

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

MODELO LINEAR PARA APERFEIÇOAMENTO DE SISTEMAS DE PROGRAMAÇÃO
DE PRODUÇÃO EM INDÚSTRIAS TÊXTEIS

DÍSSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARI-
NA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

DEODETE PACKER VIEIRA

FLORIANÓPOLIS
SANTA CATARINA - BRASIL

JANEIRO - 1981

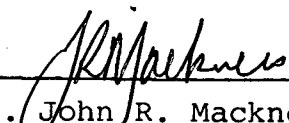
MODELO LINEAR PARA APERFEIÇOAMENTO DE SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO
DA PRODUÇÃO EM INDÚSTRIAS TÊXTEIS

DEODETE PACKER VIEIRA

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE:

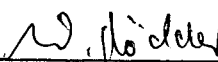
'MESTRE EM ENGENHARIA'

ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA FORMA
FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO



Prof. John R. Mackness, Ph.D.
Coordenador do Curso

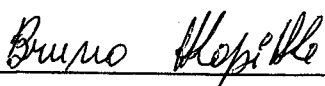
BANCA EXAMINADORA:



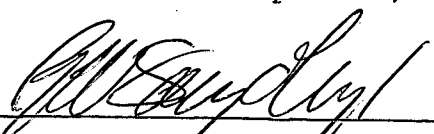
Prof. Wilhelm Rödder, Dr.
Presidente



Prof. Marcos Blauth, M.Sc.



Prof. Bruno H. Kopittke, M.Sc.



Prof. Robert W. Samohyl, Ph.D.
Suplente



0.249.280-3

UFSC-BU

A duas pessoas
muito especiais:
Candy e Enio
dedico este trabalho.

A G R A D E C I M E N T O S

Manifesto meus sinceros agradecimentos:

- A meus pais, pelo incentivo e apoio.
- Ao Prof. Wilhelm Rödder, Dr., pela brilhante orientação dada no transcorrer deste trabalho.
- À Cia. Hering, por tornar viável a realização deste trabalho, e em especial, ao Sr. Carlos Schmidt e Sr. Ricardo Bellicanta, pela contínua e valiosa colaboração prestada durante realização do mesmo.
- À ACAFE. e AAF., pelo auxílio financeiro.
- Aos Professores integrantes da Banca Examinadora, pelos valiosos comentários e sugestões, que permitiram aperfeiçoar este estudo.
- Aos Professores e Funcionários da FURB, pelo apoio demonstrado.
- À Sra. Gianna Medianeira Falaster, pelos pacientes trabalhos de datilografia.
- A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

S U M Á R I O

	pág
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE QUADROS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
CAPÍTULO I	
1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Objetivos do Trabalho.....	14
1.2. Relevância do Trabalho.....	14
1.3. Limitações e Implicações.....	15
1.3.1. Proporcionalidade.....	15
1.3.2. Aditividade.....	15
1.3.3. Divisibilidade.....	16
1.3.4. Determinismo.....	16
1.3.5. Significado das Limitações.....	16
1.4. Seleção e Desenvolvimento do Tema.....	16
1.5. Metodologia de Trabalho.....	17
1.6. Organização do Trabalho.....	18
CAPÍTULO II	
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	20
2.1. Organograma da Empresa.....	20
2.2. Descrição da Empresa.....	20
2.3. Diagrama do Processo Produtivo.....	22
CAPÍTULO III	
3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	25
3.1. Conceito de Planejamento e Controle da Produ <u>ç</u> ão.....	25

3.2.	Descrição do Sistema de Planejamento da Produção Empregado Atualmente na Empresa.....	26
3.2.1.	Plano Básico da Produção.....	26
3.2.2.	Plano Mensal da Produção.....	29
3.2.3.	Descrição do Sistema de Programação Mensal da Produção.....	29
3.3.	Descrição do Sistema de Atendimento de Pedidos	33
3.4.	Aspectos Positivos e Negativos do Atual Sistema de Planejamento da Produção.....	35

CAPÍTULO IV

4.	MODELAGEM MATEMÁTICA.....	44
4.1.	A Programação Linear Aplicada ao Planejamento de Sistemas de Programação de Produção em Empresas do Ramo Têxtil.....	44
4.2.	Variáveis Decisórias.....	45
4.3.	Objetivos Empresariais.....	45
4.4.	Restrições Técnicas e Administrativas.....	45

CAPÍTULO V

5.	ILUSTRAÇÃO PRÁTICA.....	47
5.1.	Variáveis e Índices do Modelo.....	47
5.2.	Simplificações do Modelo.....	48
5.3.	Vetor de Decisão do Modelo.....	49
5.4.	Parâmetros do Modelo.....	49
5.4.1.	Termos Independentes.....	49
5.4.2.	Coefficientes da Matriz.....	50
5.5.	Restrições do Modelo.....	52
5.5.1.	Descrição das Restrições.....	52
5.6.	Seleção da Função Objetivo.....	56
5.7.	Exemplo Representativo do Modelo.....	59
5.7.1.	Variáveis do Modelo Representativo.....	59
5.7.2.	Vetor de Decisão do Modelo Representativo....	59

	pãg
5.7.3. Restrições do Modelo Representativo.....	60
5.8. Matriz do Modelo Representativo.....	68
5.9. Coeficientes da Matriz do Modelo Representativo	69
5.9.1. Saldos a Produzir para a Nova Programação.....	69
5.9.2. Definição das Variáveis do Modelo Representati- vo.....	69
5.9.3. Capacidade de Produção dos Grupos de Costura...	69
5.9.4. Capacidade de Produção das Unidades de Acabamen <u>t</u> to.....	69
5.9.5. Capacidade de Produção da Malharia.....	69
5.9.6. Lotes Econômicos.....	70
5.9.7. Termos Independentes.....	70
5.9.8. Coeficientes das Variáveis na Matriz.....	70
5.9.9. Coeficientes da Função Objetivo.....	70

CAPÍTULO VI

6. PROGRAMAÇÃO, TESTES E AVALIAÇÃO DO MODELO.....	81
6.1. Programação.....	81
6.2. Testes.....	81
6.3. Apresentação dos Resultados.....	81
6.3.1. Resultados do Modelo Computacional.....	81
6.3.2. Relatórios para o Usuário.....	82
6.4. Avaliação.....	83
6.4.1. Caracterização das Variáveis do Problema.....	84
6.4.2. Formulação das Restrições.....	84
6.4.3. Formulação da Função Objetivo.....	84
6.4.4. Apresentação de Relatórios ao Usuário.....	84

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	88
7.1. Conclusões.....	88
7.2. Recomendações.....	88

	pág
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	161
ANEXO 1 - Apresentação do Modelo Computacional "TEMPO"..	91
ANEXO 2 - Características Técnicas dos Artigos.....	98
ANEXO 3 - Fluxo dos Artigos na Produção.....	106
ANEXO 4 - Fluxogramas dos Programas.....	114
ANEXO 5 - Programa e Relatórios.....	132

LISTA DE FIGURAS

	pág
FIGURA 1 - Organograma da Empresa.....	22
FIGURA 2 - Diagrama do Processo Produtivo.....	24
FIGURA 3 - Estrutura Funcional do Departamento de PCP...	28
FIGURA 4 - O PCP dentro da Fábrica.....	29
FIGURA 5 - Reunião com Representantes.....	31
FIGURA 6 - Programação Mensal.....	32

LISTA DE QUADROS

	pág
QUADRO 1 - Proposta de Compra.....	37
QUADRO 2 - Capacidade de Produção.....	38
QUADRO 3 - Avaliação do Programa em Curso.....	39
QUADRO 4 - Programa de Emissão da Confecção.....	
QUADRO 5 - Necessidade de Malha Beneficiada.....	40
QUADRO 6 - Programação Semanal do Beneficiamento.....	41
QUADRO 7 - Programação Mensal da Malharia.....	42
QUADRO 8 - Programação Mensal da Fiação.....	43

LISTA DE TABELAS

	pág
TABELA 1 - Saldos a Produzir para a Nova Programação....	71
TABELA 2 - Dimensionamento da Matriz do Modelo Representativo.....	72
TABELA 3 - Capacidade de Produção dos Grupos de Costura.	73
TABELA 4 - Capacidade de Produção das Unidades de Acabamento.....	73
TABELA 5 - Capacidade de Produção da Malharia.....	74
TABELA 6 - Lotes Econômicos.....	74
TABELA 7 - Termos Independentes.....	75
TABELA 8 - Coeficientes da Matriz.....	78
TABELA 9 - Coeficientes das Variáveis.....	79
TABELA 10 - Coeficientes da Função Objetivo.....	80
TABELA 11 - Programação de Confecção.....	86
TABELA 12 - Programação dos Grupos de Costura.....	86
TABELA 13 - Programação do Beneficiamento.....	87
TABELA 14 - Programação da Malharia.....	87

R E S U M O

Estudar as atividades de programar a produção, em áreas fabris, em situação de demanda variável com o tempo constitui-se no objetivo principal deste trabalho.

Ênfase é dada ao desenvolvimento e aplicação de um modelo linear, para a análise de decisões em planejamento da produção.

Sendo a programação linear, ferramenta muito útil e bastante difundida, é possível utilizar, no modelo, sistemas computacionais pré-elaborados, para a obtenção dos resultados.

Com intuito de ilustrar a aplicação do modelo proposto, apresenta-se um exemplo, desenvolvido em uma indústria do ramo têxtil.

A B S T R A C T

The principal aim of the present work is to make a study on a set of activities which will permit us to plan the production for industrial areas showing changeable demand with time.

Thus emphasis is put on the development and application of linear model useful for analysis of decisions connect with production plannings.

Since the linear technique appears to be a very practical and largely used tool it is possible to insert in model pre-organized computerized systems to obtain results.

And since the aim here is to demonstrate the performance of the model provided and obtain the analyses of results, then the example focus a textile industry.

C A P I T U L O I

INTRODUÇÃO

O homem é levado a buscar o saber, principalmente para solucionar o problema econômico, da satisfação das necessidades humanas ilimitadas, a partir de recursos limitados. Crescentes são os desejos humanos, não havendo crescimento paralelo e proporcional, das disponibilidades de recursos.

Surge a necessidade de fazer-se o "máximo com o mínimo", mas isto requer, por parte dos administradores, a procura perene do conhecimento, que os capacite a empregar recursos escassos, da forma mais eficiente possível.

As decisões administrativas tornam-se mais importantes e conclusivas, devido à grande complexidade dos negócios contemporâneos.

O decisor se vê obrigado a deixar de lado sua intuição e empregar técnicas de otimização, para identificar a melhor, entre inúmeras soluções alternativas, dos problemas com os quais se depara.

Torna-se cada vez mais difundido o emprego de modelos matemáticos, que permitam o tratamento de problemas que envolvem variáveis interrelacionadas. Informações devem ser compiladas, de tal forma que seja possível traduzir a relação entre as variáveis, dentro de uma formulação matemática capaz de descrever o problema e todas as relações entre as mesmas.

Uma característica importante de um modelo é que ele simplifica a situação real, pela consideração de algumas especificações.

A escolha do que deve ser incluído no modelo, é ditada pela natureza das perguntas a serem respondidas e pelo grau de precisão requerido nas respostas.

Portanto, para que um modelo seja eficaz, ele deve englobar elementos de dois atributos conflitantes: realismo e simplicidade.

A programação linear, seguramente, possui uma das mais simples estruturas matemáticas, dentre as técnicas à disposição para formular modelos que envolvam problemas práticos. A técnica linear é a que mais facilmente se adapta a problemas de otimização, pois, felizmente, a linearidade assumida, é, frequentemente, uma aproximação bastante concisa das condições reais, tal que pode promover soluções bastante úteis desde que utilizada apropriadamente, ou seja, antes e depois de usar a ferramenta, o tomador de decisão deve estar profundamente conscientizado das limitações e aproximações envolvidas na formulação do problema e das dificuldades contidas na interpretação da solução.

1.1. Objetivos do Trabalho:

O presente trabalho de dissertação, tem como escopo a programação da produção, através de um algoritmo de otimização, pré-elaborado, que possa substituir, com vantagem, processos manuais, empregados em empresas fabris. Além da elaboração, constituem-se, também, em objetivos a implantação, testes e avaliação do modelo, na referida empresa.

1.2. Relevância do Trabalho:

A toda e qualquer empresa é extremamente importante obter a mais eficiente utilização dos recursos disponíveis, satisfazendo restrições impostas pelas condições funcionais e ambientais, bem como pela política organizacional.

Empregando-se modelos matemáticos de otimização, ao elaborar planos de produção, garantir-se-á o emprego, mais eficiente possível, das disponibilidades, obedecendo-se a uma série de restrições de ordem econômicas, organizacionais e tecnológicas. Os modelos lineares, apesar das simplificações que acarretam, apontam soluções ótimas, a partir de diferentes arranjos de recursos, para o programador da produção. Além de levar em conta os parâmetros de controle, a relação entre eles existentes e o conjunto de imposições a que o problema se encontra submetido, permitindo ao decisor, ao interpretar o resultado, efetuar análises de sensibilidade das variáveis significativas e, optar.

1.3. Limitações e Implicações:

As limitações e implicações presentes no modelo, são atribuídas à limitações da própria programação linear, ou sejam:

1.3.1. Proporcionalidade:

O requisito fundamental da programação linear estabelece que tanto a função objetivo, bem como as equações que expressam as restrições do problema, sejam lineares.

Isto implica, por seu turno, que as necessidades de recursos e a produção sejam proporcionais.

1.3.2. Aditividade:

A condição de proporcionalidade, sozinha, não garante a linearidade. As propriedades de aditividade deverão, também, ser respeitadas: dado um plano de produção de vários produtos, tanto os objetivos do decisor, bem como os consumos de recursos, devem ser agregados de forma aditiva.

1.3.3. Divisibilidade:

Frequentemente as variáveis decisórias terão significado físico, apenas quando assumem valores inteiros, entretanto, a programação linear não garante a obtenção de tais resultados.

Portanto, outra limitação da programação linear, na obtenção da solução ótima, é a presença de valores fracionários, para as variáveis de decisão, na apresentação dos resultados.

1.3.4. Determinismo:

Todos os coeficientes, no modelo de programação linear, devem ser constantes conhecidas, situação conflitante com as condições reais, onde muitos destes valores não são constantes ou nem sequer conhecidos.

1.3.5. Significado das Limitações:

Alguns pontos, acima discutidos, devem ser enfatizados.

É pouco frequente encontrar na prática, um problema que atenda todos os requisitos, impostos pela programação linear.

Apesar de requerer cuidados na sua aplicação a programação linear, frequentemente, representa uma aproximação muito boa da situação real, o que justifica seu emprego, cada vez mais difundido.

1.4. Seleção e Desenvolvimento do Tema:

Para tornar possível a realização deste trabalho, dois requisitos tiveram que ser atendidos, a aquisição de conhecimentos teóricos acerca de técnicas utilizadas em engenharia industrial e, o conhecimento satisfatório de uma empresa onde a aplicação de tais técnicas, fosse desejada.

As atividades desenvolvidas, anteriormente em uma indústria têxtil, permitiram a realização do curso de pós-graduação, em Engenharia de Produção e Sistemas, com o intuito de aperfeiçoar conhecimentos.

Nada mais evidente que procurar aplicar, na empresa de origem, os conhecimentos adquiridos.

Visando tornar mais claras as exposições, bem como garantir a compreensão do modelo matemático elaborado, a empresa onde se desenvolveram os trabalhos, será apresentada, no capítulo II.

1.5. Metodologia de Trabalho:

Os princípios básicos da pesquisa científica são válidos para trabalhos em qualquer ramo, pois trata-se de um processo consciente e racional de aprendizagem, destinado a promover a compreensão e explicação de determinados fenômenos com a finalidade de interpretação, previsão e controle.

O método científico difere do método comum por utilizar processos sistemáticos de averiguação, análise e conclusão ao invés do processo aleatório e assistemático das observações, indagações e conclusões leigas.

Uma tese é, evidentemente, um processo de estudo científico que requer a especificação de uma metodologia sistemática de pesquisa com um objetivo claramente estabelecido.

A especificação da metodologia pode constituir-se em obstáculo a ser vencido no início do trabalho, ou surgir mais ou menos espontaneamente, requerendo, quase sempre, seu ajuste ao problema específico focalizado.

Procurou-se dividir, este trabalho, cujas características são de pesquisas aplicada, em etapas, de tal forma que se tornasse compatível com a metodologia empregada em pesquisa operacional.

Assim, a metodologia seguida neste trabalho compreende as etapas:

- a) seleção de uma empresa para a aplicação da dissertação;
- b) identificação de um setor de atividades, da empresa, para estudos.
- c) análise do problema: identificação do (s) objetivo(s), variáveis e relações;
- d) modelagem matemática;
- e) avaliação do modelo: caso não satisfatório, retorno à etapa C;
- f) levantamento de dados;
- g) implantação do modelo e solução computacional;
- h) validação do modelo: caso não satisfatório, retorno à etapa C.

1.6. Organização do Trabalho:

O presente trabalho foi dividido em sete capítulos.

Este primeiro capítulo visa definir os objetivos do trabalho apresentado, assim como sua importância e limitações.

O capítulo seguinte, denominado: "Apresentação da Empresa", foi inserido, com o objetivo de tornar familiar o sistema de produção da empresa, onde grande parte deste trabalho foi desenvolvida.

No terceiro capítulo é apresentado, com maiores detalhes, o sistema de Planejamento e Controle de Produção, empregado na empresa, em estudo.

A modelagem matemática, do sistema de Planejamento e Controle da Produção, empregando programação linear, na busca de soluções, é apresentada no capítulo seguinte.

No capítulo cinco, denominado: "Ilustração Prática" é apresentada a modelagem do sistema de programação da produção, elaborado para a empresa focalizada. É o capítulo central, do trabalho. Nele são caracterizado todos os parâmetros, variáveis e índices do modelo.

São, também, descritas as restrições e o método empregado, para a formulação da função objetivo.

Segue-se, no capítulo seis, a apresentação de programas, testes e a avaliação do modelo.

As conclusões, bem como recomendações são feitas no capítulo sete.

C A P I T U L O I I

APRESENTAÇÃO DA EMPRESA:

2.1. Organograma:

A estrutura funcional da empresa, focalizada neste trabalho, é apresentada na figura 1, anexa.

2.2. Descrição da Empresa:

A "Cia. Hering", tem sua matriz localizada em Blumenau e conta com fábricas satélites, no Estado de Santa Catarina.

Unidades de Operação: Fiação, Malharia, Centro de Distribuição de Talhados, Unidades de Confeção, Embalagem, Beneficiamento e Centro de Distribuição de Produtos Acabados, constituem a fábrica.

Produto: artigos destinados ao vestuário, confeccionados em malha de algodão, é o produto que a empresa lança no mercado.

Produção Mensal: Em torno de 1.200.000 dúzias de camisetas, oscila a capacidade produtiva da empresa.

Exigências de Estoques: algodão, fios, malha crua, malha acabada, artigos semi-acabados e artigos acabados são mantidos em estoque.

Destino do Produto: tanto o mercado interno, quanto o externo, demandam artigos produzidos pela empresa.

Recursos Humanos: já ultrapassa dez mil, o número de colaboradores diretos da empresa.

ORGANOGRAMA DA EMPRESA

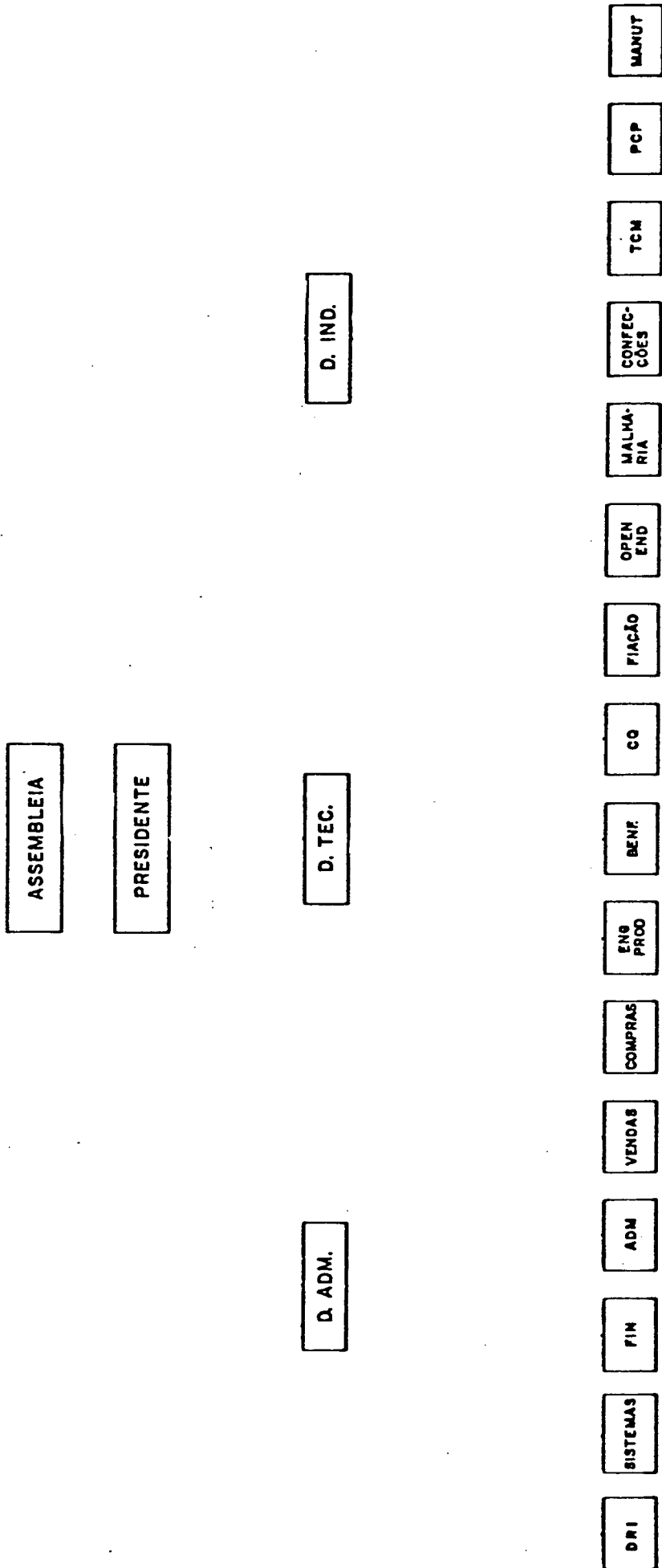


FIGURA 1 - ORGANOGAMA DA EMPRESA (fonte 1)

2.3. Diagrama do Processo Produtivo:

Vê-se, pelo diagrama do processo produtivo, apresentado na figura 2, que a matéria-prima utilizada pela empresa é o algodão.

Os produtos da fábrica são, portanto, artigos de vestuário, confeccionados com fibras naturais.

O algodão, proveniente de vários pontos do país, tão logo chegue à empresa, é classificado segundo a sua origem, e mantido em depósito, até seu emprego na unidade de Fiação.

A produção de fios, de diferentes títulos, é absorvida pela Malharia, onde teares circulares, produzem, diariamente, cinquenta toneladas de malha crua.

Poucos títulos de fios dão origem a vários tipos de malhas, distintas pela trama e largura. Três são os destinos da malha crua, dentro das unidades de acabamento: alvejaria, tinturaria e estamparia. Novamente registra-se a multiplicação de itens, pois de um mesmo tipo de malha crua são obtidos diferentes tipos de malha beneficiada, distinguindo-se não só pelo acabamento, mas também pela padronagem. A malha crua, ao deixar o Beneficiamento, é submetida a uma classificação, seguindo para a estocagem intermediária, em lotes individuais (cor branca) ou em agrupamentos de três ou seis lotes (cores e estampados), denominados sortimentos. O consumo posterior da malha beneficiada obedece a esta classificação prévia.

A unidade de produção, que efetua o corte dos sortimentos de malha acabada, denomina-se Talharia.

Com a devida antecedência, o setor de "Miniaturas" programa o corte, em uma grade de tamanhos, visando minimizar perdas.

A produção diária da Talharia, que oscila em torno de cinquenta mil dúzias, é encaminhada às unidades de confecção, verdadeiras linhas de montagem, onde os artigos são costurados.

DIAGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO

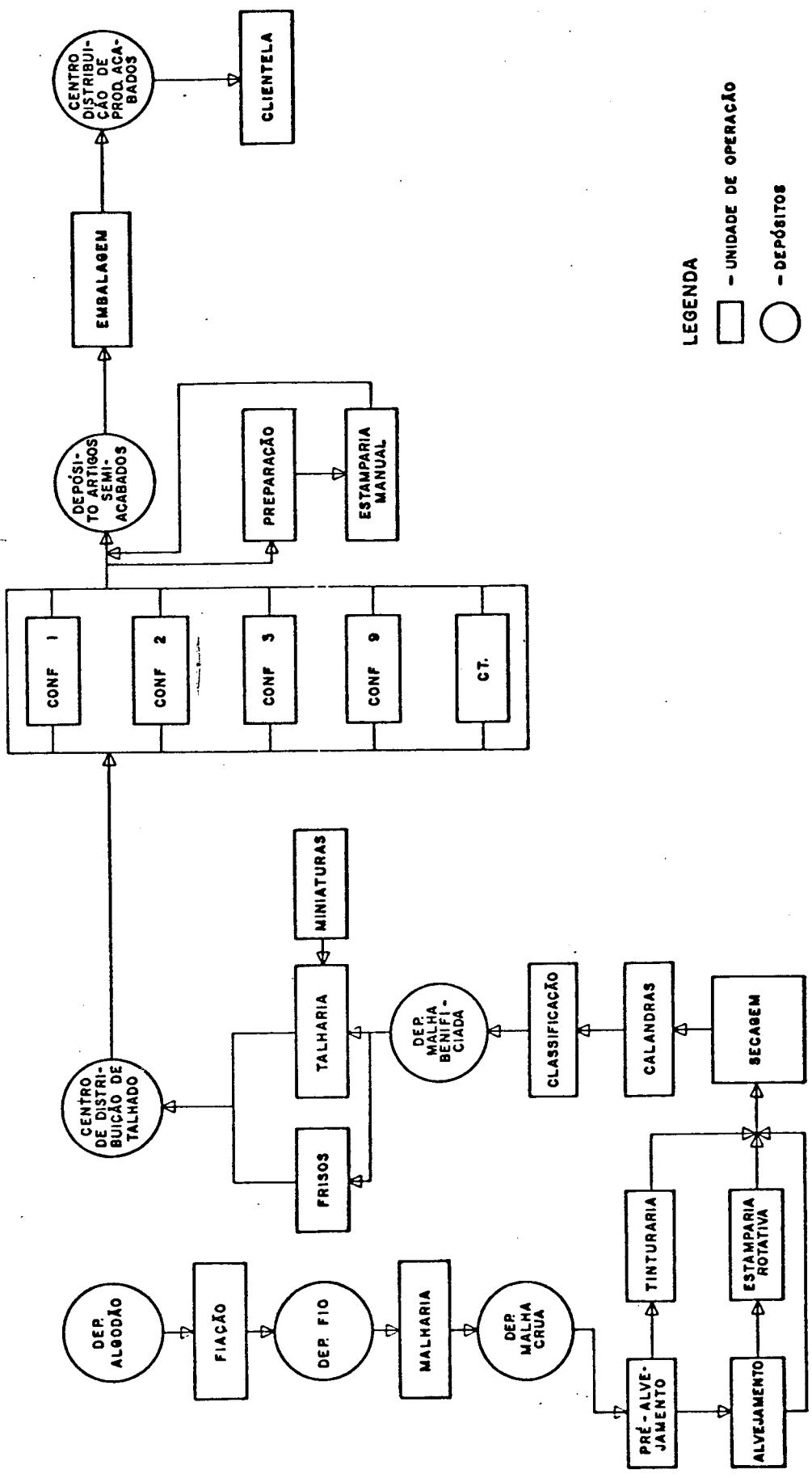


FIGURA 2 - DIAGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO - (fonte 1)

Os artigos, ao deixarem as confecções, a menos de uma embalagem, encontram-se acabados.

Ao deixarem as confecções, dois terços dos artigos são enviados à Embalagem, de onde seguem para o estoque final. Um terço da produção passa, ainda, pela Estamparia Manual.

Os artigos acabados, uma vez em estoque, são destinados ao atendimento de pedidos da clientela, no chamado Centro de Distribuição de Produtos Acabados.

C A P I T U L O I I I

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Uma vez travado conhecimento com a empresa, foi possível delimitar uma área, para estudos.

O Departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP), foi o alvo principal das atividades desenvolvidas.

3.1. Conceito de Planejamento e Controle da Produção:

Pode ser definido o planejamento e controle da produção, da seguinte forma:

"O planejamento e controle da produção é a função administrativa que tem por objetivo fazer os planos que orientam a produção e servem de guia para o seu controle.

Em termos simples, O PCP, determina "o que" vai ser produzido, "quando" vai ser produzido, "como" vai ser produzido, "quem" vai produzir e "onde" vai ser produzido.

Como seu próprio nome indica, compõe-se de duas fases: o planejamento e o controle.

Na fase de planejamento são feitos os planos, isto é, o que deverá acontecer; são respondidas às questões acima formuladas.

Na fase de controle, determina-se o que foi feito, isto é, encontram-se as respostas efetivas às questões que já haviam sido, tentativamente respondidas na fase de planejamento: determina-se "o que" foi feito, "quando" foi feito "quem" fez, "como" foi feito e "onde" foi feito. O controle no seu sentido mais restrito, termina aí. No seu sentido mais lato, o controle inclui "retroação", isto é, comparação do que foi feito, com o que deveria ter sido feito. Desta comparação resulta a divergência ou concordância entre os planos e a realidade.

A retroação, através de contínua comparação entre a realidade, conhecida pelo controle, e os planos, determinados pelo planejamento, dá a este, a sua verdadeira finalidade e permite seu contínuo aperfeiçoamento. ¹

3.2. Descrição do Sistema de Planejamento da Produção Empregado Atualmente pela Empresa: -

Dentre as atividades de planejamento e controle de produção foi selecionada, para estudos, a de planejar.

Tratando a área estudada de forma sistêmica, a primeira tarefa constituiu-se no levantamento de atual sistema de planejamento da produção, operado pela empresa.

Para planejar e controlar a produção, a empresa, em seu arranjo funcional, conta com um Departamento de Planejamento e Controle de Produção.

A figura 3, anexa, apresenta a estrutura funcional deste departamento.

Pelo esquema apresentado na figura 4, vê-se a forma de interação do PCP, com as áreas de produção e as de estocagem intermediária.

3.2.1. Plano Básico de Produção:

O atual sistema de programação da produção adotado pela empresa compõe-se de duas etapas fundamentais, que serão a seguir descritas.

Sendo artigos destinados ao vestuário, o produto que a empresa lança no mercado, apresenta características de sazonalidade, além de sujeito às dinâmicas flutuações da moda; não permitindo, desta forma, alargar os horizontes de planejamento, para períodos superiores aos das estações do ano.

1 MACHLINE - SÁ MOTTA - WEIL - Manual da Administração da Produção, Fundação Getúlio Vargas, 1974. pág. 247

ESTRUTURA FUNCIONAL DO DEPARTAMENTO DE PCP.

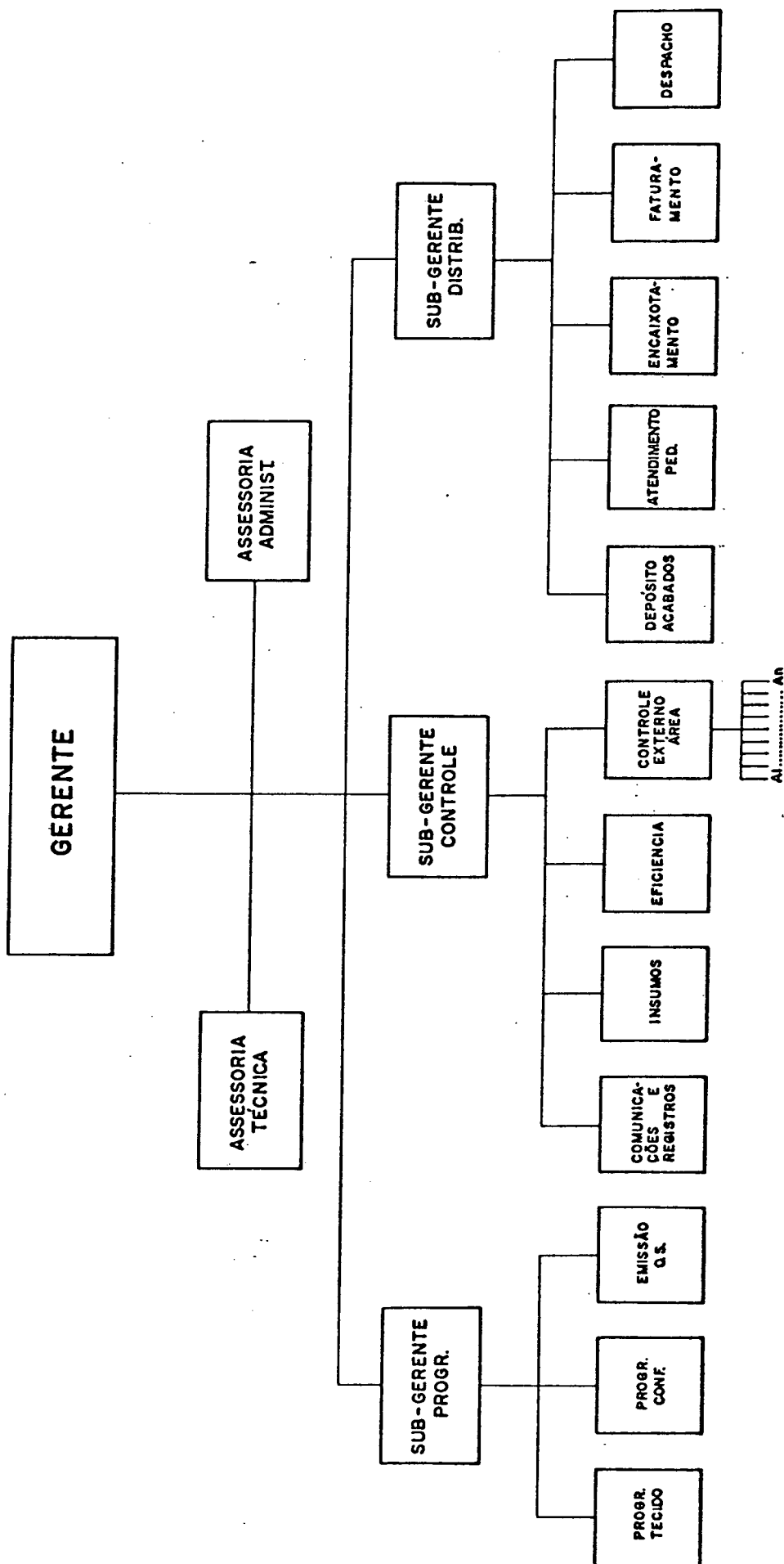
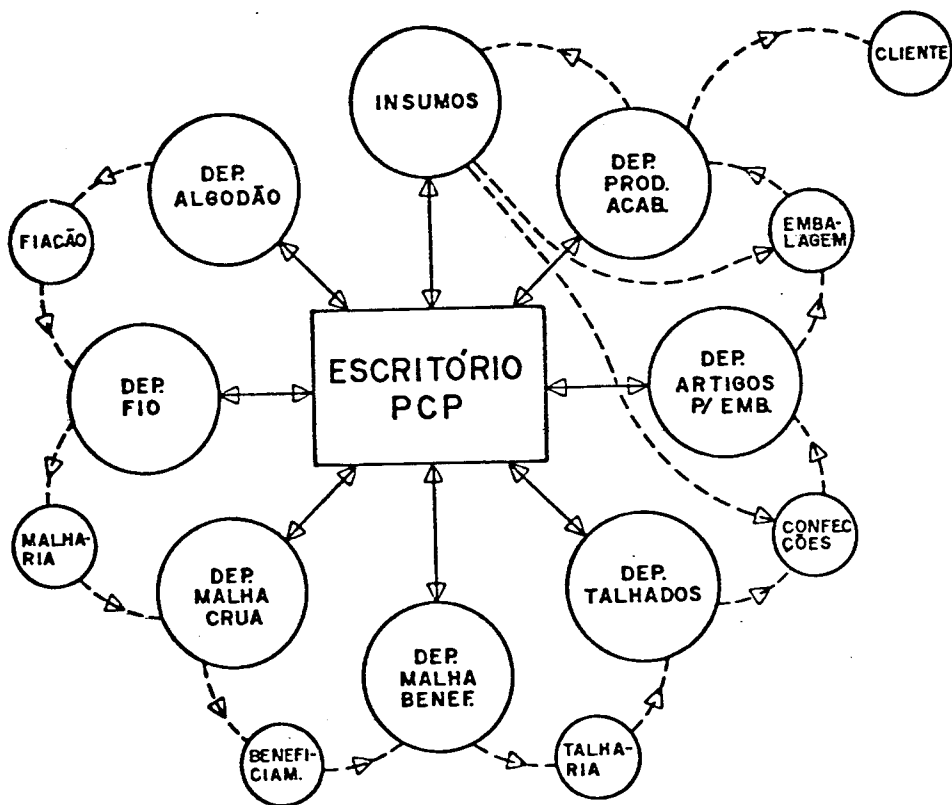


FIGURA 3 - ESTRUTURA FUNCIONAL DO DEPARTAMENTO DE P.C.P. - (fonte 1)

O PCP DENTRO DA FABRICA



LEGENDA

- - DEPÓSITOS PCP
- - SETORES DA PRODUÇÃO

FIGURA 4 - O PCP DENTRO DA FÁBRICA - (fonte 1)

A programação básica da produção é refeita a cada quatro meses, na chamada "reunião de representantes", figura 5.

A definição das bases da nova programação, é uma decisão a nível gerencial. Reunidos, os gerentes das diversas áreas, travam debates com as gerências externas, representações e vendas, delineando um plano básico, que fornece subsídios à determinação das cotas de vendas.

A avaliação dos planos anteriores, efetuada nesta ocasião, exerce influência expressiva sobre o novo programa.

Dentro da fábrica, inúmeras atividades surgem após este encontro; cada departamento envolvido, de posse de cópia do plano básico, fica encarregado de prover os recursos necessários à sua execução.

3.2.2. Plano Mensal de Produção:

Uma vez descrito o planejamento global da produção, a programação mensal é apresentada.

Na fábrica, o plano global é subdividido em quatro programações mensais, com o objetivo de reajustá-las no final de cada mês. Objetivando um controle mais amigável, cada uma das programações mensais, é subdividida em quatro programas semanais e, um quadro para controle diário, e, a partir deles, montado.

Atualmente a programação da produção é elaborada com o auxílio de um centro automatizado de processamento de dados, e segue o fluxograma apresentado na figura 6.

3.2.3. Descrição do Sistema de Programação Mensal da Produção:

Os representantes, após a reunião, de posse de suas respectivas cotas, retornam às suas áreas de atuação, efetuando as vendas. O trabalho dos vendedores resulta na composição da carteira de pedidos.

REUNIÃO COM REPRESENTANTES

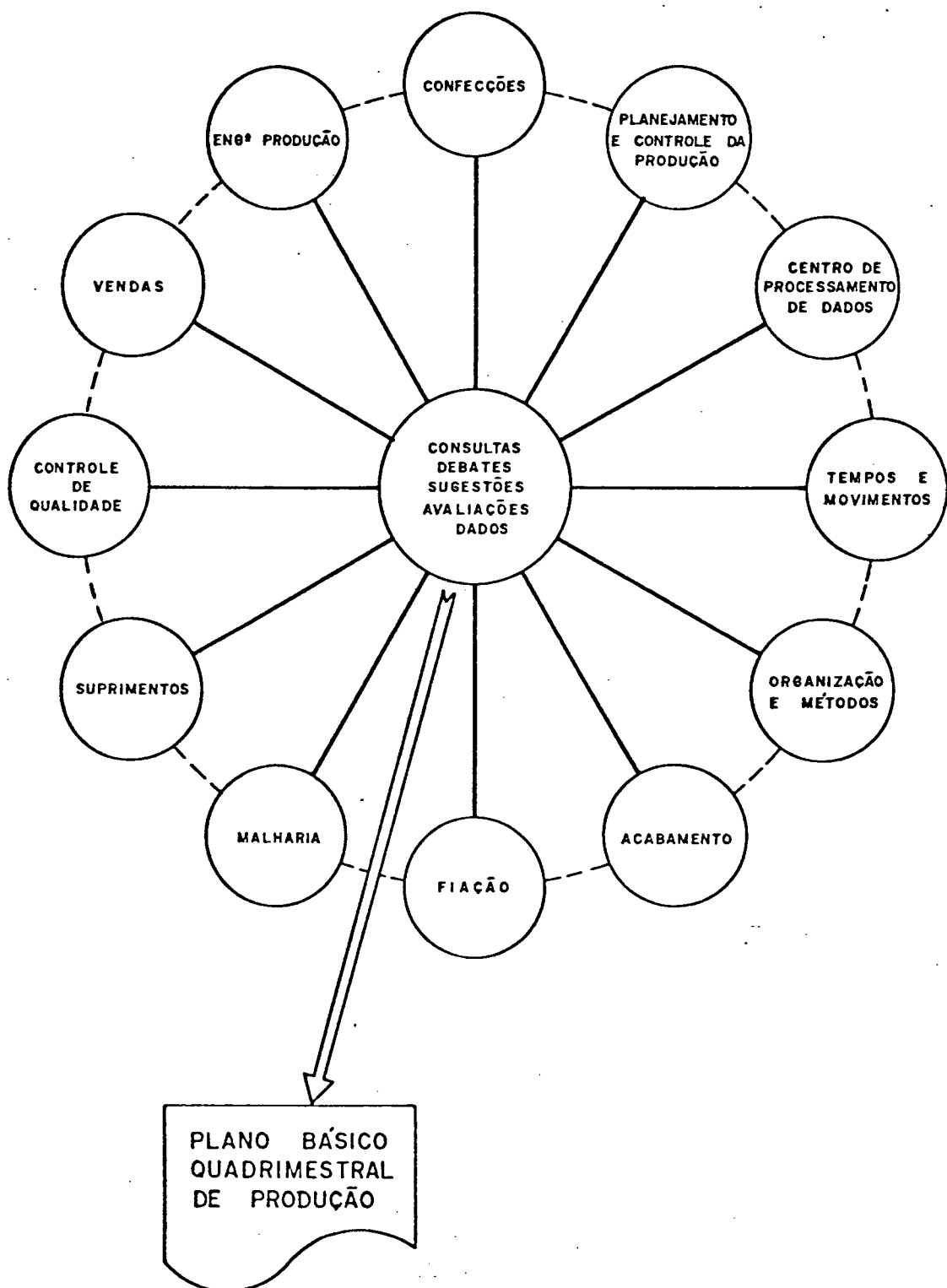


FIGURA 5 - REUNIÃO COM REPRESENTANTES -
(fonte 1)

PROGRAMAÇÃO MENSAL

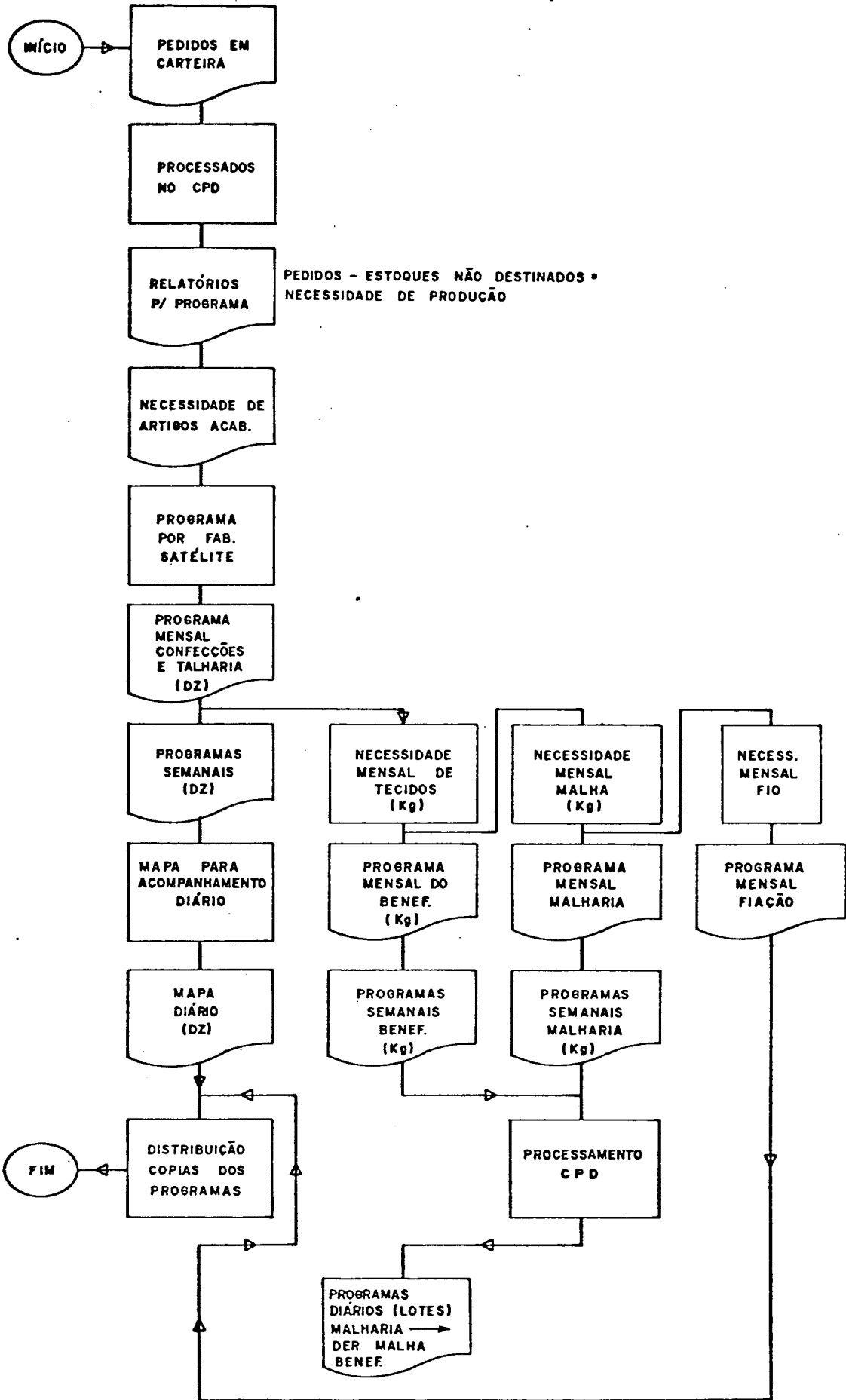


FIGURA 6 - PROGRAMAÇÃO MENSAL - (fonte 1)

A empresa adota, como critério para o atendimento de pedidos, a sua ordem de ingresso na carteira, reservando, para tanto, quarenta e cinco dias de prazo.

No "Centro de Processamento de Dados" (CPD), no final de cada mês, são confrontadas as quantidades dos diversos artigos solicitados nos pedidos, com o estoque de produtos acabados, para a emissão de um relatório dos saldos a produzir para a próxima programação. Este relatório encerra dados fundamentais para a elaboração do programa de produção, do próximo período.

De posse do relatório dos saldos a produzir, a equipe de programação determina, como uma primeira etapa, a necessidade de artigos acabados, distribuindo-a, a seguir, pelas diferentes unidades de confecção.

Constitui-se em importante subsídio, para a primeira etapa, o conhecimento do "espelho de grupos", ou seja, além da capacidade produtiva, instalada em cada grupo de costura, os estoques à sua disposição. O resultado desta atividade é a emissão dos programas das diversas unidades de confecção, já separada pelos grupos de costura.

A programação mensal é separada em programas semanais e fichas de controle são emitidas, nesta ocasião.

O programa de produção da Talharia, surge mediante o desconto, das necessidades de artigos talhados, das quantidades em estoque, no centro de distribuição de talhados.

O cálculo das necessidades da malha beneficiada, é a terceira etapa da programação. Além do conhecimento, das necessidades de artigos cortados e da capacidade instalada, por processo, nas unidades de acabamento, é necessário o emprego do cadastro técnico, para a conversão de artigos talhados, em quilogramas de malha. Encontram-se encerradas, no cadastro técnico, todas as informações necessárias à produção dos artigos, que compõe a linha de produtos da empresa.

O desdobramento do programa mensal de beneficiamento, em programações semanais, com base no conhecimento dos tempos de produção de cada um dos processos, é a etapa seguinte.

Novamente, levando-se em conta os estoques disponíveis, transforma-se o saldo a produzir, nas unidades de acabamento, em programa de produção da Malharia.

A programação mensal de Fiação, é uma consequência imediata, constituindo-se na última etapa da programação. Nos quadros 1 a 8, anexos, são apresentados os subsídios necessários para a elaboração dos planos de produção, bem como relatórios emitidos, na conclusão dos trabalhos.

3.3. Descrição do Sistema de Atendimento de Pedidos:

Embora a empresa se veja obrigada, por restrições de produção, a impor normas para o atendimento dos pedidos que recebe um de seus principais objetivos, é bem atender sua clientela.

A programação, como foi descrita, é criteriosamente elaborada, para garantir a exploração adequada dos recursos disponíveis pela empresa.

Existem operando, bons sistemas de controle, com o objetivo de conduzir o fluxo produtivo, em cada uma das unidades de produção, de tal forma que as divergências entre os planos e a realidade, sejam mínimas.

Tão logo os artigos programados fiquem prontos, dão entrada nas áreas de estocagem do centro de distribuição de produtos acabados, onde aguardam as "ordens de atendimento".

De forma sucinta será apresentado o sistema de atendimento de pedidos, operado pelo centro de processamento de dados, bem como o sistema de informações que o envolve.

Na carteira, os pedidos encontram-se classificados por ordem de ingresso, salvo exceções, tais como clientes preferenciais onde aguardam atendimento.

Tão logo o artigo, que é vendido em uma grade de tamanhos, dê entrada em depósito, o "CPD" é informado, e as quantidades em estoque, são destinadas aos primeiros (ou primeiro) pedidos. Serão liberadas, através de uma ordem de atendimento, tão logo complete a grade, isto significa, quando houver, em depósito, parte do pedido, distribuído em toda a grade, é emitida uma ordem de atendimento e, dada baixa no pedido, das respectivas quantidades.

A ordem de atendimento é submetida ainda a uma restrição financeira, antes de sua liberação. Somente se as quantidades disponíveis atingirem um valor mínimo, é possível a emissão de uma ordem de faturamento.

Adotando esta filosofia para seu sistema de atendimento de pedidos, a empresa garante boa dose de paralelismo, ao enviar los pedidos aos clientes.

Para reforçar este paralelismo, a produção é permanentemente informada, para cada artigo, quais os tamanhos mais deficitários e qual o volume de atendimento, se as referidas quantidades derem entrada em depósito.

A empresa pretende expandir este paralelismo, garantindo para a grade de tamanhos, a nível de artigos dentro de um mesmo pedido.

Com a descrição do sistema de atendimento de pedidos, fica concluída a apresentação do levantamento efetuado, junto ao departamento de PCP da empresa.

3.4. Aspectos Positivos e Negativos do Atual Sistema de Planejamento da Produção:

Conhecendo os métodos de trabalho, adotados pela empresa, é possível a caracterização do seguinte ciclo: Planejamento de vendas, efetivação das vendas, recepção de pedidos, planejamento da produção, produção, composição e atendimento de pedidos.

O Planejamento encarrega-se de estabelecer o elo entre vendas, produção e atendimento às vendas. As características do produto, bem como as deliberações organizacionais, são respeitadas.

Dispõe, o Departamento de Planejamento e Controle da Produção, para tanto, de um sistema bem estruturado e com um bom nível de automatização na manipulação dos dados.

O grande número de informações, utilizado durante a programação, não permite, porém, a pesquisa de soluções alternativas e a análise de sensibilidade à variações, dos parâmetros de controle.

A otimização, no emprego de recursos, não é garantida e, em algumas ocasiões, o planejamento da produção dá margem ao surgimento de algumas falhas, por tratar-se de um trabalho de rotina, demandando grande número de pessoas, fatos que poderiam ser apontados como inconvenientes, no atual sistema de programação.

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO

SECÇÃO	CAPACIDADE DE PROD. INSTALADA
FIAÇÃO	_____ Kg / Dia
MALHARIA	_____ Kg / Dia
BENEFICIAMENTO	_____ Kg / Dia
TALHARIA	_____ Dz / Dia
CONFECÇÃO	_____ Dz / Dia
EMBALAGEM	_____ Dz / Dia

AVALIAÇÃO DO PROGRAMA EM CURSO (correções)
RELAÇÃO DAS QUANTIDADES (dúzias) PENDENTES DE EMISSÃO

FILIAL	ARTIGO	CAPACIDADE INSTALADA (dz/dia)	CAPACIDADE PARA O PERIODO	DUZIAS PENDENTES DE EMISSÃO	QUANTIDADES CANCELADAS	EXCESSO	SALDO PARA NOVO PROGR.	SITUAÇÃO DOS GRUPOS (dias)

PROGRAMA DE EMISSÃO E CONFECÇÃO

Período de ____/____/____ a ____/____/____

FIJIAL	ARTIGO	CAPACIDADE INSTALADA (dz/dia)	CAPACIDADE PARA O PERIODO (dz)	SALDO DO PROGRAMA ANTERIOR (dz)	PEDIDO EM CARTEIRA (dz)	PROJEÇÃO (dz)	TOTAIS PROGRAMADOS	NÃO PROGRAMADO	OBSERVAÇÃO

QUADRO 4 - PROGRAMA DE EMISSÃO DE CONFECÇÃO (fonte 1)

NECESSIDADE DE MALHA BENEFICIADA

DESTINO: _____

TECIDO	LARGURA	NECESSIDADE BRANCO	NECESSIDADE TINTO	NECESSIDADE ESTAMPADO	NECESSIDADE NAFTOL	NECESSIDADE LISTRADO	TOTAL

PROGRAMAÇÃO SEMANAL DE BENEFICIAMENTO

SEMANA: _____
 Beneficiamento ____/____ a ____/____
 Emissão ____/____ a ____/____

TECIDO	LARGURA	ESTAMPA	COR VARIANTE	NECESSIDADE PREVISTA	NECESSIDADE REAL	PRODUÇÃO EM ANDAMENTO	ESTOQUE	SALDO	PROGRAMADO	SALDO

QUADRO 6 - PROGRAMAÇÃO SEMANAL DO BENEFICIAMENTO -

(fonte 1)

PROGRAMAÇÃO MENSAL DA MALHARIA

TECIDO	LARGURA	PRODUÇÃO DIÁRIA	FICHA TÉCNICA

PROGRAMAÇÃO MENSAL DE FIAÇÃO

TÍTULO	NECESSIDADE DIÁRIA (Kg)

C A P I T U L O I V

MODELAGEM MATEMÁTICA:

4.1. A Programação Linear Aplicada ao Planejamento de Sistemas de Programação de Produção em Empresas do Ramo Têxtil:

Toda empresa fabril, do ramo têxtil, compõe-se de parte ou de todos os seguintes elementos: Recepção de matéria-prima, fibras naturais ou sintéticas, Malharia, Beneficiamento, Centro de Confecção, composto de Talharia, Costura e Embalagem e Estocagem de Produto Acabado.

As indústrias do ramo têxtil distinguem-se, entre si, pela linha de produtos que lançam no mercado: desde artigos para usos medicinais até artigos destinados ao vestuário, como é o caso da empresa analisada.

Embora distintas, as indústrias têxteis, apresentam características comuns, tais como a multiplicação do número de itens, na passagem de um processo para outro, bem como o grande sortimento nos produtos acabados.

Artigos destinados ao vestuário, por exemplo, são apresentados ao mercado, em coleções adequadas às estações do ano, em linha infantil, juvenil e adulta, tornando possível ao cliente, inúmeras opções de compra.

Programar a produção, em indústrias com tais características, não é tarefa fácil.

Analisando cuidadosamente, as características das indústrias têxteis, é possível visualizar o emprego, em vários casos, de modelos matemáticos de otimização.

Este tipo de pesquisa foi efetuado junto a indústria, onde grande parte deste trabalho foi desenvolvida, permitindo concluir que, mediante algumas simplificações, é indicado o emprego de programação linear, para elaborar os seus programas de produção.

4.2. Variáveis Decisórias:

Usualmente as quantidades a serem produzidas de cada artigo, por período, em cada uma das unidades produtivas, são tomadas como variáveis do problema, quando formulado segundo um modelo de programação linear.

4.3. Objetivos Empresariais:

A empresa, através da atuação de seus departamentos orienta-se sob um conjunto de objetivos, a citar: Maximização de lucros, minimização de perdas, minimização dos tempos de processamento, minimização de atrasos no atendimento de seus pedidos, maximização do número de pedidos a serem atendidos em um período, dentre outros.

As metas de um departamento conflitam facilmente com os objetivos dos demais, não impedindo, porém, que se encontre um denominador comum que permita maximizar o resultado da atuação da empresa, como um todo.

Ao se traduzir, matematicamente, este denominador comum entre as metas dos diferentes departamentos funcionais de uma empresa, ter-se-á definida uma função objetivo, para um modelo de programação linear.

O que foi descrito, serve para qualquer empresa, sendo válido, portanto, para as do ramo têxtil.

4.4. Restrições Técnicas e Administrativas:

No modelo de programação linear, para elaborar, o programa de produção de uma empresa têxtil, figurarão como restrições:

- a) as demandas a serem atendidas,
- b) a capacidade produtiva instalada em cada unidade de operação,
- c) imposições, de ordem tecnológicas, quanto a sequência dos processos,

- d) a manutenção, na produção, de proporcionalidade entre as diferentes linhas de produtos,
- e) as políticas de vendas,
- f) por processo, a garantia de melhor aproveitamento dos produtos semi-acabados,
- g) processos e quantidade prioritárias.

C A P Í T U L O V

ILUSTRAÇÃO PRÁTICA

Resumindo o que foi apresentado em capítulos anteriores, pode-se enunciar o problema, a ser solucionado pelas técnicas de programação linear, da seguinte forma:

Uma empresa fabril, do ramo têxtil, produtora de artigos destinados ao vestuário, deseja elaborar seu programa mensal de produção, alocando as quantidades a serem produzidas em diferentes períodos, de modo a atender a demanda, respeitando todas as restrições de ordem tecnológica e funcional, com a garantia de explorar, de modo ótimo, os recursos disponíveis.

5.1. Variáveis e Índices do Modelo:

Foi necessário, para a definição das variáveis do modelo, o conhecimento das características técnicas dos produtos, bem como uma perfeita caracterização do fluxo que cada um descreve, no interior da produção.

A quantidade 'x', expressa em dúzias, a ser colocada em produção, nas unidades de costura, no período 'p', do artigo 'a', linha de produção 'ℓ', coleção 'c', cor variante 'v' e tamanho 't', é a variável decisória do modelo, isto é, $x_{p,a,\ell,c,v,t}$; onde:

p = índice do período de produção, abrangido pelo horizonte de planejamento; $p = 1(1)P$.

a = índice do artigo; $a = 1(1)A$.

ℓ = índice da linha (infantil, juvenil e adulta) em que é lançado um artigo; $\ell = 1(1)L_a$.

c = índice da coleção, na linha ℓ ; $c = 1(\ell)C_\ell$.

v = índice da variante (cor ou estampa), na coleção 'c';
 $v = 1(\ell)V_c$.

t = índice do tamanho de fabricação do artigo 'a';
 $t = 1(\ell)T_a$.

No modelo estudado, os limites superiores destes índices são:

$$P = 5, A = 50, L_a = 3, C_\ell = 3, V_c = 6, T_a = 6,$$

perfazendo um total de 81000 variáveis.

5.2. Simplificação do Modelo:

As normas da empresa, determinam que sempre que um artigo for colocado em produção, ele o será em todos os tamanhos, que compõem a grade de tamanhos, e em todas as cores ou estampas variantes, que compõe o seu sortimento.

Tendo em vista esta norma, com relações convenientemente determinadas, uma vez que permanecem inalteradas, para um mesmo período de programação, é viável suprimir, os índices 'v' e 't', da variável decisória.

O procedimento adotado é o seguinte: considera-se como um conjunto que não possa ser desmembrado dentro da produção, as variantes que compõe o sortimento, tornando-se dispensável o índice 'v'.

Para a supressão do índice 't' as quantidades demandadas, em cada um dos tamanhos, deverão ser aglutinados e expressas como uma demanda única.

Desta forma a variável decisória pode ser expressa por: $x_{p,a,\ell,c}$ representando a quantidade a ser colocada em produção, no período 'p', do artigo 'a', em sua linha ' ℓ ' e coleção 'c', necessária para atender a demanda do primeiro tamanho, e das quantidades proporcionalmente requeridas pelos demais tamanhos, em todas as variantes de seu sortimento.

Como resultado destas simplificações, o modelo fica com apenas 2250 variáveis.

5.3. Vetor de Decisão do Modelo:

O vetor típico de decisão pode ser expresso por:

$(x_{1,1,1,1}$, $x_{1,1,1,2}$, $x_{1,1,1,3}$, $x_{1,1,2,1}$, $x_{1,1,2,2}$, $x_{1,1,2,3}$,
 $x_{1,1,3,1}$, $x_{1,1,3,2}$, $x_{1,1,3,3}$, $x_{1,2,1,1}$, $x_{1,2,1,2}$, $x_{1,2,1,3}$,
 $x_{1,2,2,2}$, $x_{1,2,2,3}$, $x_{1,2,3,1}$, $x_{1,2,3,2}$, $x_{1,2,3,3}$, $x_{1,3,1,1}$,
... , $x_{1,50,3,3}$, $x_{2,1,1,1}$, ... , $x_{2,50,3,3}$, $x_{3,1,1,1}$, ... ,
 $x_{5,50,3,3}$)

5.4. Parâmetros do Modelo:

5.4.1. Termos Independentes:

$ART_{a,l,c}$ = demanda total, expressa em dúzias, do artigo 'a', em sua linha 'l' e coleção 'c'.

$GP_{gr,a}$ = capacidade de produção, expressa em dúzias, instalada no grupo de costura 'gr', para a confecção do artigo 'a'.

$EM_{eq,p,a}$ = capacidade de produção, expressa em dúzias, instaladas no equipamento 'eq' da Estamparia Manual, no período 'p', para produzir o artigo 'a'.

PA_p = capacidade de produção, instalada na unidade de pré-alvejaria, no período 'p', expressa em quilogramas.

TG_p = capacidade de produção, instalada na unidade de tingimento, no período 'p', expressa em quilogramas.

NF_p = capacidade de produção, instalada na unidade de naftolagem, no período 'p', expressa em quilogramas.

ERI_p = capacidade de produção, instalada no equipamento 'I', da unidade de Estamparia Rotativa, no período 'p', expressa em quilogramas.

$ERII_p$ = capacidade de produção, instalada no equipamento 'II', da unidade de Estamparia Rotativa, no período 'p', expressa em quilogramas.

ML_m = capacidade mensal de produção, instalada na Malharia, por malha 'm', expressa em quilogramas.

LE_m = o menor múltiplo do lote econômico, da malha 'm', capaz de atender a demanda mensal desta malha, expresso em quilogramas.

5.4.2. Coeficientes da Matriz:

$g_{p,a,l,c,gr}$ = consumo de capacidade de confecção, no período 'p', pelo artigo 'a', na linha 'l' e coleção 'c', para a produção de uma dúzia, do tamanho 'l' e, para as quantidades proporcionalmente demandadas pelos demais tamanhos e em todas as variantes, expresso em dúzias, do grupo gr.

$e_{p,a,l,c,eq}$ = consumo de capacidade de Estamparia Manual, no período 'p', por parte do artigo 'a', em sua linha 'l' e coleção 'c', para a produção de uma dúzia do tamanho 'l' e, para as quantidades proporcionalmente demandadas pelos demais tamanhos, e em todas as variantes, expresso em dúzias, no equipamento eq.

$mbPA_{p,a,l,c}$ = consumo de capacidade da unidade de pré-alvejaria, no período 'p', pelo artigo 'a', na sua linha 'l' e coleção 'c', para a produção de uma dúzia do primeiro tamanho e pelas quantidades proporcionalmente demandadas pelos demais tamanhos, por todas as variantes, expresso em quilogramas.

$mbAL_{p,a,l,c}$ = consumo de capacidade da alvejaria, no período 'p', para a produção de uma dúzia do artigo 'a', na sua linha 'l', e coleção 'c', no seu primeiro tamanho e para as quantidades proporcionalmente demandadas pelos demais tamanhos, em todas as variantes, expresso em quilogramas.

$mbTG_{p,a,l,c}$ = consumo de capacidade da unidade de tingimento, no período 'p', para a produção de uma dúzia do primeiro tamanho artigo 'a', e pelas quantidades proporcionalmente demandadas pelos demais tamanhos e em todas as variantes, de sua linha 'l' e coleção 'c', expresso em quilogramas.

$mbNF_{p,a,\ell,c}$ = consumo de capacidade da unidade de tingimento, no período 'p', para a produção de uma dúzia do primeiro tamanho do artigo 'a', e pelas quantidades proporcionalmente demandadas pelos demais tamanhos e em todas as variantes, de sua linha ' ℓ ' e coleção 'c', expresso em quilogramas.

$mbERI_{p,a,\ell,c}$ = consumo de capacidade de produção, da unidade 'I', da Estamparia Rotativa, no período 'p', por uma dúzia do primeiro tamanho do artigo 'a' e pelas quantidades proporcionalmente demandadas pelos demais tamanhos, e em todas as variantes que compõem a linha ' ℓ ' e coleção 'c', expresso em quilogramas.

$mbERII_{p,a,\ell,c}$ = consumo de capacidade de produção da unidade 'II', da Estamparia Rotativa, no período 'p', por uma dúzia do primeiro tamanho do artigo 'a', e pelas quantidades proporcionalmente demandadas pelos demais tamanhos e em todas as variantes que compõem a linha ' ℓ ' e coleção 'c', expresso em quilogramas.

$mc_{m,p,a,\ell,c}$ = consumo de capacidade de produção da malha 'm', no período 'p', para produzir uma dúzia do artigo 'a' no seu primeiro tamanho e pelas quantidades proporcionalmente demandadas pelos demais tamanhos e variantes que compõem a linha ' ℓ ' e coleção 'c' expresso em quilogramas.

$ly_{p,a,\ell,c}$ = consumo de capacidade de produção de malha tipo 'lycra', no período 'p', por uma dúzia do primeiro tamanho do artigo 'a' e pelas quantidades proporcionalmente demandadas pelos demais tamanhos e variantes que compõem a linha ' ℓ ' e coleção 'c', expresso em quilogramas.

$rc_{p,a,\ell,c}$ = consumo de capacidade de produção de malha ribana, no período 'p', por uma dúzia do primeiro tamanho do artigo 'a', e pelas quantidades proporcionalmente demandadas pelos demais tamanhos e variantes, que compõem a linha ' ℓ ' e coleção 'c', expresso em quilogramas.

5.4.3. Coefficientes Auxiliares:

l'_m = valor do lote econômico de produção da malha 'm', expresso em quilogramas.

$Y_{p,m}$ = consumo total da malha 'm', no período 'p', expresso em quilogramas.

5.5. Restrições do Modelo:

As restrições do problema podem ser reunidas nos seguintes grupos: demanda, disponibilidade de recursos e restrições de ordem tecnológica, quanto à sequência do emprego destes recursos.

5.5.1. Descrição das Restrições:

5.5.1.1. Demanda de Produtos:

O primeiro conjunto de restrições do modelo é relativo às necessidades de artigos acabados, para o atendimento aos pedidos.

Um relatório emitido pelo CPD, indicando as quantidades a serem produzidas, de cada artigo, em cada tamanho, necessárias ao atendimento dos pedidos em carteira, constitui-se na primeira entrada do modelo. Os dados contidos neste relatório, permitem determinar o limite das equações deste grupo de restrições.

As equações deste conjunto de restrições, apresentam o seguinte aspecto:

$$\sum_{p=1}^P g_{p,a,\ell,c} \cdot x_{p,a,\ell,c} \geq ART_{a,\ell,c} \quad (1)$$

onde:

$$a = 1(1)A$$

$$l = 1(1)L_a$$

$$c = 1(1)C_l$$

5.5.1.2. Disponibilidade de Recursos:

a) Capacidade de Produção dos Grupos de Costura:

A partir da demanda, torna-se conhecida, para cada artigo, a quantidade a ser produzida, pelos diferentes grupos de costura.

O confronto entre a demanda de artigos costurados e as capacidades produtivas das unidades de confecção, é efetuada no segundo bloco de restrições, cujas equações tem o seguinte aspecto:

$$\sum_{p=1}^P \sum_{l=1}^{L_a} \sum_{c=1}^{C_l} g_{p,a,l,c,gr} \cdot x_{p,a,l,c} \leq GP_{gr,a} \quad (2)$$

onde:

$$a = 1(1)A$$

$$gr = 1(1)GR$$

Os valores de $GP_{gr,a}$ são fornecidos, previamente, pelo Departamento de Engenharia de Métodos.

b) Capacidade de Produção das Unidades de Estamparia Manual:

Dentre os artigos confeccionados, alguns deverão ser submetidos a operações na Estamparia Manual.

A produção de artigos com estampa manual não poderá superar a capacidade produtiva da respectiva unidade de produção.

Visando atender esta restrição, novas equações são inseridas no modelo, assumindo o seguinte aspecto:

$$\begin{array}{l} L_a \quad C_\ell \\ \Sigma \quad \Sigma \\ \ell=1 \quad c=1 \end{array} e_{p,a,\ell,c,eq} \cdot x_{p,a,\ell,c} \leq EM_{eq,p,a} \quad (3)$$

onde:

$$p = 1(1)P$$

$$a = 1(1)A$$

$$eq = 1(1)EQ$$

Os valores de $EM_{eq,p,a}$ são fornecidos previamente.

c) Capacidade Produtiva das Unidades de Acabamento:

Diversos artigos são confeccionados a partir de um mesmo conjunto de malhas acabadas, provenientes de seis processos dentro do Beneficiamento.

Desta forma, novo conjunto de restrições surge no modelo, devendo ser respeitado, em cada um dos períodos de programação.

$$\begin{array}{l} A \quad L_a \quad C_\ell \\ \Sigma \quad \Sigma \quad \Sigma \\ a=1 \quad \ell=1 \quad c=1 \end{array} mbPA_{p,a,\ell,c} \cdot x_{p,a,\ell,c} \leq PA_p \quad (4)$$

$$\begin{array}{l} A \quad L_a \quad C_\ell \\ \Sigma \quad \Sigma \quad \Sigma \\ a=1 \quad \ell=1 \quad c=1 \end{array} mbAL_{p,a,\ell,c} \cdot x_{p,a,\ell,c} \leq AL_p \quad (5)$$

$$\begin{array}{l} A \quad L_a \quad C_\ell \\ \Sigma \quad \Sigma \quad \Sigma \\ a=1 \quad \ell=1 \quad c=1 \end{array} mbTG_{p,a,\ell,c} \cdot x_{p,a,\ell,c} \leq TG_p \quad (6)$$

$$\begin{array}{r}
 A \quad L_a \quad C_\ell \\
 \Sigma \quad \Sigma \quad \Sigma \quad mbNF_{p,a,\ell,c} \cdot x_{p,a,\ell,c} \leq NF_p \\
 a=1 \quad \ell=1 \quad c=1
 \end{array} \quad (7)$$

$$\begin{array}{r}
 A \quad L_a \quad C_\ell \\
 \Sigma \quad \Sigma \quad \Sigma \quad mbERI_{p,a,\ell,c} \cdot x_{p,a,\ell,c} \leq ERI_p \\
 a=1 \quad \ell=1 \quad c=1
 \end{array} \quad (8)$$

$$\begin{array}{r}
 A \quad L_a \quad C_\ell \\
 \Sigma \quad \Sigma \quad \Sigma \quad mbERII_{p,a,\ell,c} \cdot x_{p,a,\ell,c} \leq ERII_p \\
 a=1 \quad \ell=1 \quad c=1
 \end{array} \quad (9)$$

onde:

$$p = 1(1)P$$

d) Capacidade de Produção da Malharia:

De igual forma deverá ser respeitada a capacidade de produção da Malharia.

Vários tipos de malhas acabadas provêm de um só tipo de malha crua, sendo que, desta forma, as novas restrições inseridas no modelo, assumem o seguinte aspecto:

$$\begin{array}{r}
 P \quad A \quad L_a \quad C_\ell \\
 \Sigma \quad \Sigma \quad \Sigma \quad \Sigma \quad mc_{m,p,a,\ell,c} \cdot x_{p,a,\ell,c} \leq ML_m \\
 p=1 \quad a=1 \quad \ell=1 \quad c=1
 \end{array} \quad (10)$$

onde:

$$m = 1(1)M$$

5.6. Seleção da Função Objetivo:

Várias foram as tentativas de formular uma função objetivo, que reunisse todas as expectativas, apresentadas pela empresa, por ocasião da elaboração de seus planos de produção.

Formulação A: Maximização do volume de produção.

Formulação B: Minimização de atrasos, nos prazos de entrega.

Formulação C: Maximização no faturamento do período.

Formulação D: Maximização do lucro no período.

Formulação E: Otimização da produção no setor de menor disponibilidade de recursos.

Dentro de uma indústria têxtil, o setor que exige o maior investimento inicial e apresenta elevados custos operacionais, é, sem dúvida, o de beneficiamento de malhas e fios. Nesta fase, a produção é intermitente, existindo, por parte do programador, o cuidado de fazer coincidirem o lote de produção e a "partida" do processo ou equipamento.

Seguindo esta linha de raciocínio, a função objetivo é montada sobre o lote econômico de beneficiamento.

O tratamento, por lotes econômicos, exige que as variáveis sejam discretas. A presença de variáveis discretas, elimina a possibilidade do emprego direto de modelos de programação linear.

Para contornar este impasse, surgem várias alternativas, a saber:

A conservação das variáveis contínuas e o emprego, para função objetivo, do somatório dos afastamentos dos valores, assumidos pelas mesmas, de múltiplos de lotes econômicos de produção.

O modelo, neste caso, procura a solução ótima, mediante minimização da função objetivo.

Alguns modelos computacionais, disponíveis para a resolução de problemas por programação linear, suportam a restrição de integridade das variáveis decisórias.

Mediante recursos matemáticos, uma das soluções, é a seleção das variáveis mais significativas do problema, e sua transformação em inteiras escalonadas e, então a pesquisa da solução ótima.

O uso dos conceitos de programação por múltiplos objetivos é outro recurso passível de emprego, neste caso. O problema, nesta opção, sofre um acréscimo de variáveis. O número de variáveis adicionais, será igual ao número de malhas cruas existentes.

Numa primeira etapa, de preparação da função objetivo, é efetuado o cálculo do consumo de cada um dos tipos de malha crua.

Na segunda etapa, são informados os valores dos múltiplos de lotes econômicos, que cubriam a demanda de cada um dos tipos de malha crua.

Dois novos conjuntos de restrições são então, incluídos no modelo.

$$\begin{array}{l}
 A \quad L_a \quad C_\ell \\
 \Sigma \quad \Sigma \quad \Sigma \quad mc_{m,p,a,\ell,c} \cdot x_{p,a,\ell,c} - Y_{m,p} = 0 \quad (11) \\
 a=1 \quad \ell=1 \quad c=1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 P \\
 \Sigma \quad Y_{m,p} \leq LE_m \quad (12) \\
 p=1
 \end{array}$$

onde:

$$p = 1(1)P$$

$$m = 1(1)M$$

Com a introdução das variáveis $Y_{p,m}$, o vetor típico de decisão assume o seguinte aspecto:

$$(x_{1,1,1,1}, x_{1,1,1,2}, x_{1,1,2,1}, x_{1,1,2,2}, x_{1,1,2,3}, x_{1,1,3,1}, x_{1,1,3,2}, x_{1,1,3,3}, x_{1,2,1,1}, x_{1,2,1,2}, x_{1,2,1,3}, x_{1,2,2,1}, x_{1,2,2,2}, x_{1,2,3,1}, x_{1,2,3,2}, x_{1,2,3,3}, x_{1,3,1,1}, \dots, x_{1,50,3,3}, x_{2,1,1,1}, \dots, x_{2,50,3,3}, x_{3,1,1,1}, x_{5,50,3,3}, Y_{1,1}, Y_{1,2}, \dots, Y_{1,40}, Y_{2,1}, Y_{2,2}, \dots, Y_{2,40}), \text{ isto para } M=40.$$

Procura-se, na formulação da função objetivo, fazer com que as equações das malhas mais significativas do modelo, convirjam para seu limite superior, ou seja, valores múltiplos dos lotes econômicos.

A função objetivo assume a seguinte configuração:

$$\text{Máx } Z = \sum_{m=1}^M \text{COEF}_m \cdot Y_{p,m} \quad (13)$$

onde:

$$m = 1(1)M$$

$$p = 1$$

Onde COEF_m é um coeficiente selecionado criteriosamente, para cada malha crua 'm'.

O coeficiente ' COEF_m ' assumirá valores numéricos muito elevados para as malhas mais significativas e valores pequenos, para as malhas de menor importância.

5.7. Exemplo Representativo do Modelo:

Após minucioso estudo, foi possível constatar que, com apenas sete artigos, é viável formar um grupo representativo, de toda a produção, da empresa analisada.

Devido às características dos artigos selecionados, nenhuma das inúmeras situações, que ocorrem na programação da produção, fica excluída.

As características técnicas, dos artigos selecionados, para a formação do grupo representativo, são apresentadas em um dos conjuntos de anexos.

5.7.1. Variáveis do Modelo Representativo:

Para o exemplo, são as seguintes, as variáveis decisórias:

$$\begin{array}{l}
 \text{onde } p = 1 \text{ a } 2 \\
 x_{p,a,\ell,c} \quad a = 1 \text{ a } 7 \\
 \quad \quad \quad \ell = 1 \text{ a } L_a \quad L_1 = 7 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad L_a = 1,3 \text{ para os demais} \\
 \quad \quad \quad c = 1 \text{ a } C_a \quad C_5 = 4 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad C_\ell = 1,3 \text{ para os demais}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{onde } p = 1 \text{ a } 2 \\
 y_{p,m} \quad m = 1 \text{ a } 10
 \end{array}$$

5.7.2. Vetor de Decisão do Modelo Representativo:

No modelo representativo, o vetor típico de decisão, assume a seguinte configuração:

$$\begin{array}{l}
 (x_{1,1,1,1}' \ x_{1,1,1,2}' \ x_{1,1,1,3}' \ x_{1,1,1,4}' \ x_{1,1,1,5}' \ x_{1,1,1,6}' \\
 x_{1,1,1,7}' \ x_{1,2,1,1}' \ x_{1,2,2,1}' \ x_{1,3,1,1}' \ x_{1,4,1,1}' \ x_{1,5,2,1}' \\
 x_{1,5,4,1}' \ x_{1,6,1,1}' \ x_{1,7,1,1}' \ x_{2,1,1,1}' \ x_{2,1,1,2}' \ x_{2,1,1,3}'
 \end{array}$$

$x_{2,1,1,4}$ $x_{2,1,1,5}$ $x_{2,1,1,6}$ $x_{2,1,1,7}$ $x_{2,1,1,7}$ $x_{2,2,1,1}$
 $x_{2,2,2,1}$ $x_{2,3,1,1}$ $x_{2,4,1,1}$ $x_{2,5,1,1}$ $x_{2,5,4,1}$ $x_{2,6,1,1}$
 $x_{2,7,1,1}$ $Y_{1,1}$ $Y_{1,2}$ $Y_{1,3}$ $Y_{1,4}$ $Y_{1,5}$ $Y_{1,6}$ $Y_{1,7}$ $Y_{1,8}$ $Y_{1,9}$,
 $Y_{1,10}$ $Y_{2,1}$ $Y_{2,2}$ $Y_{2,3}$ $Y_{2,4}$ $Y_{2,5}$ $Y_{2,6}$ $Y_{2,7}$ $Y_{2,8}$ $Y_{2,9}$
 $Y_{2,10}$)

5.7.3. Restrições do Modelo Representativo:

a) Restrições de Demanda de Produtos:

01. $g_{1,1,1,1} \cdot x_{1,1,1,1} + g_{2,1,1,1} \cdot x_{2,1,1,1} \geq ART_{1,1,1}$
02. $g_{1,1,1,2} \cdot x_{1,1,1,2} + g_{2,1,1,2} \cdot x_{2,1,1,2} \geq ART_{1,1,2}$
03. $g_{1,1,1,3} \cdot x_{1,1,1,3} + g_{2,1,1,3} \cdot x_{2,1,1,3} \geq ART_{1,1,3}$
04. $g_{1,1,1,4} \cdot x_{1,1,1,4} + g_{2,1,1,4} \cdot x_{2,1,1,4} \geq ART_{1,1,4}$
05. $g_{1,1,1,5} \cdot x_{1,1,1,5} + g_{2,1,1,5} \cdot x_{2,1,1,5} \geq ART_{1,1,5}$
06. $g_{1,1,1,6} \cdot x_{1,1,1,6} + g_{2,1,1,6} \cdot x_{2,1,1,6} \geq ART_{1,1,6}$
07. $g_{1,1,1,7} \cdot x_{1,1,1,7} + g_{2,1,1,7} \cdot x_{2,1,1,7} \geq ART_{1,1,7}$
08. $g_{1,2,1,8} \cdot x_{1,2,1,8} + g_{2,2,1,8} \cdot x_{2,2,1,1} \geq ART_{2,1,1}$
09. $g_{1,2,2,1} \cdot x_{1,2,2,1} + g_{2,2,2,1} \cdot x_{2,2,2,1} \geq ART_{2,2,1}$
10. $g_{1,3,1,1} \cdot x_{1,3,1,1} + g_{2,3,1,1} \cdot x_{2,3,1,1} \geq ART_{3,1,1}$
11. $g_{1,4,1,1} \cdot x_{1,4,1,1} + g_{2,4,1,1} \cdot x_{2,4,1,1} \geq ART_{4,1,1}$
12. $g_{1,5,1,1} \cdot x_{1,5,1,1} + g_{2,5,1,1} \cdot x_{2,5,1,1} \geq ART_{5,1,1}$
13. $g_{1,5,2,1} \cdot x_{1,5,2,1} + g_{2,5,2,1} \cdot x_{2,5,2,1} \geq ART_{5,2,1}$

$$14. g_{1,5,3,1} \cdot x_{1,5,3,1} + g_{2,5,3,1} \cdot x_{2,5,3,1} \geq ART_{5,3,1}$$

$$15. g_{1,5,4,1} \cdot x_{1,5,4,1} + g_{2,5,4,1} \cdot x_{2,5,4,1} \geq ART_{5,4,1}$$

$$16. g_{1,6,1,1} \cdot x_{1,6,1,1} + g_{2,6,1,1} \cdot x_{2,6,1,1} \geq ART_{6,1,1}$$

$$17. g_{1,7,1,1} \cdot x_{1,7,1,1} + g_{2,7,1,1} \cdot x_{2,7,1,1} \geq ART_{7,1,1}$$

Restrições de Disponibilidade de Recursos

a) Capacidade de Produção dos Grupos de Costura

$$18. g_{1,1,1,1} \cdot x_{1,1,1,1} + g_{1,1,1,2} \cdot x_{1,1,1,2} + g_{1,1,1,3} \cdot x_{1,1,1,3} + g_{1,1,1,4} \cdot x_{1,1,1,4} + g_{1,1,1,5} \cdot x_{1,1,1,5} + g_{1,1,1,6} \cdot x_{1,1,1,6} + g_{1,1,1,7} \cdot x_{1,1,1,7} + g_{2,1,1,1} \cdot x_{2,1,1,1} + g_{2,1,1,2} \cdot x_{2,1,1,2} + g_{2,1,1,3} \cdot x_{2,1,1,3} + g_{2,1,1,4} \cdot x_{2,1,1,4} + g_{2,1,1,5} \cdot x_{2,1,1,5} + g_{2,1,1,6} \cdot x_{2,1,1,6} \leq GP_{1,1}$$

$$19. g_{1,2,1,1} \cdot x_{1,2,1,1} + g_{1,2,2,1} \cdot x_{1,2,2,1} + g_{2,2,1,1} \cdot x_{2,2,1,1} + g_{2,2,2,1} \cdot x_{2,2,2,1} \leq GP_{1,2}$$

$$20. g_{1,3,1,1} \cdot x_{1,3,1,1} + g_{2,3,1,1} \cdot x_{2,3,1,1} \leq GP_{2,1}$$

$$21. g_{1,4,1,1} \cdot x_{1,4,1,1} + g_{2,4,1,1} \cdot x_{2,4,1,1} \leq GP_{3,1}$$

$$22. g_{1,5,1,1} \cdot x_{1,5,1,1} + g_{1,5,2,1} \cdot x_{1,5,2,1} + g_{1,5,3,1} \cdot x_{1,5,3,1} + g_{1,5,4,1} \cdot x_{1,5,4,1} + g_{2,5,1,1} \cdot x_{2,5,1,1} + g_{2,5,2,1} \cdot x_{2,5,2,1} + g_{2,5,3,1} \cdot x_{2,5,3,1} + g_{2,5,4,1} \cdot x_{2,5,4,1} \leq GP_{4,1}$$

$$23. g_{1,6,1,1} \cdot x_{1,6,1,1} + g_{2,6,1,1} \cdot x_{2,6,1,1} \leq GP_{5,1}$$

$$24. g_{1,7,1,1} \cdot x_{1,7,1,1} + g_{2,7,1,1} \cdot x_{2,7,1,1} \leq GP_{6,1}$$

b) Capacidade de Produção das Unidades de Estamparia Manual:

$$25. e_{1,3,1,1} \cdot x_{1,3,1,1} \leq EM_{1,1,3}$$

$$26. e_{2,3,1,1} \cdot x_{2,3,1,1} \leq EM_{2,2,3}$$

c) Capacidade de Produção das Unidades de Acabamento:

$$27. mbPA_{1,1,1,1} \cdot x_{1,1,1,1} + mbPA_{1,1,1,2} + mbPA_{1,1,1,3} \cdot$$

$$mbPA_{1,1,1,4} \cdot x_{1,1,1,4} + mbPA_{1,1,1,5} \cdot x_{1,1,1,5} +$$

$$mbPA_{1,1,1,6} \cdot x_{1,1,1,6} + mbPA_{1,1,1,7} \cdot x_{1,1,1,7} +$$

$$mbPA_{1,2,1,1} \cdot x_{2,2,1,1} + mbPA_{1,2,2,1} \cdot x_{2,2,2,1} +$$

$$mbPA_{1,3,1,1} \cdot x_{2,3,1,1} + mbPA_{1,4,1,1} \cdot x_{2,4,1,1} +$$

$$mbPA_{1,5,1,1} \cdot x_{2,5,1,1} + mbPA_{1,5,2,1} \cdot x_{2,5,2,1} +$$

$$mbPA_{1,5,3,1} \cdot x_{2,5,3,1} + mbPA_{1,5,4,1} \cdot x_{2,5,4,1} +$$

$$mbPA_{1,6,1,1} \cdot x_{2,6,1,1} + mbPA_{1,7,1,1} \cdot x_{1,7,1,1}$$

$$\leq PA_1$$

$$28. mbAL_{1,1,1,1} \cdot x_{1,1,1,1} + mbAL_{1,1,1,2} \cdot x_{1,1,1,2} +$$

$$mbAL_{1,1,1,3} \cdot x_{1,1,1,3} + mbAL_{1,1,1,4} \cdot x_{1,1,1,4} +$$

$$mbAL_{1,1,1,5} \cdot x_{1,1,1,5} + mbAL_{1,1,1,6} \cdot x_{1,1,1,6} +$$

$$mbAL_{1,1,1,7} \cdot x_{1,1,1,7} + mbAL_{1,3,1,1} \leq AL_1$$

$$29. \text{mbTG}_{1,2,1,1} \cdot x_{1,2,1,1} + \text{mbTG}_{1,2,2,1} \cdot x_{1,2,2,1} +$$

$$\text{mbTG}_{1,7,1,1} \cdot x_{1,7,1,1} \leq \text{TG}_1$$

$$30. \text{mbNF}_{1,2,1,1} \cdot x_{1,2,2,1} + \text{mbNF}_{1,2,2,1} \cdot x_{1,2,2,1} +$$

$$\text{mbNF}_{1,3,1,1} \cdot x_{1,3,1,1} \leq \text{NF}_1$$

$$31. \text{mbERI}_{1,5,2,1} \cdot x_{1,5,2,1} + \text{mbERI}_{1,5,2,1} \cdot x_{1,5,2,1} +$$

$$\text{mbERI}_{1,5,4,1} \leq \text{ERI}_{1,1}$$

$$32. \text{mbERII}_{1,5,1,1} \cdot x_{1,5,1,1} + \text{mbERII}_{1,6,1,1} \cdot x_{1,6,1,1} +$$

$$\text{mbERII}_{1,7,1,1} \cdot x_{1,7,1,1} \leq \text{ERII}_{1,2}$$

$$33. \text{mbPA}_{2,1,1,1} \cdot x_{2,1,1,1} + \text{mbPA}_{2,1,1,2} \cdot x_{2,1,1,2} +$$

$$\text{mbPA}_{2,1,1,3} \cdot x_{2,1,1,3} + \text{mbPA}_{2,1,1,4} \cdot x_{2,1,1,4} +$$

$$\text{mbPA}_{2,1,1,5} \cdot x_{2,1,1,5} + \text{mbPA}_{2,1,1,6} \cdot x_{2,1,1,6} +$$

$$\text{mbPA}_{2,1,1,7} \cdot x_{2,1,1,7} + \text{mbPA}_{2,2,1,1} \cdot x_{2,2,1,1} +$$

$$\text{mbPA}_{2,2,2,1} \cdot x_{2,2,2,1} + \text{mbPA}_{2,3,1,1} \cdot x_{2,3,1,1} +$$

$$\text{mbPA}_{2,4,1,1} \cdot x_{2,4,1,1} + \text{mbPA}_{2,5,1,1} \cdot x_{2,5,1,1} +$$

$$\text{mbPA}_{2,5,2,1} \cdot x_{2,5,2,1} + \text{mbPA}_{2,5,3,1} \cdot x_{2,5,3,1} +$$

$$\text{mbPA}_{2,5,4,1} \cdot x_{2,5,4,1} + \text{mbPA}_{2,6,1,1} \cdot x_{2,6,1,1} +$$

$$\text{mbPA}_{2,7,1,1} \cdot x_{2,7,1,1} \cdot x_{2,7,1,1} \leq \text{PA}_2$$

$$34. \text{mbAL}_{2,1,1,1} \cdot x_{2,1,1,1} + \text{mbAL}_{2,1,1,2} \cdot x_{2,1,1,2} +$$

$$\text{mbAL}_{2,1,1,5} \cdot x_{2,1,1,5} + \text{mbAL}_{2,1,1,6} \cdot x_{2,1,1,6} +$$

$$\text{mbAL}_{2,1,1,7} \cdot x_{2,1,1,7} + \text{mbAL}_{1,3,1,1} \leq \text{AL}_2$$

35. $mbTG_{2,2,1,1} \cdot x_{2,2,1,1} + mbTG_{1,2,2,1} \cdot x_{2,2,2,1} + mbTG_{1,3,1,1} \cdot x_{1,3,1,1} + mbTG_{1,4,1,1} \cdot x_{1,4,1,1} + mbTG_{2,6,1,1} \cdot x_{1,6,1,1} + mbTG_{2,7,1,1} \cdot x_{2,7,1,1} \leq TG_2$
36. $mbNF_{2,2,1,1} \cdot x_{2,2,1,1} + mbNF_{2,2,2,1} \cdot x_{2,2,2,1} + mbNF_{2,3,1,1} \cdot x_{2,3,1,1} \leq NF_2$
37. $mbERI_{2,5,2,1} \cdot x_{2,5,2,1} + mbERI_{2,5,2,1} \cdot x_{2,5,2,1} + mbERI_{2,5,4,1} \cdot x_{2,5,4,1} \leq ERI_{2,1}$
38. $mbERII_{2,5,1,1} \cdot x_{2,5,1,1} + mbERII_{2,6,1,1} \cdot x_{2,6,1,1} + mbERII_{1,7,1,1} \cdot x_{1,7,1,1} \leq ERII_{2,2}$

d) Capacidade Produtiva da Malharia:

39. $mc_{1,1,1,2} \cdot x_{1,1,1,2} + mc_{2,1,1,2} \cdot x_{2,1,1,2} \leq ML_1$
40. $mc_{1,1,1,3} \cdot x_{1,1,1,3} + mc_{2,1,1,3} \cdot x_{2,1,1,3} \leq ML_2$
41. $mc_{1,1,1,4} \cdot x_{1,1,1,4} + mc_{2,1,1,4} \cdot x_{2,1,1,4} \leq ML_3$
42. $mc_{1,1,1,5} \cdot x_{1,1,1,5} + mc_{2,1,1,5} \cdot x_{2,1,1,5} \leq ML_4$
43. $mc_{1,1,1,6} \cdot x_{1,1,1,6} + mc_{2,1,1,6} \cdot x_{2,1,1,6} \leq ML_5$
44. $mc_{1,1,1,7} \cdot x_{1,1,1,7} + mc_{2,1,1,7} \cdot x_{2,1,1,7} \leq ML_6$
45. $m_{1,1,1,1} \cdot x_{1,1,1,1} + mc_{1,5,1,1} \cdot x_{1,5,1,1} + mc_{1,5,2,1} \cdot x_{1,5,2,1} + mc_{1,5,3,1} \cdot x_{1,5,3,1} + mc_{1,5,4,1} \cdot x_{1,5,4,1} + mc_{1,6,1,1} \cdot x_{1,6,1,1} + mc_{1,7,1,1} \cdot x_{1,7,1,1} + mc_{2,1,1,1} \cdot x_{2,1,1,1}$

$$45. \quad x_{2,5,1,1} + mc_{2,5,2,1} \cdot x_{2,5,2,1} + mc_{2,5,3,1} \cdot x_{2,5,3,1} + \\ mc_{2,5,4,1} \cdot mc_{2,6,1,1} \cdot x_{2,6,1,1} + mc_{2,7,1,1} \cdot x_{2,7,1,1} \leq ML_7$$

$$46. \quad mc_{1,2,1,1} \cdot x_{1,2,1,1} + mc_{1,2,2,1} \cdot x_{1,2,2,1} + mc_{1,3,1,1} \cdot \\ x_{1,3,1,1} + mc_{1,4,1,1} \cdot x_{1,4,1,1} + mc_{2,2,1,1} \cdot x_{2,2,1,1} + \\ mc_{2,2,2,1} \cdot x_{2,2,2,1} + mc_{2,3,1,1} \cdot x_{2,3,1,1} + mc_{2,4,1,1} \cdot \\ x_{2,4,1,1} \leq ML_8$$

$$47. \quad rc_{1,1,1,1} \cdot x_{1,1,1,1} + rc_{1,1,1,2} \cdot x_{1,1,1,2} + rc_{1,1,1,3} \cdot \\ x_{1,1,1,3} + rc_{1,1,1,4} \cdot x_{1,1,1,4} + rc_{1,1,1,5} \cdot x_{1,1,1,5} + \\ rc_{1,1,1,6} + rc_{1,1,1,8} \cdot x_{1,1,1,8} + rc_{1,2,1,1} \cdot x_{1,2,1,1} + \\ rc_{1,2,2,1} \cdot x_{1,2,2,1} + rc_{1,3,1,1} \cdot x_{1,3,1,1} + rc_{1,4,1,1} \cdot \\ x_{1,4,1,1} + rc_{1,6,1,1} \cdot x_{1,6,1,1} + rc_{1,7,1,1} \cdot x_{1,7,1,1} + \\ rc_{2,1,1,1} \cdot x_{2,1,1,1} + rc_{2,1,1,2} \cdot x_{2,1,1,2} + rc_{2,1,1,3} \cdot \\ x_{2,1,1,3} + rc_{2,1,1,4} \cdot x_{2,1,1,4} + rc_{2,1,1,5} \cdot x_{2,1,1,5} + \\ rc_{2,1,1,6} \cdot x_{2,1,1,6} + rc_{2,1,1,7} \cdot x_{2,1,1,7} + rc_{2,2,1,1} \cdot \\ x_{2,2,1,1} + rc_{2,2,2,1} \cdot x_{2,2,2,1} + rc_{2,3,1,1} \cdot x_{2,3,1,1} + \\ rc_{2,4,1,1} \cdot x_{2,4,1,1} + rc_{2,6,1,1} \cdot x_{2,6,1,1} + rc_{2,7,1,1} \cdot \\ x_{2,7,1,1} \leq ML_9$$

$$48. \quad ly_{1,4,1,1} \cdot x_{1,4,1,1} + ly_{2,4,1,1} \cdot x_{2,4,1,1} \leq ML_{10}$$

e) Preparação da Função Objetivo:

$$49. \text{mc}_{1,1,1,2} \cdot x_{1,1,1,2} - Y_{1,1} = 0$$

$$50. \text{mc}_{1,1,1,3} \cdot x_{1,1,1,3} - Y_{1,2} = 0$$

$$51. \text{mc}_{1,1,1,4} \cdot x_{1,1,1,4} - Y_{1,3} = 0$$

$$52. \text{mc}_{1,1,1,5} \cdot x_{1,1,1,5} - Y_{1,4} = 0$$

$$53. \text{mc}_{1,1,1,6} \cdot x_{1,1,1,6} - Y_{1,5} = 0$$

$$54. \text{mc}_{1,1,1,7} \cdot x_{1,1,1,7} - Y_{1,6} = 0$$

$$55. \text{mc}_{1,1,1,1} \cdot x_{1,1,1,1} + \text{mc}_{1,5,1,1} \cdot x_{1,5,1,1} + \text{mc}_{1,5,4,1} \cdot x_{1,5,4,1} + \text{mc}_{1,6,1,1} \cdot x_{1,6,1,1} + \text{mc}_{1,7,1,1} \cdot x_{1,7,1,1} - Y_{1,7} = 0$$

$$56. \text{mc}_{1,2,1,1} \cdot x_{1,2,1,1} + \text{mc}_{1,2,2,1} \cdot x_{1,2,2,1} + \text{mc}_{1,3,1,1} \cdot x_{1,3,1,1} + \text{mc}_{1,4,1,1} \cdot x_{1,4,1,1} - Y_{1,8} = 0$$

$$57. \text{rc}_{1,1,1,1} \cdot x_{1,1,1,1} + \text{rc}_{1,1,1,2} \cdot x_{1,1,1,2} + \text{rc}_{1,1,1,3} \cdot x_{1,1,1,3} + \text{rc}_{1,1,1,4} \cdot x_{1,1,1,4} + \text{rc}_{1,1,1,5} \cdot x_{1,1,1,5} + \text{rc}_{1,1,1,6} \cdot x_{1,1,1,6} + \text{rc}_{1,1,1,7} \cdot x_{1,1,1,7} + \text{rc}_{1,2,1,1} \cdot x_{1,2,1,1} + \text{rc}_{1,2,2,1} \cdot x_{1,2,2,1} + \text{rc}_{1,3,1,1} \cdot x_{1,3,1,1} + \text{rc}_{1,4,1,1} \cdot x_{1,4,1,1} + \text{rc}_{1,6,1,1} \cdot x_{1,6,1,1} + \text{rc}_{1,7,1,1} \cdot x_{1,7,1,1} - Y_{1,9} = 0$$

$$58. Y_{1,4,1,1} - Y_{1,10} = 0$$

$$59. \text{mc}_{2,1,1,2} \cdot x_{2,1,1,2} - Y_{2,1} = 0$$

$$60. \text{mc}_{2,1,1,3} \cdot x_{2,1,1,3} - Y_{2,2} = 0$$

$$61. \text{mc}_{2,1,1,4} \cdot x_{2,1,1,4} - Y_{2,3} = 0$$

$$62. \text{mc}_{2,1,1,5} \cdot x_{2,1,1,5} - Y_{2,4} = 0$$

$$63. \text{mc}_{2,1,1,6} \cdot x_{2,1,1,6} - Y_{1,5} = 0$$

$$64. \text{mc}_{2,1,1,7} \cdot x_{2,1,1,7} - Y_{2,6} = 0$$

$$65. \text{mc}_{2,1,1,1} \cdot x_{3,1,1,1} + \text{mc}_{2,5,1,1} \cdot x_{2,5,1,1} + \text{mc}_{2,5,1,1} \cdot x_{2,5,2,1} + \text{mc}_{2,5,3,1} \cdot x_{2,5,1,1} + \text{mc}_{2,5,4,1} \cdot x_{2,5,4,1} + \text{mc}_{2,6,1,1} \cdot x_{2,6,1,1} + \text{mc}_{2,7,1,1} \cdot x_{2,7,1,1} - Y_{2,7} = 0$$

$$66. \text{mc}_{2,2,1,1} \cdot x_{2,2,1,1} + \text{mc}_{2,2,2,1} \cdot x_{2,2,2,1} + \text{mc}_{2,3,1,1} \cdot x_{2,3,1,1} + \text{mc}_{2,4,1,1} \cdot x_{2,4,1,1} - Y_{2,8} = 0$$

$$67. \text{rc}_{2,1,1,1} \cdot x_{2,1,1,1} + \text{rc}_{2,1,1,2} \cdot x_{2,1,1,2} + \text{rc}_{2,1,1,3} \cdot x_{2,1,1,3} + \text{rc}_{2,1,1,4} \cdot x_{2,1,1,4} + \text{rc}_{2,1,1,5} \cdot x_{2,1,1,6} + \text{rc}_{2,1,1,6} \cdot x_{2,1,1,6} + \text{rc}_{2,1,1,7} \cdot x_{2,1,1,7} + \text{rc}_{2,2,1,1} \cdot x_{2,2,1,1} + \text{rc}_{2,4,1,1} \cdot x_{2,4,1,1} + \text{rc}_{2,6,1,1} \cdot x_{2,6,1,1} + \text{rc}_{2,7,1,1} \cdot x_{2,7,1,1} - Y_{2,9} = 0$$

$$68. \text{Y}_{2,4,1,1} - Y_{2,10} = 0$$

$$69. Y_{1,1} \leq LE_1$$

$$70. Y_{1,1} \leq LE_1$$

$$71. Y_{1,2} \leq LE_2$$

$$72. Y_{1,4} \leq LE_4$$

$$73. Y_{1,5} \leq LE_5$$

$$74. Y_{1,6} \leq LE_6$$

$$75. Y_{1,7} \leq LE_7$$

$$76. Y_{1,8} \leq LE_8$$

$$77. Y_{1,9} \leq LE_9$$

$$78. Y_{1,10} \leq LE_{10}$$

f) Função Objetivo:

A equação que representa a função objetivo, no modelo representativo, tem o seguinte aspecto:

$$\begin{aligned} 79. \text{ MAX } Z &= \text{ COEF}_1 \cdot Y_{1,1} + \text{ COEF}_2 \cdot Y_{1,2} + \text{ COEF}_3 \cdot Y_{1,3} + \\ &\text{ COEF}_4 \cdot Y_{1,4} + \text{ COEF}_5 \cdot Y_{1,5} + \text{ COEF}_6 \cdot Y_{1,6} + \\ &\text{ COEF}_7 \cdot Y_{1,7} + \text{ COEF}_8 \cdot Y_{1,8} + \text{ COEF}_9 \cdot Y_{1,9} + \\ &\text{ COEF}_{10} \cdot Y_{1,10} \end{aligned}$$

5.8. Matriz do Modelo Representativo:

A configuração assumida pela matriz, é apresentada no conjunto de anexos, que segue este trabalho.

5.9. Coeficientes da Matriz do Modelo Representativo:

As tabelas 1 à 10 deste capítulo contêm os valores dos coeficientes da matriz do modelo representativo.

5.9.1. Saldos a Produzir para a Nova Programação:

Os dados contidos nesta tabela constituem-se na primeira entrada do modelo.

A fonte destes dados é um relatório emitido pelo CPD, contendo, para cada um dos artigos, a demanda, em dúzias, classificada por tamanhos.

Os valores dos termos independentes $ART_{a,\ell,c}$, bem como os coeficientes $g_{p,a,\ell,c}$ e $e_{p,a,\ell,c}$, são extraídos desta tabela.

5.9.2. Definição das variáveis do Modelo Representativo:

Como seu próprio nome indica, esta tabela é montada, visando explicitar os critérios de definição das variáveis estruturais do modelo.

5.9.3. Capacidade de Produção dos Grupos de Costura:

A partir dos dados contidos nesta tabela, informações provenientes do Departamento de Engenharia de Métodos, são determinados os termos independentes $GP_{gr,a}$, que figuram na matriz do modelo representativo.

5.9.4. Capacidade de Produção das Unidades de Acabamento:

Os termos independentes PA_p , AL_p , TG_p , NF_p , ERI_p e $ERII_p$, são obtidos a partir das informações contidas na tabela denominada "Capacidade de Produção das Unidades de Acabamento".

5.9.5. Capacidade de Produção da Malharia:

Para cada um dos tipos de malhas, já classificados por largura de fabricação, é apresentada nesta tabela, a capacidade produtiva instalada na Malharia.

Os termos independentes ML_m são obtidos desta fonte de dados.

5.9.6. Lotes Econômicos:

Os valores dos coeficientes auxiliares l'_m dos termos independentes LE_m , são obtidos a partir de dados extraídos da Tabela "Lotes Econômicos".

Esta informação provém do Departamento de Engenharia do Produto.

5.9.7. Termos Independentes:

Os termos independentes $ART_{a,l,c}$, $GP_{gr,a}$, ..., $EM_{eq,p,a}$, PA_p , AL_p , TG_p , NF_p , ERI_p , $ERII_p$, ML_m e LE_m , tem seus valores apresentados nesta tabela.

5.9.8. Coeficientes das Variáveis na Matriz:

Calculados segundo a descrição feita em tópicos anteriores, são apresentados nas tabelas denominadas: "Coeficientes das Variáveis na Matriz", os coeficientes $g_{p,a,l,c}$, $e_{p,a,l,c}$, $mbPA_{p,a,l,c}$, $mbAL_{p,a,l,c}$, $mbTG_{p,a,l,c}$, $mbNF_{p,q,l,c}$, $mbERI_{p,a,l,c}$ e $mbERII_{p,a,l,c}$.

5.9.9. Coeficientes da Função Objetivo:

A última das tabelas, a seguir apresentadas, contém os valores dos coeficientes da função objetivo.

TABELA I

SALDOS A PRODUZIR PARA A NOVA PROGRAMAÇÃO

SALDOS A PRODUZIR PARA A NOVA PROGRAMAÇÃO :

		QUANTIDADE A SER PRODUZIDA POR TAMANHO (DUZIAS)																				
ARTIGO	UNI	XP	P	M	G	XG	065	070	075	080	085	090	095	100	105	110	115	120	125	TOTAL		
	00	103	06	09	12	002	003	004	005	006	008	010	012	040	042	044	046	048	050	052		
0200/00						951		1481		3161	3653	3813	4690	6154	8569	10372	11003	9336	1809	986	65978	
0200/21						1239		1374		1452	1781	1884	2346	3160	4039	4565	4481	3895	1086	694	32050	
0282/21						315		353		404	440	462	488	481							2943	
								291		498	513	449	380	313	277	109	83	40	11		3307	
0126/10			3541	5314	6932	6307	3067	5829	2479	5108											38576	
0622/10													291	498	449	313	109	40			1700	
0908/10						2523	3	3015	3	2765	22										8331	
																					TOTAL	152885

TABELA 2
DIMENSIONAMENTO DA MATRIZ DO MODELO REPRESENTATIVO

ARTIGO	linha	col	sort	est	var	friso snort tam	art enc	máq	variável p = 1	variável p = 2	
ALVEJADO	0200/00					2/40			X1,1,1,1	X2,1,1,1	
						42			X1,1,1,2	X2,1,1,2	
						44			X1,1,1,3	X2,1,1,3	
						46			X1,1,1,4	X2,1,1,4	
						48			X1,1,1,5	X2,1,1,5	
						50			X1,1,1,6	X2,1,1,6	
						52			X1,1,1,7	X2,1,1,7	
TINGIDO	0200/21		2		6	5PA			X1,2,1,1	X2,2,1,1	
						1NF			X1,2,1,1	X2,2,1,1	
						2PA			X1,2,2,1	X2,2,2,1	
						2NF			X1,2,2,1	X2,2,2,1	
						2CR			X1,2,2,1	X2,2,2,1	
	0282/21		1			3	3COR			X1,3,1,1	X2,3,1,1
							3PUN			X1,3,1,1	X2,3,1,1
							IDBR			X1,3,1,1	X2,3,1,1
	0733/21		1			6	3PA			X1,4,1,1	X2,4,1,1
						3CR			X1,4,1,1	X2,4,1,1	
ESTAMPADO	0126/10	M	1	2	2		SIM	II	X1,5,1,1	X2,5,1,1	
		I	2	2	2		SIM	I	X1,5,2,1	X2,5,2,1	
										X1,5,3,1	X2,5,3,1
										X1,5,4,1	X2,5,4,1
	0622/10		1	1	2	3		SIM	II	X1,6,1,1	X2,6,1,1
	0908/10		1	1	1	1	4	SIM	I	X1,7,1,1	X2,7,1,1

LEGENDA

col = COLEÇÃO
 sort = SORTIMENTO
 var = VARIANTE
 ar enc = ARTIGO SUBPRODUTO
 máq = EQUIPAMENTO
 M = MESES
 I = INFANTIL
 PA = PRÉ-ALVEJADA
 NF = NAFTOLADA
 CR = CRUA
 PUN = PUNHO
 DBR = FRISO ESPECIAL
 tam = TAMANHO

TABELA 3
CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DOS GRUPOS DE COSTURA

GRUPO	CAPACIDADE (DUZIAS/MES)
1.1	70000
1.2	40000
2.1	3500
3.1	5000
4.1	38000
5.1	2000
6.1	14500

TABELA 4
CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DAS UNIDADES DE ACABAMENTO

PROCESSO	CAPACIDADE (Kg / MES)
PRÉ-ALVEJAMENTO	160000
ALVEJAMENTO	92000
TINJIMENTO	50000
NAFTOLAGEM	18000
ESTAMPARIA (I)	18000
ESTAMPARIA (II)	14000

TABELA 5
CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DA MALHARIA

MALHA	LARGURA (cm)	CAPACIDADE (Kg/MES)
1/2	41	12500
	44	16000
	47	17000
	50	14500
	54	4000
	56	4000
	76	60000
	90	50000
RIBANA	65	10000
LYCRA	60	800

TABELA 6
LOTES ECONOMICOS

ARTIGO	LARGURA (cm)	1/2 MALHA (Kg)	FRISO (Kg)	LYCRA (Kg)
0200/00	74	490		
	41	320		
	44	320		
	47	340		
	50	380		
	54	400		
	56	420		
0200/21	90	540	60	
0281/21	90	540	60	
0733/21	90	400	50	150
0622/21	74	490		
0908/10	74	490		

TABELA 7
TERMOS INDEPENDENTES

Nº EQUAÇÃO	COEFICIENTES	VALOR
01	ART _{1,1,1}	23903
02	ART _{1,1,2}	8569
03	ART _{1,1,3}	10372
04	ART _{1,1,4}	11003
05	ART _{1,1,5}	9336
06	ART _{1,1,6}	1809
07	ART _{1,1,7}	986
06	ART _{2,1,1}	5846
09	ART _{2,1,2}	26204
10	ART _{3,1,1}	2943
11	ART _{4,1,1}	3307
12	ART _{5,1,1}	9787
13	ART _{5,2,1}	10000
14	ART _{5,3,1}	10000
15	ART _{5,4,1}	2790
16	ART _{6,1,1}	1700
17	ART _{7,1,1}	8331
18	GP _{1,1}	40000
19	GP _{1,2}	40000
20	GP _{2,1}	3500
21	GP _{3,1}	5000
22	GP _{4,1}	38000
23	GP _{5,1}	2000
24	GP _{6,1}	14500
25	EM _{7,1}	1300
26	EM _{2,1}	1700
27	PA ₁	80000
28	AL ₁	46000
29	TG ₁	25000
30	NF ₁	9000
31	ER _{1,1}	9000
32	ER _{2,1}	7000
33	PA ₂	80000
34	AL ₂	46100
35	TG ₂	9000

Nº EQUAÇÃO	COEFICIENTES	VALOR
36	NF ₂	9000
37	ER _{2,1}	7000
38	ER _{2,2}	12500
39	M ₁	16000
40	M ₂	17000
41	M ₃	14500
42	M ₄	4000
43	M ₅	4000
44	M ₆	3000
45	M ₇	60000
46	M ₈	50000
47	M ₉	10000
48	M ₁₀	800
49	LEF _{1,1}	0
50	LEF _{1,2}	0
51	LEF _{1,3}	0
52	LEF _{1,4}	0
53	LEF _{1,5}	0
54	LEF _{1,6}	0
55	LEF _{1,7}	0
56	LEF _{1,8}	0
57	LEF _{1,9}	0
58	LEF _{1,10}	0
59	LEF _{2,1}	0
60	LEF _{2,2}	0
61	LEF _{2,3}	0
62	LEF _{2,4}	0
63	LEF _{2,5}	0
64	LEF _{2,6}	0
65	LEF _{2,7}	0
66	LEF _{2,8}	0
67	LEF _{2,9}	0
68	LEF _{2,1}	0
69	LE ₁	6400
70	LE ₂	7680

Nº EQUAÇÃO	COEFICIENTES	VALOR
71	LE ₃	8000
72	LE ₄	6800
73	LE ₅	2280
74	LE ₆	1200
75	LE ₇	27720
76	LE ₈	25380
77	LE ₉	4020
78	LE ₁₀	300

TABELA 8
COEFICIENTES DAS VARIÁVEIS

COEFICIENTES	VALOR
$g_{1,1,1,1} = g_{2,1,1,1}$	23,1356
$g_{1,1,1,1} = g_{2,1,1,2}$	1,0000
$g_{1,1,1,3} = g_{2,1,1,3}$	1,0000
$g_{1,1,1,4} = g_{2,1,1,4}$	1,0000
$g_{1,1,1,5} = g_{2,1,1,5}$	1,0000
$g_{1,1,1,6} = g_{2,1,1,6}$	1,0000
$g_{1,1,1,7} = g_{2,1,1,7}$	1,0000
$g_{1,2,1,1} = g_{2,2,1,1}$	4,7183
$g_{1,2,2,1} = g_{2,2,2,1}$	13,9090
$g_{1,3,1,1} = g_{2,3,1,1}$	9,3429
$g_{1,4,1,1} = g_{2,4,1,1}$	11,3643
$g_{1,5,1,1} = g_{2,5,1,1}$	2,7639
$g_{1,5,2,1} = g_{2,5,2,1}$	3,6135
$g_{1,5,3,1} = g_{2,5,3,2}$	3,6135
$g_{1,5,4,1} = g_{2,5,4,2}$	3,6135
$g_{1,6,1,1} = g_{2,6,1,1}$	5,8420
$g_{1,7,1,1} = g_{2,7,1,1}$	3,3020
$e_{1,3,1,1}$	9,3429
$e_{2,3,1,1}$	9,3429

TABELA 9
COEFICIENTES DAS VARIÁVEIS

CONSUMO DE CAPACIDADE DE BENEFICIAMENTO

VARIÁVEIS	mbPA	mbAL	mbTG	mbNF	mbERI	mbERII
x _{1,1,1,1}	23,2282	23,2282				
x _{1,1,1,2}	1,4970	1,4970				
x _{1,1,1,3}	1,4970	1,4970				
x _{1,1,1,4}	1,4970	1,4970				
x _{1,1,1,5}	1,4970	1,4970				
x _{1,1,1,5}	2,0370	2,0370				
x _{1,1,1,7}	2,0370	2,0370				
x _{1,2,1,1}	3,0860		3,0860	0,6339		
x _{1,2,2,1}	6,6758		13,3515	6,6758		
x _{1,3,1,1}	7,1070	1,7918	6,6513	3,2563		
x _{1,4,1,1}	5,9512		11,9024			
x _{1,5,1,1}	1,0226					1,0226
x _{1,5,2,1}	1,8069				1,8069	
x _{1,5,3,1}	1,8069				1,8069	
x _{1,5,4,1}	1,8069				1,8069	
x _{1,6,1,1}	29,7422		0,4991		29,4321	
x _{1,7,1,1}	4,2811		1,4024	2,1794		

OBS.

Esta tabela se repete em vários pontos da matriz, como é possível visualizar, em sua apresentação.

TABELA 10
COEFICIENTES DA FUNÇÃO OBJETIVO

COEFICIENTE	VALOR
COEF 1	0.1 E+4
COEF 2	0.1 E+6
COEF 3	0.1 E+7
COEF 4	0.1 E+5
COEF 5	0.1 E+1
COEF 6	0.05 E+1
COEF 7	0.1 E+9
COEF 8	0.1 E+11
COEF 9	0.1 E+5
COEF	0.0001 E+1

C A P I T U L O V I

PROGRAMAÇÃO , TESTES, APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E AVALIAÇÃO DO MODELO:

Do problema, apresentado em capítulos anteriores, foi feita a análise para computador. No conjunto de anexos são apresentados os fluxogramas resultantes deste trabalho de análise.

6.1. Programação:

Ficam caracterizados, nos citados fluxogramas, todos os passos da programação, que antecedem o emprego de um modelo computacional, bem como o conjunto de relatórios gerados pelos programas.

O modelo computacional "TEMPO", empregado na solução do problema em estudo, é descrito no anexo 1, que acompanha este trabalho.

6.2. Testes:

Devido ao emprego de um sistema computacional pré-elaborado, na resolução do problema; os testes ficaram restritos à composição das entradas de dados. Uma vez depurada a massa de dados, o sistema "TEMPO", pode ser empregado sem dificuldades adicionais.

6.3. Apresentação dos Resultados:

6.3.1. Resultados do Sistema Computacional:

Constituem-se em saídas do modelo computacional, os seguintes relatórios:

- a) listagem da massa de dados,
- b) estatística do problema,

- c) listagem da massa de dados, reformulada pelo sistema,
- d) apresentação das iterações efetuadas pela rotina "PRIMAL", na busca da solução ótima,
- e) apresentação da solução ótima.

6.3.1.1. Apresentação da Solução Ótima:

A apresentação da solução ótima começa por uma listagem de cada uma das linhas da matriz contendo seu número, nome e estado na solução ótima. Na sequência são apresentadas as variáveis do modelo.

Acompanha, o relatório dos valores que cada uma das variáveis assume, na solução ótima, uma análise de sensibilidade à variações.

O número total de iterações, bem como o tempo dispendido na sua realização, também são fornecidos, como saídas do programa.

6.3.2. Relatórios para o Usuário:

Mediante a análise das respostas fornecidas pelo programa "TEMPO", inúmeras informações podem ser obtidas.

Como o formato da apresentação dos resultados, pelo sistema computacional, não é familiar aos programadores da produção, todo o conjunto de informação deve ser reorganizado e novos relatórios, a partir dele, elaborados.

6.3.2.1. Programação de Confecção:

O modelo matemático, elaborado para o problema, propunha-se a fornecer, como principal resposta, as quantidades, de cada artigo, a serem colocadas em produção nas unidades de costura.

Estas informações, portanto, constituem o primeiro relatório, apresentado, após a obtenção da solução pelo "TEMPO".

O relatório I, denominado PROGRAMAÇÃO DE CONFECÇÃO, é apresentado, a seguir, na tabela 11.

6.3.2.2. Programação dos Grupos de Costura:

Uma informação importante, ao programador da produção, é o programa dos diferentes grupos de costura.

A partir das informações geradas pelo "TEMPO", foi composto o relatório II: PROGRAMAÇÃO DOS GRUPOS DE COSTURA, onde figuram a capacidade produtiva instalada em cada grupo, bem como as quantidades programadas. A tabela 12, anexa, apresenta este relatório.

6.3.2.3. Programação de Beneficiamento:

O terceiro relatório, extraído da solução apresentada pelo modelo computacional, é a "PROGRAMAÇÃO DE BENEFICIAMENTO". Para cada uma das unidades de acabamento são indicadas a capacidade nominal de produção, bem como as quantidades programadas em cada período do horizonte de planejamento. Este relatório pode ser visto na tabela 13, a seguir apresentada.

6.3.2.4. Programação da Malharia:

A capacidade de produção da Malharia, bem como o consumo de malha, em quilogramas, pelas quantidades programadas, são apresentados no relatório denominado: "PROGRAMAÇÃO DA MALHARIA". Na tabela 14, anexa, figura este relatório.

6.4. Avaliação:

Na avaliação dos resultados, foram alvos de observação, os seguintes tópicos:

6.4.1. Caracterização das Variáveis do Problema:

O critério adotado na definição, permite que um artigo possa ser expresso por uma ou mais variáveis, exigindo, na apresentação dos resultados, seu reagrupamento.

6.4.2. Formulação das Restrições:

Como os resultados apresentados são consistentes, conclue-se serem corretos os critérios adotados na formulação das equações, que expressam as restrições do problema.

6.4.3. Formulação da Função Objetivo:

Para a formulação da função objetivo, foram adotados os princípios de programação por objetivos.

Procurou-se que a produção fosse programada em lotes ou partidas, como vem sendo feito atualmente na empresa. Observa-se, mediante a análise dos resultados, que a formulação da função objetivo, atendeu esta meta estabelecida.

6.4.4. Apresentação de Relatórios ao Usuário.

Procurou-se, na apresentação dos resultados ao usuário, manter o formato dos relatórios atualmente empregados.

Mudanças poderiam provocar morosidade na aceitação do novo sistema.

Uma informação adicional, pode, porém, ser fornecida os saldos de capacidade produtiva.

Como o modelo busca a otimização no emprego dos recursos, em alguns casos, podem surgir saldos positivos de capacidade de produção.

O decisor, de posse desta informação, decidirá o que fazer, ou seja, produzir mais artigos ou permitir paradas na produção.

É norma, da empresa, que com base nas previsões de vendas, os saldos de capacidade produtiva, sejam absorvidos por novos produtos e que paradas não sejam permitidas.

O sistema elaborado poderá, facilmente, assimilar este critério de decisão, desde que seja informado quais os artigos que devem ser produzidos, caso surjam saldos de capacidade produtiva.

TABELA II
RELATORIO I - PROGRAMAÇÃO DE CONFECÇÃO

ARTIGO	QUANTIDADES PROGRAMADAS(dz)
0200/00	70000
0200/21	32199
0282/21	2930
0733/21	3288
0126/10	3800
0622/10	1688
0908/10	9508

TABELA 12
RELATORIO II - PROGRAMAÇÃO DOS GRUPOS DE COSTURA

GRUPO	CAPACIDADE DE PROD. NOMINAL (dz)	QUANTIDADES PROGRAMADAS (dz)
11	70000	70000
12	40000	32199
21	3500	2930
31	5000	3288
41	3800	3800
51	2000	1688
61	14500	9508

TABELA 13
RELATORIO III - PROGRAMAÇÃO DO BENEFICIAMENTO

UNIDADE DE ACABAMENTO	CAPACIDADE NOMINAL kg	QUANTIDADES PROGRAMADAS (kg)		
		PERIODO 1	PERIODO 2	TOTAL
PRÉ-ALVEJARIA	160000	72700	75648	148348
ALVEJARIA	92000	46000	45360	91360
TINTURARIA	50000	18646	19313	37959
NAFTOLAGEM	16000	9000	5374	14374
ESTAMPARIA ROTATIVA I	18000	9000	9000	18000
ESTAMPARIA ROTATIVA II	14000	7000	7000	14000

TABELA 14
RELATORIO IV - PROGRAMAÇÃO DA MALHARIA

TIPO MALHA	LARGURA (cm)	CAPACIDADE NOMINAL kg	QUANTIDADES PROGRAMADAS (kg)
1/2	41	12500	11996
1/2	44	16000	14520
1/2	47	17000	15404
1/2	50	14500	14500
1/2	54	4000	3437
1/2	56	4000	1873
1/2	76	60000	58888
1/2	90	50000	45147
RIBANA	65	10000	8454
LYCRA	60	800	524

C A P I T U L O V I I

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES:

7.1. Conclusões:

Apontou-se como objetivo capital deste trabalho, a elaboração de um modelo de pesquisa operacional, que pudesse vir a ser inserido no sistema de programação de produção da empresa estudada.

Findas as atividades, conclue-se que o objetivo foi alcançado, pois bom conhecimento de uma indústria têxtil foi adquirido, análises de um problema foram efetuadas e um modelo de programação linear encontra-se elaborado e implantado.

Foram efetuadas algumas adaptações do problema, para tornar viável o emprego do sistema computacional "TEMPO", na busca de sua solução.

Os resultados obtidos permitem afirmar que é viável a expansão do modelo, para seu emprego, quase que diretamente, na programação da produção, da indústria focalizada.

7.2. Recomendações:

Podem ser subdivididas em dois grupos distintos, as recomendações a serem feitas, no final deste trabalho de dissertação.

À empresa, onde grande parte dos trabalhos foram desenvolvidos, recomenda-se inserir, em seu sistema de programação e controle da produção, o modelo aqui proposto.

O modelo de otimização foi proposto para determinar os programas mensais de produção, mas, sem nenhuma mudança em sua estrutura, poderá ser utilizado na elaboração dos programas semanais e até diários.

Subdividindo, de modo diferente, o horizonte de planejamento da produção, a empresa poderá usar o sistema proposto, para elaborar seus programas, eliminando a solução de continuidade, entre eles ainda presente.

O segundo grupo de recomendações, diz respeito a sugestões para pesquisas futuras, a partir do modelo elaborado.

A retomada do estudo da função objetivo, feito neste trabalho analisando, mediante simulação, o desempenho de objetivos conflitantes, seria a principal sugestão a ser feita a quem desejasse realizar pesquisas com o modelo proposto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. HILLIER, F. and Liebermann, G.J. - "Introduction to Operations Research". São Francisco: Holden Day, Inc., 1967.
2. MACHLINE-SA MOTTA-WEIL- "Manual da Administração da Produção", Fundação Getúlio Vargas, 1974.
3. BURROUGHS - "Tempo: Mathematical Programming System User's Manual" USA, 1976.
- MODELER: Model Development Language and Report Writer - User's Manual, USA, 1976.
4. LEITE, José A.A. - "Metodologia de Elaboração de Teses". Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda, Paraíba, 1977.
5. COELHO, Celso Augusto - "Programação por Objetivos Aplicada ao Planejamento da Produção Agregada". UFSC, SC, 1976
6. CIA. HERING - "Manuais do Departamento de Planejamento e Controle da Produção" (Fonte bibliográfica nº 1), SC, 1980.

A N E X O S

A N E X O 1

APRESENTAÇÃO DO SISTEMA COMPUTACIONAL "TEMPO"

APRESENTAÇÃO DO SISTEMA COMPUTACIONAL "TEMPO":

1.1. Generalidades:

O programa ou modelo computacional: "TEMPO" consiste num grupo de algoritmos que determinam a alocação ótima, de recursos limitados.

O sistema tem condições de selecionar, entre inúmeras alternativas, a melhor. Podem ser citadas como áreas de aplicação, deste modelo: planejamento, a longo e médio prazo, aprazamento, solução de problemas de misturas, distribuição e investimentos.

As principais características do projeto do "TEMPO" são: Modulação, eficiência de processamento, existência de uma linguagem "TCL", que permite acessar, em qualquer ponto, o programa; e sua flexibilidade.

1.2. Processos do Sistema:

Os processos são classificados segundo sua função em: entradas, otimização, saídas, inicialização, pós-otimização, conservação da base, e em processos utilitários.

a) Processos de Entrada:

Os processos de entrada incluem as seguintes rotinas:

INPUT - Mediante esta rotina, são lidos os dados, de qualquer fonte e transformados em representação binária.

REVISE - Permite mudanças na massa de dados.

SETUP - Esta rotina gera uma matriz de trabalho.

b) Processos de Otimização:

Os processos de otimização são empregados para a resolução do problema.

Este processo é composto pelas seguintes rotinas:

PRIMAL - Esta rotina contém o método primal simplex revisado, para solucionar os problemas.

DUAL - Esta rotina contém o método dual, de resolução.

INVERT - Mediante esta rotina, são obtidas, sempre que necessárias e, automaticamente, matrizes inversas.

c) Processo de Saída

Os processos de saída emitem informações sobre os problemas e suas soluções.

Compõem o processo de saída, as seguintes rotinas:

OUTPUT - Esta rotina imprime a solução do problema, indicando o valor de cada uma das variáveis. Estas informações consistem na indicação do valor variável e da mudança acarretada na função objetivo, caso a variável mude em uma unidade e, ainda, dados sobre o seu limite.

BCDOUT - Mediante o emprego desta rotina, consegue-se a impressão dos dados de entrada.

PICTURE- Com o emprego desta rotina obtém-se a impressão da matriz simplex, do problema.

SOLOUT - Esta rotina imprime soluções que tenham sido retidas em arquivo e/ou banco de dados.

INTEPP - Esta rotina, empregada em conjunto com a rotina "REVISE", permite a resolução de problemas inteiros.

d) Processos de Inicialização:

Este processo consiste em uma série de análises do problema, com o intuito de tornar mais rápida a solução.

PRESOLVE - Esta rotina analisa o problema a ser solucionado, tentando reduzi-lo, para que a resolução de um problema de menor porte, conduza à resposta procurada.

CREATE - Esta rotina restaura o problema inicial, a partir do problema resolvido pela PRESOLVE.

CRASH - Esta rotina seleciona, previamente, uma base adequada à resolução do problema, diminuindo o número de solução não viáveis.

e) Processos de Pós-otimização:

São os processos que efetuam as análises de sensibilidade do problema.

RANGE - Mediante o emprego desta rotina, é possível identificar o intervalo de variação de cada uma das variáveis, para os quais, a solução apontada, continua ótima.

PARCOS - Esta rotina emprega a programação paramétrica permitindo testes com intervalos das variáveis.

PARRHS - Esta rotina emprega programação paramétrica, para os valores da mão direita da matriz.

PARRIM - É uma função das rotinas PARCOS e PARRHS.

PARCOL - Esta rotina permite o emprego da programação paramétrica, em uma determinada coluna.

PAROW - Esta rotina permite o emprego de programação paramétrica, sobre uma linha, escolhida.

f) Processos de Conservação da Base:

São processos que permitem reter, para estudos ou testes, várias bases do problema.

SAVE - Esta rotina retém a base dos vetores com limites.

LOAD - Esta rotina restaura bases conservadas pela rotina SAVE.

BASOUT - É uma rotina que perfura, em cartões, uma base restaurada pela rotina "LOAD".

BASIN - Esta rotina lê uma base, descarregada em cartões, e a restaura.

1.3. Processos Utilitários:

Os processos utilitários são compostos pelas rotinas:

STATUS - Imprime os valores de todos os parâmetros do "TEMPO".

RESERT - Esta rotina inicializa todos os parâmetros, com seus valores básicos.

COPY - Esta rotina permite efetuar permuta de bases, de um banco de dados para outro.

SAVERHS - Mediante o emprego desta rotina é possível conservar os valores da mão direita da matriz.

1.4. Extensão do Algoritmo:

A programação separável, é uma das extensões do programa "TEMPO".

2. Apresentação dos Resultados:

Constituem-se saídas do modelo computacional, os seguintes relatórios:

2.1. Listagem dos Dados de Entrada para o Programa "MODLER":

O emprego do programa "MODLER" é facultativo.

Serve, este programa, para compilar os dados, preparando as entradas para o programa "TEMPO".

2.2. Listagem do Programa "TCL":

O programa "TEMPO" requer o uso de uma linguagem específica, aqui denominada "TCL". Um pequeno programa, elaborado em linguagem "TCL" é necessário, para a utilização do "TEMPO".

2.3. Relatório do Programa "TEMPO":

Constituem-se em saídas normais, do "TEMPO", os seguintes relatórios:

- Estatísticas do problema;
- Listagem dos dados de entrada, fornecidos pelo "MODLER";
- Apresentação das iterações efetuadas pela rotina PRIMAL, que busca a solução do problema;
- Desenho de matriz do problema;
- Apresentação da solução ótima.

2.4. Apresentação da Solução:

Mediante a análise das respostas fornecidas, pelo programa "TEMPO", inúmeras informações são obtidas.

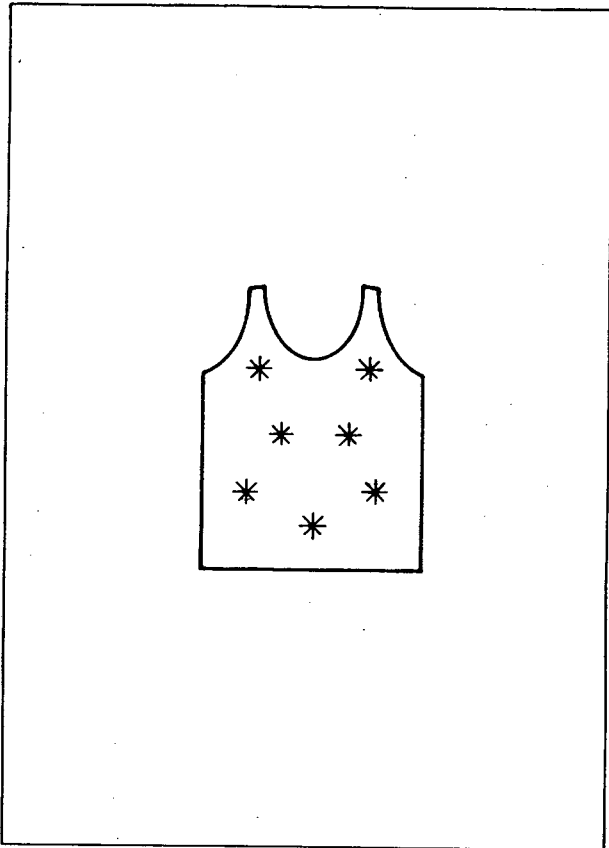
De início é apresentada uma listagem de cada uma das linhas, contendo: seu número, nome e estado na solução ótima. Na sequência são apresentadas as variáveis do modelo.

Acompanha, o relatório dos valores que cada variável assume, na solução ótima; uma análise de sensibilidade à variações.

O número total de iterações, bem como o tempo consumido na sua realização, também são fornecidos, como saídas do programa.

A N E X O 2

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS ARTIGOS



CODIGO - 0126/10/00 (Estampado)
FIO - 26/1 SP
MALHA - 1/2 Malha
LARGURA DA MALHA : 74 cm
MALHAS DE ACABAMENTO :
1/2 Malha
Ribana
Lycra
GRADE DE TAMANHOS : X06, X09, X12, 002,
003, 004, 005, 006.

TITULO	TAMANHOS	
	X06 a X12	002 a 006
CONSUMO DE MALHA (KGS/DZS)		
Tecido + Perdas	0,370	0,500
Ribana		
Friso		

APRESENTAÇÃO PARA VENDAS :

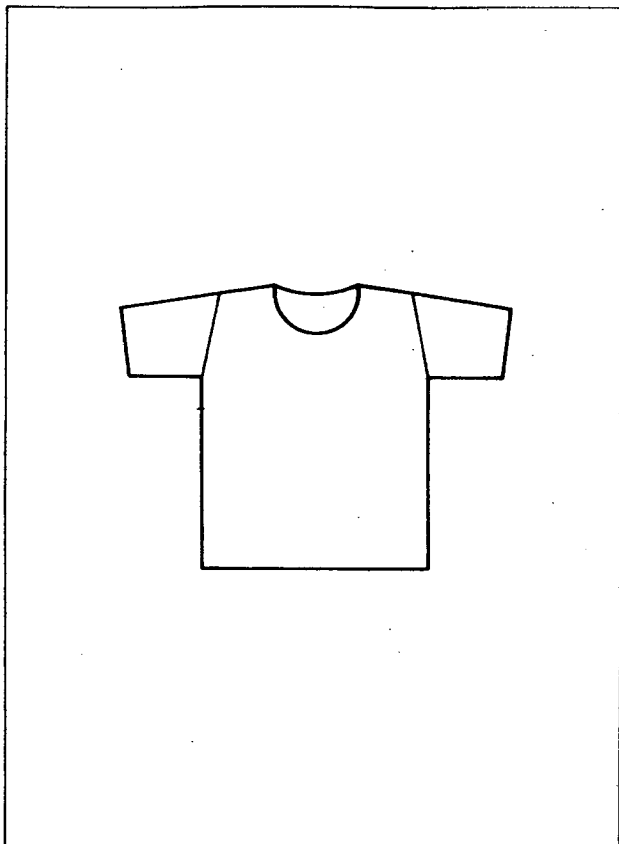
Linha bebê (X06 a X12) = uma coleção (MQ 2)

Linha infantil (002 a 006) = tres coleções (MQ 1)

Cada coleção da linha bebê é formada de dois sortimentos, cada sortimento composto de duas estampas.

Cada estampa, com duas variantes (Cores)

Artigo sub-produto = 0892/10/00



CÓDIGO - 0200/00/00 (Alvejado)

FIO - 26/1 SP

MALHA - 1/2 Malha

LARGURA DA MALHA :

002 a 040 - 90 cm

042 - 41 cm

044 - 44 cm

046 - 47 cm

048 - 50 cm

050 - 54 cm

052 - 56 cm

MALHAS DE ACABAMENTO :

1/2 Malha

Ribana 1x1 - Friso e Punho

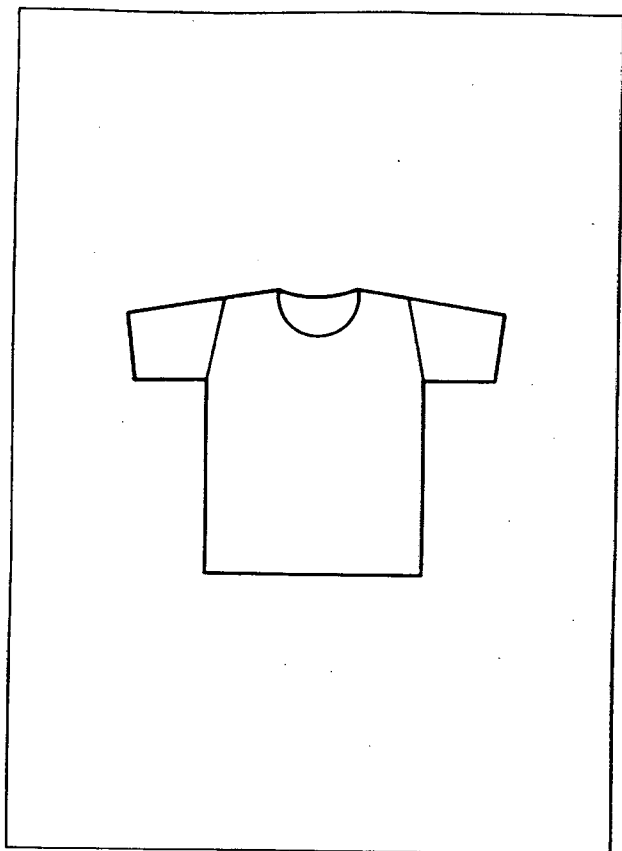
Lycra

GRADE DE TAMANHOS : 002, 004, 006, 008,
010, 012, 040, 042,
044, 046, 048, 050,
052.

TITULO	TAMANHOS			
	002 a 006	008 a 040	042 a 048	050 a 052
CONSUMO DE MALHA (KGS/DZS)				
Tecido + Perdas	0,590	0,950	1,430	1,960
Ribana 1x1	0,053	0,060	0,067	0,077

APRESENTAÇÃO PARA VENDAS :

Todos os tamanhos sem variações.



CÓDIGO - 0200/21/00 (Tingido)

FIO - 26/1 SP

MALHA - 1/2 Malha

LARGURA DA MALHA : 90 cm

MALHAS DE ACABAMENTO : Ribana

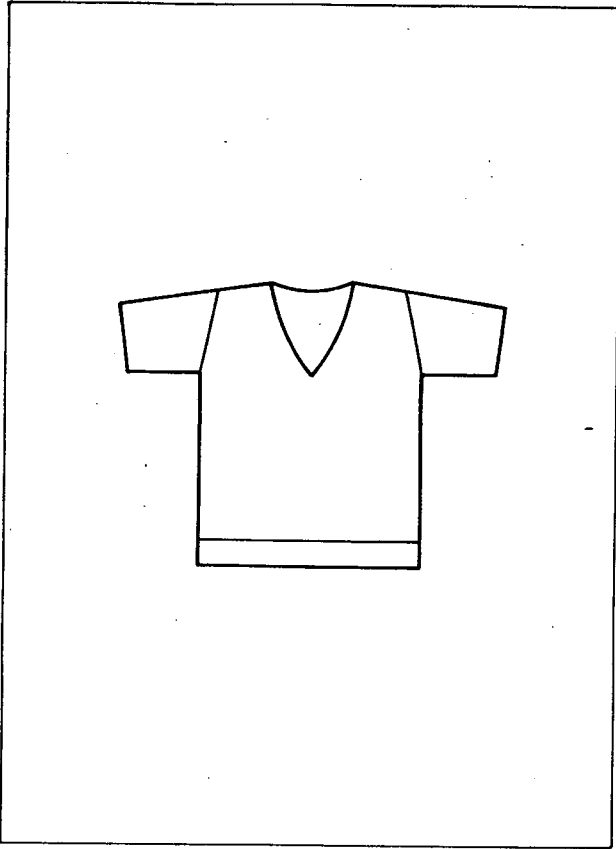
GRADE DE TAMANHOS : 002, 004, 006, 008,
010, 012, 040, 042,
044, 046, 048, 050,
052.

TITULO	TAMANHOS		
	004 a 006	008 a 040	042 a 052
CONSUMO DE MALHA (KGS/DZS)			
Tecido + Perdas	0,620	0,980	1,530
Ribana 1x1	0,053	0,060	0,067

APRESENTAÇÃO PARA VENDAS:

Linha infantil (002 a 006) - Uma coleção com seis variantes composta de cinco cores pré-alvejadas e uma cor naftol.

Linha adulta (008 a 052) Uma coleção com seis variantes composta de duas cores pré-alvejadas, duas naftol e duas cruas.



CÓDIGO - 0282/00/00 (Tingido)

FIO - 26/1 SP

MALHA - 1/2 Malha

LARGURA DA MALHA : 90 cm

MALHAS DE ACABAMENTO :

Ribana

Frisos

1/2 Malha

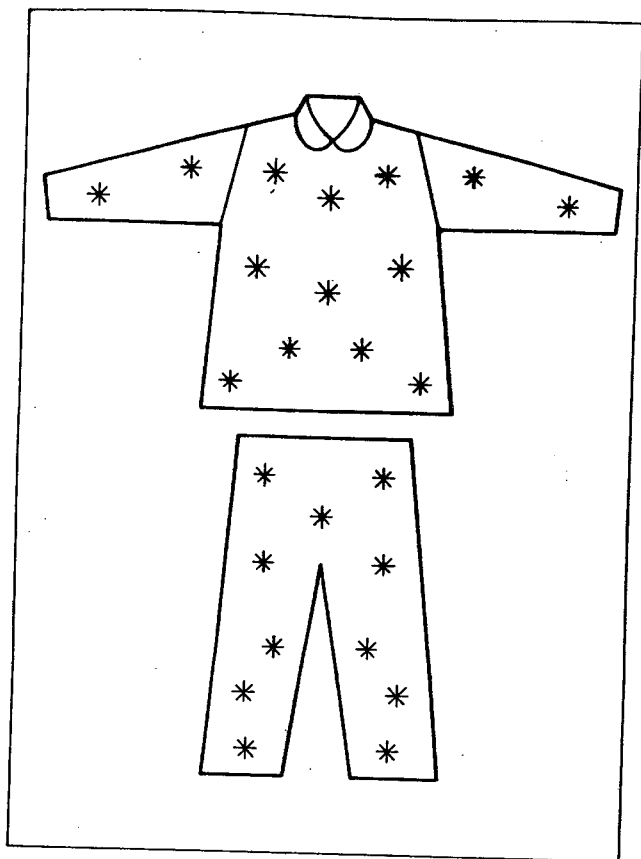
GRADE DE TAMANHOS : 002, 004, 006, 008, 040,

TITULO	TAMANHOS	
	002 a 006	008 a 040
CONSUMO DE MALHA (KGS/DZS)		
Tecido + Perdas	0,650	0,970
Ribana 1x1 (60 mm) (25 mm)	0,115 0,041	0,743 0,048
Friso 1/2 Malha (25 mm)	0,033	0,038
Cor (1/2 Malha)	0,100	0,210

APRESENTAÇÃO PARA VENDAS :

Uma coleção, com tres cores de corpo (tres pré-alvejadas e uma naftol), tres cores de decote e punho (uma naftol e duas cruas) e com cós pré-alvejado.

A camiseta recebe uma estampa manual no seu lado direito.

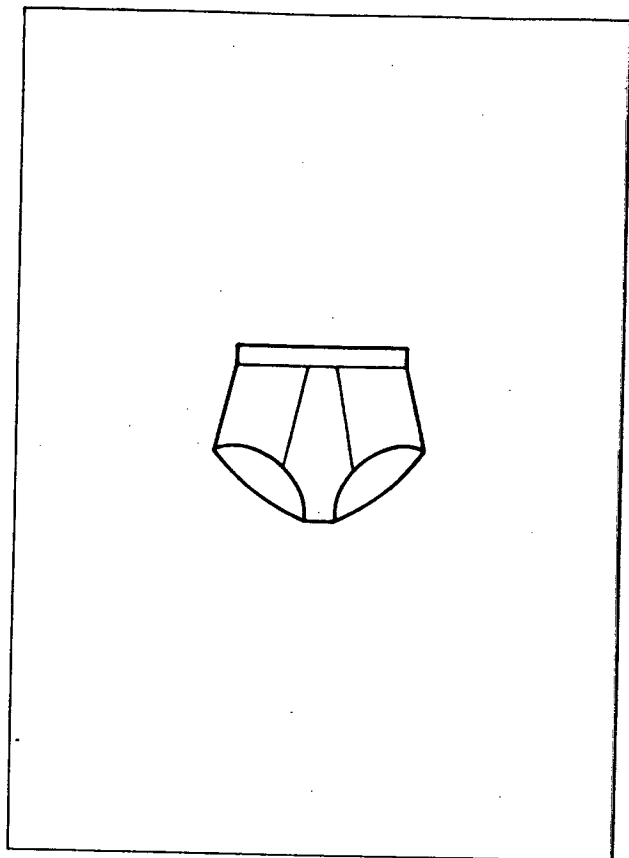


CÓDIGO - 0622/10/00 (Estampado)
FIO - 26/1 SP
MALHA - 1/2 Malha
LARGURA DA MALHA : 74 cm
MALHAS DE ACABAMENTO :
 Ribana
 Frisos
 1/2 Malha
GRADE DE TAMANHOS : 038, 040, 044, 046,
 048,

TITULO	TAMANHOS	
	038 a 040	042 a 048
CONSUMO DE MALHA (KGS/DZS)		
Tecido + Perdas Blusa	1,945	2,590
Calça	2,135	2,655
Bolso	0,300	0,355
Ribana	0,020	0,024
Friso	0,044	0,080

APRESENTAÇÃO PARA VENDAS :

Uma só coleção composta de um sortimento.
 Cada sortimento tem duas estampas e tres variantes (MQ 2).
 Artigo sub-produto 0902/10/00.



CÓDIGO - 0733/21/00 (Tingido)

FIO - 26/1 SP

MALHA - 1/2 Malha

LARGURA DA MALHA : 90 cm

MALHAS DE ACABAMENTO:

Ribana

Lycra

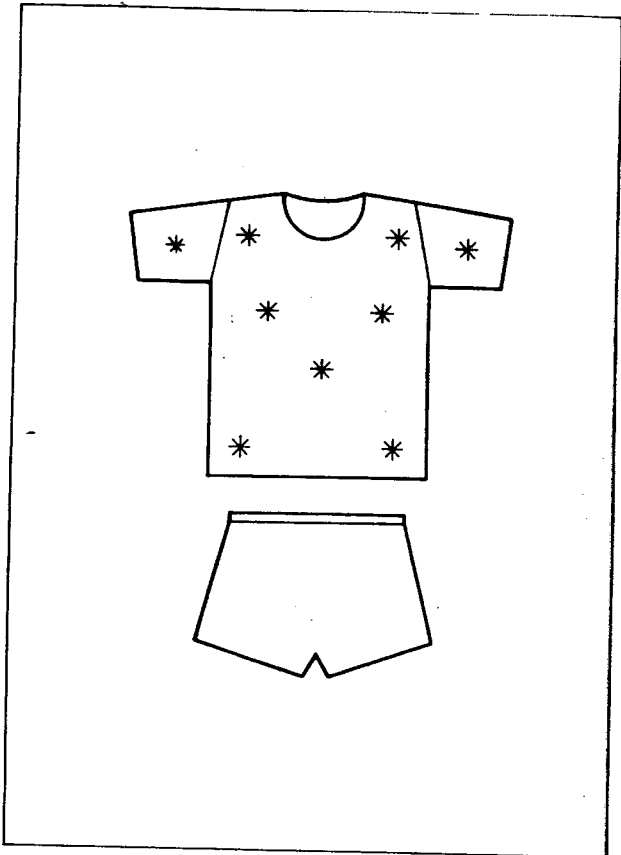
1/2 Malha

GRADE DE TAMANHOS : 070, 075, 080, 090,
100, 105, 115, 120,
125.

TITULO	TAMANHOS	
	070 a 100	100 a 125
CONSUMO DE MALHA (KGS/DZS)		
Tecido + Perdas	0,700	0,980
Ribana	0,084	0,090
Lycra	0,160	0,170
1/2 Malha	0,060	0,067

APRESENTAÇÃO PARA VENDAS:

Uma linha de uma só coleção, composta de seis cores (tres pré-alvejadas e tres cruas).



CÓDIGO - 0908/10/00 (Estampada)
FIO - 26/1 SP
MALHA - 1/2 Malha
LARGURA DA MALHA : 74 cm
MALHAS DE ACABAMENTO : Ribana
GRADE DE TAMANHOS : 002, 003, 004, 005,
006, 008.

TITULO	TAMANHOS
CONSUMO DE MALHA (KGS/DZS)	002 a 008
Tecido + Perdas Blusa	0,660
Calça	0,360
Ribana	0,063

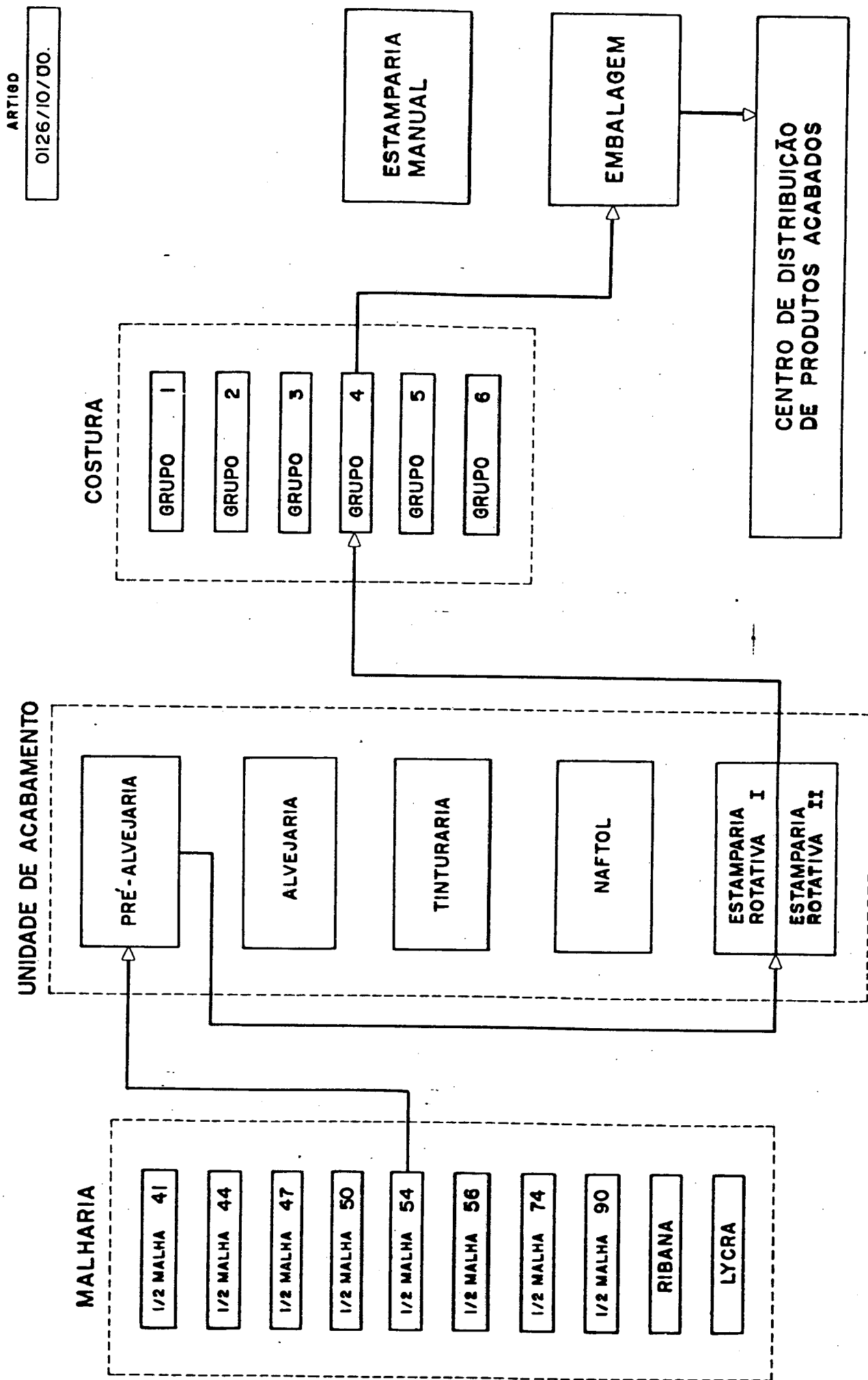
APRESENTAÇÃO PARA VENDAS:

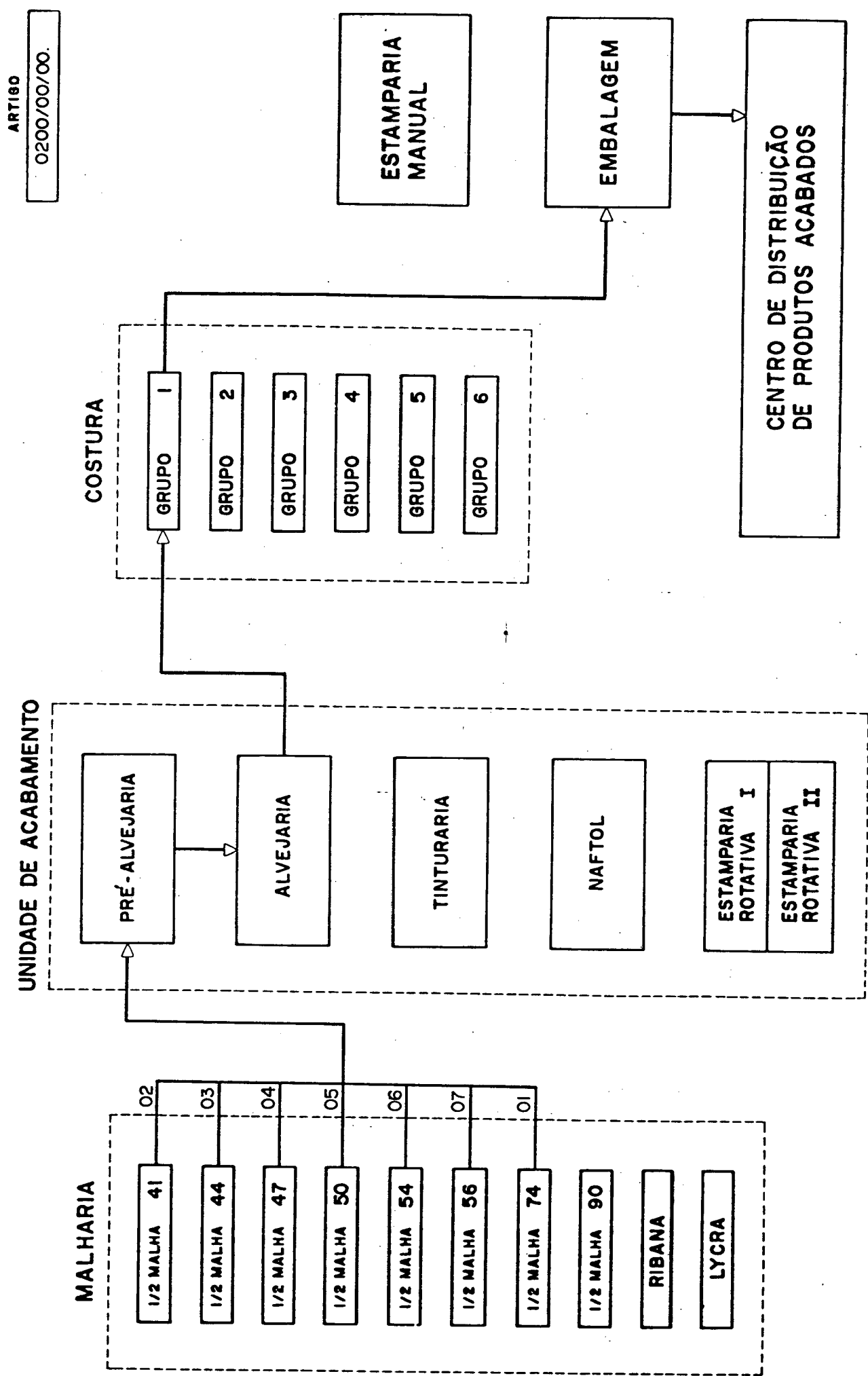
Linha infantil com um só sortimento de uma estampa com uma só variante. Tem-se porém tres cores de friso e calça.

Artigo sub-produto = 0902/10/00

A N E X O 3

FLUXOS DOS ARTIGO NA PRODUÇÃO

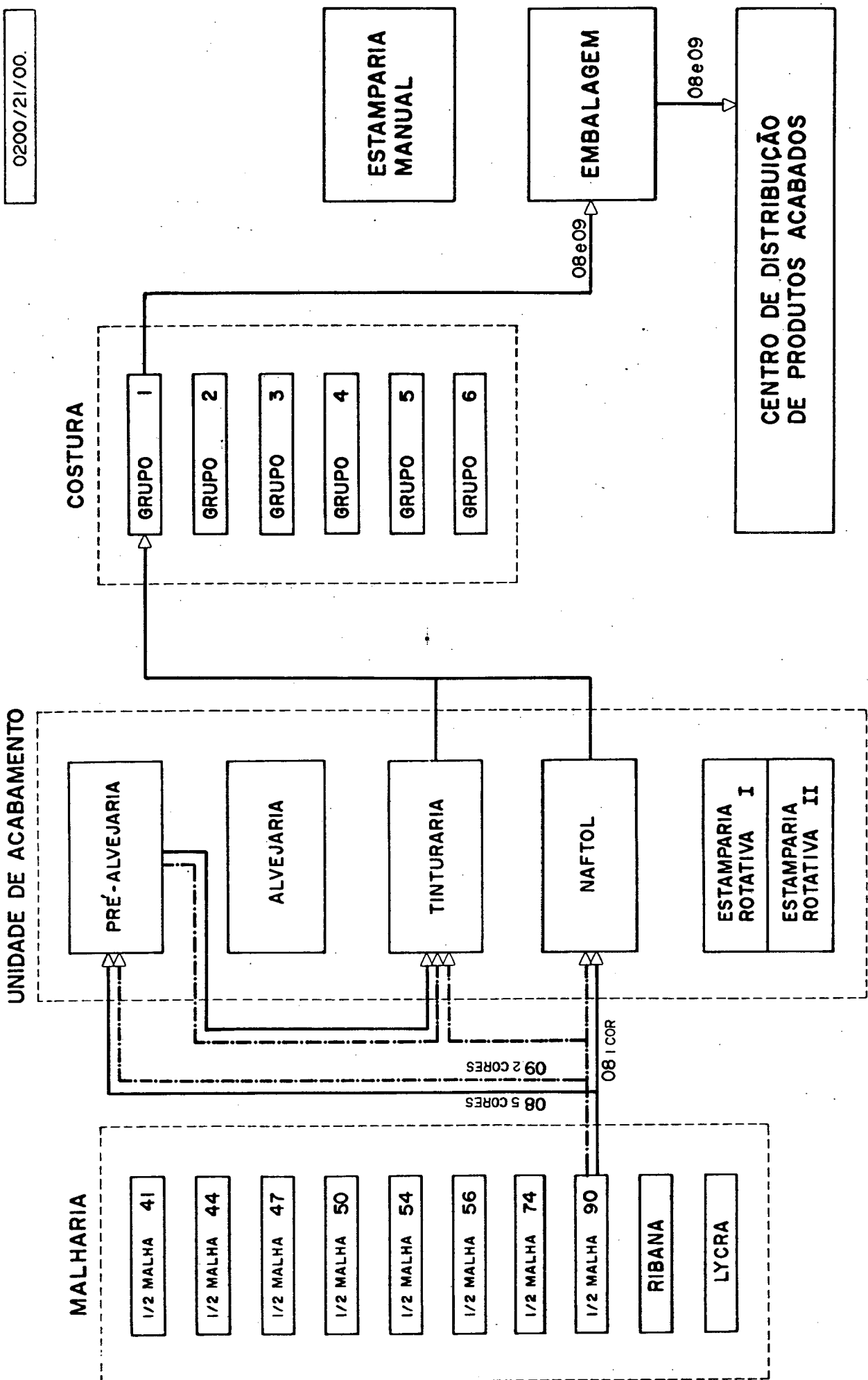


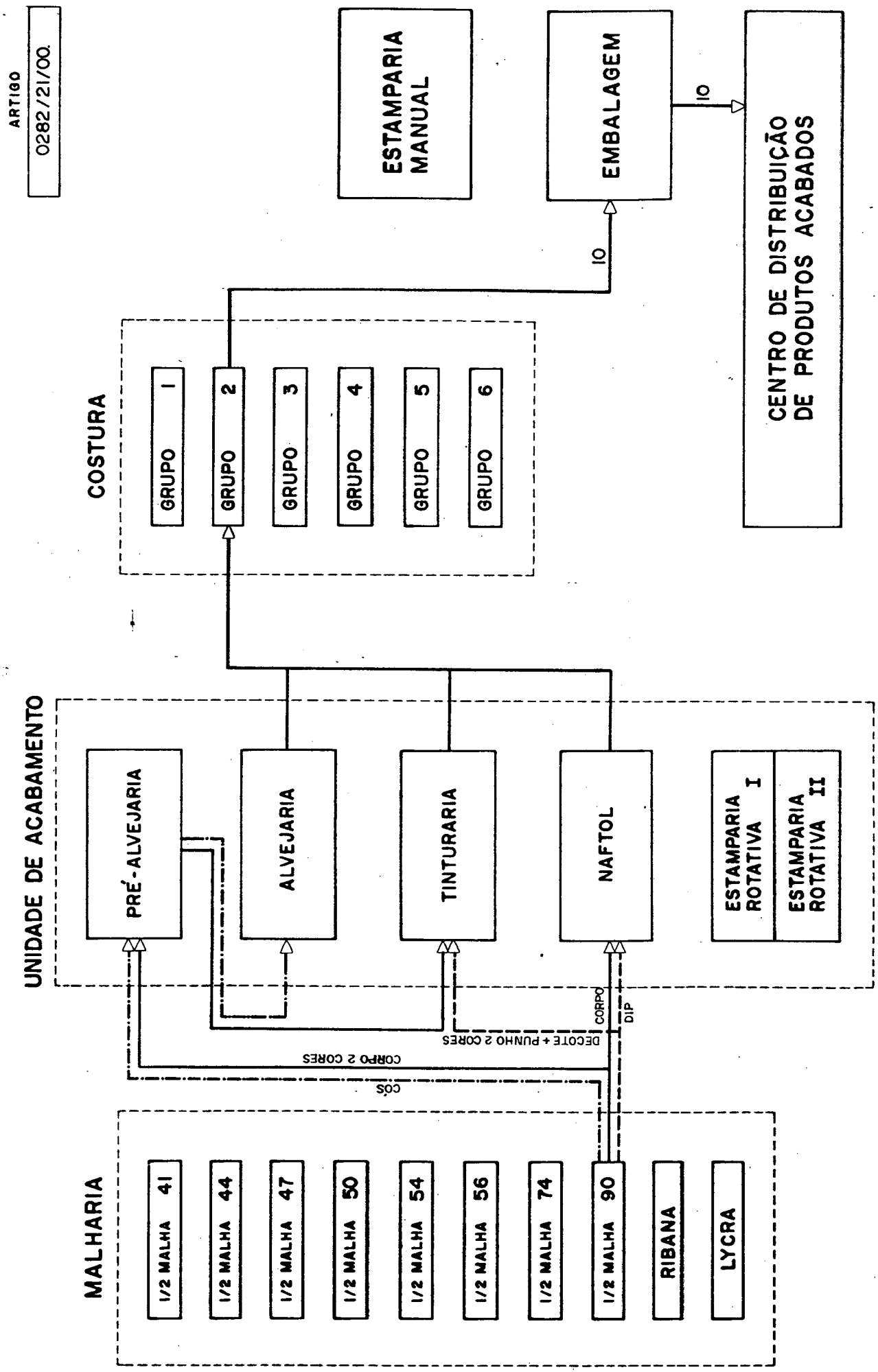


FLUXO DO ARTIGO NA PRODUÇÃO

ART160

0200/21/00.



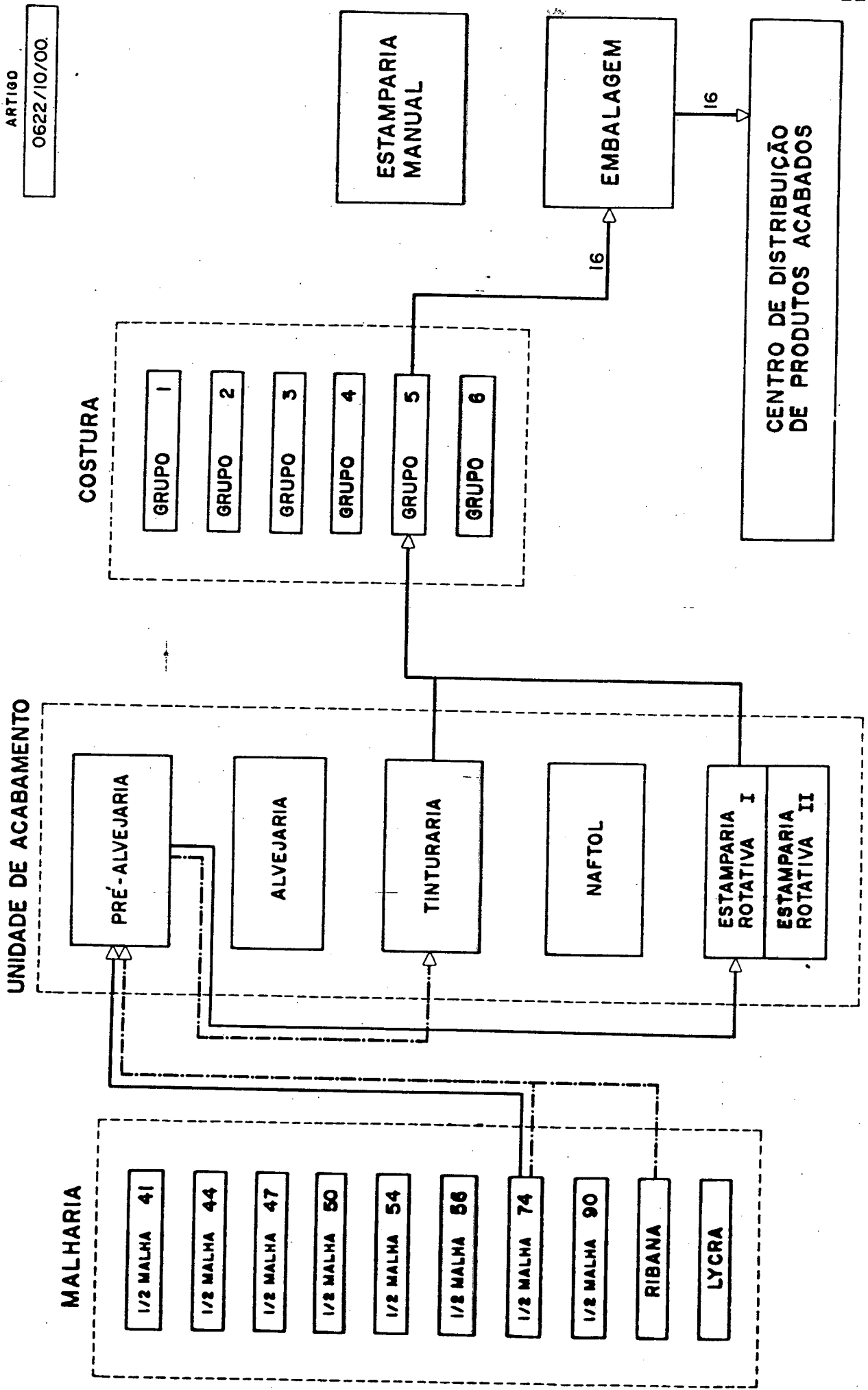


ARTIGO

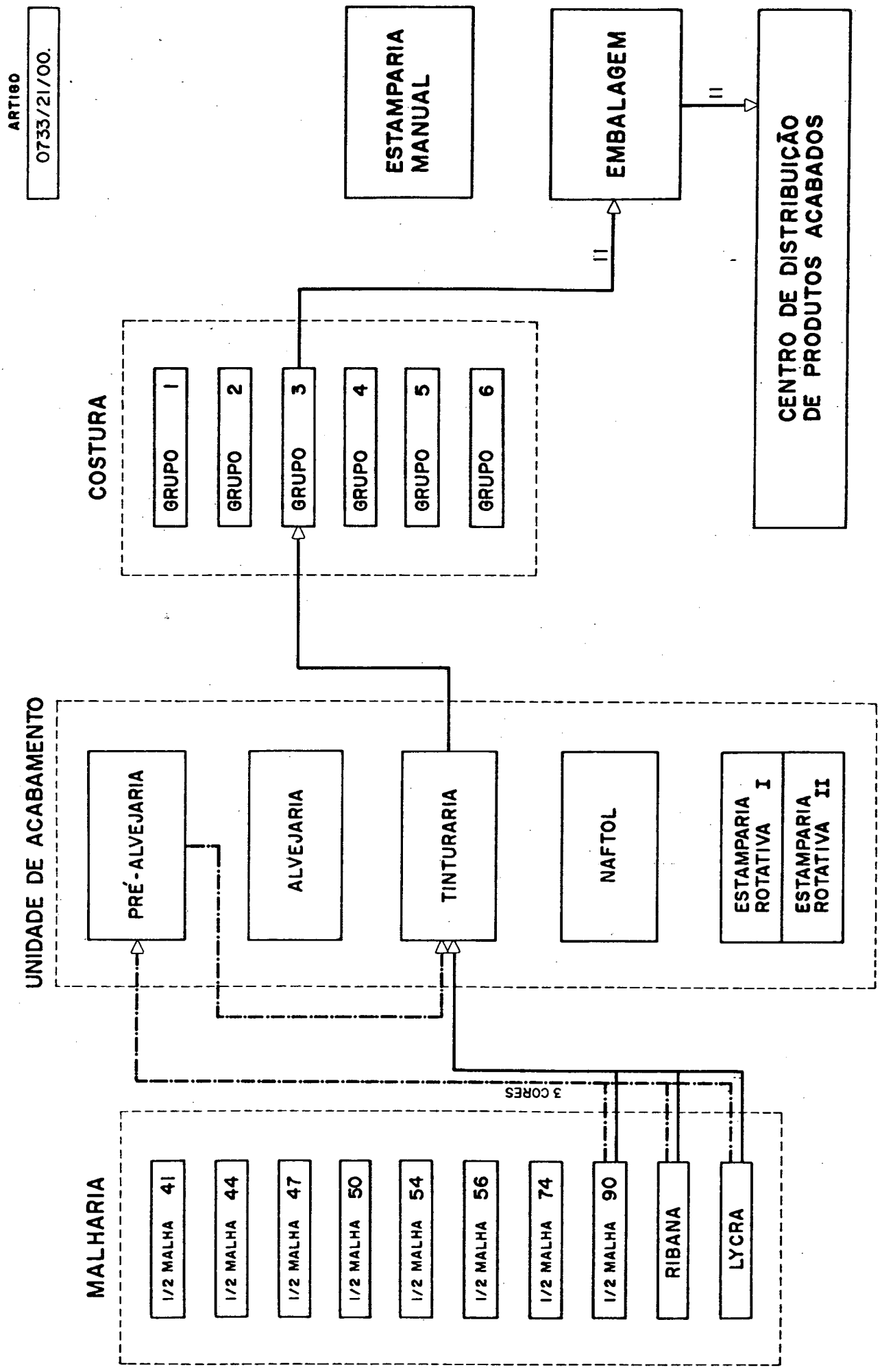
0282/21/00

ARTIGO

0622/10/00.



FLUXO DO ARTIGO NA PRODUÇÃO

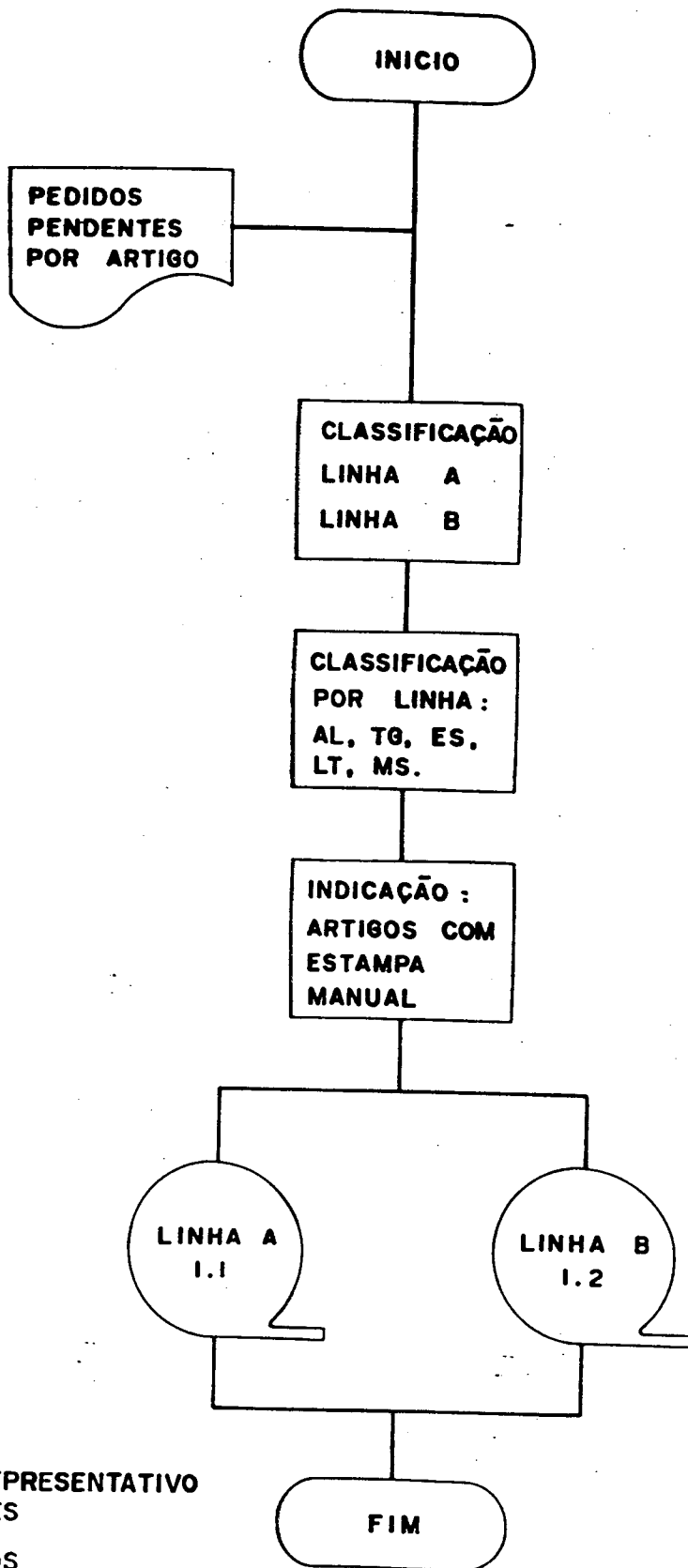


A N E X O 4

FLUXOGRAMAS DOS PROGRAMAS

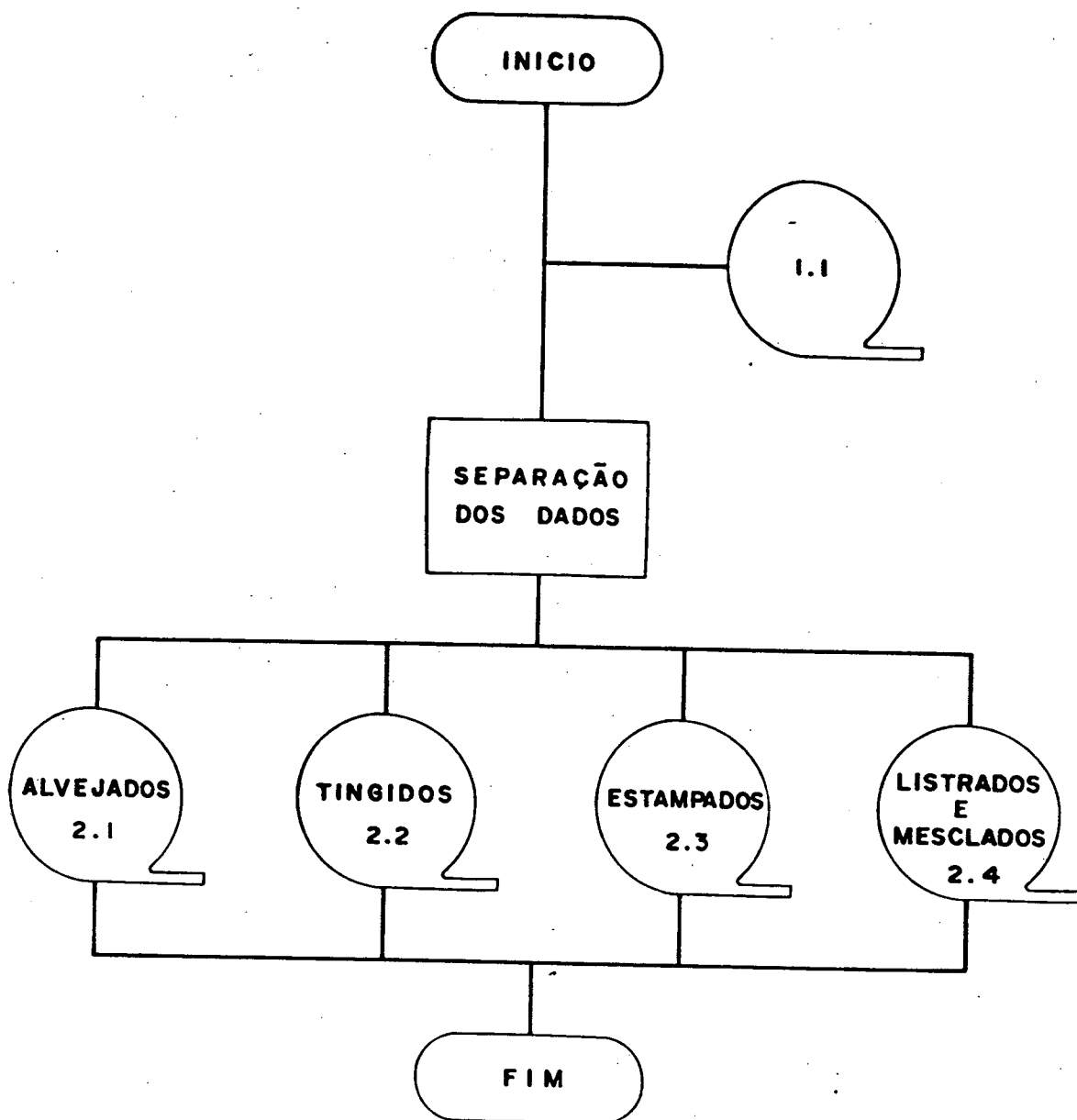
PROGRAMA I

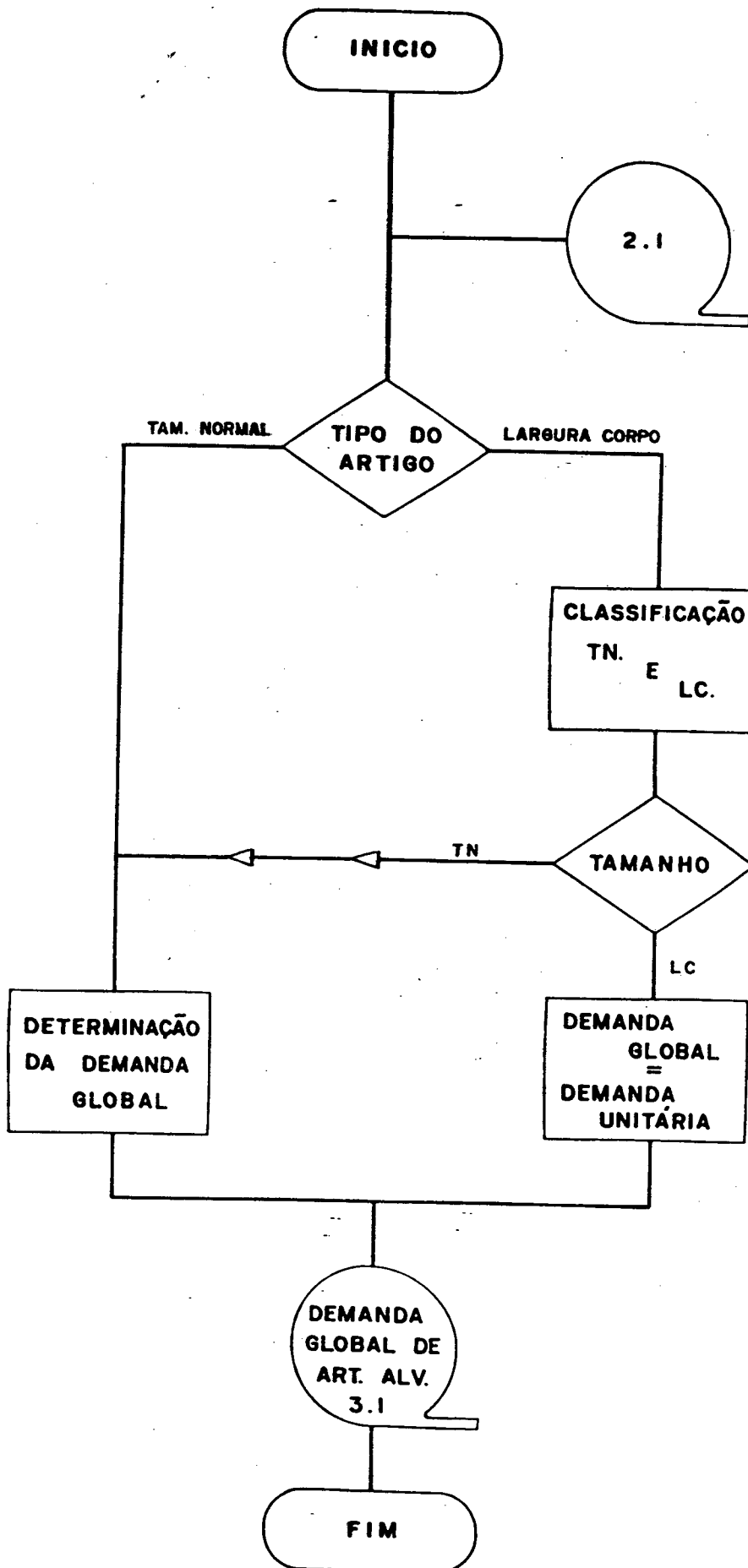
CLASSIFICAÇÃO DAS DEMANDAS

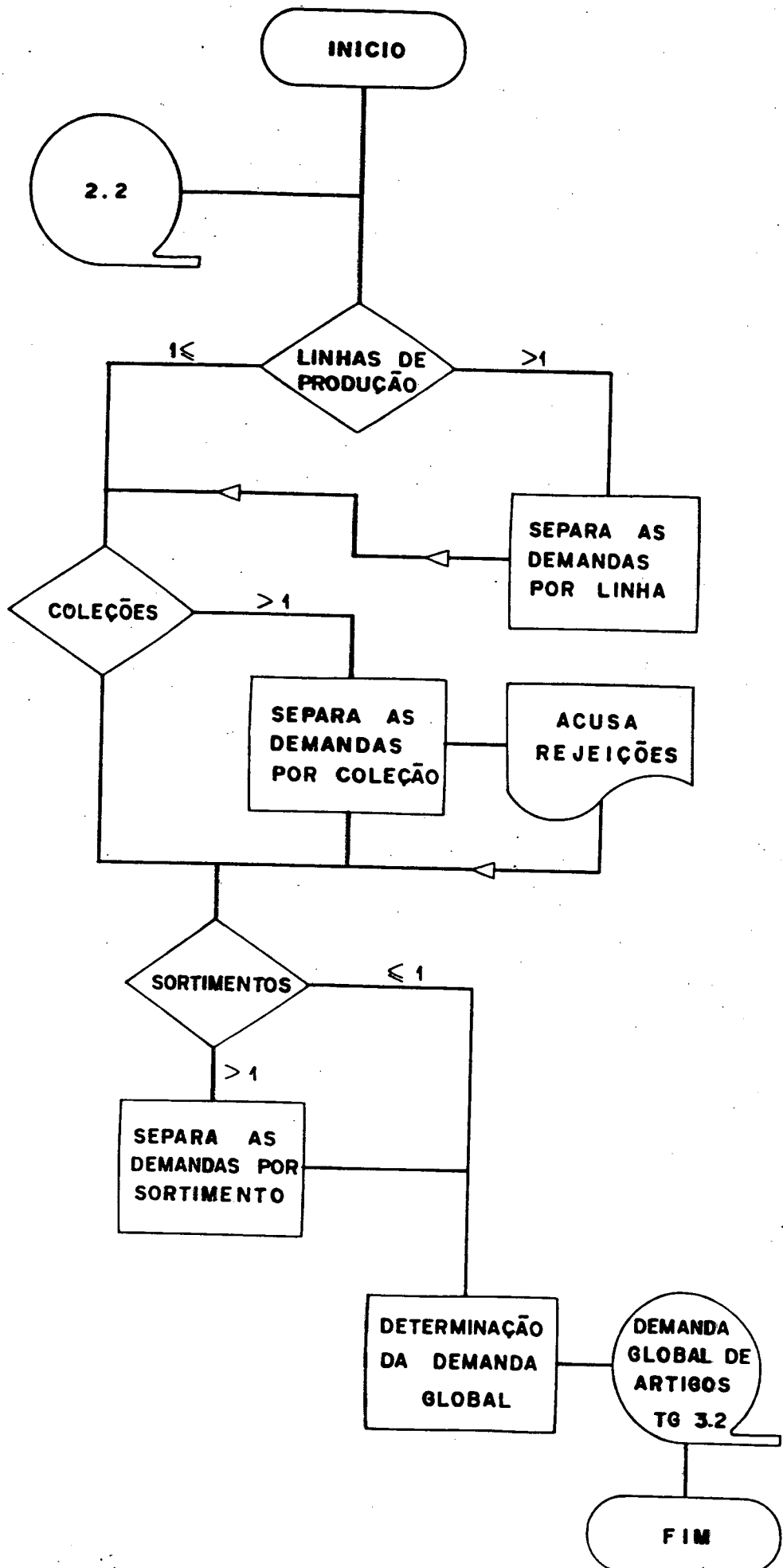


LINHA A = GRUPO REPRESENTATIVO
B = RESTANTES

AL= ALVEJADOS
TG= TINGIDOS
ES= ESTAMPADOS
LT= LISTRADOS
MS= MESCLADOS

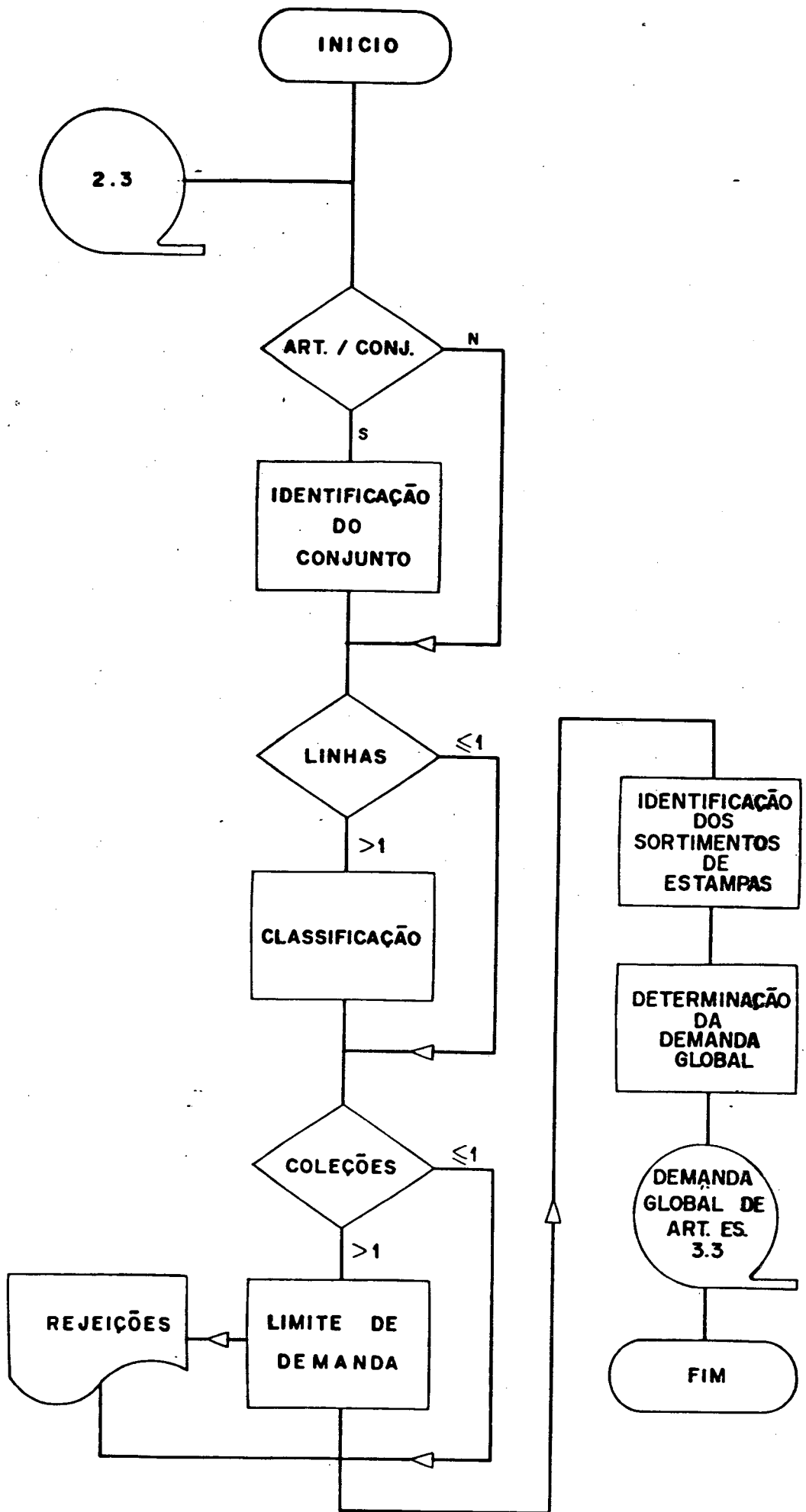






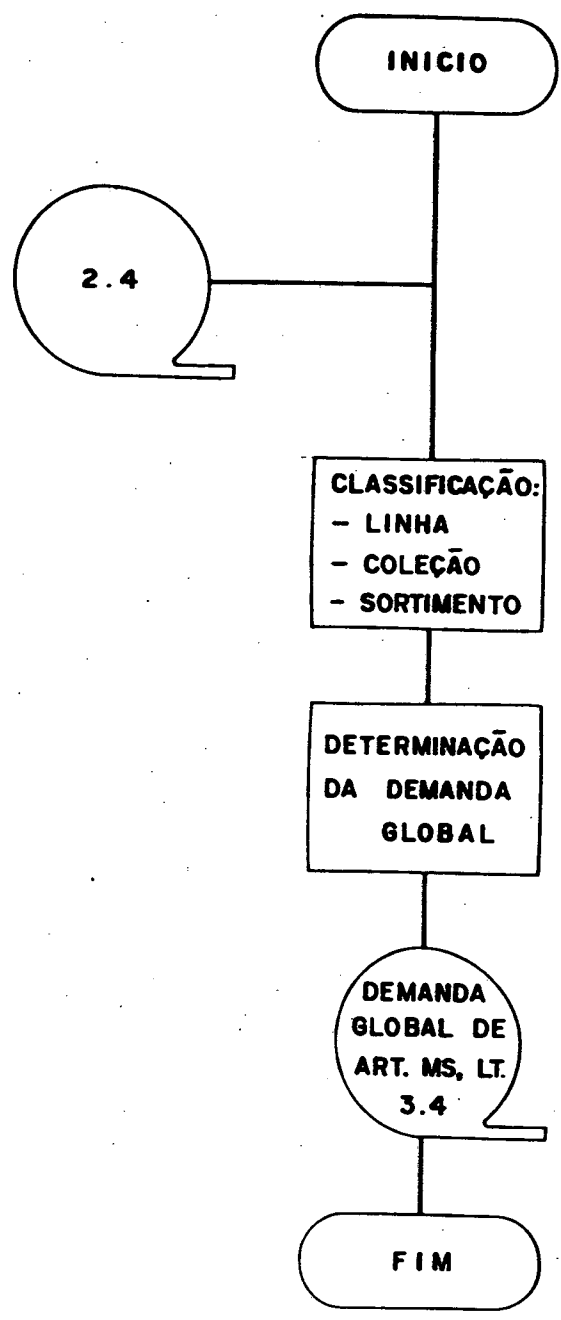
3.3

ARTIGOS ESTAMPADOS



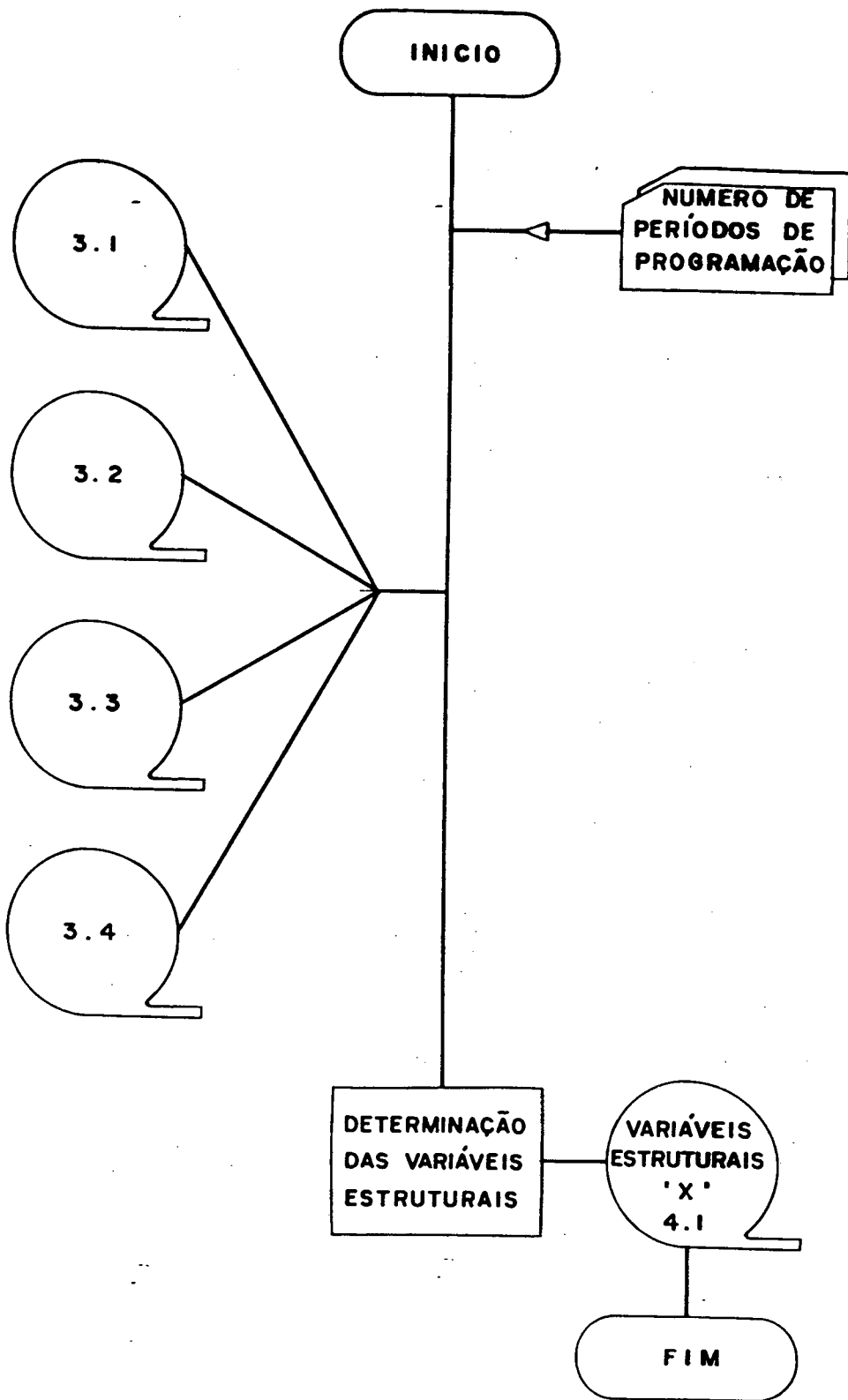
3.4

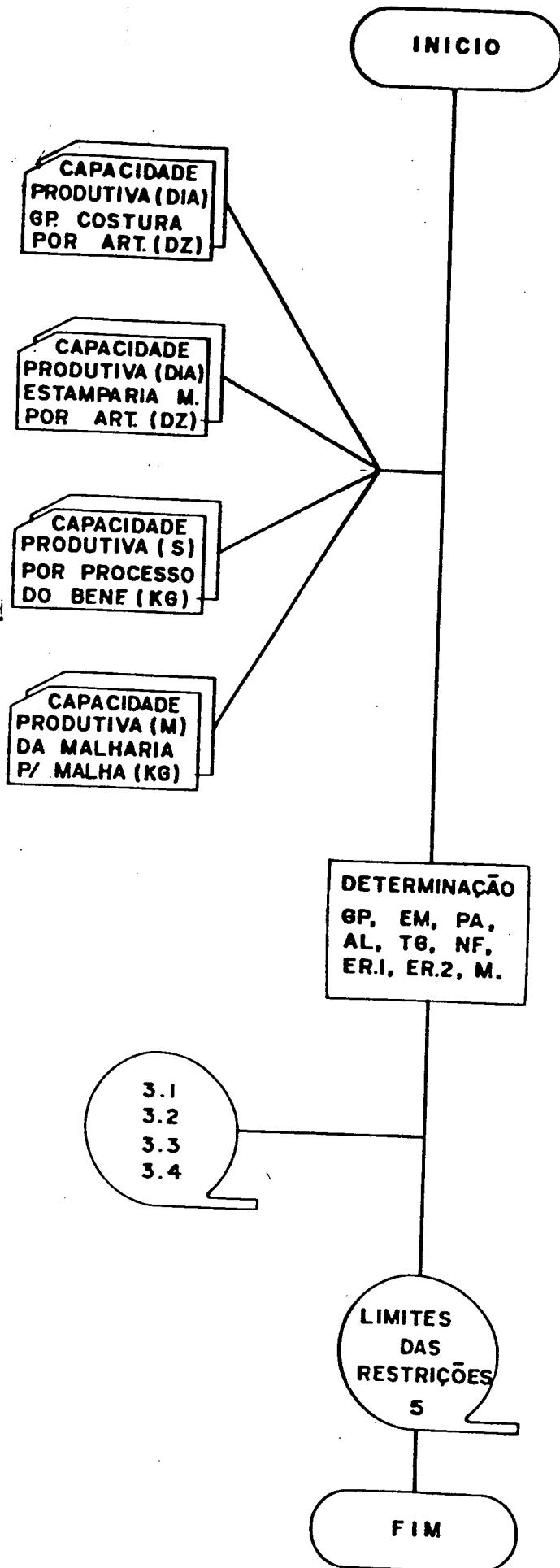
ARTIGOS MESCLADOS E LISTRADOS



GRAMA 4

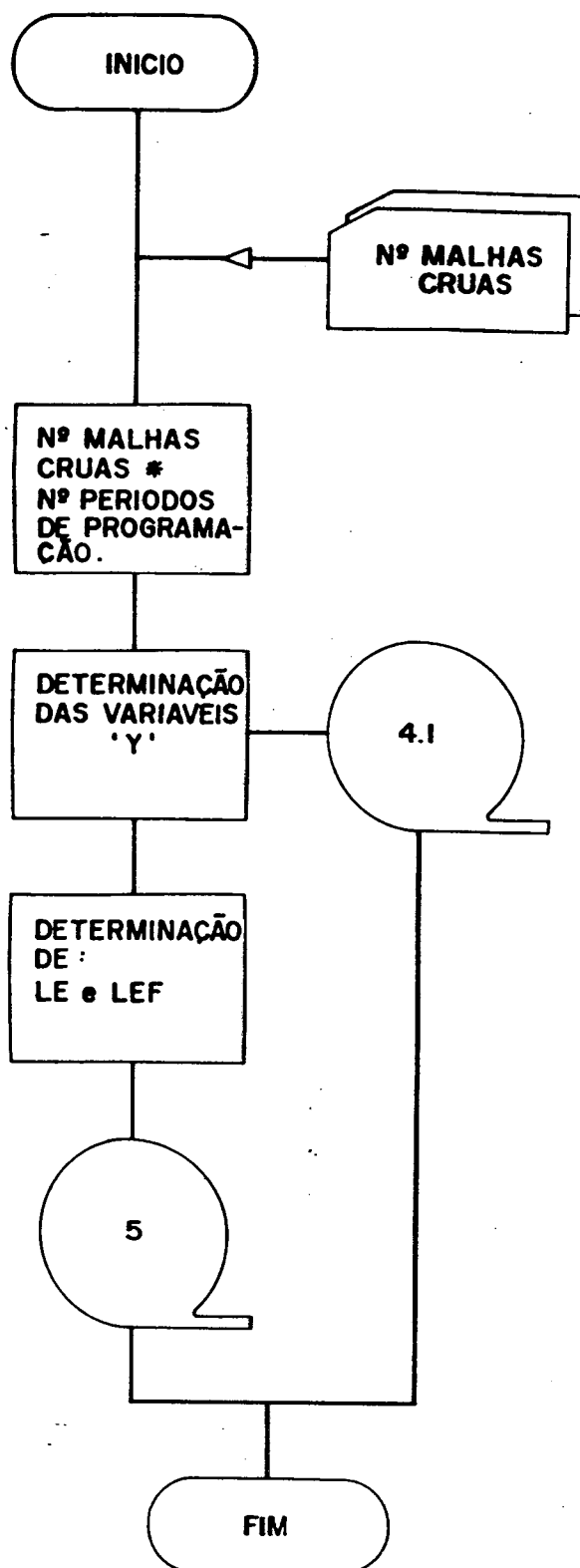
CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS ESTRUTURAIS





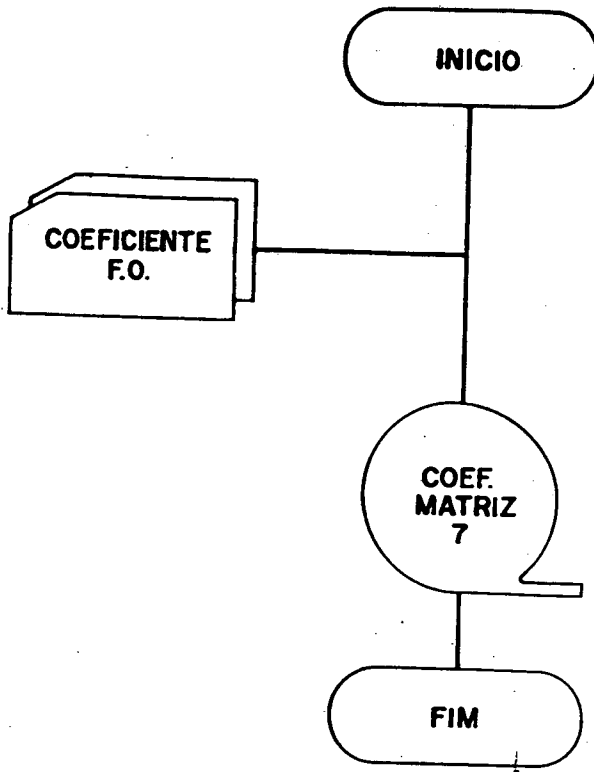
PROGRAMA 6

CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS AUXILIARES



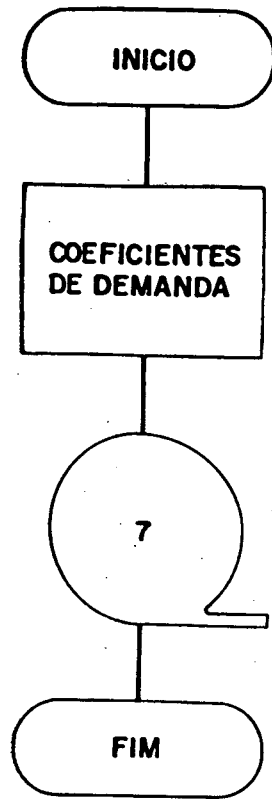
PROGRAMA 7

COEFICIENTES DA FUNÇÃO OBJETIVO

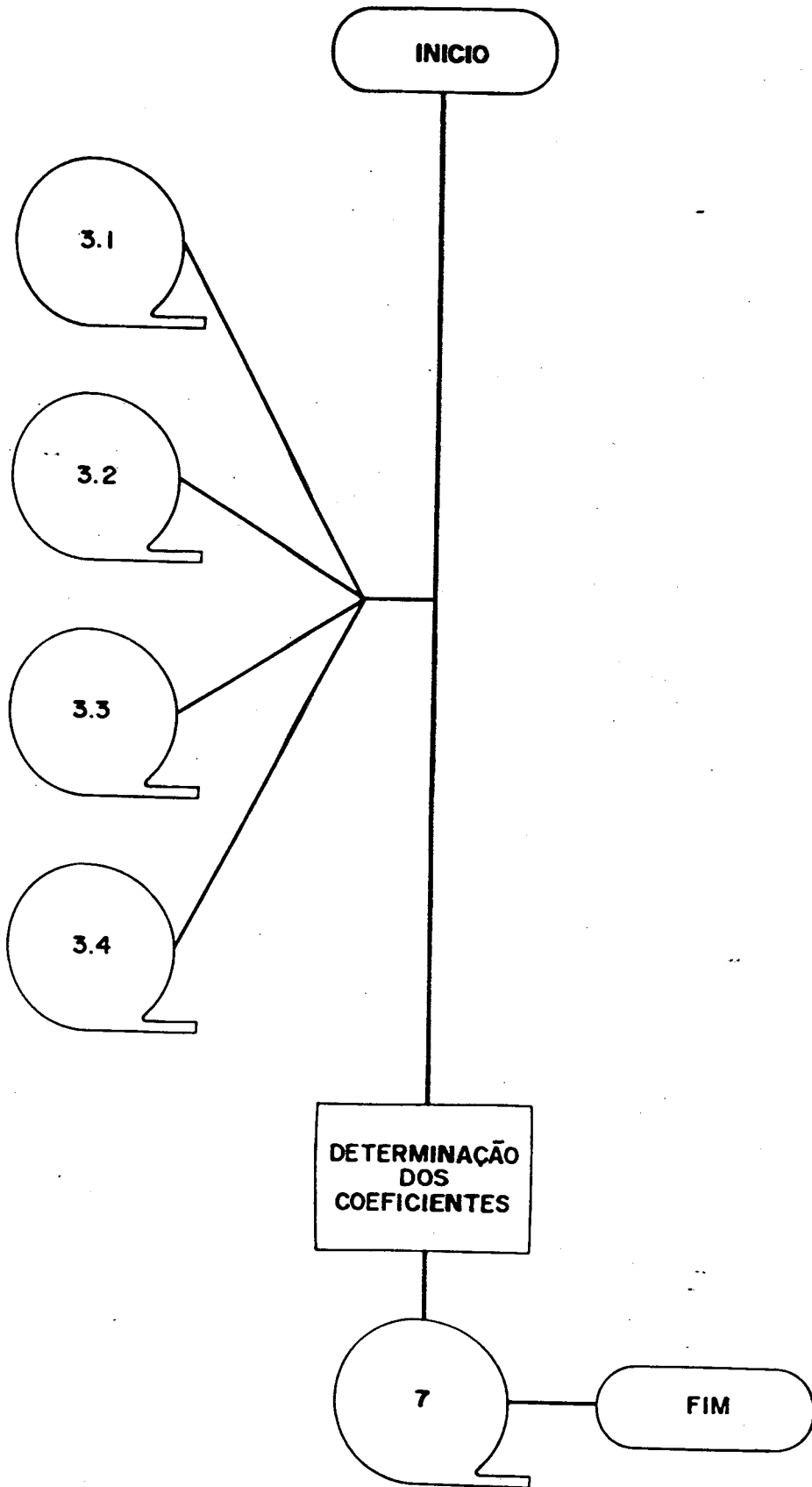


PROGRAMA 8
8.1

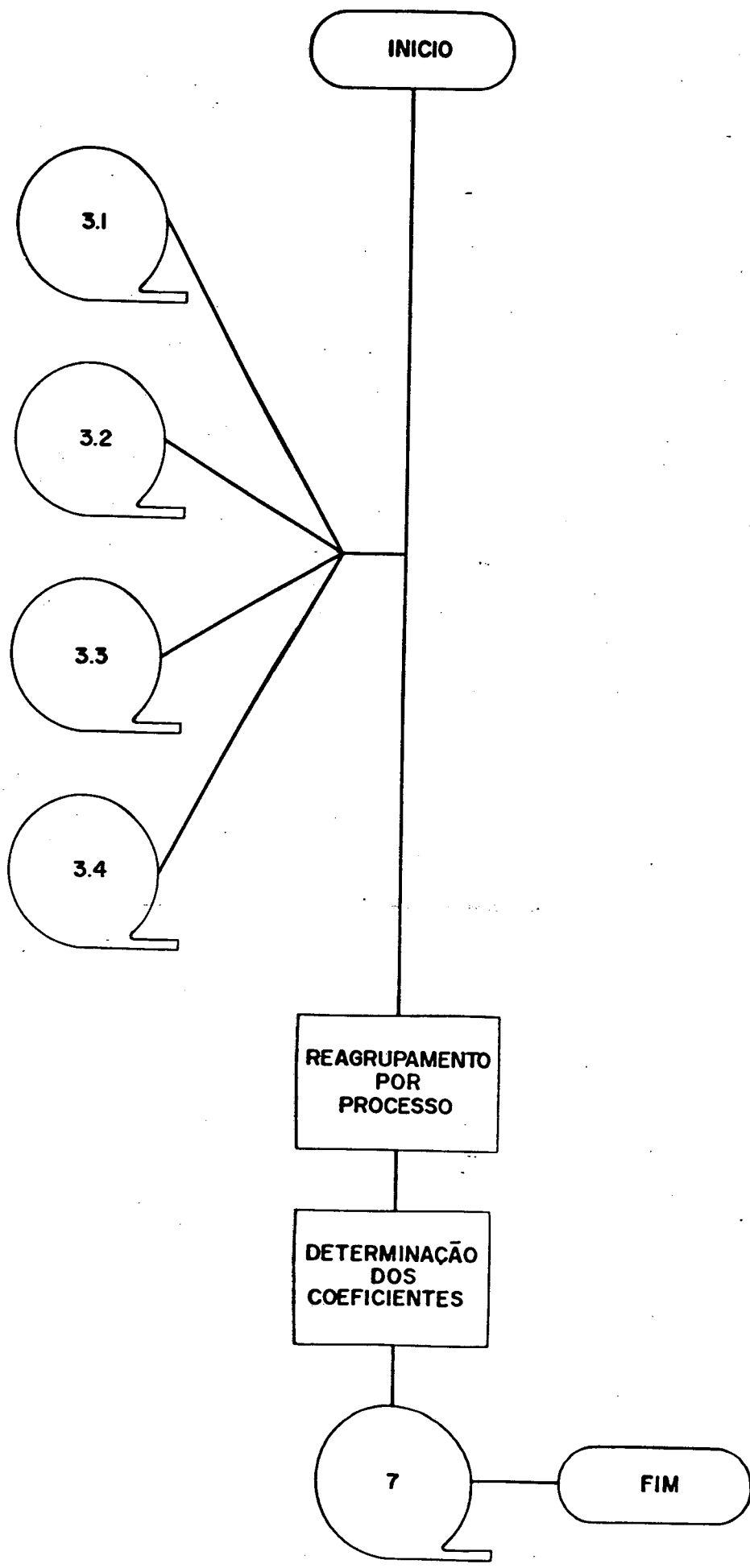
COEFICIENTES DA MATRIZ
DEMANDA



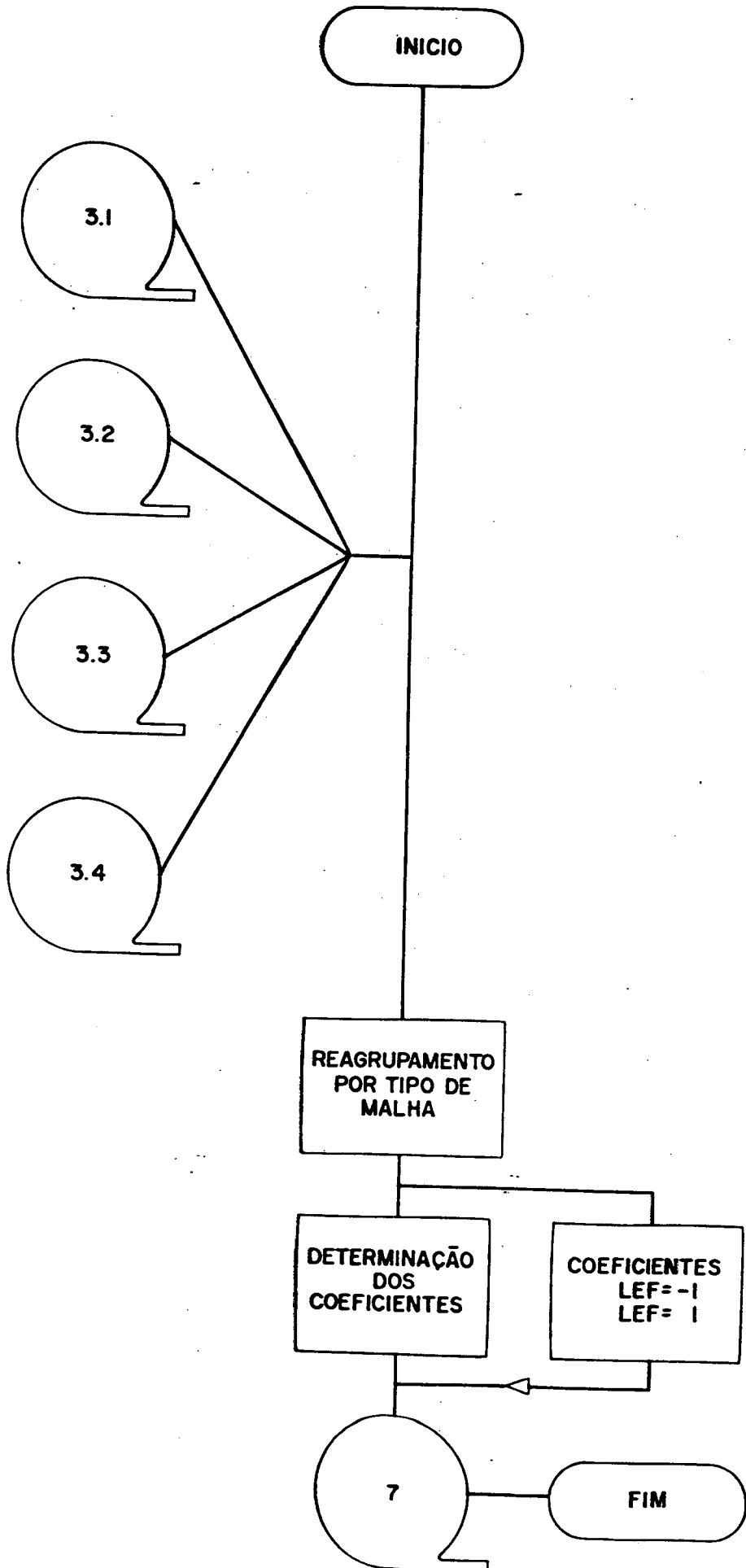
8.2 CONSUMO DE CAPACIDADE DOS GRUPOS DE COSTURA E DOS GRUPOS DE ESTAMPARIA MANUAL



8.3 CONSUMO DE CAPACIDADE DAS UNIDADES DE ACABAMENTO

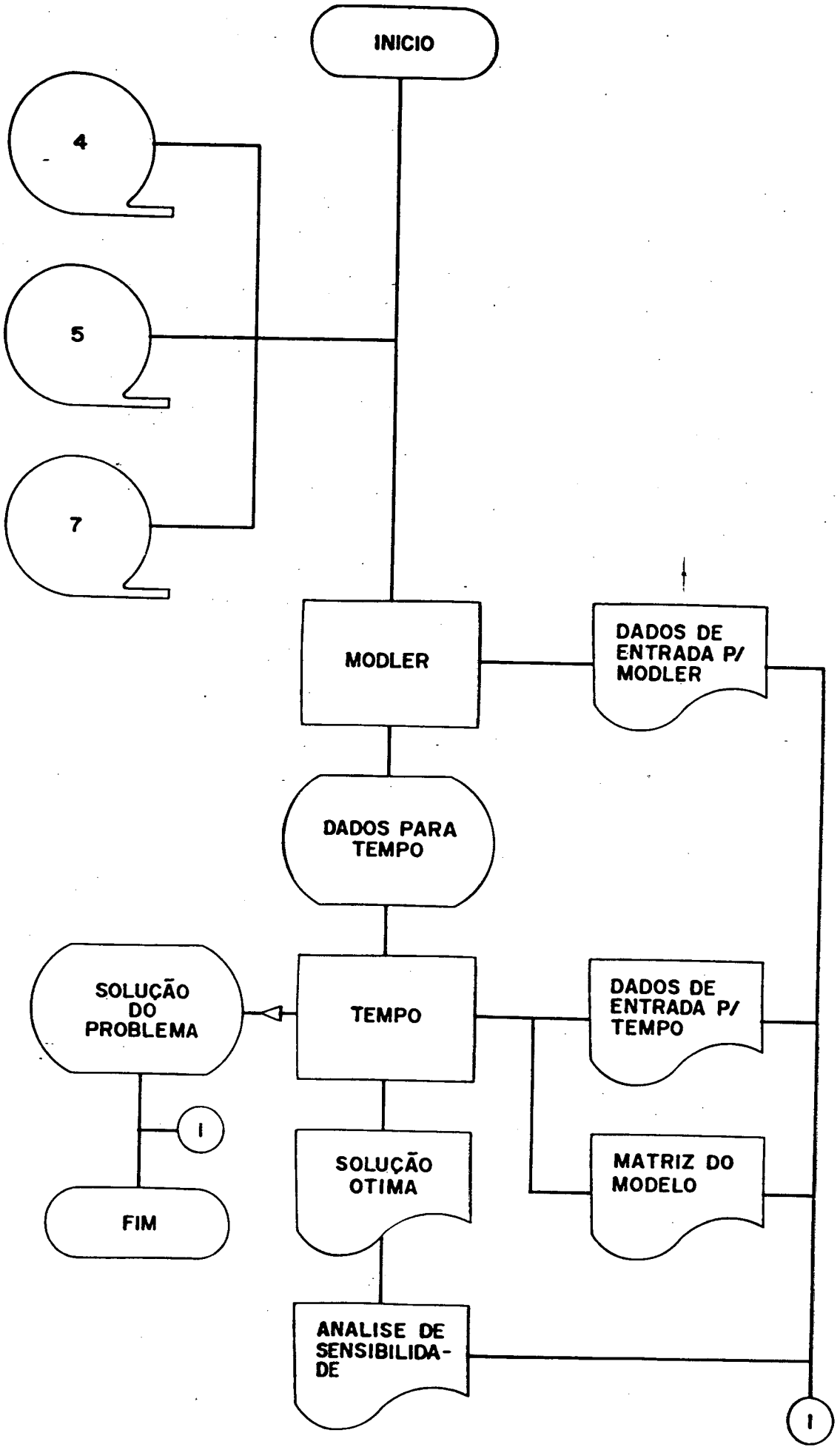


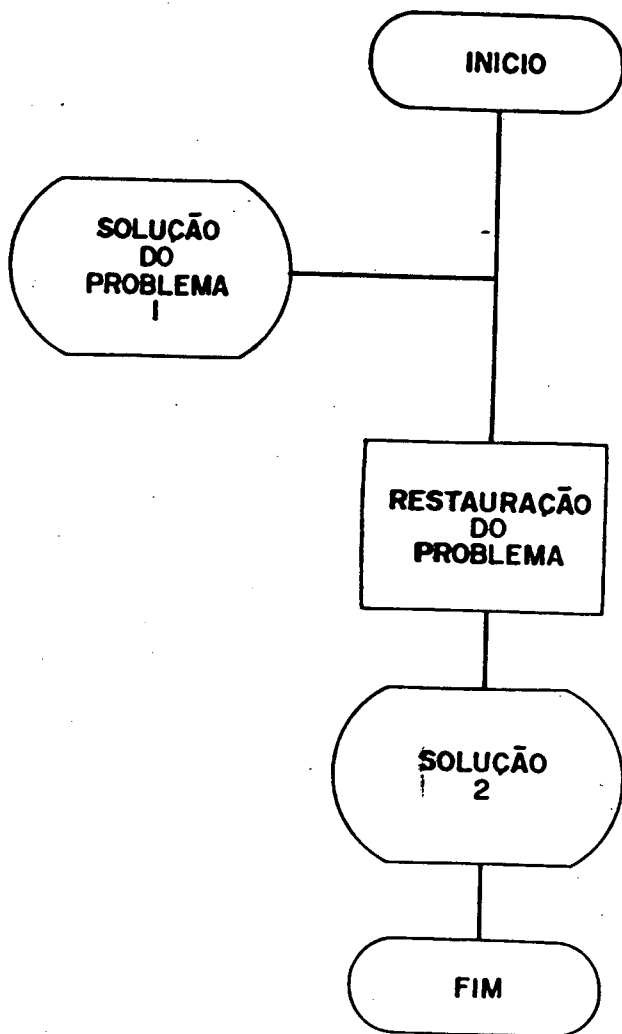
8.4 CONSUMO DE CAPACIDADE DA MALHARIA



PROGRAMA 9

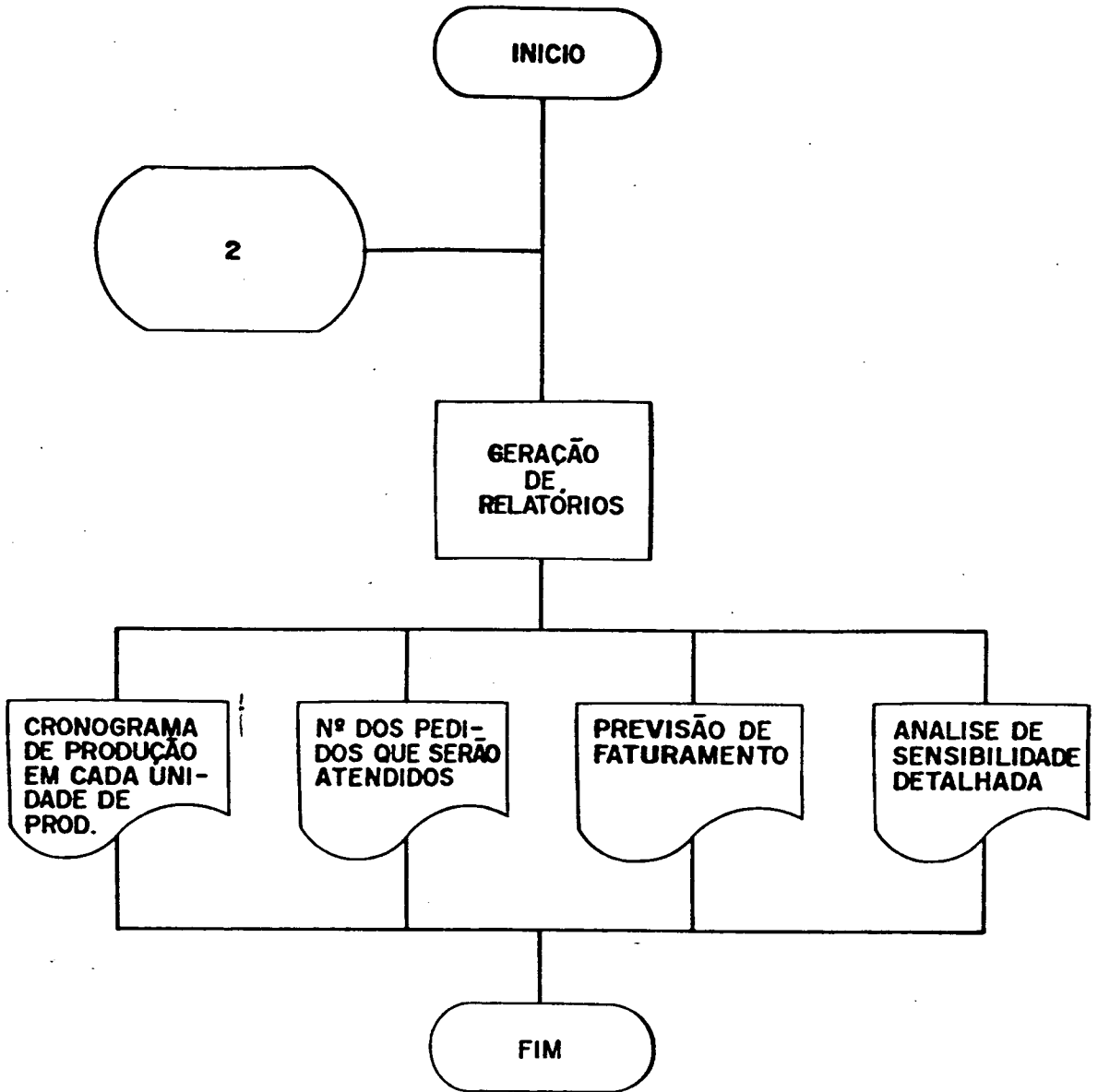
PROCESSAMENTO DO SISTEMA





PROGRAMA II

EMISSÃO DE RELATÓRIOS



A N E X O 5

PROGRAMA E RELATÓRIOS

R4000/B3000/B2800 SERIES TEMPO/MODELER (RELEASE 310)

```

000040 0006
000040 0007
000040 0008
000040 0009
000041 0000
000042 0000
ROW LCAPMLH = CAPMLH (LCAPMLH),
ROW "LEF1"&LCLOTEF = 0,
ROW "LEF2"&LCLOTEF = 0,
ROW "LE"&LCLOTEF = LOTE ("M"&LCLOTEF);
MODEL HERIN2 DISK;
ENDATA;

```

```

PROGRAM SUMMARY:
NUMBER OF STATEMENTS: 42
NUMBER OF SYNTAX ERRORS: 0
ELAPSED TIME: 1 MINUTES 44 SECONDS
CHARGE TIME: 0 MINUTES 40 SECONDS

```

MEDIUM SYSTEMS TEMPO - TER400
 500 ROW- 1500 COLUMN- 170 KD

HERIN2

PAGE 1

10/20
 1A:J

INPUT ELAPSED TIME = 0.00 MINUTES.

ROWS SECTION

COLUMNS SECTION

RHS SECTION

DESVID

INPUT STATISTICS:

79 ROWS LOGICAL AND STRUCTURAL VARIABLES
 133 NON-ZERO LEFT HAND SIDE ELEMENTS
 314 NON-ZERO LEFT HAND SIDE ELEMENTS WHICH ARE NON-ZERO
 2.99 PERCENTAGE OF LEFT HAND SIDE ELEMENTS WHICH ARE NON-ZERO
 0 MINOR ERRORS
 0 MAJOR ERRORS

NUMBER OF ELEMENTS PER COLUMN

80.	X1	8	X2	8	X3	8	X4	8	X5	8	X6	8
86.	X7	8	X8	9	X9	9	X10	9	X11	10	X12	10
92.	X13	6	X14	6	X15	6	X16	8	X17	8	X21	8
98.	X22	8	X23	8	X24	8	X25	8	X26	8	X27	8
104.	X28	9	X29	9	X210	9	X211	10	X212	6	X213	6
110.	X214	6	X215	5	X216	5	X217	3	Y11	3	Y12	3
116.	Y13	3	Y14	3	Y15	3	Y16	3	Y17	3	Y18	3
122.	Y19	3	Y20	3	Y21	3	Y22	1	Y23	1	Y24	1
128.	Y25	1	Y26	1	Y27	1	Y28	1	Y29	1	Y210	1

NUMBER OF ELEMENTS PER ROW, EXCLUDING RHS, INCLUDING SLACK ELEMENT

1.	G ART1	3	G ART2	3	G ART3	3	G ART4	3	G ART5	3	G ART6	3
7.	G ART7	3	G ART8	3	G ART9	3	G ART10	3	G ART11	3	G ART12	3
13.	G ART13	3	G ART14	3	G ART15	3	G ART16	3	G ART17	3	L GP11	3
19.	L GP12	5	L GP21	3	L GP31	3	L GP41	9	L GP51	3	L GP61	3
25.	L EM1	2	L EM2	18	L PA	18	L AL	9	L TG	7	L NF	7

MEDIUM SYSTEMS TEMPO - TEB400
500 ROW- 1500 COLUMN- 170 K0

31.	L	ER12	5	ER22	3	PA2	18	AL2	9	TG2	1	MF2
37.	L	EM5	5	L	3	M7	35	M2	3	M9	3	M4
43.	L	LEF11	3	L	3	LEF13	15	M8	3	LEF15	2	M1
49.	L	LEF17	2	L	3	LEF19	12	LEF14	3	LEF21	2	LEF10
55.	L	LEF23	8	L	3	LEF25	14	LEF110	2	LEF27	2	LEF22
61.	L	LEF29	2	L	3	LEF21	2	LEF26	2	LEF39	2	LEF24
67.	L	LEF5	14	L	3	LEF7	2	LEF28	2	LEF9	2	LEF4
73.	L	LEF5	2	L	3	LEF7	2	LEF8	2	LEF9	2	LEF10
79.	L	FO	11	L	3	LEF7	2	LEF8	2	LEF9	2	LEF10

HERIN2

PAGE

BCDOUT ELAPSED TIME = 2.23 MINUTES.

NAME GENERATED BY MEDIUM SYSTEMS TEMPO BCDOUT ON 10/20/80.
* ROWS

G	ART1
G	ART2
G	ART3
G	ART4
G	ART5
G	ART6
G	ART7
G	ART8
G	ART9
G	ART10
G	ART11
G	ART12
G	ART13
G	ART14
G	ART15
G	ART16
G	ART17
G	ART18
G	ART19
G	ART20
G	ART21
G	ART22
G	ART23
G	ART24
G	ART25
G	ART26
G	ART27
G	ART28
G	ART29
G	ART30
G	ART31
G	ART32
G	ART33
G	ART34
G	ART35
G	ART36
G	ART37
G	ART38
G	ART39
G	ART40
G	ART41
G	ART42
G	ART43
G	ART44
G	ART45
G	ART46
G	ART47
G	ART48
G	ART49
G	ART50
G	ART51
G	ART52
G	ART53
G	ART54
G	ART55
G	ART56
G	ART57
G	ART58
G	ART59
G	ART60
G	ART61
G	ART62
G	ART63
G	ART64
G	ART65
G	ART66
G	ART67
G	ART68
G	ART69
G	ART70
G	ART71
G	ART72
G	ART73
G	ART74
G	ART75
G	ART76
G	ART77
G	ART78
G	ART79
G	ART80
G	ART81
G	ART82
G	ART83
G	ART84
G	ART85
G	ART86
G	ART87
G	ART88
G	ART89
G	ART90
G	ART91
G	ART92
G	ART93
G	ART94
G	ART95
G	ART96
G	ART97
G	ART98
G	ART99
G	ART100

AL

L
 L
 L
 L
 L
 L
 L
 L
 N
 COLUMNS

ART1	1.0
PA	23.0
M7	21.7
LEF17	2
ART2	1.0
PA	1.5
M1	1.4
LEF11	1.4
ART3	1.0
PA	1.5
M2	1.4
LEF12	1.4
ART4	1.0
PA	1.5
M3	1.4
LEF13	1.4
ART5	1.0
PA	1.5
M4	1.4
LEF14	1.4
ART6	1.0
PA	2.0
M5	1.9
LEF15	1.9
ART7	1.0
PA	2.0
M6	1.9
LEF16	1.9
ART8	1.0
PA	3.0
NF	0.26
M9	0.26
LEF19	0.26
ART9	1.0

GP11	25.0
AL	23.0
M9	1.46
LEF19	1.46
GP11	1.0
AL	1.5
M9	1.07
LEF19	1.07
GP11	1.0
AL	1.5
M9	1.07
LEF19	1.07
GP11	1.0
AL	1.5
M9	1.07
LEF19	1.07
GP11	1.0
AL	1.5
M9	1.07
LEF19	1.07
GP11	1.0
AL	2.08
M9	2.08
LEF19	2.08
GP11	1.0
AL	2.08
M9	2.08
LEF19	2.08
GP12	4.7
TG	3.0
M9	3.4
LEF18	3.4
GP12	14.0

HERIN2

MEDIUM SYSTEMS TEMPO - IER400
500 RUN- 1500 COLUMN- 170 KD

X9	PA	6.7	TG	13.0
X9	NF	6.7	M8	19.0
X9	M9	0.9	LEF18	19.0
X10	LEF19	0.9	GP21	9.3
X10	ART10	1.0	PA	7.0
X10	LM1	1.0	TG	6.6
X10	AL	1.8	MB	8.0
X10	NF	3.2	LEF18	8.0
X10	M9	3.0		
X11	LEF19	3.0	GP31	11.3
X11	ART11	1.0	TG	12.0
X11	PA	6.0	M9	9.0
X11	M8	0.8	LEF18	1.7
X11	M10	1.9	LEF110	2.0
X12	LEF19	0.0	LEF41	1.0
X12	ART12	1.0	ER2	1.0
X12	ARA	1.0	LEF17	1.0
X13	M7	1.0	LEF41	1.0
X13	ART13	0.8	ER1	1.0
X13	PA	1.8	LEF17	1.0
X14	M7	1.0	LEF41	1.0
X14	ART14	1.8	ER1	1.0
X14	PA	1.8	LEF17	1.0
X15	M7	1.8	LEF41	1.0
X15	ART15	1.8	ER1	1.0
X15	PA	1.8	LEF17	1.0
X16	M7	1.0	LEF41	1.0
X16	ART16	1.0	ER1	1.0
X16	PA	1.0	LEF17	1.0
X16	ER2	29.7	GP51	5.8
X17	M9	0.1	TG	0.5
X17	LEF19	1.3	M7	29.7
X17	ART17	1.3	LEF17	29.7
X17	PA	0.1		
X17	ER1	1.0	GP61	3.3
X17	M9	2.2	TG	1.4
X17	LEF19	0.2	M7	3.4
X21	LEF11	0.2	LEF17	3.4
X21	ART11	0.2		
X21	PA	1.0	GP11	25.0
X21	M7	21.7	AL2	23.0
X21	LEF27	21.7	M9	1.46
X22	ART2	1.0	LEF11	1.0
X22	PA	1.5	AL2	1.5

X222	M1	1.4	M9 LEF29	0.07
X223	LEF21	1.40	GPI11	0.07
X2233	PA2	1.5	AL2	1.0
X2233	M2 LEF22	1.4	M9 LEF29	1.57
X224	LEF14	1.40	GPI11	0.07
X224	PA2	1.5	AL2	1.0
X224	M3	1.4	M9 LEF29	1.57
X224	LEF23	1.40	GPI11	0.07
X225	LEF15	1.5	AL2	1.0
X225	PA2	1.4	M9 LEF29	1.57
X225	M4 LEF24	1.40	GPI11	0.07
X226	LEF16	1.4	AL2	1.0
X226	PA2	1.0	M9 LEF29	2.08
X226	M5	1.9	LEF29	0.08
X226	LEF25	1.9	GPI11	1.0
X227	LEF17	1.0	AL2	2.08
X227	PA2	1.0	M9 LEF29	0.08
X227	M6 LEF26	1.9	LEF29	4.7
X228	LEF18	1.0	GPI12	3.0
X228	PA2	3.0	TG2	3.4
X228	M7 NF2	0.6	M8	3.4
X228	M9	0.26	LEF28	14.0
X228	LEF29	0.26	GPI2	13.0
X229	LEF19	1.0	TG2	19.0
X229	PA2	1.6	M8	19.0
X229	LEF29	1.7	LEF28	19.0
X229	M9	0.9	GP21	9.3
X229	LEF10	0.9	PA2	7.0
X2210	LEF10	1.0	TG2	6.5
X2210	EM2	1.0	M8	8.0
X2210	AL2	1.8	LEF28	8.0
X2210	NF2	3.0	GP31	11.3
X2210	M9 LEF29	3.0	TG2	12.0
X2211	LEF11	1.0	M9	10.9
X2211	PA2	1.0	LEF28	9.0
X2211	M8	9.0		1.8
X2211	M10	1.8		
X2211	LEF29	1.0		

X212	ART12	1.0	GP41	2.7
X212	PA2	1.0	ER227	1.0
X213	M7	1.0	LEF27	1.0
X213	PA2	1.8	GP41	3.6
X214	M7	1.8	ER127	1.8
X214	ART14	1.0	LEF27	1.8
X214	PA2	1.8	GP41	3.6
X215	M7	1.8	ER127	1.8
X215	ART15	1.0	LEF27	1.8
X216	PA2	1.8	GP41	3.6
X216	M7	1.8	ER127	1.8
X216	ART16	1.0	LEF27	1.8
X216	PA2	29.7	GP51	5.5
X216	ER22	4.3	TG2	0.5
X216	M9	0.13	M7	29.7
X216	LEF29	0.13	LEF27	29.7
X217	ART17	1.0	GP61	3.3
X217	PA2	4.0	TG2	1.4
X217	ER12	2.2	M7	3.4
X217	M9	0.2	LEF27	3.4
X217	LEF29	0.2	LE1	1.0
Y11	LEF11	-1.0	LE2	1.0
Y12	FO	100.0	LE3	1.0
Y12	LEF12	-1.0	LE4	1.0
Y13	FO	0.10000E+06	LE5	1.0
Y13	LEF13	-1.0	LE6	1.0
Y14	FO	0.10000L+07	LE7	1.0
Y14	LEF14	-1.0	LE8	1.0
Y15	FO	0.10000E+05	LE9	1.0
Y15	LEF15	-1.0	LE10	1.0
Y16	FO	-1.0		
Y16	LEF16	-0.5		
Y17	FO	-1.0		
Y17	LEF17	-1.0		
Y18	FO	0.10000E+09		
Y18	LEF18	-1.0		
Y19	FO	0.10000E+11		
Y19	LEF19	-1.0		
Y19	FO	0.10000E+05		
Y19	LEF110	-1.0		
Y110	FO	0.001		
Y110	LEF21	-1.0		

500 ROW- 1500 COLUMN- 170 KD

Y22 -1.0
 Y23 -1.0
 Y24 -1.0
 Y25 -1.0
 Y26 -1.0
 Y27 -1.0
 Y28 -1.0
 Y29 -1.0
 Y210 -1.0

RMS

DESVI0	ART1	951.0	ART14	8559.0
DESVI0	ART3	0.10372E+05	ART16	0.11003E+05
DESVI0	ART5	0.9386.0	ART18	0.11003E+05
DESVI0	ART7	1.884.0	ART112	1.2339.0
DESVI0	ART9	2.767.0	ART114	1.315.0
DESVI0	ART11	2.723.0	ART116	3541.0
DESVI0	ART13	2523.0	GPI1	2791.0
DESVI0	ART15	0.4000E+05	GPI2	0.27000E+05
DESVI0	ART17	0.000.0	GP41	0.3500.0
DESVI0	ART19	0.000.0	GP61	0.38000E+05
DESVI0	ART111	139.1431	EH2	0.14500E+05
DESVI0	ART113	0.8000E+05	ALF	0.181.9564
DESVI0	ART115	0.2500E+05	NF	0.4600E+05
DESVI0	ART117	0.000.0	ALF	0.000.0
DESVI0	GPI12	0.8000E+05	ER2	7000.0
DESVI0	GP31	0.2500E+05	ALF	0.4600E+05
DESVI0	GP51	0.000.0	NF2	9000.0
DESVI0	GPM1	0.1250E+05	ER2	7000.0
DESVI0	PA	0.1700E+05	M2	0.16000E+05
DESVI0	IGR1	400.0	M4	0.14500E+05
DESVI0	PA2	0.6000E+05	M6	3000.0
DESVI0	IGR2	0.1000E+05	M8	0.50000E+05
DESVI0	EM1	6400.0	M10	700.0
DESVI0	M3	8000.0	LE2	7680.0
DESVI0	M5	2280.0	LE4	6800.0
DESVI0	M7	0.27720E+05	LE6	1200.0
DESVI0	M9	4020.0	LE8	0.25380E+05
DESVI0	LE1		LE10	300.0
DESVI0	LE3			
DESVI0	LE5			
DESVI0	LE7			
DESVI0	LE9			

ENDATA

SETUP ELAPSED TIME = 2.80 MINUTES.

MEDIUM SYSTEMS TEMPO - TEB400
500 ROW- 1500 COLUMN- 170 KD

HERIN2

PAGE 9

107

PROBLEM STATISTICS

ROWS: NUMBER FREE FIXED BOUNDED NORMAL
COLUMNS: 79 54 1 0 20 0 0 58 54

MATRIX ON DISK: RECORD LENGTH = 2892 BYTES. NUMBER OF RECORDS = 3
PRIMAL ELAPSED TIME = 2.08 MINUTES.

PRESOL ELAPSED TIME = 2.89 MINUTES.

PROBLEM MODIFIED TO :

ROWS: NUMBER FREE FIXED BOUNDED NORMAL
COLUMNS: 67 54 1 17 20 0 9 46 28

MATRIX ON DISK: RECORD LENGTH= 2892 BYTES. NUMBER OF RECORDS = 3

CRASH ELAPSED TIME = 2.95 MINUTES.

INVERSION DUE TO NEW PROBLEM

INVERT ELAPSED TIME = 2.98 MINUTES.

CURRENT INVERSE : EQUALITY = 3. SLACKS = 47. ETA RECORDS = 1. ETA VECTORS = 0. ELEMENTS = 0.
NEW INVERSE : TRIANGULAR = 67. NUCLEUS = 0. TRANSFORMED = 0. STRUCTURALS = 17. ELEMENTS = 169.
ETA RECORDS = 1. ETA VECTORS = 1. ETA VECTORS = 34. ELEMENTS = 136.

NUMBER OF INFEASIBILITIES: 19
SUM OF INFEASIBILITIES: -0.88824E+05

OBJECTIVE FUNCTION : 0.00000E+00

CRASH ELAPSED TIME = 3.02 MINUTES.

HERIN2

MEDIUM SYSTEMS TEMPJ - FEB400

500 ROW- 1500 COLUMN- 170 KD

START OF PASS II: INFEAS = -0.88024E+05
 NUMBER OF INFEAS = 19
 SUM OF INFEAS = 19
 ITERATION NUMBER INFEAS SUM OF INFEAS NUMBER NEG DJ
 1 18 -76531.14100 0
 2 17 -71401.68100 0
 3 16 -52749.77200 0
 4 15 -45217.39600 0
 5 14 -42876.02600 0
 6 13 -41968.56600 0
 7 12 -39201.56600 0
 INVERSION DUE TO CLOCK CONTROL

INVERT ELAPSED TIME = 3.32 MINUTES.

CURRENT INVERSE : EQUALITY = 2. ETA RECORDS = 41. ELEMENTS = 196.
 NEW BASIS : TRIANGULAR = 42. STRUCTURALS = 24. ELEMENTS = 215.
 INVERSE : = 67. NUCLEUS = 0. TRANSFORMED = 0.
 ETA RECORDS = 2. ETA VECTORS = 36. ELEMENTS = 184.

NUMBER OF INFEASIBILITIES: 12
 SUM OF INFEASIBILITIES: -0.39202E+05

OBJECTIVE FUNCTION : 0.25658E+15
 CRASH ELAPSED TIME = 3.36 MINUTES.

ITERATION NUMBER INFEAS SUM OF INFEAS NUMBER NEG DJ
 8 11 -48822.68100 0
 9 10 -32365.73600 0
 10 9 -27479.45000 0
 11 8 -22190.73600 0
 12 7 -21581.73600 0
 13 6 -21227.31500 0
 14 5 -21102.98200 0
 END OF PASS II: INFEAS = -0.21103E+05
 SUM OF INFEAS = 5

PRIMAL ELAPSED TIME = 3.59 MINUTES.

REDUCED COST 1.00000
 PIVOT INDEX 53
 VECTOR OUT 55
 VECTOR IN 80
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15
 PIVOT INDEX 54
 VECTOR OUT 56
 VECTOR IN 87
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15
 PIVOT INDEX 12
 VECTOR OUT 12
 VECTOR IN 88
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15
 PIVOT INDEX 15
 VECTOR OUT 15
 VECTOR IN 91
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15
 PIVOT INDEX 9
 VECTOR OUT 9
 VECTOR IN 94
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15
 PIVOT INDEX 13
 VECTOR OUT 13
 VECTOR IN 105
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15
 PIVOT INDEX 13
 VECTOR OUT 13
 VECTOR IN 109
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15

REDUCED COST 1.00000
 PIVOT INDEX 55
 VECTOR OUT 57
 VECTOR IN 114U
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15
 PIVOT INDEX 23
 VECTOR OUT 23
 VECTOR IN 124
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15
 PIVOT INDEX 46
 VECTOR OUT 46
 VECTOR IN 125
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15
 PIVOT INDEX 7
 VECTOR OUT 7
 VECTOR IN 126
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15
 PIVOT INDEX 11
 VECTOR OUT 11
 VECTOR IN 128
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15
 PIVOT INDEX 11
 VECTOR OUT 11
 VECTOR IN 129
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15
 PIVOT INDEX 11
 VECTOR OUT 11
 VECTOR IN 133
 FUNCTION VALUE 0.2565808E+15

Z08J= F0 ZRHS= DESVID

ITERATION TYPE NUMBER	NUMBER INFEAS	SUM OF INFEAS	NUMBER NEG DJ	DESVID
PB 15	5	-19524.03500	19	
16	5	-15434.79200	19	
17	5	-15115.05000	19	
18	5	-14877.19700	19	
19	3	-17055.00450	17	
20	2	-7001.85710	7	

INVERSION DUE TO CLOCK CONTROL

INVERT ELAPSED TIME = 3.71 MINUTES.

CURRENT INVERSE : EQUALITY = 2. ETA RECORDS =

CURRENT BASIS : TRIANGULAR = 32. STRUCTURALS =

NEW INVERSE : 65. NUCLEUS = 35. TRANSFORMED =

NUMBER OF INFEASIBILITIES: -0.70019E+04

SUM OF INFEASIBILITIES: 2

OBJECTIVE FUNCTION : 0.25658E+15

PRIMAL ELAPSED TIME = 3.77 MINUTES.

Z08J= F0 ZRHS= DESVID

ITERATION TYPE NUMBER	NUMBER INFEAS	SUM OF INFEAS	NUMBER NEG DJ	DESVID
P 21	1	-2523.00000	3	
22	1	-696.00000	3	
23	0			

SOLUTION FEASIBLE

ITERATION TYPE NUMBER	NUMBER INFEAS	SUM OF INFEAS	NUMBER NEG DJ	DESVID
PB 24	0		2	
25	0		7	
26	0		7	
27	0		7	
28	0		7	

REDUCED COST	PIVOT INDEX	VECTOR OUT	VECTOR IN	FUNCTION VALUE
-5.26316	0	123	123U	0.2565808E+15
-3.42212	1	1	93	0.2565808E+15
-52.42105	10	38	89U	0.2565808E+15
-1.00000	36	114	112	0.2565808E+15
-41.25556	55	114	97	0.2565808E+15
-1.00000	14	14	95	0.2565808E+15

2. ETA VECTORS = 48. ELEMENTS = 307.

32. STRUCTURALS = 35. ELEMENTS = 252.

2. TRANSFORMED = 1. ELEMENTS =

2. ETA VECTORS = 40. ELEMENTS = 225.

REDUCED COST	PIVOT INDEX	VECTOR OUT	VECTOR IN	FUNCTION VALUE
-0.71429	40	42	127	0.2565808E+15
-1.00000	35	37	113	0.2565808E+15
-1.00000	32	34	196	0.2565808E+15

REDUCED COST	PIVOT INDEX	VECTOR OUT	VECTOR IN	FUNCTION VALUE
-1000.00000	23	23	114	0.2565808E+15
-812.65672	20	119	119U	0.2565808E+15
-812.15672	0	118	118U	0.2565808E+15
-2554.42932	29	31	15	0.2565808E+15
-1107.67115	30	32	112	0.2565808E+15

ITERATION TYPE NUMBER	NUMBER INFEAS	SUM OF INFEAS	NUMBER NEG DJ	REDUCED COST	PIVOT INDEX	VECTOR OUT	VECTOR IN	FUNCTION VALUE
P8	29	0	7	-657.60689	23	114U	104	0.2565808E+15
P	30	0	3	-0.9999999E-03	0	123U	123	0.2565808E+15
P	31	0	3	-1.000000	8	187	118	0.2565808E+15
P	32	0	7	-15.31631	17	17	1	0.2565808E+15
P	33	0	7	-6.24900	18	118U	123U	0.2565808E+15
P	34	0	2	-0.49984	18	118	119	0.2565808E+15
P	35	0	7	-0.47485	26	28	34	0.2565808E+15
P	36	0	7	-0.60350	28	30	17	0.2565808E+15
P	37	0	1	-0.5203935E-01	22	22	23	0.2565808E+15
P	38	0	1	-0.1424599E-01	16	16	92	0.2565808E+15

EXIT CONDITION: OPTIMAL SOLUTION.

FUNCTION VALUE = *****

CREATE ELAPSED TIME = 4.27 MINUTES.

PROBLEM RESTORED.

PROBLEM STATISTICS
 ROWS: 79
 COLUMNS: 54
 FIXED: 20
 BOUNDED: 0
 NORMAL: 58
 54

MATRIX ON DISK: RECORD LENGTH = 2892 BYTES. NUMBER OF RECORDS = 3
 INVERSION DUE TO NEW PROBLEM

INVERT ELAPSED TIME = 4.33 MINUTES.

CURRENT INVERSE : EQUALITY = 0. ETA RECORDS = 1. ETA VECTORS = 55. ELEMENTS = 582.
 CURRENT BASIS : TRIANGULAR = 73. SLACKS = 29. STRUCTURALS = 50. ELEMENTS = 316.
 NEW INVERSE : NUCLEUS = 6. TRANSFORMED = 1. ETA VECTORS = 61. ELEMENTS = 299.

OBJECTIVE FUNCTION : 0.25658E+15

CREATE ELAPSED TIME = 4.41 MINUTES.

... UIUM SYSTEMS TEMPD - TER400
... ROW- 1500 COLUMN- 170 KD

HERIN2

PAGE 13

107

... ELAPSED TIME = 4.43 MINUTES.
ZOUJ= F0 ZRHS= DESVIO

EXIT CONDITION: OPTIMAL SOLUTION.

FUNCTION VALUE = *****

PICTUR ELAPSED TIME = 4.46 MINUTES.

SYMBOL	SUMMARY OF MATRIX RANGE	COUNT INCL RHSES
Z	0.000001 LESS THAN	0
Y	0.000010 THRU	0
X	0.000100 THRU	0
W	0.001000 THRU	1
V	0.010000 THRU	24
U	0.100000 THRU	25
T	1.000000 THRU	87
I	10.000001 THRU	140
A	100.000001 THRU	130
B	1000.000001 THRU	11
C	10000.000001 THRU	130
D	100000.000001 THRU	21
E	1000000.000001 THRU	17
F	GREATER	
G		

MINIMUM = 0.001000 MAXIMUM = *****

HERIN2

OUTPUT ELAPSED TIME = 4.90 MINUTES.

INVERSION DUE TO CLOCK CONTROL

INVERT ELAPSED TIME = 4.93 MINUTES.

CURRENT INVERSE :	ETA RECORDS =	29.	ETA VECTORS =	61.	ELEMENTS =	299.
CURRENT BASIS :	EQUALITY =	0.	STRUCTURALS =	50.	ELEMENTS =	316.
NEW INVERSE :	TRIANGULAR =	73.	TRANSFORMED =	1.	ELEMENTS =	299.
	ETA RECORDS =	2.	ETA VECTORS =	61.	ELEMENTS =	299.

OBJECTIVE FUNCTION : 0.25658E+15

OUTPUT ELAPSED TIME = 5.04 MINUTES.

O U T P U T

PROBLEM IDENTIFICATION

PROBLEM NAME = HERIN2

FUNCTIONAL NAME = FO
RESTRAINT NAME = DESVIO

SOLUTION STATUS	=	OPTIMAL
ITERATION NUMBER	=	38
FUNCTIONAL VALUE	=	0.25658080E+15

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	SLACK ACTIVITY	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	DUAL ACTIVITY
1	ART1	BS	1076.15429	-125.15429	951.00000	NONE	.
2	ART2	LL	8569.00000	.	8569.00000	NONE	.
3	ART3	LL	10372.00000	.	10372.00000	NONE	.
4	ART4	LL	11003.00000	.	11003.00000	NONE	.
5	ART5	BS	110357.14282	-1021.14282	19336.00000	NONE	.
6	ART6	LL	11809.00000	.	11809.00000	NONE	.
7	ART7	LL	1239.00000	.	1239.00000	NONE	.
8	ART8	LL	1884.00000	.	1884.00000	NONE	.
9	ART9	LL	315.00000	.	315.00000	NONE	.
10	ART10	LL	291.00000	.	291.00000	NONE	.
11	ART11	LL	5435.86999	-1894.86999	2541.00000	NONE	10.10711
12	ART12	BS	2767.00000	.	2767.00000	NONE	.
13	ART13	LL	2767.00000	.	2767.00000	NONE	.
14	ART14	LL	944.65304	-171.65304	2767.00000	NONE	.
15	ART15	LL	291.00000	.	2767.00000	NONE	.
16	ART16	LL	291.00000	-358.10203	2773.00000	NONE	.
17	ART17	BS	2881.10203	.	291.00000	NONE	0.30183
18	GPI1	UL	7000.00000	.	2523.00000	NONE	.
19	GPI2	UL	32199.30000	7800.70000	NONE	7000.00000	.
20	GPI3	BS	3228.30000	570.50000	NONE	4000.00000	.
21	GPI4	BS	3800.00000	1711.70000	NONE	3500.00000	.
22	GPI5	UL	1687.80000	.	NONE	5000.00000	.
23	GPI6	BS	9507.63670	4992.36330	NONE	3800.00000	.
24	EMI	BS	133.04360	6.09950	NONE	2000.00000	.
25	PA	UL	181.95640	.	NONE	14500.00000	.
26	PA	UL	72699.93617	7300.06383	NONE	139.14310	-10.10711
27	AL	BS	46000.00000	.	NONE	181.95640	.
28	TG	UL	18645.81729	6354.18271	NONE	80000.00000	-0.33296
29	NF	UL	9000.00000	.	NONE	46000.00000	.
30	NER1	UL	9000.00000	.	NONE	25000.00000	.
31	ER2	UL	7000.00000	.	NONE	9000.00000	-0.52942
32	PA2	BS	75648.68025	4351.31975	NONE	7000.00000	-0.59182
33	AL2	BS	45360.26284	639.73716	NONE	80000.00000	.
34	TG2	BS	19313.22555	5686.77445	NONE	46000.00000	.
35	NF2	BS	53374.20008	3625.79992	NONE	25000.00000	.
36	ER12	DL	9000.00000	.	NONE	9000.00000	.

ROWS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	SLACK ACTIVITY	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	DUAL ACTIVITY
38	ER22	UL	7000.00000		NONE	7000.00000	-0.1025580E+15
39	M1	BBS	11996.60000	503.40000	NONE	12500.00000	
40	M2	BBS	114520.80000	1479.20000	NONE	16000.00000	
41	M3	BBS	15404.20000	1595.80000	NONE	17000.00000	
42	M4	UL	14500.00000		NONE	14500.00000	
43	M5	BBS	3437.10000	562.90000	NONE	14000.00000	
44	M6	BBS	1873.40000	1126.60000	NONE	3000.00000	
45	M7	BBS	5888.40039	111.55961	NONE	3000.00000	
46	M8	BBS	45147.60000	4832.40000	NONE	50000.00000	
47	M9	BBS	8454.55566	1545.44434	NONE	10000.00000	
48	M10	BBS	523.80000	1176.20000	NONE	1700.00000	
49	LEFF11	EE					0.53429
50	LEFF12	EE					0.53429
51	LEFF13	EE					0.53429
52	LEFF14	EE					0.53429
53	LEFF15	EE					0.53429
54	LEFF16	EE					0.50000
55	LEFF17	EE					0.50000
56	LEFF18	EE					0.59182
57	LEFF19	EE					0.35489
58	LEFF110	EE					-3.55092
59	LEFF21	EE					0.100000E-02
60	LEFF22	EE					
61	LEFF23	EE					
62	LEFF24	EE					
63	LEFF25	EE					
64	LEFF26	EE					
65	LEFF27	EE					
66	LEFF28	EE					
67	LEFF29	EE					
68	LEFF210	EE					
69	LE1	UL	6400.00000		NONE	6400.00000	-999.46571
70	LE2	UL	7680.00000		NONE	7680.00000	-99999.46571
71	LE3	UL	8000.00000		NONE	8000.00000	-99999.46571
72	LE4	UL	6800.00000		NONE	6800.00000	-99999.46571
73	LE5	UL	2280.00000		NONE	2280.00000	-0.50000
74	LE6	RS	952.32940	237.17060	NONE	1200.00000	
75	LE7	UL	2720.00000		NONE	2720.00000	-0.9999999E+08
76	LE8	UL	25380.00000		NONE	25380.00000	-0.9999999E+10
77	LE9	UL	4020.00000		NONE	4020.00000	-10003.55092
78	LE10	RS	0.11688	299.88312	NONE	300.00000	
79	FF0	BBS	0.2565808E+15	-0.2565808E+15	NONE	NONE	1.00000

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
80	X1	BS	495.83304	.	.	NONE	.
81	X2	BS	4571.42854	.	.	NONE	.
82	X3	BS	5485.71425	.	.	NONE	.
83	X4	BS	5714.28568	.	.	NONE	.
84	X5	BS	4857.14283	.	.	NONE	.
85	X6	BS	1199.99998	.	.	NONE	.
86	X7	BS	506.75231	.	.	NONE	.
87	X8	BS	.	.	.	NONE	.
88	X9	LS	1279.74036	.	.	NONE	-0.3425894E-01
89	X10	BS	133.04360	.	.	NONE	.
90	X11	BS	0.6493177E-01	.	.	NONE	.
91	X12	BS	5435.86999	.	.	NONE	.
92	X13	BS	324.75397	.	.	NONE	.
93	X14	BS	2767.00000	.	.	NONE	.
94	X15	BS	944.65304	.	.	NONE	.
95	X16	BS	53.14747	.	.	NONE	.
96	X17	BS	788.39425	.	.	NONE	.
97	X21	BS	580.32124	.	.	NONE	.
98	X22	BS	3997.57146	.	.	NONE	.
99	X23	BS	4886.28575	.	.	NONE	.
100	X24	BS	5288.71432	.	.	NONE	.
101	X25	BS	5500.00000	.	.	NONE	.
102	X26	BS	5609.00002	.	.	NONE	.
103	X27	BS	479.24769	.	.	NONE	.
104	X28	BS	1239.00000	.	.	NONE	.
105	X29	BS	1604.25964	.	.	NONE	.
106	X210	BS	181.95640	.	.	NONE	.
107	X211	BS	290.93507	.	.	NONE	.
108	X212	LL	.	.	.	NONE	-0.102558E-01
109	X213	BS	2442.24603	.	.	NONE	.
110	X214	LL	.	.	.	NONE	.
111	X215	LL	.	.	.	NONE	.
112	X216	BS	237.85253	.	.	NONE	.
113	X217	BS	2092.70778	.	.	NONE	.
114	Y11	BS	6400.00000	1000.00000	.	NONE	.
115	Y12	BS	7680.00000	10000.00000	.	NONE	.

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
116	Y13	BS	8000.00000	1000000.00000	.	NONE	.
117	Y14	BS	6800.00000	10000.00000	.	NONE	.
118	Y15	BS	2280.00000	1.00000	.	NONE	.
119	Y16	BS	962.82940	0.50000	.	NONE	.
120	Y17	BS	27720.00000	0.1000000E+09	.	NONE	.
121	Y18	BS	25380.00000	0.1000000E+11	.	NONE	.
122	Y19	BS	4020.00000	10000.00000	.	NONE	.
123	Y110	BS	0.11688	0.1000000E-02	.	NONE	.
124	Y21	BS	5596.60004	.	.	NONE	.
125	Y22	BS	6840.80005	.	.	NONE	.
126	Y23	BS	7404.20005	.	.	NONE	.
127	Y24	BS	7699.99999	.	.	NONE	.
128	Y25	BS	1157.10004	.	.	NONE	.
129	Y26	BS	1910.57060	.	.	NONE	.
130	Y27	BS	31168.44046	.	.	NONE	.
131	Y28	BS	19767.60000	.	.	NONE	.
132	Y29	BS	4434.55566	.	.	NONE	.
133	Y210	BS	523.68312	.	.	NONE	.

SOLUTION DATA C ? SOLUTION NUMBER = 0 SAVED ON ZSOLF.