enquadram nas classes anteriores.

- **EXPORTAÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA COLORIDA ARTIFICIALMENTE** - Não será permitida.

**D - TIPOS:**

Cada sub-grupo será qualificado em tipo 1,2,3 (veja anexo I), desde que não apresente características desclassificantes.

FARINHA SEM ANÁLISE COMPLETA DE LABORATÓRIO OU TIPO 4 - Será considerada como tipo 4, desde que haja declaração expressa do classificador, de que a farinha não é dos tipos 1, 2 ou 3, mas também não apresenta características desclassificantes, que são: mau estado de conservação, odor e sabor não peculiares ou presença de matérias estranhas.

- EXPORTAÇÃO DA FARINHA SEM ANÁLISE COMPLETA DE LABORATÓRIO OU TIPO 4 - Não será permitida.

EXCLUÍDA DO PADRÃO - Farinha de mandioca, com análise completa de laboratório, não compreendida nos tipos 1, 2, 3 e 4, será classificada como *EXCLUÍDA DO PADRÃO*, desde que não apresente as características desclassificantes.

a) COMERCIALIZAÇÃO DA FARINHA EXCLUÍDA DO PADRÃO  
Poderá ser comercializada, desde que conste na embalagem ou na nota fiscal do produto a granel o grupo, o subgrupo, seguidos da expressão "*excluída do padrão*".

b) REBENEFICIAMENTO

A farinha de mandioca excluída do padrão, poderá ser rebeneficiada e novamente submetida à classificação.

**E - DESCLASSIFICAÇÃO:**

- Será desclassificada a farinha de mandioca, não compreendida nos tipos indicados, que apresentar as características desclassificantes, ou seja, sabor ou

odor não peculiares, mau estado de conservação ou presença de matérias estranhas.

- MATÉRIAS ESTRANHAS PARA FARINHA DE MANDIOCA SEM ANÁLISE COMPLETA DE LABORATÓRIO OU TIPO 4 -

Não serão tolerados mais que 0,05% de matérias estranhas, inclusive as não nocivas à saúde humana.

- MOTIVO DA DESCLASSIFICAÇÃO -

Serão declarados no certificado de classificação os motivos que deram lugar à desclassificação.

- COMERCIALIZAÇÃO DA FARINHA DE MANDIOCA DESCLASSIFICADA

Não será permitida sua comercialização para consumo humano.

#### CERTIFICADO DE CLASSIFICAÇÃO [35]

- 1 - O certificado de classificação será emitido pelo Órgão de Classificação devidamente credenciado pelo MA (Ministério da Agricultura), em modelo oficial e de acordo com a legislação em vigor.
- 2 - A sua validade será de 90 (noventa) dias, contados a partir da data de emissão do lote de farinha analisado.
- 3 - No certificado de classificação, deverão constar, além dos dados físico-químicos, as seguintes indicações:
  - a) safra,
  - b) procedência,
  - c) "Natural" ou "Artificial" após o termo "coloração",
  - d) motivos que determinaram a EXCLUSÃO DO PADRÃO, se for o caso e
  - e) motivos que determinaram a DESCLASSIFICAÇÃO do produto, se for o caso.

### 3.2.11. Embalagem [35]

- 1 - As embalagens, utilizadas no acondicionamento da farinha de mandioca, poderão ser de papel (desde que tenham um visor do produto), plástico ou qualquer outro material que tenha sido previamente aprovado pelo MA.
- 2 - Será obrigatório que as embalagens sejam novas e resistentes.
- 3 - O material plástico utilizado na confecção das embalagens para farinha de mandioca deverá ser, obrigatoriamente, transparente e incolor, a ponto de permitir a perfeita visualização do produto.
- 4 - A farinha de mandioca, quando comercializada por atacado, deverá ser acondicionada em sacos com capacidade para 50 kg, em peso líquido do produto.
- 5 - A farinha de mandioca, quando comercializada a varejo, deverá ser acondicionada em pacotes com capacidade para 500g, 1kg, 2kg, 5kg ou 10kg, em peso líquido do produto.
- 6 - Dentro de um mesmo lote, será obrigatório que todas as embalagens sejam do mesmo material e tenham idêntica capacidade de acondicionamento.
- 7 - Deverá constar na embalagem a conclusão da classificação e a validade do produto, para orientação do consumidor.

### 3.2.12. Marcação [35]

- 1 - Toda embalagem deverá, necessariamente, ser marcada, rotulada ou etiquetada, com caracteres legíveis, em lugar de destaque e de fácil visualização.

2 - A nível de atacado, a marcação da embalagem deverá trazer, no mínimo, as seguintes indicações:

- número do lote,
- grupo,
- subgrupo,
- classe,
- tipo,
- safra, e
- peso líquido do produto.

3 - A nível de varejo, a marcação da embalagem deverá trazer, no mínimo, as seguintes indicações:

- grupo,
- subgrupo,
- classe,
- tipo, e
- peso líquido do produto.

4 - No caso específico da comercialização a granel ou em conchas, o produto exposto deverá ser identificado.

5 - Os dados referentes a Grupo, Subgrupo, Classe e Tipo, necessários à marcação da embalagem ou à identificação do produto comercializado a granel, deverão ser retirados do Certificado de Classificação ou da Nota Fiscal que acompanha a farinha de mandioca.

### 3.2.13. Armazenamento, Transporte e Consumo [35]

Os depósitos para armazenamento da farinha de mandioca e os meios para seu transporte devem oferecer plena segurança e condições técnicas imprescindíveis às exigências da legislação em vigor. Por fim, a farinha se apresenta na mesa do consumidor fazendo parte da sua alimentação.

## CAPÍTULO 4

### ANÁLISE DOS DADOS E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Como já mencionado na seção 1.2, as amostras (ver anexo II, Tabelas 3, 4, 5, 6, 7 e 8) em análise foram coletadas pela CLASPAR e são provenientes de produtores de regiões próximas a Maringá.

Os seis itens analisados são substância amilácea (amido); umidade; cinzas; acidez; fibras, fiapos, entrecascas e cascas. Foram coletadas 15 amostras com 10 elementos para cada um dos itens. As especificações encontram-se no anexo I, Tabela 2.

Com o auxílio de um software de Controle Estatístico do Processo (trabalho de conclusão do curso de computação da Universidade Federal de Santa Catarina) feito por Giovanni Moresco e sob orientação do Prof. Willy Arno Sommer, foram obtidos os histogramas e as cartas de controle (ver anexo II) para cada um dos itens citados no parágrafo anterior. Sendo  $n=10$  (número de elementos de cada amostra), utilizaram-se as cartas de Média ( $\bar{x}$ ) e Desvio-Padrão (S) pela sua maior eficiência em relação às cartas Média ( $\bar{x}$ ) e Amplitude (R), estas eficientes para  $n < 5$ . A partir daí, fez-se a análise apresentada nas seções 4.2 e 4.3.

Na seção 4.4, apresenta-se o diagrama de Pareto que é aplicado na seção 4.6 (Formulação Matemática do Problema).

Para a elaboração do diagrama de Ishikawa (seção 4.5), foi realizada uma seção de "brainstorming" com a participação de três pessoas. Duas destas estão envolvidas com a classificação da farinha, sendo que uma delas é o atual gerente da CLASPAR e a outra pessoa é o gerente industrial de uma empresa com anos de experiência no ramo.

Na seção de brainstorming, foi elaborado o diagrama de Ishikawa tendo como efeito a farinha de mandioca e, depois, seis outros diagramas tendo como efeitos os seis itens analisados,

respectivamente. A partir daí, determinou-se quais as causas que afetam um dos 6'Ms ( Matéria-Prima, Máquina, Medida, Meio-Ambiente, Mão-de-Obra, Método ) ou todos, ou ainda uma combinação deles.

Para finalizar, apresenta-se a formulação matemática para o problema de maximizar o lucro da empresa, sem afetar a qualidade da farinha de mandioca seca fina.

#### 4.1. Definições Básicas

HISTOGRAMA: "É uma forma gráfica de se representar uma distribuição de frequências. Consiste em um conjunto de retângulos verticais onde cada retângulo tem largura correspondente a uma classe de frequência, e sua altura corresponde à frequência ocorrida naquela classe." [30].

"Distribuição de frequência fornece o número de vezes que um certo valor de interesse ocorre na amostra em exame." [37].

CARTAS DE CONTROLE: Por volta de 1920, o Dr. Walter Shewart desenvolveu as cartas de controle, também conhecidas como gráficos de controle. São instrumentos do CEP (Controle Estatístico de Processo), os quais indicam a situação atual do processo, com base em amostras devidamente coletadas do processo. Através das cartas, pode-se verificar, a qualquer momento, se um processo está sob controle, como também verificar se permanece sob controle, além de detectar fatores identificáveis de variação os quais levarão o processo ao estado de "fora de controle".

Existem dois tipos de cartas de controle: as cartas de controle para variáveis e as cartas de controle para atributos.

No presente trabalho, apresentam-se as cartas de controle para variáveis (média ( $\bar{x}$ ) e desvio-padrão (S)) que se baseiam na distribuição normal. (Ver [04],[15],[18],[27],[30],[37]).

DIAGRAMA DE PARETO: É um gráfico de colunas através do qual podemos classificar e priorizar os problemas separando-os em: "os poucos vitais e os muitos triviais". (Princípio de Pareto). O gráfico evidencia a importância de cada problema e, conseqüentemente, onde devem ser feitos maiores esforços para solucioná-los (Ver [06],[30],[32]).

DIAGRAMA DE ISHIKAWA: É também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito, ou Diagrama Espinha de Peixe. Este relaciona um efeito observado com suas possíveis causas que são: Matéria-prima, Máquina, Medida, Meio ambiente, Mão-de-obra e Método. (São os 6M'S) (Ver [06],[18],[30]).

Obs.: Existem autores que já incluem um sétimo M, correspondente a Manutenção (dos equipamentos), que aqui não é considerado.

#### 4.2. Análise dos Histogramas dos Itens

Obs: A análise estatística dos dados encontra-se no anexo II, tabela 9.

##### 4.2.1. Amido (Fig. 18)

Seria desejável, num processo de fabricação, que a distribuição de frequência dos dados se aproximasse da distribuição normal, o que não ocorreu, como pode ser visto no histograma apresentado.

Através da equação:

$$\text{Assim} = m_3/m_2^{1.5}, \quad \text{onde } m_2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / (n-1) \text{ e}$$

$$m_3 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 / (n-1)$$

obteve-se o coeficiente de assimetria positivo (Assim=2,182) indicando que a distribuição é assimétrica à esquerda. O coeficiente assumindo valor negativo indicará que a distribuição é assimétrica à direita e, a distribuição será simétrica quando o coeficiente for igual a zero, que não é o caso.

O coeficiente de curtose obtido da equação:

$$\text{Curt} = m_4 / m_2^2, \quad \text{onde } m_4 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 / (n-1)$$

foi igual a 10.085 indicando que a distribuição é leptocúrtica ( $\text{Curt} > 3$ ), ou seja, "pontaguda" e muito distante de uma distribuição normal.  $\text{Curt} = 3$ , indicará que a distribuição é mesocúrtica ou normal. Quando  $\text{Curt} < 3$ , a distribuição será denominada platicúrtica ou "achatada".

Conforme os índices de capacidade obtidos ao se comparar os limites naturais do processo (LNI e LNS) com os limites de suas especificações (LSE e LIE), observa-se que o processo seria capaz de atender as especificações pois  $C_p > 1$ , através da relação  $C_p = (LSE - LIE) / 6\hat{\sigma}$  onde  $\hat{\sigma} = \bar{s} / c_4$  ( $c_4$  é um valor tabelado e neste caso igual a 0,9727), mas não é estável.

Quanto aos índices de desempenho do processo, observa-se que, da relação:

$$C_{pk} = \min \{ CPU, CPL \}, \quad \text{onde } CPU = (LSE - \bar{x}) / 3\hat{\sigma} \text{ e} \\ CPL = (\bar{x} - LIE) / 3\hat{\sigma},$$

obteve-se  $C_{pk} = 0.804 < 1$  e, portanto, o processo está deslocado.

#### 4.2.2. Umidade (Fig. 21)

Pelo histograma, observa-se que a distribuição não se aproxima da normal ultrapassando, inclusive, em 2.670% o limite superior de especificação; é assimétrica à direita devido ao coeficiente de assimetria ser negativo, e leptocúrtica. O processo seria capaz de atender as especificações se o mesmo fosse estável. Além disso não se encontra centrado.

#### 4.2.3. Cinzas (Fig. 24)

Como observado, a distribuição não é aproximadamente normal, com os itens dentro dos limites especificados. É assimétrica à esquerda e mesocúrtica. O processo é capaz de atender às especificações e está centrado com bastante folga dentro dos limites de especificação.

#### 4.2.4. Acidez (Fig. 27)

Neste caso, a distribuição não se aproxima da normal; apresenta uma assimetria à esquerda, com os resultados dentro dos limites especificados; é leptocúrtica. O processo está centrado pois  $Cpk=1,055$  e seria capaz de atender às especificações se fosse estável.

#### 4.2.5. Fibras, Fiapos e Entrecascas (Fig.30)

Como no item anterior, a distribuição não se aproxima da normal; os resultados estão dentro dos limites especificados; é assimétrica à esquerda; leptocúrtica. O processo seria capaz de atender às especificações se fosse estável. Também, não está centrado ( $Cpk < 1$ ), ou seja, está deslocado.

#### 4.2.6. Cascas (Fig. 33)

Do histograma observa-se que a distribuição não se aproxima da normal; os valores estão dentro dos limites especificados; há uma assimetria à esquerda, e a distribuição é leptocúrtica. O processo seria capaz de atender às especificações se fosse estável e estivesse centrado.

### 4.3. Análise das Cartas de Controle dos Mesmos Itens

#### 4.3.1. Amido (Fig. 19)

Os limites de controle (LSC e LIC) das cartas Média ( $\bar{x}$ ) e Desvio-Padrão (S) são:

$$\begin{aligned} - \text{Média } (\bar{x}): \text{ LSC} &= \bar{\bar{x}} + A_9 \bar{s} \\ \text{ LIC} &= \bar{\bar{x}} - A_9 \bar{s} \end{aligned}$$

$$\text{onde: } A_9 = 0,975$$

Desvio-Padrão (S):  $LSC = B_4\bar{s}$

$LIC = B_3\bar{s}$

onde:  $B_3 = 0,284$

$B_4 = 1,716$

Assim, verifica-se na carta de controle para a média, que existem dois pontos caindo fora dos limites de controle (ver Fig. 20). Um ponto ultrapassando o limite de controle superior e o outro ponto ultrapassando o limite de controle inferior. Isto evidencia que o processo está fora de controle.

Inicialmente, observa-se que existe uma grande variação, ou melhor, um salto onde os pontos ultrapassam os limites superior e inferior e, logo após, os pontos localizam-se ao redor da média do processo.

A variação inicial ocorreu durante os três primeiros meses do ano, que não é o período ideal de safra. Em seguida, ocorre o início da safra, ou seja, a maturação da mandioca e a melhoria pode ser visualizada no gráfico.

Já no gráfico para o desvio-padrão, além da variação excessiva com mais pontos fora dos limites, tem-se uma sequência de dez pontos abaixo da linha central, os quais indicam uma melhoria visto que a variabilidade foi reduzida.

#### 4.3.2. Umidade (Fig. 22)

Analogamente às cartas para o amido, têm-se dois pontos além dos limites de controle (ver Fig. 23), causando grande variação e, em seguida, os pontos se encontram dentro dos limites especificados e próximos à média do processo. Novamente, a variação ocorre nos primeiros meses do ano que não são o melhor período do ano para a colheita da mandioca. É justamente o início do processo de produção.

Já na carta do desvio-padrão, além de se encontrar pontos acima e abaixo dos limites de controle, tem-se uma sequência de pontos acima e abaixo da linha central. A sequência acima da linha central indica um aumento na variabilidade do

processo e a sequência abaixo é a indicação da melhoria do processo, como já mencionado anteriormente.

#### 4.3.3. Cinzas (Fig. 25)

Na carta de controle da média, encontra-se três pontos ultrapassando os limites de controle (ver Fig. 26) e, no gráfico S, um ponto se encontra abaixo do limite de controle inferior, de onde se conclui que o processo está fora de controle. Isto ocorre, porque algum fator externo contribuiu para a alteração do nível do processo.

Além disso, tem-se uma grande variação dos dados, com comportamento cíclico. Tal comportamento pode ter sido resultante da temperatura não ideal do forno, da lavagem incompleta das raízes de mandioca, do vento que pode trazer sujidades ao produto, etc.

#### 4.3.4. Acidez (Fig. 28)

O processo está fora de controle porque um ponto ultrapassou o limite de controle superior na carta do desvio-padrão (ver Fig. 29).

A carta da média apresenta ciclos que indicam que existem fatores periódicos afetando o processo. Tais fatores podem ser resultantes da degradação biológica das raízes acarretando a formação de ácidos orgânicos (acidez). Isto pode ocorrer tanto durante o período de espera para o início do processamento das raízes, como no período de espera da massa da mandioca para a torração.

#### 4.3.5. Fibras, Fiapos e Entrecascas (Fig. 31)

Na carta da média, os pontos se encontram dentro dos limites de controle e se concentram ao redor da média, sendo que, inicialmente, a variação é maior do que na parte final. O processo está sob controle segundo esta carta, mas está fora de controle

devido a carta S possuir um ponto fora da faixa de controle (ver Fig. 32). A causa dessa situação pode ter sido peneiras furadas ou algum fator que esteja influenciando o processo; ajustes feitos de forma errada e depois corrigidos, bem como precipitação no início ou no fim de operação.

#### 4.3.6. Cascas (Fig. 34)

O processo está fora de controle pois há um ponto fora do limite de controle superior na carta da média e oito pontos fora dos limites de controle na carta S (ver Fig. 35). Os gráficos apresentam variabilidade excessiva principalmente no gráfico S. Isto pode estar relacionado com a lavagem-descascamento das raízes, com as peneiras, com o ventilador do processo industrial ou mesmo com os próprios operadores.

#### 4.3.7. Análise Conjunta dos Itens

Em conjunto, uma das causas das oscilações apresentadas pode ter sido a baixa qualidade da mandioca utilizada na fabricação da farinha como também, podem ser resultantes da pequena quantidade de amostras coletadas, que não seria representativa. Observa-se, ainda, que para o amido e a umidade, os pontos causadores da situação fora de controle da carta  $\bar{x}$  foram os pontos 4 e 6, ou seja, das amostras 4 e 6. Os elementos da primeira amostra foram coletados em um mesmo dia e de uma mesma região. O mesmo aconteceu com a amostra número seis.

Analisando cinzas, além do ponto 4, temos os pontos 8 e 13 fora dos limites. Os elementos dessas amostras também foram coletados no mesmo dia e provenientes de uma mesma região.

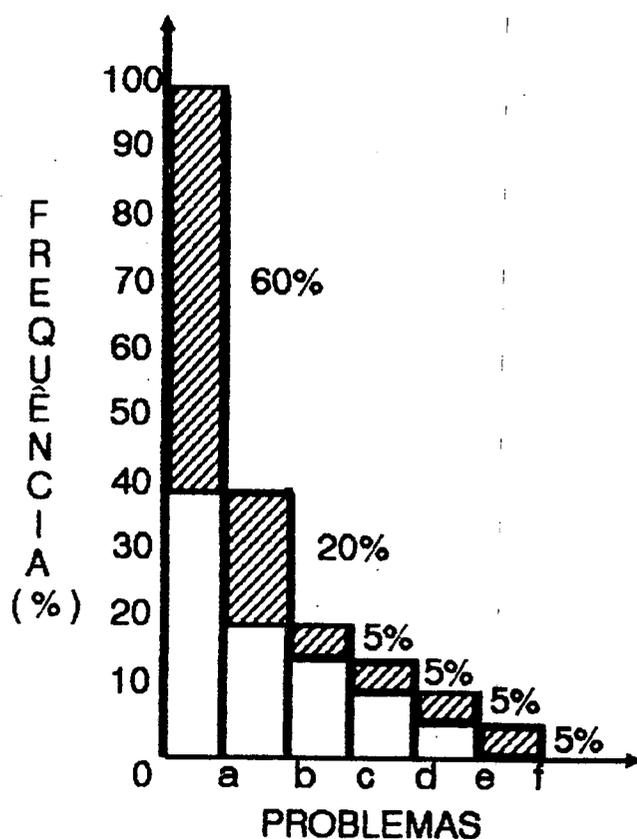
Para cascas, o ponto 6 ficou fora dos limites, indicando que o processo está fora de controle.

Assim, pode-se perceber que, nos dias de coletas das amostras mencionadas acima, os mesmos fatores influenciaram tanto o amido como a umidade, as cinzas e as cascas.

#### 4.4. Diagrama de Pareto

A seguir, apresenta-se o diagrama de Pareto (Fig. 3), onde os percentuais foram fornecidos pela CLASPAR. Este gráfico evidencia a importância de cada um dos itens analisados na farinha de mandioca, mostrando que "os poucos vitais" são: fibras, fiapos, entrecascas, umidade e "os muitos triviais" são: amido, cinzas, acidez e cascas.

Este gráfico é aplicado na formulação matemática apresentada adiante.



a = fibras, fiapos e entrecascas (60 % dos problemas detectados)

b = umidade (20 % dos problemas detectados)

c = amido (5 % dos problemas detectados)

d = cinza (5 % dos problemas detectados)

e = acidez (5 % dos problemas detectados)

f = cascas (5 % dos problemas detectados)

Fig. 3: Diagrama de Pareto

## 4.5. DIAGRAMA DE ISHIKAWA

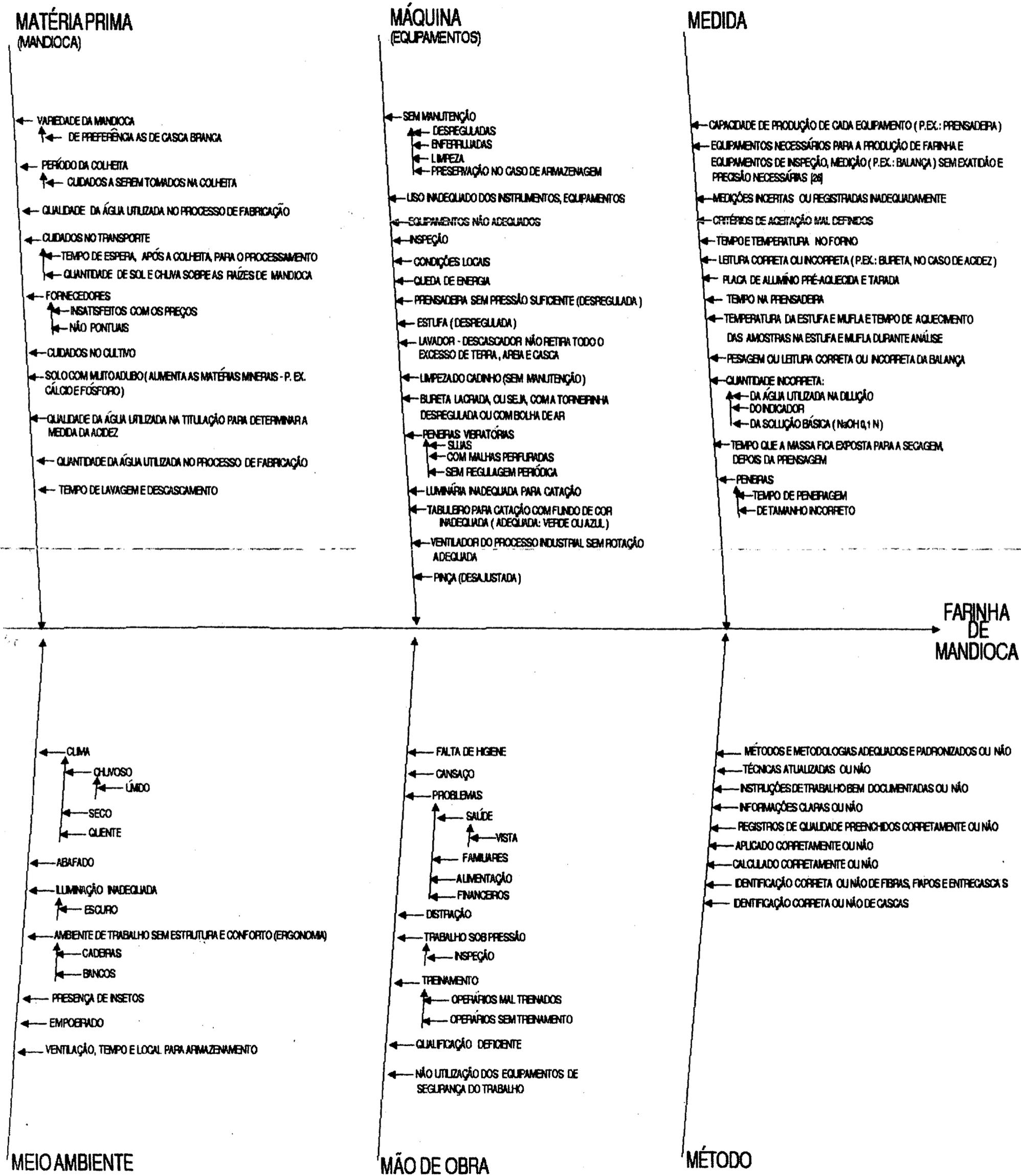


Fig. 4: Diagrama de Ishikawa (Farinha de Mandioca)

**MATÉRIA PRIMA  
(MANDIOCA)**

- ← VARIEDADE DA MANDIOCA
  - ← DE PREFERÊNCIAS DE CASCA BRANCA
- ← PERÍODO DE COLHEITA
  - ← CUIDADOS A SEREM TOMADOS NA COLHEITA
- ← QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO
- ← CUIDADOS NO TRANSPORTE
  - ← TEMPO DE ESPERA, APÓS A COLHEITA, PARA O PROCESSAMENTO
  - ← QUANTIDADE DE SOL E CHUVA SOBRE AS RAÍZES DE MANDIOCA
- ← FORNECEDORES
  - ← INSATISFEITOS COM OS PREÇOS
  - ← NÃO PONTUAIS
- ← CUIDADOS NO CULTIVO

**MÁQUINA  
(EQUIPAMENTOS)**

- ← SEM MANUTENÇÃO
  - ← DESREGULADAS
  - ← ENFERRUJADAS
  - ← LIMPEZA
  - ← PRESERVAÇÃO NO CASO DE ARMAZENAGEM
- ← USO INADEQUADO DOS INSTRUMENTOS, EQUIPAMENTOS
- ← EQUIPAMENTOS NÃO ADEQUADOS
- ← INSPEÇÃO
- ← CONDIÇÕES LOCAIS
- ← QUEDA DE ENERGIA

**MEDIDA**

- ← CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE CADA EQUIPAMENTO
- ← EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DE FARINHA E EQUIPAMENTOS DE INSPEÇÃO, MEDIÇÃO (P.EX.:BALANÇA) SEM EXATIDÃO E PRECISÃO NECESSÁRIAS [26]
- ← MEDIÇÕES INCERTAS OU REGISTRADAS INADEQUADAMENTE
- ← CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO MAL DEFINIDOS
- ← TEMPO E TEMPERATURA NO FORNO
- ← LETURA CORRETA OU INCORRETA

→ AMIDO

- ← CLIMA
  - ← CHUVOSO
    - ← ÚMIDO
  - ← SECO
  - ← QUENTE
- ← ABAFADO
- ← ILUMINAÇÃO INADEQUADA
  - ← ESCURO
- ← AMBIENTE DE TRABALHO SEM ESTRUTURA E CONFORTO (ERGONOMIA)
  - ← CADEIRAS
  - ← BANCOS
- ← PRESENÇA DE INSETOS
- ← EMPOEIRADO
- ← VENTILAÇÃO, TEMPO E LOCAL PARA ARMAZENAMENTO

- ← FALTA DE HIGIENE
- ← CANSAÇO
- ← PROBLEMAS
  - ← SAÚDE
    - ← VISTA
  - ← FAMILIARES
  - ← ALIMENTAÇÃO
  - ← FINANCEIROS
- ← DISTRAÇÃO
- ← TRABALHO SOB PRESSÃO
  - ← INSPEÇÃO
- ← TREINAMENTO
  - ← OPERÁRIOS MAL TREINADOS
  - ← OPERÁRIOS SEM TREINAMENTO
- ← QUALIFICAÇÃO DEFICIENTE
- ← NÃO UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO

- ← MÉTODOS E METODOLOGIAS ADEQUADOS E PADRONIZADOS OU NÃO
- ← TÉCNICAS ATUALIZADAS OU NÃO
- ← INSTRUÇÕES DE TRABALHO BEM DOCUMENTADAS OU NÃO
- ← INFORMAÇÕES CLARAS OU NÃO
- ← REGISTROS DE QUALIDADE PREENCHIDOS CORRETAMENTE OU NÃO
- ← CALCULADO CORRETAMENTE OU NÃO

**MEIO AMBIENTE**

**MÃO DE OBRA**

**MÉTODO**

Fig. 5: Diagrama de Ishikawa (Amido)

**MATÉRIA PRIMA  
(MANDIOCA)**

- ← VARIEDADE DA MANDIOCA
  - ↑ ← DE PREFERÊNCIA AS DE CASCA BRANCA
- ← PERÍODO DE COLHEITA
  - ↑ ← CUIDADOS A SEREM TOMADOS NA COLHEITA
- ← QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO
- ← CUIDADOS NO TRANSPORTE
  - ↑ ← TEMPO DE ESPERA, APÓS A COLHEITA, PARA O PROCESSAMENTO
  - ↑ ← QUANTIDADE DE SOL E CHUVA SOBRE AS RAÍZES DE MANDIOCA
- ← FORNECEDORES
  - ↑ ← INSATISFEITOS COM OS PREÇOS
  - ↑ ← NÃO PONTUAIS
- ← CUIDADOS NO CULTIVO

**MÁQUINA  
(EQUIPAMENTOS)**

- ← SEM MANUTENÇÃO
  - ↑ ← DESREGULADAS
  - ↑ ← ENFEFILLADAS
  - ↑ ← LIMPEZA
  - ↑ ← PRESERVAÇÃO NO CASO DE ARMAZENAGEM
- ← USO INADEQUADO DOS INSTRUMENTOS, EQUIPAMENTOS
- ← EQUIPAMENTOS NÃO ADEQUADOS
- ← INSPEÇÃO
- ← CONDIÇÕES LOCAIS
- ← QUEDA DE ENERGIA
- ← Prensadeira sem pressão suficiente (desregulada)
- ← ESTUFA (DESREGULADA)

**MEDIDA**

- ← CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE CADA EQUIPAMENTO (P.EX.: Prensadeira)
- ← EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DE FARINHA E EQUIPAMENTOS DE INSPEÇÃO, MEDIÇÃO (P.EX.: BALANÇA) SEM EXATIDÃO E PRECISÃO NECESSÁRIAS [24]
- ← MEDIÇÕES INCERTAS OU REGISTRADAS INADEQUADAMENTE
- ← CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO MAL DEFINIDOS
- ← TEMPO E TEMPERATURA NO FORNO
- ← PLACA DE ALUMÍNIO PRÉ-AQUECIDA E TAPADA
- ← TEMPO NA Prensadeira
- ← TEMPERATURA DA ESTUFA E TEMPO DE AQUECIMENTO DAS AMOSTRAS NA ESTUFA DURANTE ANÁLISE

→ UMIDADE

- ← CLIMA
  - ↑ ← CHUVOSO
  - ↑ ← ÚMIDO
  - ↑ ← SECO
  - ↑ ← QUENTE
- ← ABAFADO
- ← ILUMINAÇÃO INADEQUADA
  - ↑ ← ESCURO
- ← AMBIENTE DE TRABALHO SEM ESTRUTURA E CONFORTO (ERGONOMIA)
  - ↑ ← CADERNAS
  - ↑ ← BANCOS
- ← PRESENÇA DE INSETOS
- ← VENTILAÇÃO, TEMPO E LOCAL PARA ARMAZENAMENTO

- ← FALTA DE HIGIENE
- ← CANSAÇO
- ← PROBLEMAS
  - ↑ ← SAÚDE
    - ↑ ← VISTA
  - ↑ ← FAMILIARES
  - ↑ ← ALIMENTAÇÃO
  - ↑ ← FINANCEIROS
- ← DISTRAÇÃO
- ← TRABALHO SOB PRESSÃO
  - ↑ ← INSPEÇÃO
- ← TREINAMENTO
  - ↑ ← OPERÁRIOS MAL TREINADOS
  - ↑ ← OPERÁRIOS SEM TREINAMENTO
- ← QUALIFICAÇÃO DEFICIENTE
- ← NÃO UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO

- ← MÉTODOS E METODOLOGIAS ADEQUADOS E PADRONIZADOS OU NÃO
- ← TÉCNICAS ATUALIZADAS OU NÃO
- ← INSTRUÇÕES DE TRABALHO BEM DOCUMENTADAS OU NÃO
- ← INFORMAÇÕES CLARAS OU NÃO
- ← REGISTROS DE QUALIDADE PREENCHIDOS CORRETAMENTE OU NÃO
- ← CALCULADO CORRETAMENTE OU NÃO

MEIO AMBIENTE

MÃO DE OBRA

MÉTODO

Fig 6: Diagrama de Ishikawa (Umidade)

### MATÉRIA PRIMA (MANDIOCA)

- ← VARIEDADE DA MANDIOCA
  - ↑ ← DE PREFERÊNCIA AS DE CASCA BRANCA
- ← PERÍODO DE COLHEITA
  - ↑ ← CUIDADOS A SEREM TOMADOS NA COLHEITA
- ← QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO
- ← CUIDADOS NO TRANSPORTE
  - ↑ ← TEMPO DE ESPERA, APÓS A COLHEITA, PARA O PROCESSAMENTO
  - ↑ ← QUANTIDADE DE SOL E CHUVA SOBRE AS RAÍZES DE MANDIOCA
- ← FORNECEDORES
  - ↑ ← INSATISFEITOS COM OS PREÇOS
  - ↑ ← NÃO PONTUAIS
- ← CUIDADOS NO CULTIVO
  - ↑ ← SOLO COM MUITO ADUBO (AUMENTA AS MATÉRIAS MINEAIS - P.EX.: CÁLCIO E FÓSFORO)

### MÁQUINA (EQUIPAMENTOS)

- ← SEM MANUTENÇÃO
  - ↑ ← DESREGULADAS
  - ↑ ← ENFEFILLADAS
  - ↑ ← LIMPEZA
  - ↑ ← PRESERVAÇÃO NO CASO DE ARMAZENAGEM
- ← USO INADEQUADO DOS INSTRUMENTOS, EQUIPAMENTOS
- ← EQUIPAMENTOS NÃO ADEQUADOS
- ← INSPEÇÃO
- ← CONDIÇÕES LOCAIS
- ← QUEDA DE ENERGIA
- ← LAVADOR - DESCASCADOR NÃO RETIRA TODO O EXCESSO DE TERRA, AREIA
- ← LIMPEZA DO CADINHO (SEM MANUTENÇÃO)

### MEDIDA

- ← CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE CADA EQUIPAMENTO
- ← EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DE FARINHA E EQUIPAMENTOS DE INSPEÇÃO, MEDIÇÃO (P.EX.:BALANÇA) SEM EXATIDÃO E PRECISÃO NECESSÁRIAS [26]
- ← MEDIÇÕES INCERTAS OU REGISTRADAS INADEQUADAMENTE
- ← CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO MAL DEFINIDOS
- ← TEMPERATURA DA MUFLA E TEMPO DE AQUECIMENTO DAS AMOSTRAS NA MUFLA DURANTE ANÁLISE
- ← PESAGEM OU LETURA CORRETA OU INCORRETA DA BALANÇA

CINZAS

- ← CLIMA
  - ↑ ← CHUVOSO
  - ↑ ← ÚMIDO
  - ↑ ← SECO
  - ↑ ← QUENTE
- ← ABAFADO
- ← ILUMINAÇÃO INADEQUADA
  - ↑ ← ESCURO
- ← AMBIENTE DE TRABALHO SEM ESTRUTURA E CONFORTO (ERGONOMIA)
  - ↑ ← CADERAS
  - ↑ ← BANCOS
- ← PRESENÇA DE INSETOS
- ← EMPOEPRADO
- ← VENTILAÇÃO, TEMPO E LOCAL PARA ARMAZENAMENTO

- ← FALTA DE HIGIENE
- ← CANSAÇO
- ← PROBLEMAS
  - ↑ ← SAÚDE
    - ↑ ← VISTA
  - ↑ ← FAMILIARES
  - ↑ ← ALIMENTAÇÃO
  - ↑ ← FINANCEIROS
- ← DISTRAÇÃO
- ← TRABALHO SOB PRESSÃO
  - ↑ ← INSPEÇÃO
- ← TREINAMENTO
  - ↑ ← OPERÁRIOS MAL TREINADOS
  - ↑ ← OPERÁRIOS SEM TREINAMENTO
- ← QUALIFICAÇÃO DEFICIENTE
- ← NÃO UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO

- ← MÉTODOS E METODOLOGIAS ADEQUADOS E PADRONIZADOS OU NÃO
- ← TÉCNICAS ATUALIZADAS OU NÃO
- ← INSTRUÇÕES DE TRABALHO BEM DOCUMENTADAS OU NÃO
- ← INFORMAÇÕES CLARAS OU NÃO
- ← REGISTROS DE QUALIDADE PREENCHIDOS CORRETAMENTE OU NÃO
- ← CALCULADO CORRETAMENTE OU NÃO

MEIO AMBIENTE

MÃO DE OBRA

MÉTODO

Fig. 7: Diagrama de Ishikawa (Cinzas)

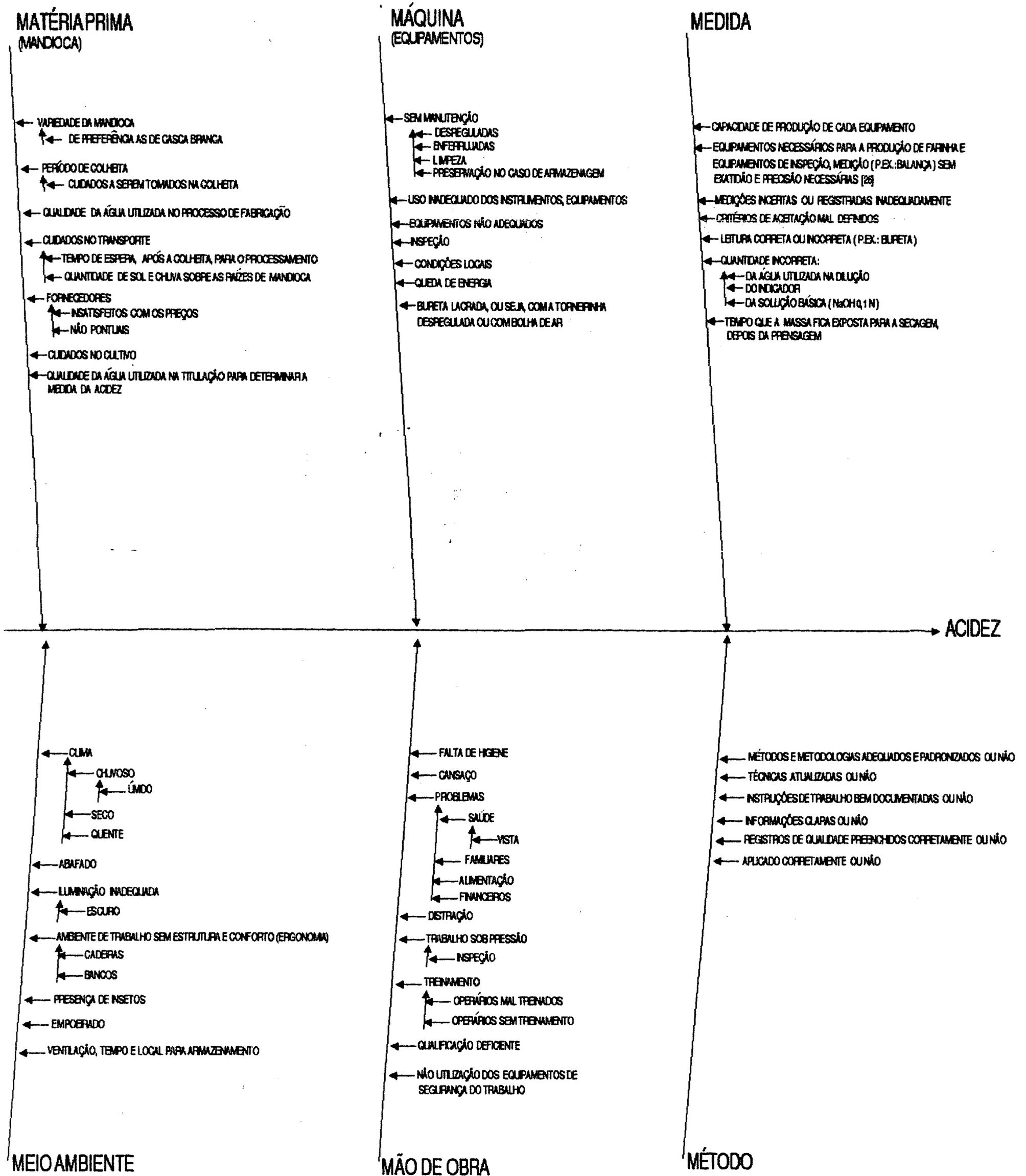


Fig. 8: Diagrama de Ishikawa (Acidez)

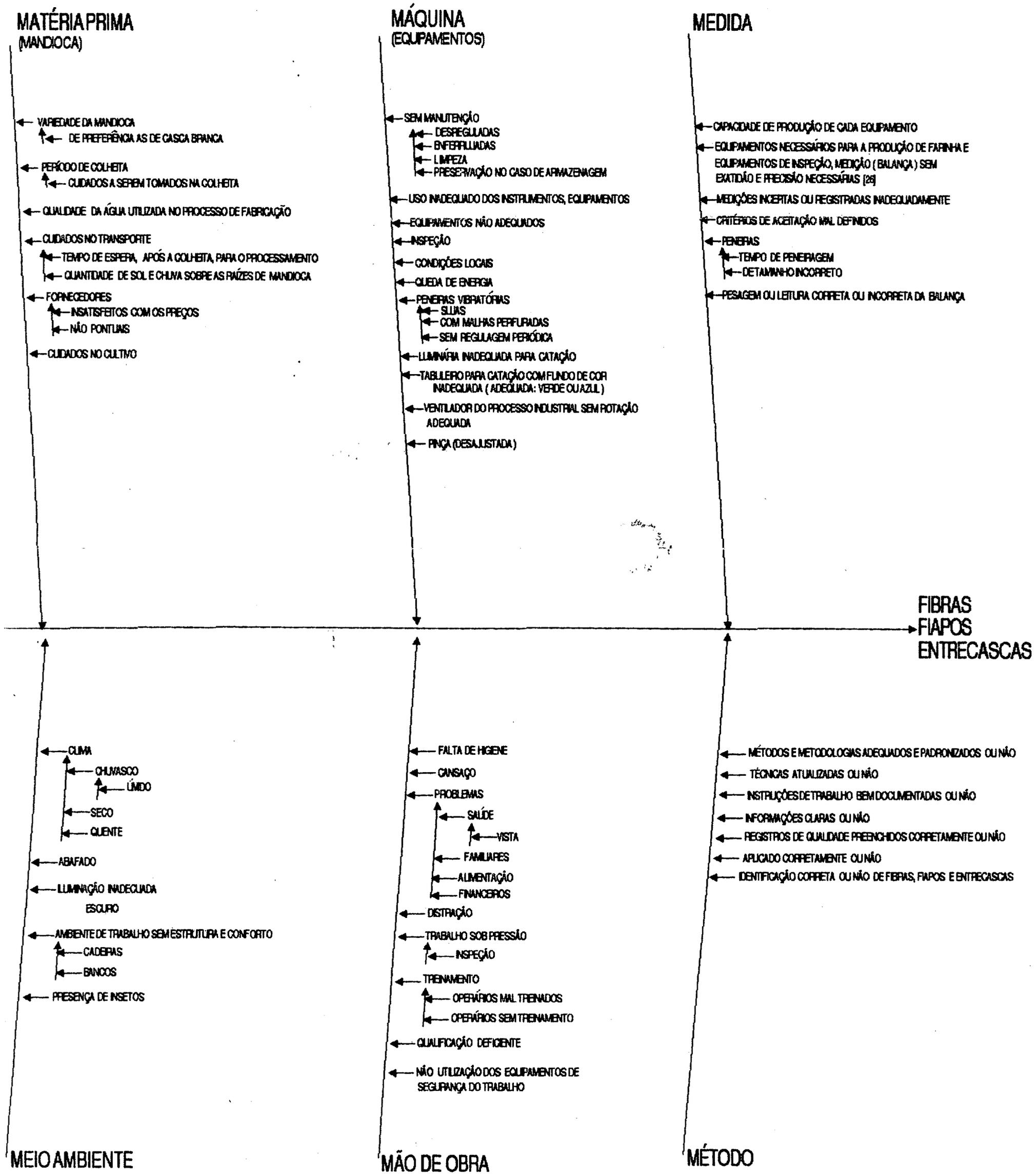


Fig. 9: Diagrama de Ishikawa (Fibras, Fiafos e Entrecascas)

### MATÉRIA PRIMA (MANDIOCA)

- ← VARIEDADE DA MANDIOCA
  - ← DE PREFERÊNCIA AS DE CASCA BRANCA
- ← PERÍODO DE COLHEITA
  - ← CUIDADOS A SEREM TOMADOS NA COLHEITA
- ← QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO
- ← CUIDADOS NO TRANSPORTE
  - ← TEMPO DE ESPERA, APÓS A COLHEITA, PARA O PROCESSAMENTO
  - ← QUANTIDADE DE SOL E CHUVA SOBRE AS RAÍZES DE MANDIOCA
- ← FORNECEDORES
  - ← INSATISFEITOS COM OS PREÇOS
  - ← NÃO PONTUAIS
- ← CUIDADOS NO CULTIVO
- ← QUANTIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO
- ← TEMPO DE LAVAGEM E DESCASCAMENTO

### MAQUINA (EQUIPAMENTOS)

- ← SEM MANUTENÇÃO
  - ← DESPREGLIADAS
  - ← ENFEFILLIADAS
  - ← LIMPEZA
  - ← PRESERVAÇÃO NO CASO DE ARMAZENAGEM
- ← USO INADEQUADO DOS INSTRUMENTOS, EQUIPAMENTOS
- ← EQUIPAMENTOS NÃO ADEQUADOS
- ← INSPEÇÃO
- ← CONDIÇÕES LOCAIS
- ← QUEDA DE ENERGIA
- ← LAVADOR - DESCASCADOR NÃO RETIRA TODA A CASCA
- ← PENEIRAS VIBRATÓRIAS
  - ← SUJAS
  - ← COM MALHAS PERFURADAS
  - ← SEM REGULAGEM PERIÓDICA
- ← LUMINÁRIA INADEQUADA PARA CATAÇÃO
- ← TABELEIRO PARA CATAÇÃO COM FUNDO DE COR INADEQUADA (ADEQUADA: VERDE OU AZUL)
- ← VENTILADOR DO PROCESSO INDUSTRIAL SEM ROTAÇÃO ADEQUADA
- ← PINÇA (DESALUSTADA)

### MEDIDA

- ← CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE CADA EQUIPAMENTO
- ← EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DE FARINHA E EQUIPAMENTOS DE INSPEÇÃO, MEDIÇÃO (P.EX.: BALANÇA) SEM EXATIDÃO E PRECISÃO NECESSÁRIAS [28]
- ← MEDIÇÕES INCERTAS OU REGISTRADAS INADEQUADAMENTE
- ← CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO MAL DEFINIDOS
- ← PENEIRAS
  - ← TEMPO DE PENEIRAGEM
  - ← DETAMANHO INCORRETO
- ← PESAGEM OU LEITURA CORRETA OU INCORRETA DA BALANÇA

CASCAS

### MEIO AMBIENTE

- ← CLIMA
  - ← CHUVOSO
    - ← ÚMIDO
  - ← SECO
  - ← QUENTE
- ← ABAFADO
- ← LUMINAÇÃO INADEQUADA
  - ← ESCURO
- ← AMBIENTE DE TRABALHO SEM ESTRUTURA E CONFORTO (ERGONOMIA)
  - ← CADEIRAS
  - ← BANCOS
- ← PRESENÇA DE INSETOS

### MÃO DE OBRA

- ← FALTA DE HIGIENE
- ← CANSAÇO
- ← PROBLEMAS
  - ← SAÚDE
    - ← VISTA
  - ← FAMILIARES
  - ← ALIMENTAÇÃO
  - ← FINANCEIROS
- ← DISTRAÇÃO
- ← TRABALHO SOB PRESSÃO
  - ← INSPEÇÃO
- ← TREINAMENTO
  - ← OPERÁRIOS MAL TREINADOS
  - ← OPERÁRIOS SEM TREINAMENTO
- ← QUALIFICAÇÃO DEFICIENTE
- ← NÃO UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO

### MÉTODO

- ← MÉTODOS E METODOLOGIAS ADEQUADOS E PADRONIZADOS OU NÃO
- ← TÉCNICAS ATUALIZADAS OU NÃO
- ← INSTRUÇÕES DE TRABALHO BEM DOCUMENTADAS OU NÃO
- ← INFORMAÇÕES CLARAS OU NÃO
- ← REGISTROS DE QUALIDADE PREENCHIDOS CORRETAMENTE OU NÃO
- ← APLICADO CORRETAMENTE OU NÃO
- ← IDENTIFICAÇÃO CORRETA OU NÃO DE CASCAS

Fig. 10: Diagrama de Ishikawa (Cascas)

#### 4.5.1. Análise Conjunta dos Fatores que Afetam os Itens Analisados no que se Refere a Matéria Prima ( Mandioca )

##### FATORES QUE AFETAM TODOS OS ITENS:

- Variedade da mandioca
  - de preferência as de casca branca
- Período da colheita
  - cuidados a serem tomados na colheita
- Qualidade da água utilizada no processo de fabricação
- Cuidados no transporte
  - tempo de espera após a colheita, para o processamento
  - quantidade de sol e chuva sobre as raízes de mandioca
- Fornecedores
  - insatisfeitos com os preços
  - não pontuais
- Cuidados no cultivo

##### FATOR QUE AFETA CINZAS:

- Solo com muito adubo ( aumenta as matérias minerais - p. ex. cálcio e fósforo)

##### FATOR QUE AFETA ACIDEZ:

- Qualidade da água utilizada na titulação para determinar a medida da acidez

##### FATORES QUE AFETAM CASCAS:

- Quantidade da água utilizada no processo de fabricação
- Tempo de lavagem e descascamento

#### 4.5.2. Análise Conjunta dos Fatores que Afetam os Itens Analisados no que se Refere a Máquina ( Equipamentos )

##### FATORES QUE AFETAM TODOS OS ITENS:

- Sem manutenção
  - desreguladas
  - enferrujadas

- limpeza
- preservação no caso de armazenagem
- Uso inadequado dos instrumentos, equipamentos
- Equipamentos não adequados
- Inspeção
- Condições locais
- Queda de energia

#### FATORES QUE AFETAM UMIDADE:

- Prensadeira sem pressão suficiente (desregulada)
- Estufa (desregulada)

#### FATORES QUE AFETAM CINZAS:

- Lavador-descascador não retira todo o excesso de terra e areia
- Limpeza do cadinho (sem manutenção)

#### FATOR QUE AFETA ACIDEZ (A Medida da Acidez):

- Bureta lacrada, ou seja, com a torneirinha desregulada ou também com bolha de ar

#### FATORES QUE AFETAM FIBRAS, FIAPOS, ENTRECASCAS E CASCAS:

- Peneiras vibratórias
  - sujas
  - com malhas perfuradas
  - sem regulagem periódica
- Luminária inadequada para catação
- Tabuleiro para catação com fundo de cor inadequada ( adequada: verde ou azul)
- Ventilador do processo industrial sem rotação adequada
- Pinça (desajustada)

#### FATOR QUE AFETA CASCAS:

- lavador-descascador não retira toda a casca

#### 4.5.3. Análise Conjunta dos Fatores que Afetam os Itens Analisados no que se Refere a Medida

##### FATORES QUE AFETAM TODOS OS ITENS:

- Capacidade de produção de cada equipamento (p. ex.: prensadeira)
- Equipamentos necessários para a produção de farinha e equipamentos de inspeção, medição (p. ex.: balança) sem exatidão e precisão necessárias [26]
- Medições incertas ou registradas inadequadamente
- Critérios de aceitação mal definidos

##### FATOR QUE AFETA AMIDO E UMIDADE:

- Tempo e temperatura no forno

##### FATOR QUE AFETA AMIDO E ACIDEZ:

- Leitura correta ou incorreta (p. ex.: bureta, no caso da acidez)

##### FATORES QUE AFETAM UMIDADE:

- Placa de alumínio pré-aquecida e tarada
- Tempo na prensadeira
- Temperatura da estufa e tempo de aquecimento das amostras na estufa durante análise

##### FATOR QUE AFETA CINZAS:

- Temperatura da mufla e tempo de aquecimento das amostras na mufla durante análise

##### FATOR QUE AFETA CINZAS, FIBRAS, FIAPOS, ENTRECASCAS E CASCAS:

- Pesagem ou leitura correta ou incorreta da balança

##### FATORES QUE AFETAM ACIDEZ:

###### A Medida da Acidez:

- Quantidade incorreta:
  - da água utilizada na diluição
  - do indicador
  - da solução básica (NaOH 0.1N)

**A Acidez:**

- Tempo que a massa fica exposta para a secagem, depois da prensagem

**FATORES QUE AFETAM FIBRAS, FIAPOS, ENTRECASCAS E CASCAS:**

- Peneiras
  - tempo de peneiragem
  - de tamanho incorreto

**4.5.4. Análise Conjunta dos Fatores que Afetam os Itens Analisados no que se Refere a Meio Ambiente****FATORES QUE AFETAM TODOS OS ITENS:**

- Clima
  - chuvoso
  - úmido
  - seco
  - quente
- Ambiente abafado
- Iluminação inadequada
  - escuro
- Ambiente de trabalho sem estrutura e conforto (ergonomia)
  - cadeiras
  - bancos
- Presença de insetos

**FATOR QUE AFETA AMIDO, CINZAS E ACIDEZ:**

- Ambiente empoeirado

**FATOR QUE AFETA AMIDO, UMIDADE, CINZAS E ACIDEZ:**

- Ventilação, tempo e local para armazenamento

#### 4.5.5. Análise Conjunta dos Fatores que Afetam os Itens Analisados no que se Refere a Mão-de-Obra

##### FATORES QUE AFETAM TODOS OS ITENS:

Os operários são afetados por:

- Falta de higiene
- Cansaço
- Problemas
  - saúde
  - vista
  - familiares
  - alimentação
  - financeiros
- Distração
- Trabalho sob pressão
  - inspeção
- Treinamento
  - operários mal treinados
  - operários sem treinamento
- Qualificação deficiente
- Não utilização dos equipamentos de segurança do trabalho

#### 4.5.6. Análise Conjunta dos Fatores que Afetam os Itens Analisados no que se Refere a Método

##### FATORES QUE AFETAM TODOS OS ITENS:

- Métodos e metodologias adequados e padronizados ou não
- Técnicas atualizadas ou não
- Instruções de trabalho bem documentadas ou não
- Informações claras ou não
- Registros de qualidade preenchidos corretamente ou não

##### FATOR QUE AFETA ACIDEZ; FIBRAS, FIAPOS, ENTRECASCAS E CASCAS:

- O método de medição é aplicado corretamente ou não

**FATOR QUE AFETA AMIDO, CINZAS E UMIDADE:**

- Calculado corretamente ou não

**FATOR QUE AFETA FIBRAS, FIAPOS E ENTRECASCAS:**

- Identificação correta ou não de fibras, fiapos e entrecascas

**FATOR QUE AFETA CASCAS:**

- Identificação correta ou não de cascas

**4.6. Formulação Matemática do Problema**

Como visto acima, com a superposição dos diagramas de Ishikawa de cada um dos seis itens analisados, identifica-se quais causas são comuns a todos eles ou alguma combinação deles.

A partir daí, enuncia-se o seguinte problema:

**ENUNCIADO DO PROBLEMA:**

Dadas as causas que afetam a qualidade, a produtividade e a competitividade da farinha de mandioca seca fina, maximizar o lucro da empresa com a eliminação dessas causas e determinar quais são as prioritárias quando a empresa tem limitação financeira.

Este problema é semelhante ao problema da mochila que é maximizar a quantidade de objetos que caibam na mochila e que se possa carregar, com a restrição de peso e volume da mochila.

Com a resolução deste problema, obtém-se uma escala de prioridade para a eliminação dessas causas de acordo com as possibilidades financeiras da empresa.

$$\begin{array}{ll} \text{Maximize} & \sum_{i=1}^n p_i x_i \\ \text{s.a} & \sum_{i=1}^n c_i x_i \leq C \end{array}$$

onde,  $n = n^{\circ}$  total de causas detectadas

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{se a causa } i \text{ for eliminada} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$p_i = (r_i - c_i) \cdot (0.05 q_{i1} + 0.2 q_{i2} + 0.05 q_{i3} + 0.05 q_{i4} + 0.6 q_{i5} + 0.05 q_{i6})$$

sendo,

$p_i$  = fator ponderado de lucro

$r_i$  = retorno da eliminação das n causas

$c_i$  = custo da eliminação das n causas

$$q_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se a causa } i \text{ afeta o item } j \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6.$$

e,

C = Orçamento

Em palavras, deseja-se maximizar o lucro da empresa onde  $p_i$  é o retorno ( $r_i$ ) que a eliminação do problema  $i$  trará para a empresa, menos o custo ( $c_i$ ) da eliminação deste problema e, tudo isto, ponderado pelo somatório da multiplicação das percentagens (apresentadas na seção 4.4) de cada um dos itens analisados pela constante binária  $q_{ij}$  definida acima.

A restrição do problema significa que a soma dos custos da eliminação dos problemas não deve exceder o orçamento C disponível na empresa para isto.

Alguns dos fatores apresentados no diagrama de Ishikawa não são considerados por quatro motivos: por serem fatores externos, porque estão incluídos em outros que são considerados, ou por serem pequenos ou, ainda, por já serem considerados anteriormente. Assim, através do diagrama de Ishikawa pode-se identificar os fatores que são considerados na formulação matemática.

#### EXEMPLO:

Suponha-se que a empresa A tenha uma receita bruta de Cr\$ 600.000.000,00, ou ainda, U\$S 125.000 ao ano (cotação do dólar em 08/08/92 igual a Cr\$ 4.800,00); um orçamento de 10% para investir em qualidade, ou seja, Cr\$ 60.000.000,00 ou U\$S 12.500 ao ano; e as causas possíveis de serem eliminadas sejam as seguintes:

- I<sub>1</sub> → variedade da mandioca não adequada
- I<sub>2</sub> → período da colheita não adequado
- I<sub>3</sub> → má qualidade da água utilizada no processo de fabricação
- I<sub>4</sub> → falta de cuidados no transporte
- I<sub>5</sub> → fornecedores inadequados
- I<sub>6</sub> → falta de cuidados no cultivo
- I<sub>7</sub> → meio ambiente abafado
- I<sub>8</sub> → meio ambiente com iluminação inadequada
- I<sub>9</sub> → meio ambiente com presença de insetos
- I<sub>10</sub> → meio ambiente empoeirado
- I<sub>11</sub> → ventilação, tempo e local inadequados para armazenamento
- I<sub>12</sub> → equipamentos sem manutenção
- I<sub>13</sub> → treinamento não adequado da mão de obra
- I<sub>14</sub> → qualificação deficiente dos operários
- I<sub>15</sub> → equipamentos necessários para a produção de farinha e equipamentos de inspeção, medição (p.ex.: balança) sem exatidão e precisão necessárias
- I<sub>16</sub> → instruções de trabalho documentadas de forma inadequada

Na figura 11 apresentam-se os valores das constantes binárias ( $q_{ij}$ ). Os valores de  $r_i$ ,  $c_i$  e  $p_i$  apresentam-se na figura 12. Na figura 13, apresentam-se a solução ótima do problema onde o orçamento considerado é igual a Cr\$ 60.000.000,00. Daí, tem-se que os problemas (causas) a serem resolvidos (eliminados) por primeiro são: I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>8</sub> e I<sub>12</sub>, respectivamente, com um lucro de Cr\$ 205.000.000,00 para a empresa.

Considerando-se um orçamento C de Cr\$ 80.000.000,00, ou seja, 16.600 (Ver Fig. 14) tem-se que os problemas a serem resolvidos por primeiro são I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>8</sub>, I<sub>9</sub>, I<sub>10</sub>, I<sub>12</sub>, I<sub>13</sub> e I<sub>16</sub>, com um lucro de Cr\$ 234.000.000,00 para a empresa.

Para C igual a Cr\$ 100.000.000,00 (US\$ 20.000. Ver Fig. 15) os problemas são I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>9</sub>, I<sub>8</sub>, I<sub>10</sub>, I<sub>12</sub>, I<sub>13</sub>, I<sub>14</sub> e I<sub>16</sub>, com um lucro de Cr\$ 258.000.000,00 para a empresa.

Dos resultados fornecidos pelo modelo matemático, nota-se que a relação entre benefício e custo cresce à medida que cresce o orçamento investido (ver Fig. 16), mas não proporcionalmente. À medida que cresce o orçamento, a tendência é

que o benefício cresça em menor proporção, o que confirma a lei dos rendimentos decrescentes. Isto pode ser verificado na figura 17 - Relação Marginal Entre Benefício/Custo. Nesse gráfico observa-se que a taxa marginal decresce à medida que cresce o orçamento investido em qualidade. Então, conhecendo a taxa mínima de atratividade (TMA) seria possível ter, se necessário, uma base de comparação de alternativas de investimento. O gráfico mostra ainda um ponto de equilíbrio do ponto de vista financeiro entre um investimento em qualidade e um investimento representado pela TMA, por exemplo, as aplicações bancárias. Porém, a decisão não deve ser baseada somente neste aspecto. O decisor, naturalmente, terá que analisar aspectos estratégicos e o aspecto aqui apresentado é importante na tomada de decisão, mas é apenas um dos itens a analisar no citado processo decisório.

Obs.: Os valores numéricos para os dados de entrada aqui considerados são calculados aproximadamente, servindo somente para demonstrar o funcionamento do modelo matemático construído.

Fig. 11: QUADRO 1. Valores das Constantes Binárias ( $q_{ij}$ )

QUADRO 1								
CAUSA (i) Q <sub>ij</sub>	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Q <sub>i1</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1
Q <sub>i2</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1
Q <sub>i3</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1
Q <sub>i4</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1
Q <sub>i5</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1
Q <sub>i6</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1

CONTINUAÇÃO DO QUADRO 1								
CAUSA (i) Q <sub>ij</sub>	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16
Q <sub>i1</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1
Q <sub>i2</sub>	1	0	1	1	1	1	1	1
Q <sub>i3</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1
Q <sub>i4</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1
Q <sub>i5</sub>	1	0	0	1	1	1	1	1
Q <sub>i6</sub>	1	0	0	1	1	1	1	1

Fig. 12: QUADRO 2. Valores do Retorno ( $r_i$ ), Custo ( $c_i$ ) e Fator Ponderado de Lucro ( $p_i$ ).

QUADRO 2								
CAUSA (i) DADOS	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
R <sub>i</sub>	130	38	12	30	30	40	6	7
C <sub>i</sub>	24	6	8	15	48	20	4.5	2
P <sub>i</sub>	106	32	4	15	-18	20	1.5	5

CONTINUAÇÃO DO QUADRO 2								
CAUSA (i) DADOS	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16
R <sub>i</sub>	4	4	18	90	30	44	28	3
C <sub>i</sub>	1	2.4	12	28	10	20	15	1
P <sub>i</sub>	3	0.24	2.10	62	20	24	13	2

OBS:  $r_i$ ,  $c_i$  e  $p_i$  em milhões de Cr\$.

Fig. 13: QUADRO 3. Valores do Fator Ponderado de Lucro ( $p_i$ ), Custo ( $c_i$ ), Solução Ótima e LUCRO, Considerando-se um Orçamento (C) de Cr\$ 60.000.000,00.

QUADRO 3								
Causa(i)	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Pi	106	32	4	15	-18	20	1.5	5
Ci	24	6	8	15	48	20	4.5	2
C	60							
SOL.ÓT.	1	1	0	0	0	0	0	1
CONTINUAÇÃO DO QUADRO 3								
Causa(i)	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16
Pi	3	0.24	2.10	62	20	24	13	2
Ci	1	2.4	12	28	10	20	15	1
SOL.ÓT.	0	0	0	1	0	0	0	0
C	60							
LUCRO	205							

OBS:  $c_i$ ,  $p_i$ , C e LUCRO em milhões de Cr\$.

Fig. 14: QUADRO 4. Valores do Fator Ponderado de Lucro ( $p_i$ ), Custo ( $c_i$ ), Solução Ótima e LUCRO, Considerando-se um Orçamento (C) de Cr\$ 80.000.000,00.

QUADRO 4								
Causa(i)	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Pi	106	32	4	15	-18	20	1.5	5
Ci	24	6	8	15	48	20	4.5	2
C	80							
SOL.ÓT.	1	1	1	0	0	0	0	1
CONTINUAÇÃO DO QUADRO 4								
Causa(i)	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16
Pi	3	0.24	2.10	62	20	24	13	2
Ci	1	2.4	12	28	10	20	15	1
SOL.ÓT.	1	0	0	1	1	0	0	1
C	80							
LUCRO	234							

OBS:  $c_i$ ,  $p_i$ , C e LUCRO em milhões de Cr\$.

Fig. 15: QUADRO 5. Valores do Fator Ponderado de Lucro ( $p_i$ ), Custo ( $c_i$ ), Solução Ótima e LUCRO, Considerando-se um Orçamento (C) de Cr\$ 100.000.000,00.

QUADRO 5								
Causa(i)	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Pi	106	32	4	15	-18	20	1.5	5
Ci	24	6	8	15	48	20	4.5	2
C	100							
SOL.ÓT.	1	1	1	0	0	0	0	1
CONTINUAÇÃO DO QUADRO 5								
Causa(i)	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16
Pi	3	0.24	2.10	62	20	24	13	2
Ci	1	2.4	12	28	10	20	15	1
C	100							
SOL.ÓT.	1	0	0	1	1	1	0	1
LUCRO	258							

OBS:  $c_i$ ,  $p_i$ , C e LUCRO em milhões de Cr\$.

Fig. 16: Relação Entre Benefício e Custo

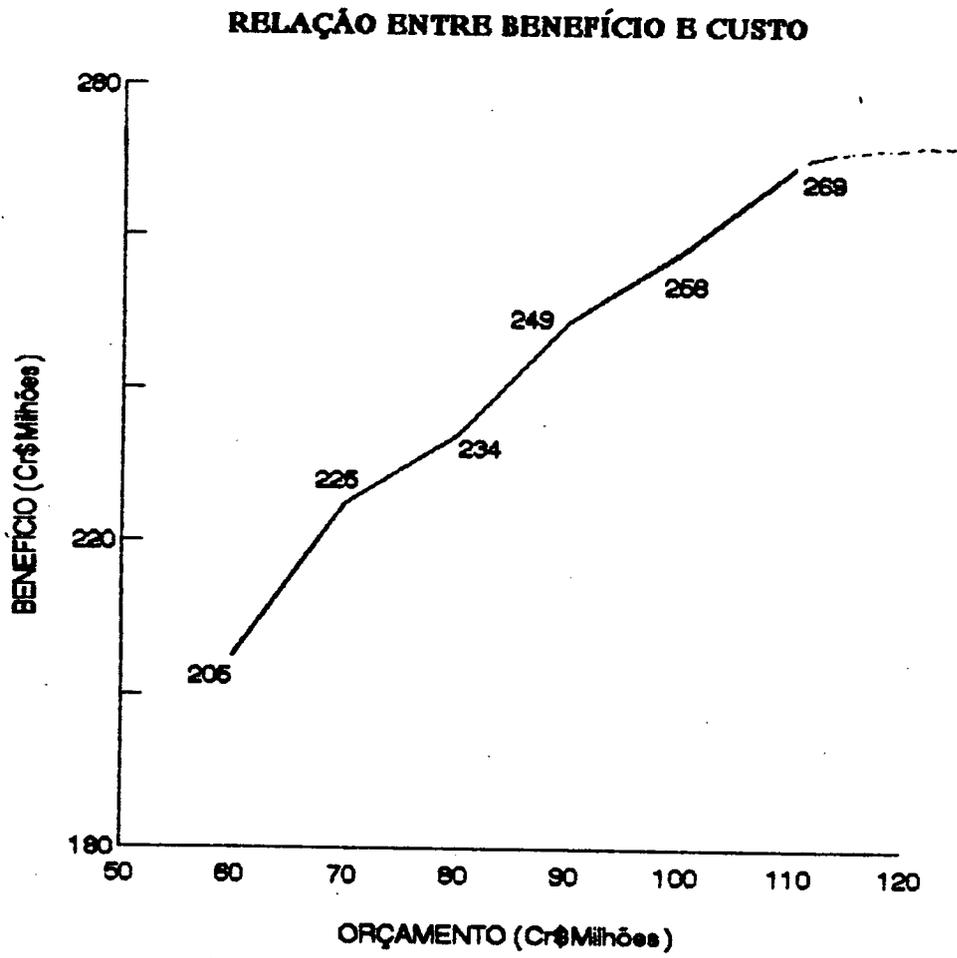
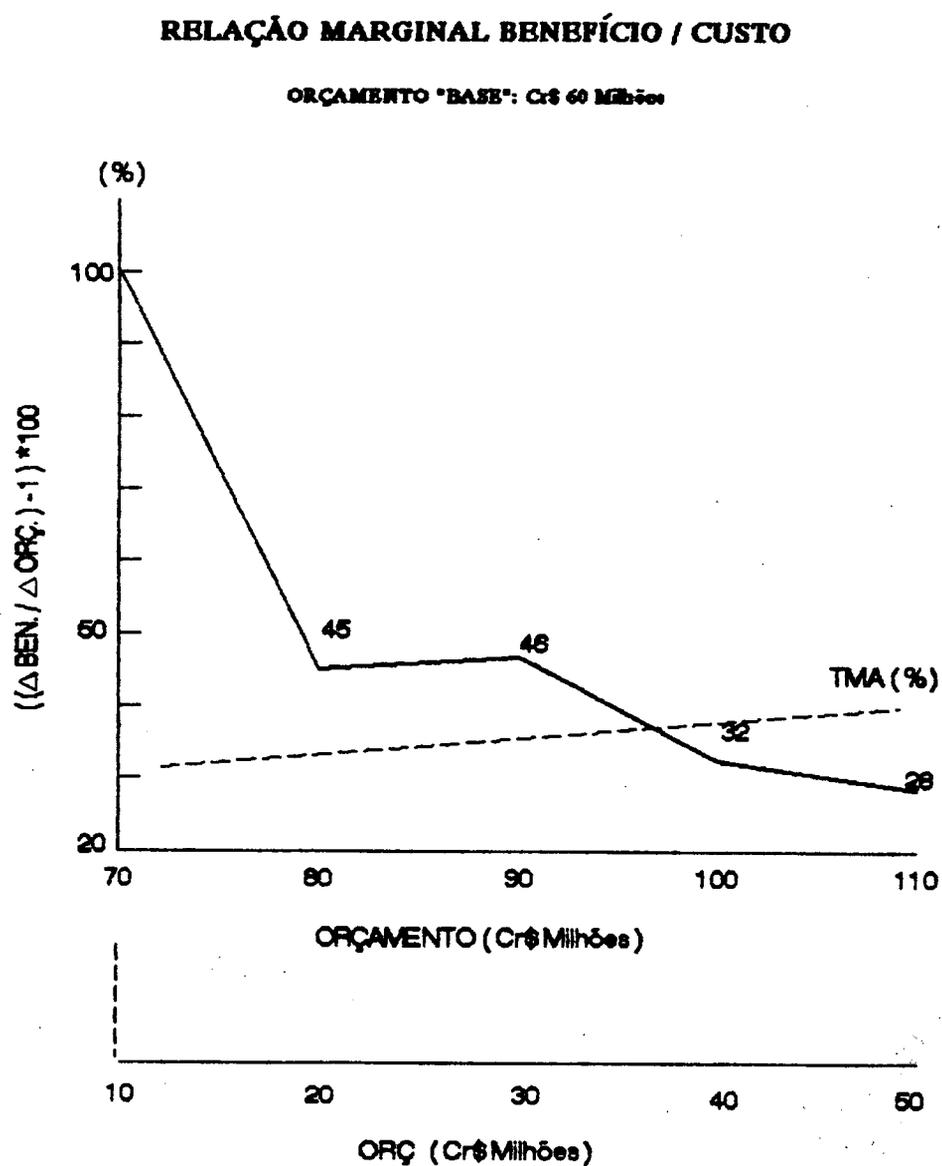


Fig. 17: Relação Marginal Entre Benefício/Custo



Neste caso particular, este método permite estabelecer prioridades ou programar melhorias de qualidade em função do orçamento disponível pela empresa.

Finaliza-se aqui este capítulo passando então para a conclusão do trabalho.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÃO

#### 5. Conclusão

Em princípio, os procedimentos a serem executados, no intuito de aprimorar o desempenho, garantindo a qualidade, a produtividade e a competitividade do setor produtor de farinha de mandioca, são:

- 1) Coleta de Amostras.
- 2) Seleção dos Parâmetros a Serem Controlados.
- 3) Confeção dos Histogramas para cada Parâmetro.
- 4) Confeção das Cartas de Controle para cada Parâmetro.
- 5) Indicação de quais Parâmetros Estão Fora de Controle.
- 6) Realização de Brainstorming para Detectar todas as Possíveis Causas de um Parâmetro Estar Fora de Controle.
- 7) Confeção do Diagrama de Ishikawa para cada Parâmetro Fora de Controle.
- 8) Verificação de quais Causas são Comuns a Vários Parâmetros Fora de Controle.
- 9) Construção da Escala de Prioridades para a Eliminação das Causas.
- 10) Repetição do Processo Todo, Retornando ao Passo 1.

Pelas especificações apresentadas no anexo II para a elaboração dos histogramas e cartas de controle, a farinha é classificada como no mínimo tipo 3. Para determinar se estas são do tipo 1 ou 2, basta mudarmos as especificações mínimas e máximas de acordo com o anexo I. Também, a pior classificação dos itens será a classificação final da farinha.

Através das cartas de controle e, mais especificamente, pela faixa de pontos situados fora da faixa de controle, pode-se localizar o grupo de produtores das respectivas amostras que

apresentam problemas, além das datas de amostragem e, a partir daí, pode-se fazer uma averiguação mais cuidadosa para determinar qual ou quais produtores deste grupo não estão produzindo farinha de qualidade e por quê. De posse destas informações, será possível realizar um trabalho de conscientização e auxílio para que os produtores possam melhorar a qualidade de seus produtos de acordo com as suas condições. Isto resultará na garantia da comercialização onde, tanto produtor quanto consumidor estarão seguros da qualidade dos produtos.

Na seção 4.5, têm-se seis conjuntos de fatores que afetam todos os itens analisados. Assim, se para cada um desses conjuntos forem eliminados em primeiro lugar estes fatores, o resultado final em termos de lucros para a empresa será vantajoso. Depois, eliminam-se os outros fatores. Para o afastamento desses, pode-se recorrer a pesquisas ou assistência técnica, como já foi citado, e também a outras seções de "brainstorming", etc.

Exemplificando:

As variedades de mandioca de casca branca são as mais apropriadas e preferidas para a fabricação da farinha. A produtividade na terra é menor mas a renda é maior. No entanto, utilizam-se também as de casca preta e isto em função da maior produtividade em relação à outra ou da falta de manivas. Na região de Araruna, as variedades mais plantadas são Fibra (casca branca) e Mícola (casca preta). Na região de Paranavaí, por exemplo, as variedades de casca branca são Fibra, Espeto, Fitinha e as de casca preta são Olho-junto, IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), Vermelhinha e Schuambra. Mesmo as variedades menos resistentes, mas de boa qualidade e produtividade, podem ser cultivadas com o devido controle. Recomenda-se, aí, a utilização de ramas sadias para o plantio e rotação cultural, por exemplo. Também, é uma sugestão, durante a operação de lavagem-descascamento, adicionar areia limpa e lavada ( mais ou menos de 4 a 5 pás ) para facilitar a limpeza.

Hoje, a farinha de mandioca está sendo incorporada à merenda escolar pela FAE (Fundação de Assistência ao Estudante) e, através de um trabalho de divulgação e conscientização, ela poderá vir a estar presente à mesa, sob diversas formas, não só dos povos

de menor renda mas na mesa da maioria dos brasileiros. Além disto, ela pode ser empregada no combate à diarreia infantil [11].

Observa-se que o trabalho aqui apresentado foi desenvolvido atendendo os termos da portaria atual nº 244 do Ministério da Agricultura, de 26 de outubro de 1981, "Normas de Identidade, Qualidade, Embalagem, Armazenamento e Transporte da Farinha de Mandioca" [35] (ver cap.3). É importante salientar que já está sendo elaborada uma proposta de alteração desta portaria para o Ministério da Agricultura com definições mais claras e novos padrões de especificação adequando-se à realidade atual.

Existem muitos problemas a serem resolvidos e a aplicação deste trabalho vai solucionar uma série deles. Se não forem solucionados todos, pelo menos se terá consciência dos mais importantes e este é uma fonte de informações.

#### TRABALHOS POSTERIORES:

- Estudo sobre o pó da farinha de mandioca. Este é um fator preocupante (devido ao ácaro) pelo fato de que alguns produtores o adicionam à farinha para que esta aumente seu peso visando, apenas, o lucro e esquecendo de que o que se deseja na comercialização é qualidade a preços mais acessíveis.
- Estudo mais aprimorado sobre a determinação dos valores do retorno ( $r_i$ ) e custo ( $c_i$ ) da eliminação das possíveis causas que afetam a qualidade, a produtividade e a competitividade da farinha de mandioca seca fina
- Trabalho de divisão de empresas segundo duas classificações:
  - 1) Empresas que possuem o mesmo nível de qualidade. Serão determinados diferentes níveis de qualidade (Empresas que possuírem um mesmo "nível de qualidade" pertencerão a uma mesma classe de qualidade)

2) Serão determinados diferentes níveis de capacidade de saldar endividamentos. Isto será feito em base aos índices de rentabilidade, volume de vendas, crescimento, etc. Analogamente ao item 1, serão determinadas aqui vários níveis (Empresas que possuírem o mesmo índice farão parte da mesma classe).

Feitas as duas classificações, cada empresa terá associado a si um "nível" de qualidade e um "nível" de capacidade de saldar endividamentos. Isto permitirá programar para cada empresa, o investimento em qualidade, compatível com sua "capacidade financeira".

ANEXOS

Anexo I.

Especificação dos Itens da Farinha de Mandioca Seca Fina

Anexo II.

Dados das Amostras, Histogramas, Cartas de Controle, Análise das Cartas de Controle e Análise Estatística dos Dados

Anexo I. Especificação dos Itens da Farinha de Mandioca Seca Fina

Tabela 2: Qualificação dos Tipos de Farinha de Mandioca Seca Fina Para Tolerância Máxima Percentual das Características Físico-Químicas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	TIPO		
	1 (%)	2 (%)	3(%)
AMIDO	100 + 72	72 + 70	70 + 68
UMIDADE	0 + 13	0 + 13	0 + 13
CINZAS	0 + 2	0 + 2	0 + 2
ACIDEZ	0 + 3	0 + 3	0 + 3
FIBRAS, FIAPOS E ENTRECASCAS	0 + 1	1 + 2	2 + 3
CASCAS	0 + 0,5	0,5+ 1	1 + 1,5

Fonte: CLASPAR

Anexo II. Dados das Amostras, Histogramas, Cartas de Controle, Análise das Cartas de Controle e Análise Estatística dos Dados

Tabela 3: Dados das Amostras do Item Amido

Tipo Dado : VARIÁVEIS      Carta de Controle : XBAR & S Item : AMIDO Número de amostras: 15      Tamanho da Amostra: 10 Limites de Especificação - Inferior : 68      Superior : 100								
AMOSTRA ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8
1	77.72	80.30	75.22	81.25	80.16	72.69	77.90	75.91
2	75.40	75.08	73.12	92.05	78.62	72.26	73.34	72.63
3	74.30	82.76	75.25	75.83	75.65	72.57	72.90	75.48
4	85.16	73.19	82.28	75.17	74.23	72.64	73.38	74.78
5	73.49	73.28	69.65	91.01	87.21	72.69	72.88	75.34
6	75.57	73.94	71.06	70.87	75.29	72.40	72.30	73.49
7	78.14	75.67	78.80	74.13	76.03	72.28	78.55	77.32
8	89.02	74.63	76.12	79.55	73.25	72.33	75.32	74.85
9	76.16	72.26	84.84	73.38	78.57	72.50	75.94	76.70
10	75.90	71.26	76.37	75.69	72.62	73.63	76.61	75.11
MÉDIA	78.086	75.237	76.271	78.893	77.163	72.599	74.912	75.161
DESVIO	5.025	3.608	4.703	7.279	4.290	0.397	2.263	1.381
AMOSTRA ELEMENTO	9	10	11	12	13	14	15	
1	76.02	75.93	75.35	76.59	75.09	76.56	75.49	
2	76.10	73.60	75.40	74.64	74.76	77.57	75.47	
3	76.12	77.03	79.30	74.59	75.34	76.73	74.47	
4	76.39	77.31	78.38	76.17	75.08	76.94	77.10	
5	76.36	79.99	74.73	76.57	74.75	77.10	76.77	
6	76.38	76.63	77.17	74.61	75.42	76.24	74.94	
7	78.90	76.19	74.37	80.64	76.12	76.99	76.49	
8	75.22	76.08	75.18	74.99	74.95	77.03	75.14	
9	76.87	75.34	76.69	74.99	73.15	73.90	76.38	
10	75.82	75.25	76.58	74.57	76.94	75.82	76.40	
MÉDIA	76.418	76.335	76.315	75.836	75.160	76.488	75.865	
DESVIO	0.972	1.659	1.615	1.880	0.978	1.031	0.876	

Fig. 18: Histograma do Item Amido

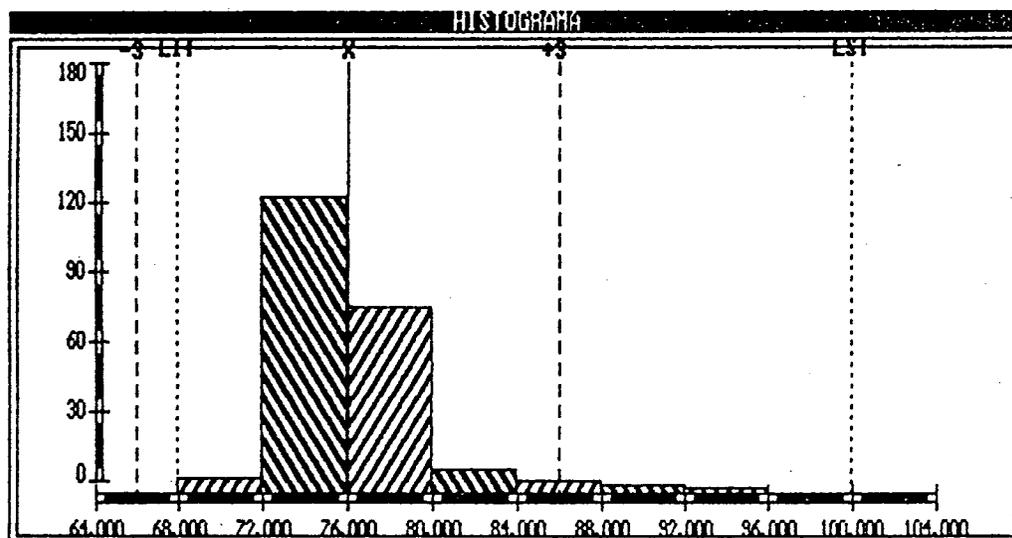


Fig. 19: Cartas de Controle da Média e Desvio-Padrão do Item Amido

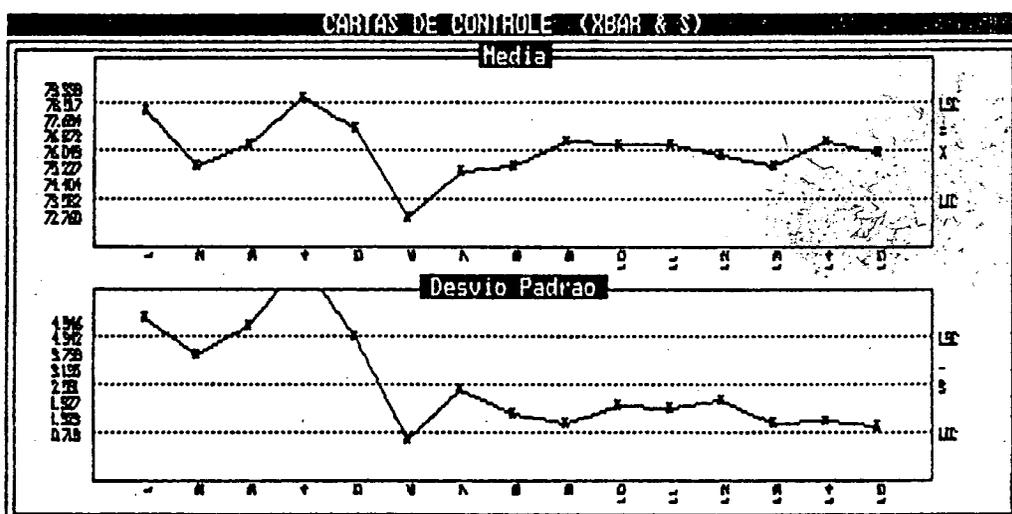


Fig. 20 : Análise das Cartas Média e Desvio-Padrão do Item Amido

CARTA : Média

- > AMOSTRAS FORA DO LIMITES DE CONTROLE = 2
- > NENHUMA TENDÊNCIA VERIFICADA
- 53.33% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO SUPERIOR
- 46.67% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO INFERIOR

CARTA : Desvio Padrão

- > AMOSTRAS FORA DO LIMITES DE CONTROLE = 4
- > NENHUMA TENDÊNCIA VERIFICADA
- > 7 AMOSTRAS CONSECUTIVAS DO MESMO LADO DA LINHA CENTRAL \*
- 33.33% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO SUPERIOR
- 66.67% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO INFERIOR

\*\*\* PROCESSO NAO ESTÁVEL \*\*\*

\* Na realidade, são 10 amostras; o pacote de SW fixa em 7 o limite inferior para uma sequência de pontos ao mesmo lado da linha central.

Tabela 4: Dados das Amostras do Item Umidade

Tipo Dado : VARIÁVEIS      Carta de Controle : XBAR & S Item : UMIDADE Número de amostras: 15      Tamanho da Amostra: 10 Limites de Especificação - Inferior : 0      Superior : 13								
AMOSTRA ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8
1	9.69	6.10	11.12	7.71	8.32	12.59	9.59	10.69
2	11.01	11.20	12.34	1.91	9.18	12.84	12.20	12.62
3	11.65	6.89	11.10	10.77	10.87	12.66	10.25	10.44
4	5.60	12.30	7.14	11.15	11.69	12.62	10.83	11.37
5	12.12	12.27	14.39	2.45	4.46	12.59	11.50	11.05
6	10.92	11.86	13.55	13.66	11.08	12.76	11.01	12.03
7	9.45	10.86	9.08	11.75	10.65	12.83	9.22	9.35
8	3.50	11.46	10.60	8.66	12.26	12.80	11.06	11.33
9	10.58	12.84	5.74	11.03	9.21	12.70	10.70	9.64
10	11.99	13.43	10.46	10.86	12.63	12.04	10.32	11.14
MÉDIA	9.651	10.921	10.552	8.995	10.035	12.643	10.668	10.966
DESVIO	2.871	2.460	2.677	3.938	2.404	0.232	0.875	0.996
AMOSTRA ELEMENTO	9	10	11	12	13	14	15	
1	10.66	10.71	10.83	10.33	11.19	10.35	10.96	
2	10.61	12.06	10.63	11.46	11.38	9.77	10.97	
3	10.72	10.08	8.88	11.48	11.05	10.25	11.55	
4	10.79	9.92	9.77	10.57	11.20	10.13	10.04	
5	10.21	10.56	11.40	10.34	11.39	10.04	10.23	
6	10.69	10.31	10.00	11.47	11.00	10.53	11.28	
7	9.92	10.56	12.06	9.63	10.60	10.10	10.39	
8	11.13	10.22	11.14	11.25	11.27	10.08	11.16	
9	10.17	11.05	10.33	11.25	12.32	11.88	10.45	
10	10.77	11.10	10.34	11.49	10.13	10.77	10.44	
MÉDIA	10.567	10.657	10.538	10.927	11.153	10.390	10.747	
DESVIO	0.359	0.626	0.896	0.660	0.565	0.593	0.502	

Fig. 21: Histograma do Item Umidade

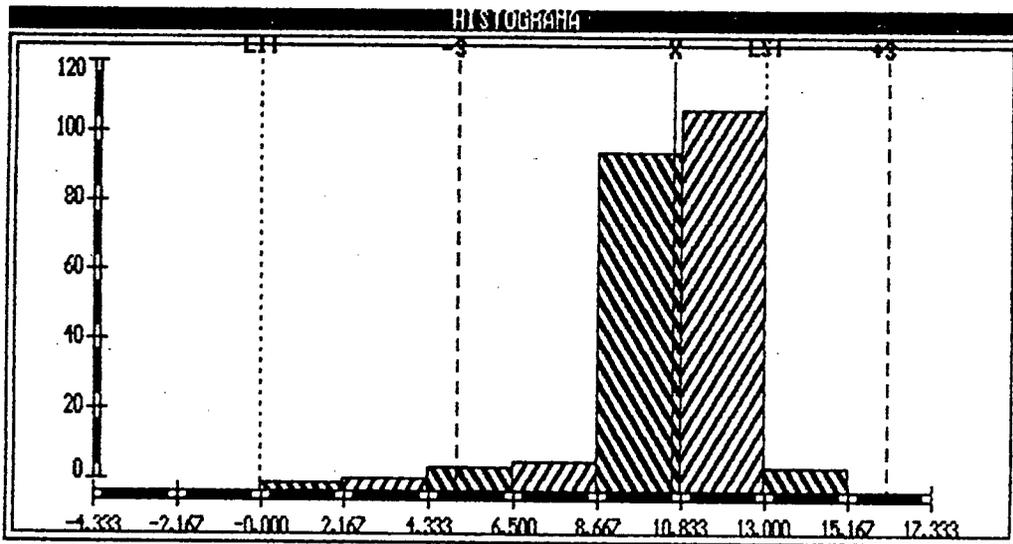


Fig. 22: Cartas de Controle da Média e Desvio-Padrão do Item Umidade

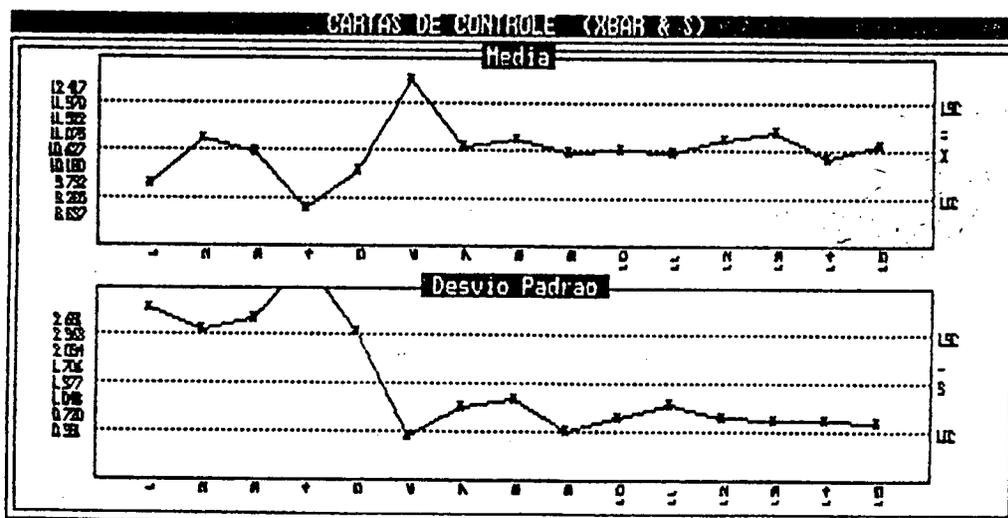


Fig. 23: Análise das Cartas Média e Desvio-Padrão do Item Umidade

CARTA : Média

- > AMOSTRAS FORA DO LIMITES DE CONTROLE = 2
- > NENHUMA TENDÊNCIA VERIFICADA
- 53.33% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO SUPERIOR
- 46.67% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO INFERIOR

CARTA : Desvio Padrão

- > AMOSTRAS FORA DO LIMITES DE CONTROLE = 7
- > NENHUMA TENDÊNCIA VERIFICADA
- > 7 AMOSTRAS CONSECUTIVAS DO MESMO LADO DA LINHA CENTRAL
- 33.33% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO SUPERIOR
- 66.67% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO INFERIOR

\*\*\* PROCESSO NAO ESTÁVEL \*\*\*

Tabela 5: Dados das Amostras do Item Cinzas

Tipo Dado : VARIÁVEIS      Carta de Controle : XBAR & S								
Item : CINZAS								
Número de amostras: 15      Tamanho da Amostra: 10								
Limites de Especificação - Inferior : 0      Superior : 2								
AMOSTRA								
ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.55	0.70	0.72	0.73	0.87	0.61	0.55	0.53
2	0.57	0.63	0.89	0.80	0.62	0.66	0.59	0.39
3	0.53	0.55	0.85	0.78	0.62	0.55	0.80	0.53
4	0.70	0.56	0.69	0.79	0.82	0.60	0.48	0.48
5	0.79	0.97	0.68	0.76	0.82	0.60	0.66	0.51
6	0.63	0.40	0.69	0.77	0.75	0.61	0.56	0.60
7	0.91	0.30	0.40	0.68	0.48	0.56	0.78	0.46
8	0.61	0.56	0.84	0.88	0.60	0.58	0.69	0.28
9	0.76	0.51	0.91	0.72	0.87	0.62	0.58	0.67
10	0.75	0.59	0.81	0.86	0.66	0.59	0.53	0.54
MÉDIA	0.680	0.577	0.748	0.777	0.711	0.598	0.622	0.499
DESVIO	0.123	0.178	0.150	0.061	0.134	0.031	0.107	0.108
AMOSTRA								
ELEMENTO	9	10	11	12	13	14	15	
1	0.38	0.74	0.86	0.64	0.72	0.84	0.58	
2	0.66	0.58	0.52	0.67	0.73	0.70	0.56	
3	0.46	0.54	0.37	0.65	0.90	0.69	0.64	
4	0.66	0.54	0.54	0.62	0.66	0.71	0.78	
5	0.55	0.45	0.76	0.62	0.72	0.69	0.52	
6	0.57	0.52	0.44	0.65	0.77	0.74	0.95	
7	0.49	0.71	0.36	0.88	0.80	0.54	0.60	
8	0.92	0.61	0.76	0.60	0.63	0.61	0.44	
9	0.43	0.41	0.71	0.81	1.05	0.64	0.53	
10	0.57	0.53	0.79	0.80	0.71	0.58	0.66	
MÉDIA	0.569	0.563	0.611	0.694	0.769	0.674	0.626	
DESVIO	0.154	0.103	0.186	0.098	0.124	0.086	0.146	

Fig. 24: Histograma do Item Cinzas

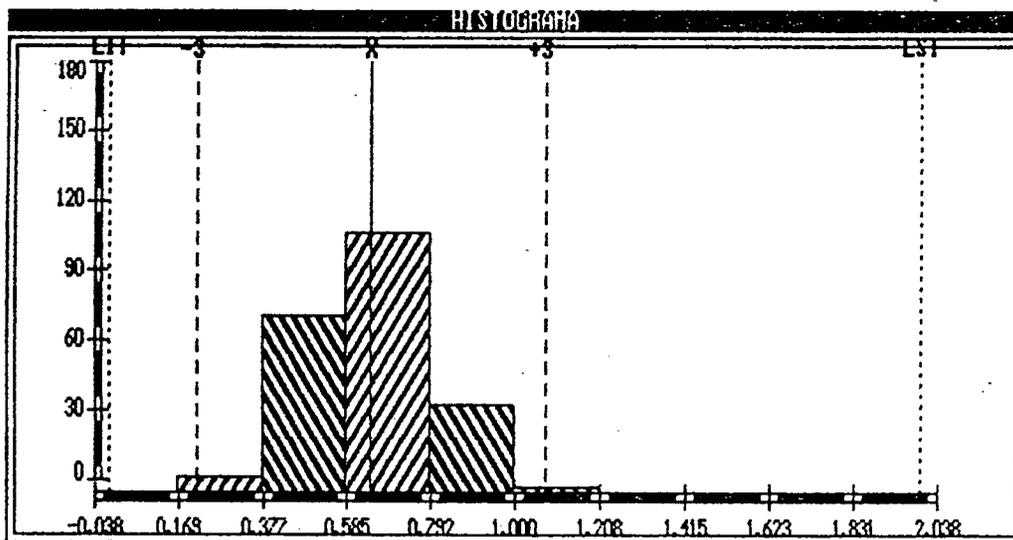


Fig. 25: Cartas de Controle da Média e Desvio-Padrão do Item Cinzas

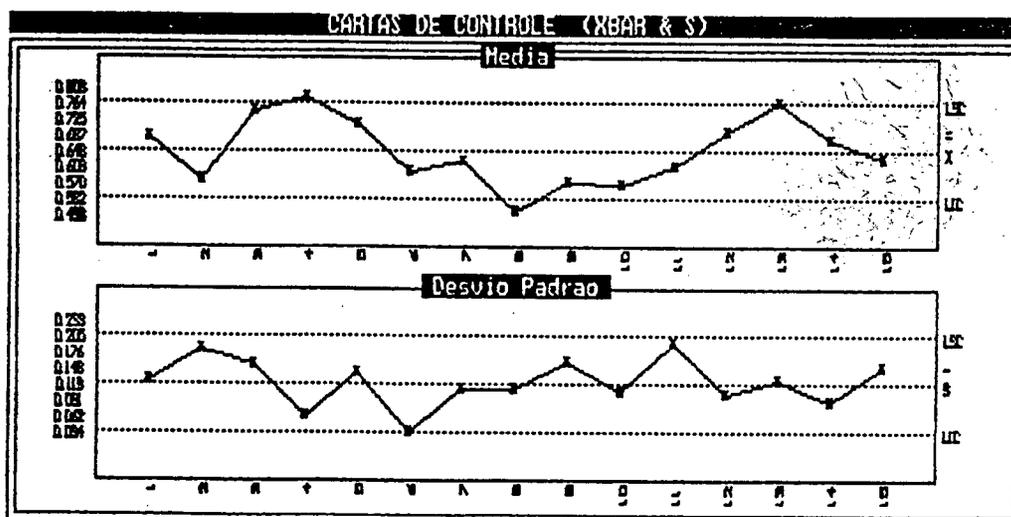


Fig. 26: Análise das Cartas Média e Desvio-Padrão do Item Cinzas

CARTA : Média

-> AMOSTRAS FORA DO LIMITES DE CONTROLE = 3  
-> NENHUMA TENDÊNCIA VERIFICADA  
46.67% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO SUPERIOR  
53.33% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO INFERIOR

CARTA : Desvio Padrão

-> AMOSTRAS FORA DO LIMITES DE CONTROLE = 1  
-> NENHUMA TENDÊNCIA VERIFICADA  
53.33% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO SUPERIOR  
46.67% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO INFERIOR

\*\*\* PROCESSO NAO ESTÁVEL \*\*\*

Tabela 6: Dados das Amostras do Item Acidez

Tipo Dado : VARIÁVEIS      Carta de Controle : XBAR & S Item : ACIDEZ Número de amostras: 15      Tamanho da Amostra: 10 Limites de Especificação - Inferior : 0      Superior : 3								
AMOSTRA ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.79	1.20	1.05	1.00	0.46	0.91	0.72	0.81
2	0.59	0.95	1.07	1.05	0.72	1.17	0.70	1.11
3	0.72	1.80	0.81	0.90	0.73	1.10	0.91	0.89
4	2.00	1.20	1.02	0.81	1.56	0.92	0.95	0.82
5	1.30	3.00	1.05	1.08	1.71	1.25	0.74	1.10
6	1.40	0.60	0.32	0.78	0.63	0.72	0.79	1.14
7	0.95	0.85	0.55	0.91	0.98	0.95	1.23	1.07
8	0.90	0.60	0.84	0.94	0.66	0.78	0.74	1.06
9	1.10	0.65	0.96	0.66	0.72	0.66	1.20	1.69
10	0.68	1.08	0.79	1.36	1.20	0.76	1.18	0.97
MÉDIA	1.043	1.193	0.846	0.949	0.937	0.922	0.916	1.066
DESVIO	0.428	0.732	0.246	0.193	0.421	0.199	0.214	0.250
AMOSTRA ELEMENTO	9	10	11	12	13	14	15	
1	0.92	0.65	0.97	1.08	1.23	0.95	0.90	
2	0.79	0.78	0.67	1.05	1.23	1.18	0.79	
3	1.00	0.98	0.62	0.85	1.23	1.14	1.10	
4	0.74	0.75	0.82	0.86	1.23	0.96	1.25	
5	0.93	0.86	0.46	0.82	0.94	1.20	0.79	
6	0.80	0.96	0.54	0.95	0.92	0.97	0.78	
7	0.92	0.93	0.57	1.02	1.00	1.20	1.21	
8	0.97	0.61	1.20	0.98	0.97	1.08	0.75	
9	0.97	0.78	1.15	1.18	0.82	0.85	0.79	
10	0.86	0.94	1.15	1.15	0.98	1.00	0.61	
MÉDIA	0.890	0.824	0.815	0.994	1.055	1.053	0.897	
DESVIO	0.088	0.131	0.282	0.125	0.158	0.124	0.215	

Fig. 27: Histograma do Item Acidez

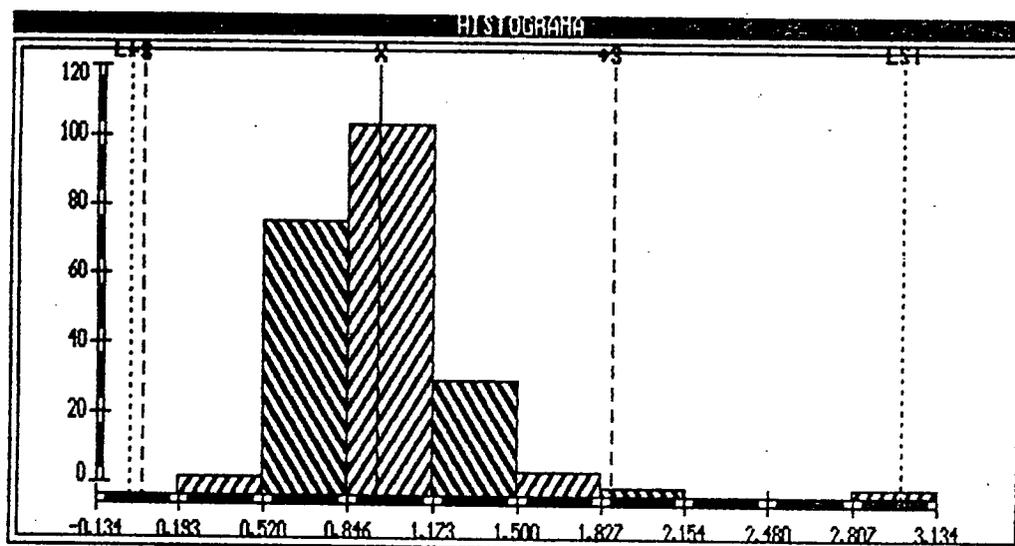


Fig. 28: Cartas de Controle da Média e Desvio-Padrão do Item Acidez

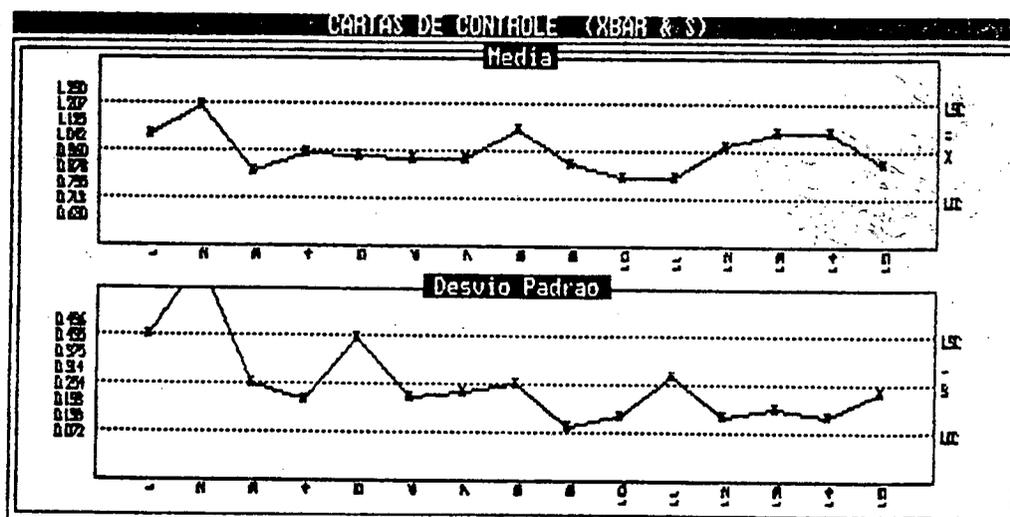


Fig. 29: Análise das Cartas Média e Desvio-Padrão do Item Acidez

CARTA : Média

-> AMOSTRAS FORA DO LIMITES DE CONTROLE = 0  
-> NENHUMA TENDÊNCIA VERIFICADA  
40.00% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO SUPERIOR  
60.00% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO INFERIOR

CARTA : Desvio Padrão

-> AMOSTRAS FORA DO LIMITES DE CONTROLE = 1  
-> NENHUMA TENDÊNCIA VERIFICADA  
26.67% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO SUPERIOR  
73.33% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO INFERIOR

\*\*\* PROCESSO NAO ESTÁVEL \*\*\*

Tabela 7: Dados das Amostras do Item Fibras, Fiapos e Entrecascas

Tipo Dado : VARIÁVEIS      Carta de Controle : XBAR & S Item : FIBRAS, FIAPOS E ENTRECASCAS Número de amostras: 15      Tamanho da Amostra: 10 Limites de Especificação - Inferior : 0      Superior : 3								
AMOSTRA ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.50	0.56	1.52	0.25	0.60	1.10	1.80	0.30
2	0.54	0.61	2.66	0.33	0.57	1.82	0.98	0.36
3	0.61	0.80	2.13	0.73	0.99	1.10	1.38	0.60
4	0.31	0.26	1.91	0.79	0.46	1.08	0.36	0.30
5	0.30	0.95	0.46	0.93	1.34	0.63	1.00	0.45
6	0.50	0.32	0.37	0.90	0.79	0.62	0.88	0.96
7	0.49	0.29	0.73	0.13	0.98	0.62	0.39	0.80
8	0.96	0.34	0.11	0.05	0.99	1.13	0.45	0.49
9	2.30	0.25	0.15	0.12	0.45	1.11	0.18	0.66
10	0.89	1.89	0.13	0.08	1.38	0.54	0.56	0.59
MÉDIA	0.740	0.627	1.017	0.431	0.855	0.975	0.798	0.551
DESVIO	0.589	0.506	0.952	0.363	0.339	0.389	0.510	0.216
AMOSTRA ELEMENTO	9	10	11	12	13	14	15	
1	0.68	0.85	1.68	0.79	0.58	0.38	0.86	
2	0.86	1.10	1.10	0.32	0.49	0.51	0.79	
3	0.39	0.28	0.28	0.64	0.42	0.75	0.42	
4	0.58	0.41	1.21	0.39	0.39	0.39	0.40	
5	0.98	0.58	1.00	0.62	0.82	0.72	0.56	
6	0.70	0.38	0.98	0.40	0.88	0.96	0.45	
7	0.58	0.71	0.59	0.81	0.85	0.85	0.95	
8	0.68	0.98	0.42	0.63	0.60	0.91	0.49	
9	0.78	0.80	0.51	0.70	0.55	1.00	0.66	
10	0.32	1.80	0.44	0.55	0.38	1.10	0.36	
MÉDIA	0.655	0.789	0.821	0.585	0.596	0.757	0.594	
DESVIO	0.200	0.445	0.444	0.169	0.191	0.256	0.210	

Fig. 30: Histograma do Item Fibras, Fiapos e Entrecasca

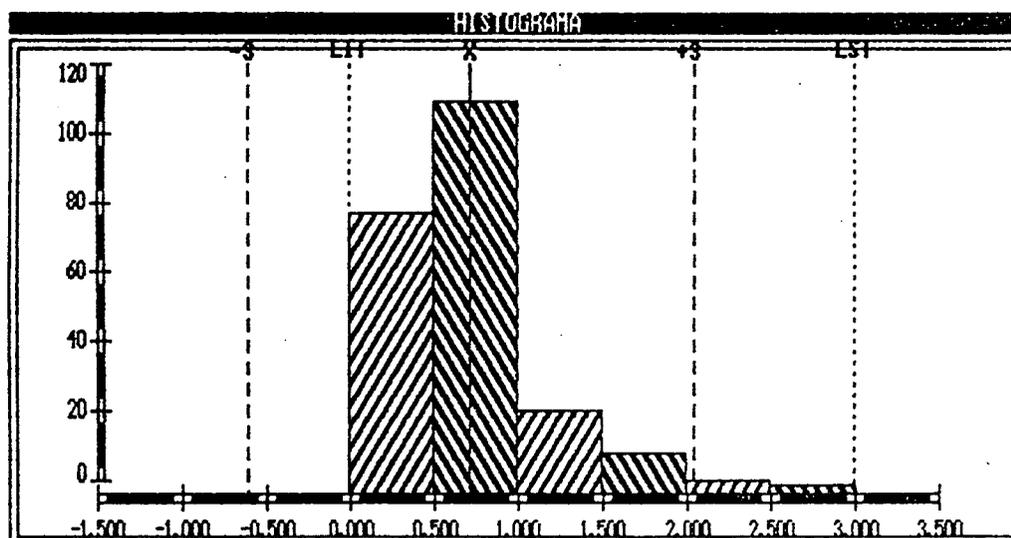


Fig. 31: Cartas de Controle da Média e Desvio-Padrão do Item Fibras, Fiapos e Entrecasca

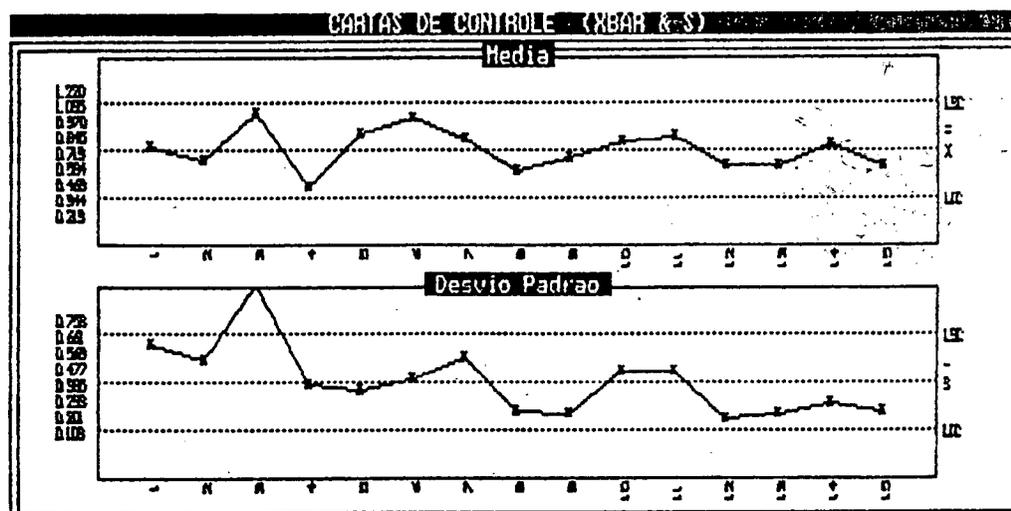


Fig. 32: Análise das Cartas Média e Desvio-Padrão  
do Item Fibras, Fiapos e Entrecascas

CARTA : Média

-> AMOSTRAS FORA DO LIMITES DE CONTROLE = 0  
-> NENHUMA TENDÊNCIA VERIFICADA  
53.33% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO SUPERIOR  
46.67% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO INFERIOR

CARTA : Desvio Padrão

-> AMOSTRAS FORA DO LIMITES DE CONTROLE = 1  
-> NENHUMA TENDÊNCIA VERIFICADA  
46.67% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO SUPERIOR  
53.33% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO INFERIOR

\*\*\* PROCESSO NAO ESTÁVEL \*\*\*

Tabela 8: Dados das Amostras do Item Cascas

Tipo Dado : VARIÁVEIS      Carta de Controle : XBAR & S Item : CASCAS Número de amostras: 15      Tamanho da Amostra: 10 Limites de Especificação - Inferior : 0      Superior : 1.5								
AMOSTRA ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.02	0.02	0.12	0.03	0.02	0.18	0.20	0.04
2	0.07	0.03	0.28	0.05	0.04	0.22	0.09	0.04
3	0.07	0.12	0.14	0.02	0.10	0.34	0.10	0.04
4	0.02	0.05	0.04	0.03	0.02	0.24	0.01	0.03
5	0.01	0.10	0.01	0.04	0.05	0.20	0.04	0.03
6	0.04	0.03	0.01	0.03	0.08	0.35	0.01	0.03
7	0.02	0.01	0.03	0.01	0.04	0.21	0.03	0.04
8	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.31	0.02	0.02
9	0.10	0.00	0.01	0.01	0.03	0.35	0.02	0.02
10	0.08	0.10	0.01	0.01	0.15	0.06	0.03	0.02
<b>MÉDIA</b>	0.045	0.048	0.066	0.024	0.056	0.246	0.055	0.031
<b>DESVIDO</b>	0.032	0.043	0.089	0.014	0.042	0.093	0.060	0.009
AMOSTRA ELEMENTO	9	10	11	12	13	14	15	
1	0.04	0.07	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	
2	0.10	0.61	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	
3	0.02	0.03	0.02	0.04	0.04	0.03	0.04	
4	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	
5	0.08	0.06	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	
6	0.08	0.02	0.04	0.02	0.03	0.02	0.01	
7	0.04	0.01	0.03	0.06	0.05	0.02	0.03	
8	0.04	0.02	0.02	0.03	0.10	0.02	0.02	
9	0.04	0.02	0.02	0.05	0.13	0.03	0.01	
10	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	
<b>MÉDIA</b>	0.048	0.088	0.027	0.035	0.047	0.027	0.021	
<b>DESVIDO</b>	0.029	0.184	0.012	0.013	0.038	0.008	0.012	

Fig. 33: Histograma do Item Cascas

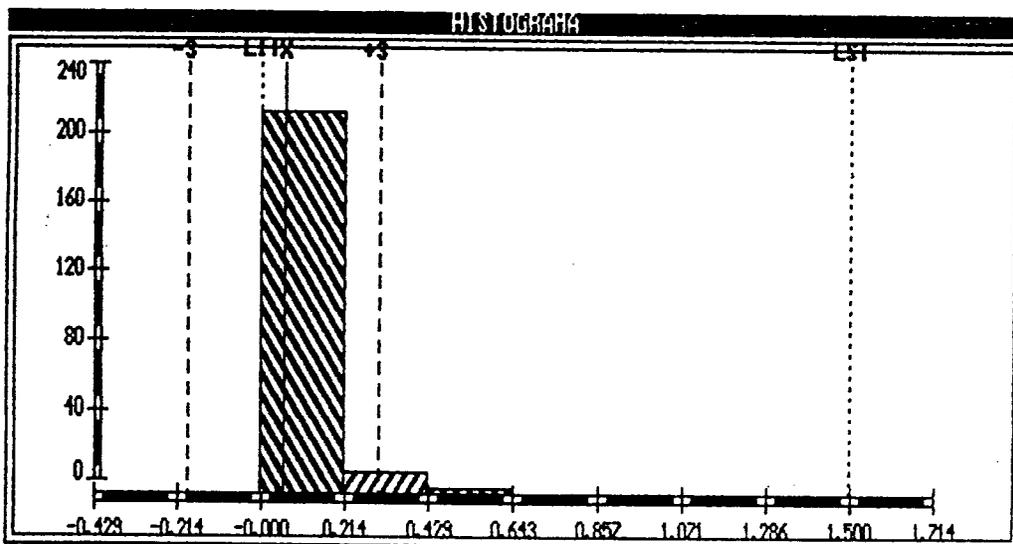


Fig. 34: Cartas de Controle da Média e Desvio-Padrão do Item Cascas

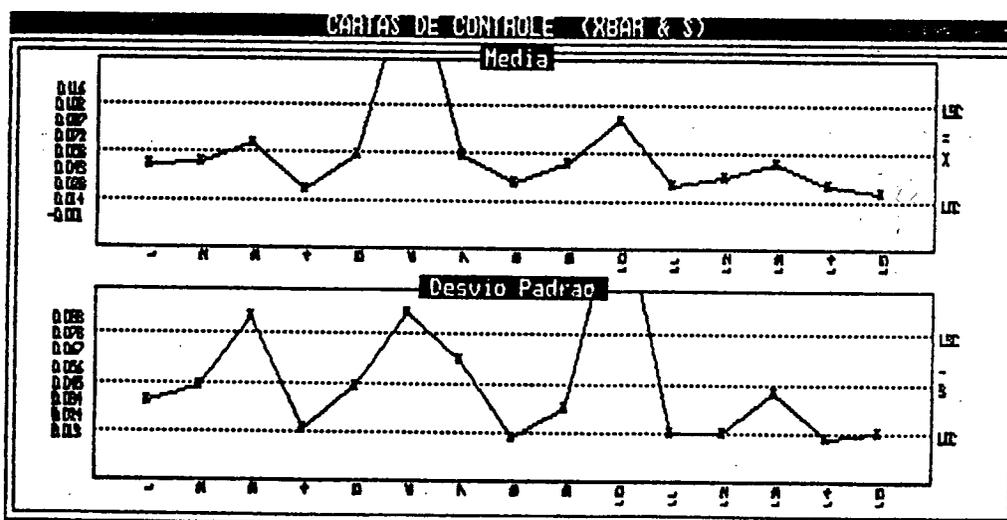


Fig. 35: Análise das Cartas Média e Desvio-  
Padrão do Item Cascas

CARTA : Média

-> AMOSTRAS FORA DO LIMITES DE CONTROLE = 1  
-> NENHUMA TENDÊNCIA VERIFICADA  
20.00% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO SUPERIOR  
80.00% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO INFERIOR

CARTA : Desvio Padrão

-> AMOSTRAS FORA DO LIMITES DE CONTROLE = 8  
-> NENHUMA TENDÊNCIA VERIFICADA  
26.67% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO SUPERIOR  
73.33% DAS AMOSTRAS NO TERÇO MÉDIO INFERIOR

\*\*\* PROCESSO NAO ESTÁVEL \*\*\*

Tabela 9: Análise Estatística do Dados

ITEM ESTATÍSTICAS	ANIDO	UMIDADE	CINZAS	ACIDEZ	FIFIEN	CASCAS
MÉDIA	76.049	10.627	0.648	0.960	0.719	0.058
SIGMA	3.326	1.848	0.143	0.302	0.440	0.081
S	3.337	1.854	0.144	0.303	0.442	0.081
DP MÉDIO	2.531	1.377	0.119	0.254	0.385	0.045
CP	1.598	1.169	2.316	1.649	1.132	3.079
ICP	99.200%	89.800%	100.000%	99.921%	94.740%	75.800%
CPK	0.804	0.427	1.500	1.055	0.543	0.236
ASSIMETRIA	2.182	-2.120	0.094	2.492	1.598	3.617
CURTOSE	10.085	9.802	2.824	16.352	6.453	19.344
ABAIXO LIE	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
ACIMA LIE	0.000%	2.670%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
LSCx	78.517	11.970	0.764	1.207	1.095	0.102
LICx	73.582	9.285	0.532	0.713	0.344	0.014
LSCs	4.342	2.363	0.205	0.435	0.661	0.078
LICs	0.719	0.391	0.034	0.072	0.109	0.013

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AHMED A, El-Dash. Análise das perspectivas de um programa para a substituição parcial de farinha de trigo por sucedâneos de produção nacional. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CTAA, 1983.
02. ANDRADE, C.A. De B. Recomendações técnicas para a cultura da mandioca. Universidade e Agricultura, Maringá, v.2, n.2, 1990.
03. AVALIAÇÃO Qualitativa de Cultivares de Mandioca de Mesa. Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, v.7, n.1, jun. 1988.
04. BARTMANN, Flávio Celso. Idéias básicas do controle moderno de qualidade. In: SIMPÓSIO NACIONAS DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 1986, Campinas. Anais...
05. BUITRAGO, A.J.A. LA yuca en la alimentación animal. Colômbia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1990.
06. CAMPOS, Vicente Falconi. Gerência da qualidade total. RJ: Bloch Editores, 1989.
07. CIACCO, Cesar Francisco, CRUZ, Renato. Fabricação de amido e sua utilização. São Paulo: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia - F.T.P.T. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Coordenadoria da Indústria e Comércio, 1986.
08. CLASPAR. Apostila interna. Maringá, 1971.
09. CONCEIÇÃO, Antônio José da. A mandioca. SP: Nobel. 1981.
10. CONSERVAÇÃO de raízes após a colheita. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.13, n.145, Jan/87.
11. CONSIDERAÇÕES sobre o emprego da farinha de mandioca na diarréia infantil. Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, v.6, n.1, jun. 1987.
12. DIRETRIZES básicas. Secretaria de Estado da

- Agricultura e do Abastecimento do Paraná, 1991.
13. DIRETRIZES básicas. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, 1992.
  14. ENRIQUECIMENTO nutricional da farinha de mandioca com proteína de soja. Boletim Técnico do Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar, Rio de Janeiro, n.6, 1973.
  15. LOURENÇO FILHO, Ruy de C.B. Controle estatístico de qualidade, RJ: Ao Livro Técnico, 1964.
  16. GROSSMANN, J., FREITAS, A.C. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em raízes de mandioca. Revista Agrônômica, Porto Alegre, p.75-80, 1950.
  17. HERVAS MORENO, Eduardo. Mandioca, potencial energético na alimentação do suíno. Londrina: IAPAR, 1982. (circular, 27)
  18. HRADESKY, John L. Aperfeiçoamento da qualidade e da produtividade: guia prático para implementação do controle estatístico do processo - CEP. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.
  19. INFORME AGROPECUÁRIO. Belo Horizonte, v.5, n.59/60, nov./dez. 1979.
  20. LIMA, Urgel de Almeida. Beneficiamento e industrialização da mandioca. Manual Técnico, SP, v.2, 1982.
  21. MACHADO, E.L. A mandioca. Trigo e Soja, Porto Alegre, n.69, set/out. 1983.
  22. MANDIOCA. Agricultura de las Américas, n.10, octubre 1986.
  23. MANDIOCA - UNIDADE INDUSTRIAL E CASA DE FARINHA. Série Perfis de Oportunidade de Investimento Agroindustrial, Brasília, n.3, 1984.
  24. MANUAL de adubação. 2. ed. SP: Editora ANDA, 1975.
  25. MELHORAMENTO genético da mandioca no centro nacional de pesquisa de mandioca e fruticultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, Vitória, 1981. Anais... Cruz das Almas, BA, SBM, 1982. v.1.

26. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade - diretrizes para seleção e uso - NB - 9000 (ISO 9000) RJ, 1990.
27. PALADINI, Edson Pacheco. Controle de qualidade. São Paulo: Atlas, 1990.
28. PERSPECTIVAS ALIMENTARES. Anuário FAO. maio. 1991.
29. REGRAS para construção de casa-de-farinha. Agricultura de Hoje, v.11, n.120, nov. 1986.
30. REIMER, Jacob F., SPENCER, Alceu. Controle estatístico do processo. Joinville: Fundação Tupi, 1989. (DT-CQ-167/89)
31. RELAÇÕES ENTRE OS CONTEÚDOS DE AMIDO E FARINHA EM MANDIOCA. Revista Brasileira de Mandioca. Cruz das Almas, v.6, n.2, dez. 1987.
32. SCHERKENBACH, William W. O caminho de Deming para a qualidade e produtividade: Rotas e Mapas. RJ: Qualitymark Ed, 1990.
33. SILVA, Jonathas Gomes da. A mandioca. Grande Manual Globo de Agricultura, Pecuária e Receituário Industrial. 2.ed. Porto Alegre: Editora Globo, 1979. v.2
34. SILVA, J. R. et al. Tipos de farinha. Casa de Farinha. EMBRATER, n.10, abr.1986. (Série Didática)
35. STABILE, Ângelo Amauri. Normas de identidade, qualidade, embalagem, armazenamento e transporte da farinha de mandioca. [Brasília]: Ministério da Agricultura, 1981. (Portaria nº 244)
36. TECNOLOGIA de farinha de mandioca, Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.13, n.145, Jan.1987.
37. TTTI - Madras - Controle de qualidade. São Paulo: McGraw - Hill, 1987.