

i

V

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO

+ PLANIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA  
METALÚRGICA UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR

por

IVANILDO RAIMUNDO DE SOUSA

FE  
C  
SUC 5p

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO

Tese para obtenção do Grau  
de Mestre em Engenharia de  
Sistemas.

OUTUBRO - 1977



S725p Sousa, Ivanildo Raimundo de.  
Planificação da produção de uma indústria metalúrgica utilizando programação linear / Ivanildo Raimundo de Sousa. - Campina Grande, 1977.  
135 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1977.  
"Orientação: Prof. Dr. Jean Claude Picard".  
Referências.

1. Programação Linear - Metalurgia - Produção Industrial. 2. Metalurgia - Produção Industrial - Programação. 3. Dissertação - Engenharia de Sistemas. I. Picard, Jean Claude. II. Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande (PB). III. Título


CDU 004.42(043)

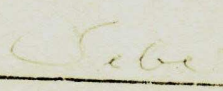
PLANIFICAÇÃO DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA  
METALÚRGICA UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR

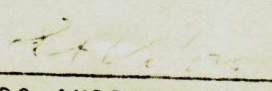
Ivanildo Raimundo de Sousa

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (M.Sc.).

COMISSÃO JULGADORA:

  
\_\_\_\_\_  
JEAN CLAUDE PICARD - Ph.D.  
- Presidente -

  
\_\_\_\_\_  
HANS HERMANN WEBER - Ph.D.  
- Membro -

  
\_\_\_\_\_  
EDUARDO ANDRADE VELOSO - M.Sc.  
- Membro -

0  
CAMPINA GRANDE - PARAÍBA  
OUTUBRO - 1977



"O SENHOR É O MEU PASTOR.

NADA ME FALTARÁ"

Salmo 23



Aos meus pais  
À minha esposa  
Às minhas filhas



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

Agradeço ao Professor JEAN CLAUDE PICARD pela dedicação e assistência na orientação deste trabalho.

Estendo esse agradecimento aos Professores EDUARDO ANDRADE VELOSO e HANS HERMANN WEBER pelo auxílio que me deram, ao Professor WALDSON JOSÉ BASTOS PINHEIRO da UFRN pela sua valiosa contribuição e também aos colegas FRANCISCO XAVIER SIQUEIRA, GILVANDO DE FARIAS, IERIS RAMALHO CORTÊS e JOÃO TERTULIANO NEPOMUCENO AGRA pela colaboração recebida.

Sou muitíssimo grato a UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE pela oportunidade oferecida de realizar este curso.

Ainda agradeço a Coordenadoria Setorial de Pós-Graduação e ao Departamento de Sistemas e Computação, ambos do CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA pelo apoio que me deram e particularmente a Senhora ANITA MOTA RIBEIRO pela sua inestimável ajuda.

## A B S T R A C T

In this work, we did the planification of the production of a small metalurgical industry, using linear programming.

We first described the characteristics of this company, then the lines of production, the resources and the methodology for collecting data.

Then one model of planification was developed considering first only the resources; secondly considering the resources and the maximal capacity of production; finally considering the resources, the maximal capacity of production and the minimum demand to be satisfied for each product.

From the results obtained we gave some suggestions in order to improve the profits of the company.



## R E S U M O

Neste trabalho foi feito o estudo de uma indústria metalúrgica com a finalidade de planificar a sua produção. Para que isto fosse conseguido utilizou-se a Programação Linear.

Foram descritas as características da indústria, linha de produtos, recursos e a metodologia empregada na coleta de dados.

Em seguida o modelo foi abordado sob tres aspectos: primeiro, considerando-se somente os recursos; segundo, considerando além dos recursos, também a capacidade máxima de produção; e por último, considerando os recursos, capacidade de máxima de produção e demanda.

Finalizando foram apresentadas as conclusões e sugestões que proporcionassem o maior lucro a Indústria, tendo em vista que o lucro é o objetivo principal de qualquer empresa comercial.

## ÍNDICE GERAL

|  | <u>PÁGINA</u> |
|--|---------------|
| 1 - INTRODUÇÃO .....   | 1             |
| 1.1 - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES .....                       | 1             |
| 1.2 - OBJETIVOS .....  | 2             |
| 1.3 - APRESENTAÇÃO DO ROTEIRO DESTA TRABALHO ....            | 4             |
| 2 - CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA .....                         | 5             |
| 2.1 - SITUAÇÃO GERAL DA EMPRESA .....                        | 5             |
| 2.2 - LINHA DE PRODUTOS .....                                | 5             |
| 2.3 - RECURSOS DISPONÍVEIS .....                             | 7             |
| 2.3.1 - Conceito de Recursos .....                           | 7             |
| 2.3.2 - Máquinas .....                                       | 9             |
| 2.3.3 - Mão-de-Obra .....                                    | 11            |
| 2.3.4 - Matéria Prima .....                                  | 13            |
| 2.3.5 - Manutenção e Apoio .....                             | 14            |
| 2.4 - VISÃO GERAL DA TECNOLOGIA EMPREGADA .....              | 14            |
| 3 - COLETA DE DADOS .....                                    | 16            |
| 3.1 - ORGANIZAÇÃO DOS DIAGRAMAS DE FLUXOS .....              | 16            |
| 3.2 - MÉTODO EMPREGADO NA COLETA .....                       | 16            |
| 3.3 - APRESENTAÇÃO DE DADOS .....                            | 20            |
| 3.4 - UM EXEMPLO DE FLUXO DE PRODUÇÃO .....                  | 22            |
| 4 - SOLUÇÕES PARA OTIMIZAÇÃO E ESTUDOS APRESENTADOS .        | 25            |
| 4.1 - ELABORAÇÃO DOS MODELOS .....                           | 25            |
| 4.2 - ALOCAÇÃO DE RECURSOS .....                             | 27            |
| 4.2.1 - Otimização da Utilização de Recursos                 | 27            |
| 4.2.2 - Recursos Solicitados para Produção                   | 28            |
| 4.2.3 - Resultados Computacionais .....                      | 29            |
| 4.3 - CAMINHOS CRÍTICOS .....                                | 30            |
| 4.3.1 - Otimização da Capacidade Máxima de<br>Produção ..... | 30            |
| 4.3.2 - Produção Máxima .....                                | 32            |
| 4.3.3 - Resultados Computacionais .....                      | 35            |

|   | <u>PÁGINA</u> |
|---|---------------|
| 4.4 - PRODUÇÃO CONSIDERANDO A DEMANDA .....           | 35            |
| 4.4.1 - Atendimento da Demanda .....                  | 35            |
| 4.4.2 - Demanda Mínima .....                          | 38            |
| 4.4.3 - Resultados Computacionais .....               | 41            |
| 4.4.4 - Análise de Sensibilidade .....                | 41            |
| 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....                      | 44            |
| 5.1 - CONCLUSÕES .....                                | 44            |
| 5.2 - SUGESTÕES .....                                 | 48            |
| ANEXO A - DIAGRAMAS DE FLUXOS .....                   | 52            |
| ANEXO B - TABELA DOS TEMPOS E PRODUÇÃO .....          | 68            |
| ANEXO C - RELATÓRIOS DOS RESULTADOS COMPUTACIONAIS .. | 116           |
| BIBLIOGRAFIA .....                                    | 134           |



## ÍNDICE DOS QUADROS, LAY-OUT E FORMULÁRIO

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| QUADRO I - Relação dos Produtos .....                               | 6             |
| Lay-out da Fábrica .....  | 8             |
| QUADRO II - Relação dos Recursos .....                              | 10            |
| Formulário da Coleta de Dados .....                                 | 18            |
| QUADRO III - Coeficiente do Problema de Programação<br>Linear ..... | 21            |
| QUADRO IV - Produção Máxima .....                                   | 33            |
| QUADRO V - Demanda e Produção Máxima .....                          | 39            |
| QUADRO VI - Demanda e Solução Ótima .....                           | 42            |
| QUADRO VII - Quantidades Ótimas .....                               | 49            |

## LISTA DE SÍMBOLOS

- $i$  = Índice correspondente ao número do recurso
- $j$  = Índice correspondente ao número do produto
- $a_{ij}$  = Quantidade do recurso  $i$  necessária para se produzir mil unidades do produto  $j$
- $A$  = Matriz dos coeficientes  $a_{ij}$
- $x$  = Vetor das variáveis correspondentes aos produtos
- $b$  = Vetor dos recursos disponíveis
- $Z$  = Função objetiva correspondente ao lucro (ou custo)
- $c_j$  = Lucro do produto  $j$  por mil unidades
- $x_j$  = Número de 1000 unidades do produto  $j$  a produzir
- $b_j$  = Quantidade do recurso  $i$  em horas (por mês)
- $n$  = Número de variáveis
- $m$  = Número de restrições
- $p_j$  = Produção máxima do produto  $j$  em mil unidades
- $d_j$  = Demanda mínima do produto  $j$  em mil unidades

## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

O homem primitivo e nômade quase não precisava de PLANEJAMENTO para suprir suas necessidades, o que fazia ou através da caça, processo simplesmente predatório, ou colhendo frutos, sistema puramente extrativo, conseguindo assim alimentação e vestuário naquele alvorecer da existência humana.

Posteriormente, o homem em suas andanças enfrentou situações de emergência ao buscar um abrigo ou um refúgio compelido por razões climáticas, ou para se defender de animais ou mesmo do seu semelhante que com ele disputava as mesmas fontes de abastecimento. Por isso, então, foi se fixando em determinado sítio e aí socialmente se agrupando, surgindo assim as primeiras idéias de ORGANIZAÇÃO para defesa de suas aldeias e para uma melhor condução de seus destinos. Desta fixação nasce uma rudimentar agricultura e começa a domesticação de animais, e advêm as primeiras FERRAMENTAS para ajudar o homem a cuidar de suas tarefas. Começou então um lento processo de ESPECIALIZAÇÃO, que evoluiu para o artesanato e, com o aparecimento dos ENGENHOS que deram origem às MÁQUINAS, teve início a DIVISÃO DO TRABALHO que muito vem favorecendo a racionalização da produção.

Naquele momento é iniciada uma nova fase na Administração de Produção, sendo Adam Smith o primeiro a defendê-la como Ciência. E ele, assim como Charles Babbage, ambos engajados nas oficinas, fizeram os primeiros estudos e sentiram a carência de metodizar o funcionamento daqueles sistemas então bastante simples, hoje muitíssimo complexos.

Começava assim um desenvolvimento teórico da Administração, tendo Frederick Taylor semeado este campo do saber com princípios práticos que, desde então, vem sempre crescendo fertilizado por novas ferramentas matemáticas que de nada serviriam se não tivesse também havido o desenvolvimento dos Computadores Eletrônicos de extraordinária rapidez de cálculos e capacidade de aceitação de dados. Sem dúvida, o labor e o idealismo de homens que dedicaram as suas vidas a este mister e às exigências que o mundo atual faz para garantir o bom funcionamento de seus complexos mecanismos também contribuíram para crescimento daquela ciência. [4]



Hoje as grandes, médias, e mesmo as pequenas indústrias de todas as nações se defrontam com um mesmo problema que lhes é comum: OTIMIZAR O SEU FUNCIONAMENTO. Isto poderá ser feito de vários modos. Através de um eficiente controle, conciliando a distribuição de limitados recursos pela alocação racional de homens e máquinas na fabricação de seus produtos, e ainda gerenciando adequadamente as finanças para aquisição de matéria prima, apoio e instalações, pagamento de salários, tudo isto com a finalidade de manter um nível ideal de estoque e atender convenientemente à demanda com o mínimo desembolso possível de capital.

O Brasil, um país em franco desenvolvimento, já está conscientizado e despertou para a adoção de técnicas avançadas de avaliação de desempenho e análise de atividades. Deste modo, as suas grandes e algumas de suas médias empresas já dispõem, em seus quadros, de equipes especializadas em PESQUISA OPERACIONAL para quando se fizer necessário revisar os seus sistemas de produção, ou para uma contínua busca afim de melhorar ou aperfeiçoar seu funcionamento. Firms de consultoria neste gênero se multiplicam dia a dia em diversos pontos do País.

Com empresas que crescem sensivelmente, exigindo de seus dirigentes técnicas modernas e acompanhando os passos do Brasil, o Nordeste não poderia deixar de empregar estes novos métodos de administração que já estão dando bons frutos em outros pontos do País e do Exterior e vem, portanto, aderindo àquelas técnicas.

## 1.2 - OBJETIVOS

Quando se analisa um sistema, a preocupação inicial é saber qual a finalidade deste sistema, ou seja, qual a saída, e de que entrada ele dispõe, e também qual a saída que responde a uma determinada entrada. Daí passamos a analisar a sua "função de transferência", isto é, o modo como o sistema transforma a entrada em uma saída.

Deste estudo poder-se-á concluir se o sistema está ou não funcionando em condições ótimas, e se não está, quais as medidas que poderão ser adotadas em relação a seus parâmetros com a finalidade de se otimizar o desempenho deste sistema.

A empresa considerada como sistema poderá ter, como finalidade ou saída, o lucro se ela é comercial, o bem estar público se é governamental, ou qualquer outro objetivo dependendo da sua natureza e dos fins a que se destina.

Assim, com espírito de progresso, partiu-se para o estudo do funcionamento real de uma indústria em condições normais de operação e tomou-se então uma empresa do dinâmico parque industrial de Campina Grande, transformando-a em laboratório. Também graças ao nível relativamente alto de complexidade do seu sistema de produção, pode-se generalizar razoavelmente este estudo e, para posteriores referências, esta empresa de agora em diante, será denominada Metalúrgica Nordeste, a qual tem como finalidade produzir ferragens para portas.

Como nosso modelo é uma indústria de natureza privada, o objetivo principal deste trabalho será portanto otimizar a sua produção industrial, visando ao melhor aproveitamento dos recursos disponíveis através de sua correta e racional distribuição entre as atividades de produção e consequente maximização dos lucros da empresa, que é o objetivo primordial e único de qualquer empresa comercial ou industrial de natureza privada.

O objetivo secundário, uma modesta pretensão do autor, é que este trabalho possa contribuir para ajudar aqueles que pretendem iniciar e desenvolver o estudo e análise desse campo da ciência. Para isto o problema será abordado por vários prismas, procurando-se enquadrá-lo nas soluções plausíveis e, finalmente, concluindo por indicar um caminho que conduza aos melhores resultados possíveis. Isto pode ser alcançado porque a indústria em análise tem uma bem diversificada linha de produtos e cada produto, em sua fabricação, passa por várias etapas até sua elaboração final, sendo possível portanto, num tratamento geral, ter uma visão mais global do assunto. Outros problemas semelhantes a este poderão adotar a mesma metodologia, adaptando seus passos e orientando-se por ele para mais facilmente atingir sua meta, o que não poderia ser feito se este estudo fosse particularizado, pois ele somente seria útil para esta indústria, ou, se muito servisse seria para uma de natureza bastante afim.



### 1.3 - APRESENTAÇÃO DO ROTEIRO DESTE TRABALHO

Nos itens anteriores fizeram-se as considerações preliminares e fixaram-se os objetivos.

A seguir daremos um resumo do que será visto nos capítulos seguintes, onde serão tratadas a formulação do problema, a construção do modelo, a obtenção das soluções, e as conclusões e sugestões.

No capítulo 2 iniciou-se esta análise definindo-se as características da empresa, fazendo-se a identificação dos produtos fabricados pela indústria, relacionando-se seus recursos disponíveis e dando-se uma visão geral da tecnologia empregada.

Proseguiu-se o trabalho, expondo no capítulo 3, a maneira como foi feita a coleta e apresentação dos dados desde a organização de fluxogramas até um exemplo completo de fluxo de produção.

Dedicou-se o capítulo 4 às formulações e soluções com resultados computacionais das hipóteses feitas para estudar o modelo, o qual foi abordado sob três aspectos: Primeiro - considerando unicamente os recursos; Segundo - considerando os recursos e a capacidade máxima de produção de cada produto (limite superior); Terceiro - recursos, capacidade máxima de produção de cada produto (limite superior), e demanda mínima (limite inferior). Para este último caso foi feita a análise de sensibilidade com relação aos recursos disponíveis.

Finalmente, o capítulo 5 encerra este trabalho expondo as conclusões e apresentando as sugestões para melhorar o desempenho da indústria, evidentemente para obter a maximização de seus lucros.



## 2 - CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA

### 2.1 - SITUAÇÃO GERAL DA EMPRESA

A Metalúrgica Nordesteira é uma empresa industrial que se destinou à produção de ferragens para portas, janelas e portões. Portanto, a saída do seu sistema é composta por 47 produtos distribuídos em 4 grupos principais: Ferrolhos, dobradiças, aldravas e fechaduras.

Para atingir esta meta, dispõe dos seguintes recursos: 39 máquinas, 4 seções de tratamento, 1 oficina de manutenção e pessoal, que varia em torno de 45 operários que trabalham nas linhas de produção e manutenção, e cerca de 15 funcionários no escritório e apoio.

Sua matéria prima é constituída de chapas, arames e fitas de aço de espessuras variando de acordo com a natureza do serviço. Utiliza-se sucata de metais não ferrosos para fazer ligas usadas na fabricação de chaves.

Não existem sensíveis flutuações de demanda, pois seus produtos não são de natureza sazonal. Seus estoques são desprezíveis e praticamente vende o que produz.

### 2.2 - LINHA DE PRODUTOS

Na seção anterior tomou-se conhecimento da natureza da empresa e da finalidade para a qual ela foi instalada. Todavia é necessário para iniciar a análise um certo grau de familiarização com as suas funções. Precisa-se saber detalhadamente quais os produtos que ela fabrica, suas características principais, nomenclatura, semelhança entre eles e outras informações que for possível colher. [21]

Assim, o estudo do modelo será iniciado fazendo-se uma relação completa dos produtos fabricados por esta indústria conforme poderá ser visto no Quadro I da página seguinte. Para melhor estudá-los, os 47 produtos foram divididos em 4 grupos, de acordo com sua natureza. Grupo A - ferrolhos; Grupo B - dobradiças; Grupo C - aldravas; e grupo D - fechaduras. 0

Q U A D R O I

RELAÇÃO DOS PRODUTOS

| Nº | CÓDIGO | DISCRIMINAÇÃO                    |
|----|--------|----------------------------------|
| 01 | AA1    | 3" - Ferrolho chato simples      |
| 02 | AA2    | 4" - " " "                       |
| 03 | AA3    | 5" - " " "                       |
| 04 | AB1    | 4" - " " reforçado               |
| 05 | AB2    | 5" - " " "                       |
| 06 | AB3    | 6" - " " "                       |
| 07 | AC1    | U - " p/armário                  |
| 08 | AD1    | 4" - " chato com furos p/cadeado |
| 09 | AD2    | 5" - " "                         |
| 10 | AD3    | 6" - " "                         |
| 11 | AE1    | 1.1/2"- " redondo                |
| 12 | AE2    | 2" - " redondo                   |
| 13 | AE3    | 2.1/2"- " redondo                |
| 14 | BA1    | 4" - Dobradiça chumbar           |
| 15 | BA2    | 5" - " "                         |
| 16 | BB1    | 4" - " cruz 7 furos              |
| 17 | BB2    | 4.1/2"- " " " "                  |
| 18 | BC1    | 2" - " cruz 6 furos - grossa     |
| 19 | BC2    | 2.1/2"- " " " " - grossa         |
| 20 | BC3    | 3" - " " " " - grossa            |
| 21 | BC4    | 3.1/2"- " " " " - grossa         |
| 22 | BC5    | 2" - " " " " - fina              |
| 23 | BC6    | 2.1/2"- " " " " - fina           |
| 24 | BC7    | 3" - " " " " - fina              |
| 25 | BD1    | 3" - " canto                     |
| 26 | BE1    | 2" - " comum zincado             |
| 27 | BE2    | 2.1/2"- " "                      |
| 28 | BE3    | 3" - " "                         |
| 29 | BE4    | 3.1/2"- " "                      |
| 30 | BE5    | 4" - " "                         |
| 31 | BE6    | 2" - " comum não zincado         |
| 32 | BE7    | 2.1/2"- " "                      |
| 33 | BE8    | 3" - " "                         |
| 34 | BE9    | 3.1/2"- " "                      |
| 35 | BEφ    | 4" - " "                         |
| 36 | BF1    | 1.1/4"- " móvel                  |
| 37 | BF2    | 1.1/2"- " "                      |
| 38 | BF3    | 2" - " "                         |
| 39 | BG1    | 1.1/2"- " quadrada               |
| 40 | BG2    | 2" - " "                         |
| 41 | BG3    | 2.1/2"- " "                      |
| 42 | CA1    | 2.1/2"- Porta cadeado            |
| 43 | CA2    | 3.1/2"- " "                      |
| 44 | DA1    | - Fechadura 1 volta 1 chave      |
| 45 | DA2    | - " 1 " 2 chaves                 |
| 46 | DB1    | - " 2 voltas                     |
| 47 | DC1    | - " móvel                        |

grupo A por sua vez foi subdividido nos subgrupos AA, AB, AC, AD, e AE respectivamente, ferrolhos chatos simples, ferrolhos chatos reforçados, ferrolhos para armários, ferrolhos chatos para uso de cadeados e ferrolhos redondos. Em cada um destes subgrupos foi feita a discriminação de cada produto. Por exemplo: AA1 - ferrolho chato simples de 3 polegadas é a identificação do produto número 1 da linha de fabricação, e o mesmo procedimento foi feito para os demais grupos, subgrupos e produtos individualmente, conforme está exposto no quadro I.

Não estão relacionadas as arruelas por serem subprodutos cuja fabricação depende da disponibilidade de máquinas e pessoal. Embora não sejam objeto deste estudo, será citado, apenas por esclarecimento, que estas arruelas são fabricadas nos tamanhos de 1/4", 5/16" e 3/8".

Alguns destes subgrupos, devido a certas peculiaridades, ainda poderiam ser subdivididos em outras classes, mas isto ficaria por demais tedioso e sem fins práticos. Todavia, este procedimento foi adotado na coleta de dados e na elaboração de alguns fluxogramas dos produtos como será visto posteriormente.

Nenhum dos 47 produtos é constituído de uma única peça. Cada produto tem cerca de 5 componentes e há produtos que têm em sua constituição 2 componentes iguais. Também existem componentes que servem para mais de um produto.

## 2.3 - RECURSOS DISPONÍVEIS

### 2.3.1 - CONCEITO DE RECURSOS

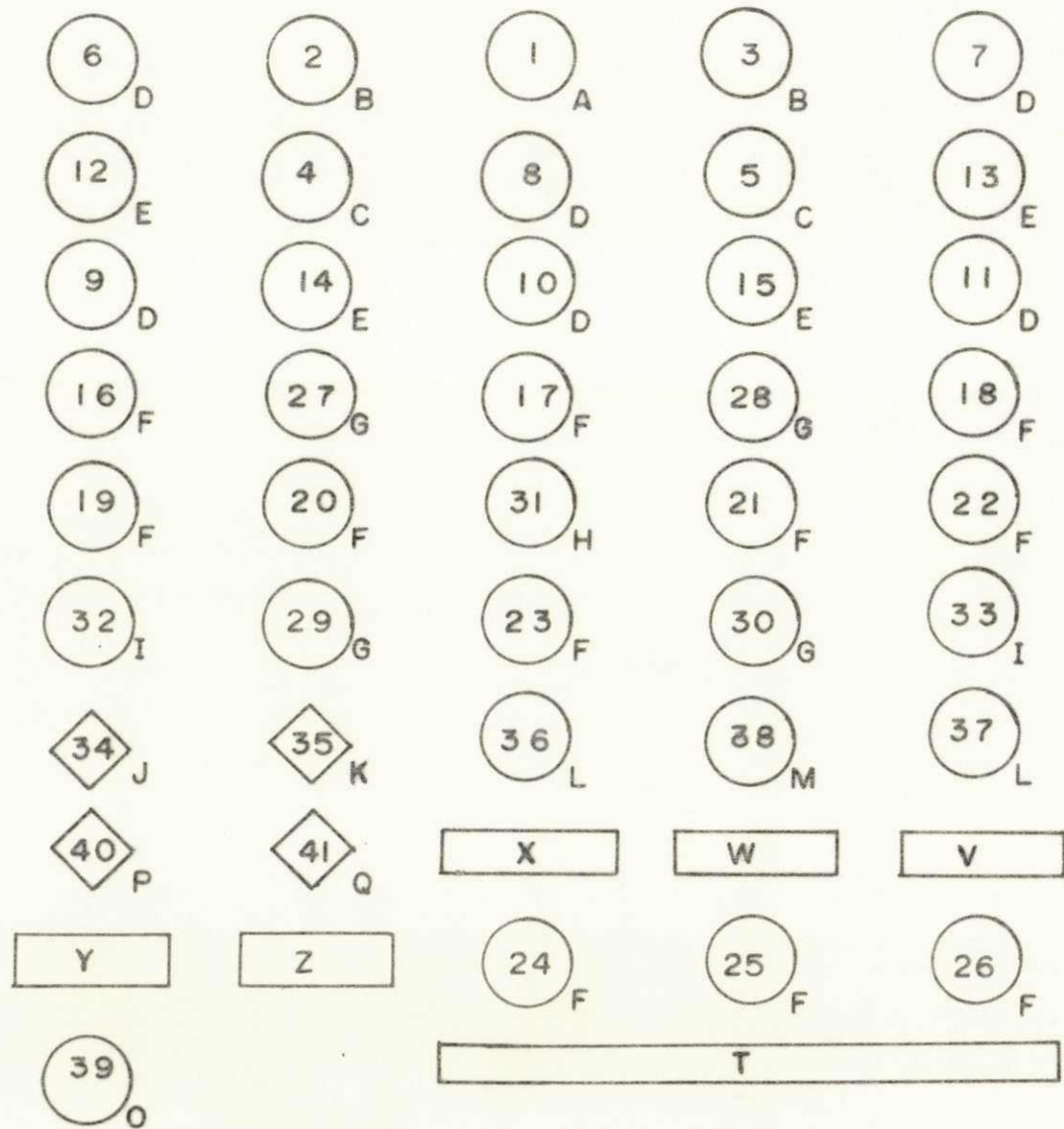
Após a identificação dos produtos e para melhor compreensão do fluxo de produção, não é indispensável, mas é desejável conhecer o "lay-out" da fábrica. Neste trabalho ele está exposto na página seguinte.

Antes de prosseguir, porém, dar-se-á uma definição de RECURSO para uso posterior neste trabalho.

DEFINIÇÃO: RECURSO é um meio ou processo usado em cada etapa de fabricação onde os produtos ou seus componentes sofrem transformações e compreende desde a saída da matéria prima do estoque até seu estágio final na expedição.



# LAY-OUT DA FÁBRICA



Há três espécies de recursos: Máquinas, setores de tratamento e bancadas de operações manuais.

Neste "lay-out" a cada recurso corresponde um único n<sup>ú</sup>mero a que foi atribuída uma letra de acordo com a sua finalidade. Por exemplo: Recurso 1 é uma tesoura - letra A; Recursos 27, 28, 29 e 30 são furadeiras - letra G; Recurso 34 é a secção de polimento - letra J; e assim por diante. (vide quadro II).

Como poderá ser visto no "lay-out", há três representa<sup>ç</sup>ões de recursos. Os círculos representam as máquinas, os losangos significam secção de tratamento e os retângulos simbolizam as bancadas de operações manuais.

Antecipando o que será visto mais tarde, pode-se verificar que há 22 tipos de recursos. Porque estes recursos são limitados em termos de número e de disponibilidade, eles implicam em restrições para montagem e resolução do modelo de Programação Linear, que é o método aqui usado para otimização da produção. Com base nessa classificação foi elaborado o QUADRO II que está exposto na página seguinte.

No QUADRO II, a quarta coluna (horas totais disponíveis por mês) é muito importante porque é ela que registra a disponibilidade dos recursos. Vale esclarecer ainda que, nos recursos que dependem unicamente de montagem ou manipulação manual, a terceira coluna do QUADRO II indica a capacidade máxima de operários que podem nestes recursos ser alocados, o que depende do espaço físico das bancadas onde as operações se realizam. Suas nomenclaturas ou discriminações são semelhantes às funções que executam (Embalagem, montagem, etc.).

Os setores de tratamento são polimento, desengorduramento, zincagem e pintura. As capacidades dos três primeiros são limitadas pelo volume dos seus recipientes onde são colocados os produtos para tratamento. Na pintura esta limitação é determinada pela área das mesas onde se realiza esta operação.

### 2.3.2 - MÁQUINAS

Quando se fala em fábrica, indústria ou atividade afim, a primeira idéia que ocorre é de um conjunto de máquinas operando harmonicamente. É, portanto, indispensável que elas re

QUADRO II

RELAÇÃO DOS RECURSOS

| Nº | RECURSO |        | HORAS DISPONÍVEIS P/MES | DISCRIMINAÇÃO                   |
|----|---------|--------|-------------------------|---------------------------------|
|    | TIPO    | QUANT. |                         |                                 |
| 01 | A       | 1      | 180                     | Tesoura                         |
| 02 | B       | 2      | 360                     | Prensa                          |
| 03 | C       | 2      | 360                     | Prensa                          |
| 04 | D       | 6      | 1080                    | Prensa                          |
| 05 | E       | 4      | 720                     | Prensa                          |
| 06 | F       | 11     | 1980                    | Prensa                          |
| 07 | G       | 4      | 720                     | Furadeira                       |
| 08 | H       | 1      | 180                     | Máquina de fazer pino           |
| 09 | I       | 2      | 360                     | Máquina de soldar               |
| 10 | J       | 1      | 180                     | Polimento                       |
| 11 | K       | 1      | 180                     | Desengorduramento               |
| 12 | L       | 2      | 270                     | Torno revolver                  |
| 13 | M       | 1      | 180                     | Injetora                        |
| 14 | O       | 1      | 180                     | Máquina de estirar arame        |
| 15 | P       | 1      | 180                     | Pintura                         |
| 16 | Q       | 1      | 180                     | Zincagem                        |
| 17 | T       | 6      | 1080                    | Embalagem                       |
| 18 | V       | 8      | 1440                    | Montagem fechaduras 900 e 930   |
| 19 | W       | 2      | 360                     | Montagem fechadura 865          |
| 20 | X       | 6      | 1080                    | Montagem dobradiças e ferrolhos |
| 21 | Y       | 1      | 180                     | Máquina manual I                |
| 22 | Z       | 1      | 180                     | Máquina manual I                |



cebam uma análise toda especial e sejam avaliadas suas capacidades e disponibilidades. É também necessário que a função de cada uma seja tomada como parâmetro para o planejamento da produção.

No modelo aqui estudado, a quantidade de máquinas é 37. 1 tesoura - A; 2 prensas - B; 2 prensas - C; 6 prensas - D; 4 prensas - E; 11 prensas - F; 4 furadeiras - G; 1 máquina de fazer pino - H; 2 máquinas de soldar a ponto - I; 2 tornos revólver - L; 1 máquina injetora - M; 1 máquina de estirar arame - O.

Há duas máquinas manuais (Y e Z).

As máquinas existentes na seção de manutenção não estão incluídas na discriminação acima.

Observando o QUADRO II, pode-se verificar o seguinte : As máquinas tipo B, C, D, E e F, embora sejam todas prensas, foram classificadas em tipos diferentes. A razão deste procedimento é que elas não têm as respectivas capacidades iguais. Assim, as prensas tipo B são as mais potentes, podendo fazer o mesmo serviço das C, D, E e F. Estas não têm potência para executar as tarefas das tipo B. Segue-lhe em potência o tipo C cujas máquinas podem substituir as D, E e F, não podendo estas substituir as tipo C. Seguindo-se este mesmo raciocínio, verifica-se que a máquina F é a de menor potência não podendo executar o trabalho de nenhuma das outras anteriores.

As operações das demais máquinas estão bem explicadas no QUADRO II, dispensando portanto qualquer comentário. No próximo capítulo, será vista a importância desta classificação na elaboração dos fluxogramas (diagrama de fluxo) e na coleta de dados.

### 2.3.3 - MÃO DE OBRA

Apesar do avanço tecnológico no campo da automação, ainda é o homem a peça fundamental em qualquer atividade onde a máquina é empregada para produção em série. Portanto, em qualquer indústria é indispensável a presença do operador para fazer funcionar, controlar, ajustar, ou ainda para colher os resultados de sua produção. Em muitos setores como embalagem, acondicionamento, etc., o elemento humano algumas vezes não chegou a ser substituído pela máquina. Em algumas indústrias, mes

mo que haja máquinas nestes setores, o operário aí ainda se faz presente.

A quantidade de pessoal de uma indústria em condições normais oscila sempre em torno de um determinado valor que está sempre abaixo de sua LOTAÇÃO que é o número máximo de funcionários que poderão ser distribuídos pelas várias funções de uma empresa. Não se admite que uma indústria contrate um funcionário e ele fique ocioso. Quase sempre só se contrata um funcionário quando há necessidade imperiosa de fazê-lo. [17]

Na Metalúrgica Nordeste, a quantidade mínima de operários seria: 39 para as máquinas (inclusive as 2 de operações manuais), 22 para as secções de embalagem e montagem (vide QUADRO II), 3 para os setores de polimento, pintura e zincagem-desengorduramento. Como estes dois últimos setores ficam em uma mesma sala e, como tanto a zincagem como o desengorduramento dependem exclusivamente de tempo de imersão de material em seus recipientes, é necessário somente um operário para estes setores.

Portanto, a quantidade total de operários para que todas as máquinas, todas as bancadas e todos os setores estivessem sempre ocupados (lotados) seria 64. Esta indústria, porém, funciona com cerca de 45 operários, sendo em torno de 30 nas máquinas e o restante nas secções de embalagem e montagem.

Pode causar estranheza este deficit de quase 30% em pessoal. Todavia, como será visto nos resultados computacionais do capítulo 4, alguns recursos não são totalmente utilizados, não justificando assim, a efetiva presença de operários ociosos nestes recursos, sendo portanto rotineiro o remanejamento deles de uma para outra máquina ou secção.

Não se considerou a lotação do escritório, apoio e manutenção, porque isto é de pouca importância para este estudo, mas pode-se informar que há cerca de 10 funcionários naqueles setores.

O recrutamento de operários é feito entre pessoas sem especialização que, após algum estágio na fábrica, serão admitidos se as suas aptidões para as tarefas que lhes foram confiadas forem consideradas satisfatórias. Isto não causa problemas porque o funcionamento das máquinas é muito simples e

as montagens sem complicações. Em pouco tempo, um indivíduo normal estará familiarizado com estas tarefas. Mas para os tornos mecânicos (L) e para trabalhar nas máquinas e ferramentas do setor de manutenção, este pessoal tem que ser habilitado e é recrutado do SENAI ou oriundo de outra indústria.

#### 2.3.4 - MATÉRIA PRIMA

Em qualquer indústria de transformação a matéria prima constitui um fator preponderante no custo de produção e algumas vezes influi na tecnologia empregada no processo de fabricação.

Algumas indústrias elaboram, elas mesmas, todos os seus produtos e componentes. Algumas preferem contratar outras indústrias para fabricar algumas peças ou ainda para executar alguns serviços especiais que elas não têm condições de fazer ou, se o fizessem, seria mais oneroso. [21]

A Metalúrgica Nordeste é uma indústria que não recorre a outras indústrias para fabricação de seus produtos. A matéria prima sai do estoque, passa pelos diversos processos e, finalmente, fica disponível no setor de expedição sem sair das dependências da fábrica.

Sua matéria prima básica é constituída dos seguintes materiais:

a) - Chapas de aço de 2m x 1m, com espessura variando de acordo com o produto a ser fabricado. A chapa de aço é empregada em todos os produtos sem exceção. Estas chapas ainda podem ser zincadas.

b) - Fitas de aço em rolos de comprimento e espessura variados que são usadas na fabricação de molas de ferrolhos chatos e fechaduras (Produtos 1,2,3,4,5,6,8,9,10,44,45,46 e 47).

c) - Arames de vários diâmetros usados na fabricação de pinos de charneiras de dobradiças, aros de aldravas, pinos de molas de fechaduras, e linguetas de ferrolhos redondos (Produtos 11 até 47).

d) - Tintas e material químico usados na pintura, desengorduramento e zincagem de vários produtos.



Pintura: Produtos 1,2,3,4,5,6,8,9,10,44,45 e 46.

Desengorduramento: Produtos 7,11,12,13,42,44,45,46 e 47.

Zincagem: Produtos 7,11,12,13,25,26,27,28,29,30,42,44,45,46 e 47.

e) - Sucata de metais não ferroso para confecção de chaves para as fechaduras e de pinos para a dobradiça de canto (Produtos 25,44, 45, 46 e 47).

As matérias primas acima descritas são principais, não significando que não entrem outros materiais na confecção dos produtos.

#### 2.3.5 - MANUTENÇÃO E APOIO

Toda indústria necessita de um setor de manutenção para fazer revisão, reparo, aferição e ajustagem de suas máquinas, ferramentas e instrumentos, e para mudança de matrizes. A dimensão deste setor depende da complexidade do sistema e da quantidade e variedade de seu equipamento.

A Metalúrgica Nordesteira possui uma seção de manutenção bem aparelhada que, além de atender às solicitações acima, projeta e executa as suas próprias matrizes.

O apoio logístico e comercial é dado pelo ESCRITÓRIO, não havendo setores especializados em compras, vendas, propaganda, pessoal, etc., o que é plenamente justificável tendo em vista a dimensão da empresa não comportar tal estrutura.

#### 2.4 - VISÃO GERAL DA TECNOLOGIA EMPREGADA

Antigamente na Economia Clássica, consideravam-se como fatores de produção o capital, a matéria prima e a mão-de-obra. Depois foi introduzido mais um parâmetro que foi a demanda, já que se produz alguma coisa para ser consumida por alguém.

Atualmente, entretanto, há uma preocupação além daquelas que é "produzir o mais barato e em menos tempo possível". Ou seja, o administrador se preocupa com a EFICIÊNCIA operacional de sua empresa e isto é profundamente afetado pela tecnologia empregada na produção. Algumas indústrias empregam uma tecnologia mais sofisticada, importam "know-how". Outras

utilizam métodos tradicionais. E há aquelas, geralmente em evolução, que adotam um misto das duas anteriores e quase sempre partem de processos simples e os vão substituindo até atingir um alto grau tecnológico. Todavia estes limites são bastante conceituais e flexíveis, não se podendo determinar onde um termina e o outro começa. [21]

Esta tecnologia é função do que se vai produzir, das exigências do mercado consumidor e das condições gerais da empresa.

A seguir, com ajuda do Lay-out, será dada uma idéia da tecnologia usada pela indústria em estudo, mostrando de uma maneira geral como se escoia o fluxo de produção de seus produtos.

As chapas de aço (2m x 1m) saem do almoxarife, entram na tesoura (Máquina - A) e são cortadas em lâminas de largura variável, de acordo com o produto a ser fabricado. Daí estas lâminas, que variam de poucos milímetros até quase 20 mm, são cortadas ou moldadas nas prensas (Máquinas B,C,D,E e F) nas dimensões e formas desejadas. Seguindo-se a esta operação, vem a estampagem ("caixa"), dobragem ou operação semelhante, que também são efetuadas nas prensas. (O produto 07 só passa uma vez pela prensa onde é cortada e feita a caixa ao mesmo tempo). Após aquelas modificações vem geralmente a soldagem e montagem com outros componentes tais como molas e pinos, ou tratamento nas secções de polimento, pintura, zincagem, ou desengorduramento. Entretanto, pode haver outras etapas em outras máquinas ou secções dependendo do produto.

No final, quase todos os produtos recebem um acabamento que é a "pinagem", ou o "ajuste". O primeiro consiste em ar-rebitar pinos em uma prensa (geralmente E ou F) e o segundo usado nas dobradiças para permitir adequada rotação nos lo-cais onde forem colocadas. Daí seguem para a secção de embalagem e, após embalados para a expedição, seu ponto final no fluxo de produção.

### 3 - COLETA DE DADOS

#### 3.1 - ORGANIZAÇÃO DOS DIAGRAMAS DE FLUXOS

Para uma avaliação correta da produção é necessário conhecer seu fluxo e suas etapas, como os componentes de cada produto se agrupam até completar uma unidade, e como em cada etapa do seu fluxo ele solicita a parcela dos recursos de que dispõe a empresa, e isto é feito por diagramas de fluxos ou fluxogramas que pode ser definido como a representação gráfica dos vários caminhos de uma malha ou rede construída para representar o relacionamento dinâmico entre as diversas atividades de um sistema. [2, 9]

Embora os tempos de duração de cada atividade não estejam nos diagramas de fluxos, ainda assim na sua visualização, melhor será compreendido o fluxo de produção de cada produto. Daí será possível tirar o tempo gasto em cada operação e qual a máquina usada. Como o fluxo de produção é variável e sua complexidade depende essencialmente dos artigos fabricados e da tecnologia empregada, é importante que o diagrama de fluxos seja uma representação exata do fluxo de produção.

Neste trabalho agrupou-se em um mesmo diagrama os produtos que têm o mesmo fluxo e sofrem as mesmas operações nos mesmos recursos, evidentemente com dimensões ou formas diferentes.

No anexo A estão os diagramas de fluxos dos produtos, sendo que no interior do círculo que representa cada etapa está a letra que identifica o tipo de recurso usado e, logo abaixo deste círculo, a numeração da etapa. O tempo correspondente a cada etapa ou operação não está registrado nos diagramas e sim nos quadros do anexo B onde também estão expressas as quantidades produzidas na unidade de tempo naquela passagem.

A importância destes diagramas também é justificada pela necessidade que se tem de se obter o caminho crítico de cada produto. Detalhes incluindo a obtenção da produção máxima serão objeto do Capítulo 4, Item 4.3.

#### 3.2 - MÉTODO EMPREGADO NA COLETA

A coleta de dados é a fase por onde se inicia a análise do sistema propriamente dita. Através dela um conjunto de in



formações chega às mãos do analista, possibilitando um diagnóstico para sugerir ao administrador deste sistema medidas para melhorar o desempenho da empresa que ele dirige. Portanto, uma coleta de dados bem feita e bem objetiva oferece um valioso subsídio às ferramentas da análise de sistemas, tais como Programação Linear, Determinação do Caminho Crítico, Sequenciamento, etc.

Sem dúvida esta é a fase mais laboriosa, que requer mais paciência, e na maioria das vezes é a que consome mais tempo, porque nem sempre os dados estão disponíveis nas mãos dos dirigentes, tendo que ser obtidos durante a execução das operações. Estes dados normalmente ou são tempo gasto para produção de um produto ou seu componente, ou a contagem do que foi produzido em determinada unidade de tempo.

Mas qualquer que seja o caso, é fundamental que estas informações sejam claras, precisas e facilmente inteligíveis. Para isto é necessário que seja padronizado o sistema de coleta, sendo esta padronização conseguida através de formulários adequados e determinando-se as unidades em que estes dados estão expressos. Como na indústria estes dados quase sempre são múltiplos ou fração de tempo ou uma função dele, tanto no caso de medida de tempo como no caso de contagem no tempo, estes resultados devem ser conferidos fazendo-se mais de uma coleta e repetindo-se até que se chegue a resultados que não deixem dúvidas. [16.]

Na página seguinte está o formulário utilizado na coleta de dados deste trabalho, porque a direção da Metalúrgica Nordeste não dispunha de informações sobre tempo consumido em operações ou produção na unidade tempo.

Este formulário foi preenchido em cada operação para cada produto em todas as etapas do seu diagrama de fluxos (Anexo A).

Unicamente para fins de coleta de dados, adotou-se o minuto como unidade de tempo e cada produto ou componente de produto foi considerado como uma unidade de produção para fins de contagem durante a fabricação. Porém na formulação das tabelas de produção (Anexo B), a unidade de tempo é a hora e a unidade de produção é "mil unidades de Produto".

FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS

PRODUTO . . . . .

COMPONENTE . . . . .

MÁQUINA . . . . .

COLETA . . . . .

OPERAÇÃO . . . . .

D A D O S

|       | INIC. | FINAL | TOTAL |
|-------|-------|-------|-------|
| HORA  |       |       |       |
| UNID. |       |       |       |

OBSERVAÇÃO: . . . . .

. . . . .

. . . . .

Algumas máquinas dispunham de contador, e sua produção em determinado espaço de tempo era fornecida por aquele aparelho. Em outras máquinas e operações manuais onde não se dispunha de contador, os dados foram obtidos fazendo-se a contagem de produto por produto no período considerado (bastante tedioso).

Agora, como exemplo, suponha-se que, no levantamento, observou-se que uma certa máquina produzia 250 unidades de um produto em 30 minutos. Então na apresentação dos dados (Anexo B), expressou-se estas informações da seguinte maneira: Produção - por hora - 500 unidades); tempo necessário para se produzir 1.000 unidades - 2 horas.

O tempo dispendido para operar 1.000 unidades em cada tipo de recurso (A, B, C, etc.) foi totalizado por produto e esta soma, que se acha também nas tabelas de produção do Anexo B, é a quantidade de recurso requerida daquela máquina, setor, ou mão-de-obra (bancada) para se fabricar um determinado produto.

Na formulação do modelo de Programação Linear, este tempo global é o  $a_{ij}$  que é o tempo em horas que cada grupo de 1.000 unidades do produto  $j$  necessita do recurso  $i$  para que aquela quantidade daquele produto seja elaborada. [1, 5, 18]

Infelizmente, os dados obtidos estão sujeitos a ERROS neste tipo de pesquisa com grandezas contínuas como tempo, com comprimento e massa nunca são encontrados seus VALORES REAIS). Estes erros podem ser grosseiros ou enganos, ou erros humanamente IMPOSSÍVEIS de se evitar devido às limitações dos órgãos sensores do homem (acuidade visual, etc.) e, por isso, foi feita mais de uma coleta. Constatados os primeiros tipos de erros, faziam-se as retificações, e no segundo caso tirava-se a média.

Ainda sobre a divergência na obtenção de dados, temos que considerar que nem todos os operários têm a mesma destreza, nem todas as máquinas têm a mesma eficiência e nem todas as matrizes têm a mesma precisão. Portanto, tudo isto contribui para "haver" erro. Também o estado de saúde ou psicológico do operário pode influir na produção. Como exemplo, pode-se citar que ele produz mais nas primeiras horas do dia do que próximo ao término do expediente (condições físicas) e que alguns



operários quando se sentem observados produzem muito acima do normal, ou ficam nervosos e caem de produção (condições psicológicas).

Em qualquer circunstância, é preciso amadurecimento do problema e adotar valor para os dados que sejam um consenso e que possam expressar o MELHOR POSSÍVEL a realidade da empresa.

### 3.3 - APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Após a coleta, os dados devem ser apresentados de modo que se possa utilizá-los nos problemas o mais diretamente possível sem cálculos ou quaisquer transformações. E, se isto se fizer necessário, tais resultados devem ficar registrados para uso imediato.

Neste estudo quando todos os dados obtidos foram considerados aceitáveis, elaborou-se as tabelas de produção constante do Anexo B.

Os dados dos produtos que tinham o mesmo fluxograma foram apresentados em uma mesma tabela, evidentemente com colunas diferentes para os respectivos produtos (são as operações e sequenciamento são idênticos, os tempos de operação são obviamente diferentes entre os produtos do referido grupo).

Nestes quadros observa-se que uma mesma operação (Etapa do diagrama de fluxos) para produtos diferentes, consumiu a mesma quantidade de tempo, que conseqüentemente resultou na mesma produção. Isto se justifica pelo fato de haver componentes que são comuns a mais de um produto.

Dos tempos totais registrados nas tabelas do Anexo B foram retirados os valores para elaboração do quadro III, onde para cada linha pode-se observar que antes da primeira coluna vem a letra que identifica o tipo de recurso e segue-lhe um número que indica a ordem em que foi elaborada a restrição no Problema de Programação Linear como será visto no Capítulo 4.

Nas 47 colunas seguintes, estão expressos os tempos totais requeridos daquele recurso (linha) para produção do produto correspondente a cada coluna e portanto este quadro é a Matriz A do sistema de inequações:

$$Ax \leq b$$



e cada elemento da matriz é um  $a_{ij}$  e sua unidade é "horas para 1.000 unidades de produto".

Na última coluna, estão os totais de recursos em horas disponíveis em um mês e na última linha está a função objetiva Z onde cada valor expressa o lucro do respectivo produto correspondente a coluna onde ele se encontra.

É bom lembrar que, normalmente, são encontradas pelo analista dificuldades na obtenção dos lucros ou custos e que a causa disto é a deficiência de uma Contabilidade de Custos que possa determinar, o mais exatamente possível, o custo e consequentemente o lucro de cada produto.

A maioria das indústrias não sabe, ou não tem condições de saber, qual o lucro ou o custo de cada produto. Não têm, talvez porque não disponham de pessoas habilitadas para isto e porque muitas vezes o custo unitário não é preocupação da gerência, uma vez que, em termos globais, a empresa está obtendo lucros não importando para a administração quais produtos estão dando mais lucro ou menos lucro, ou mesmo se estão dando prejuízo. O que lhes interessa é que haja um saldo positivo entre receita e despesa.

Como a Metalúrgica Nordeste não dispunha dos custos ou lucro por produto, considerou-se como lucro a quarta parte do seu preço de venda para o comércio.

Para encerrar esta apresentação, é oportuno informar que os dados relativos dos caminhos críticos e a demanda, por questão de conveniência, serão apresentados nos itens 4.3 e 4.4 do Capítulo 4, onde serão feitas as análises considerando aqueles dois parâmetros.

### 3.4 - UM EXEMPLO DE FLUXO DE PRODUÇÃO

Em qualquer exposição, para melhor clareza e compreensão de tudo que foi dito anteriormente, nada mais indicado do que um exemplo real sobre o assunto abordado.

Até aqui, falou-se de um modo geral sobre como foram obtidos os dados para os diversos produtos. Agora, será exemplificado com o produto I (poderia ser qualquer um dos 47) como isto foi feito.



O produto 1 é um ferrolho chato simples de 3 polegadas (ver quadro 1). Seu esquema ou fluxograma de fabricação está mostrado no diagrama de fluxos 1 do Anexo A. Este diagrama é o mesmo para os produtos 2,3,4,5 e 6. Este produto tem seis componentes (ver diagrama 1 - Anexo A e tabela 1 - Anexo B) : chassis, mola, 1ª braçadeira, lingueta, 2ª braçadeira e braçadeira externa.

Na tabela 1 do Anexo B, estão descritas as operações correspondentes às etapas do diagrama e os componentes que sofrem modificações naquelas etapas. Também estão registradas as quantidades produzidas por hora e o tempo para operar mil unidades, bem como totalizados os tempos solicitados de cada recurso pelo produto 1.

Observando o diagrama de fluxos 1 e a tabela 1 dos Anexos A e B, respectivamente, vemos que o chassis é cortado na tesoura A - operação 1, segue para estampagem na prensa C e polimento na secção de tratamento J, respectivamente nas operações 7 e 13. Na etapa seguinte, o chassis é soldado à mola na máquina I - operação 15. A mola por sua vez foi cortada em uma prensa D - operação 8 antes de ser soldada. Este conjunto chassis-mola é pintado na secção de tratamento P - operação 16 e vai para montagem manual X - operação 17, receber a 1ª braçadeira. A 1ª braçadeira antes havia sido cortada na tesoura A - operação 2, depois estampada na prensa D - operação 9 até ser montada com o conjunto mola-chassis na operação 17. Este conjunto chassis-mola - 1ª braçadeira segue para a pinagem numa prensa F - operação 20. Raciocínio análogo é feito para os demais componentes nos outros passos onde se incorporarão a lingueta e 2ª braçadeira ao conjunto chassis-mola - 1ª braçadeira. Tanto a lingueta como a 2ª braçadeira, antes de serem agregadas, também sofrem modificações até chegarem às operações 18 e 19, respectivamente (ambas montagem manual X). Este novo conjunto segue para embalagem T - operação 22, onde a braçadeira externa é junta ao ferrolho sem contudo ser montada ou unida a ele, ficando solta na caixa que acondicionam os ferrolhos para expedição.

Em cada etapa foi levantada a quantidade de peças preparadas em 1 hora. Assim, tomando por exemplo ainda o produto 1, e observando a tabela 1 do Anexo B e o diagrama de fluxos 1 do Anexo A, verificou-se que a tesoura - A - tem capacidade para

fornecer lâminas para 48.000 chassis deste produto em uma hora, donde concluiu-se que precisa de 0,02 hora para cortar lâminas para 1.000 chassis. Em compensação, na operação 10 deste mesmo produto a prensa D em 1 hora dobra 830 linguetas e, portanto, precisaria de 1,20 horas para dobrar 1.000 linguetas. De modo semelhante pode se observar os demais registros.

Finalmente, como foi dito anteriormente, nas tabelas do Anexo B também estão registrados os totais de tempo em horas que cada produto solicita de cada recurso para que sejam produzidas 1.000 unidades deste produto.

Assim, voltando ao produto 1, verifica-se que ele solicitou da tesoura A um total de 0,08 horas para produzir 1000 unidades. Este valor que é o 0,08 está na 1a. linha e 1a. coluna do QUADRO III. Solicitou também da prensa D 2,91 horas para produzir aquela quantidade e este valor está na 4a. linha com 1a. coluna do referido quadro. Continuando, verifica-se que o produto 1 solicita em horas os valores constantes da colina 1, dos recursos em cujas linhas eles estão localizados. Mais uma vez, repetindo, estes valores são os  $a_{ij}$ .

O lucro correspondente a este produto está na última linha e é de Cr\$ 490,00 em 1000 unidades.

Do mesmo modo que se procedeu para levantar o diagrama de fluxos, tomar os tempos e demais providências relativas ao fluxo de produção do produto 1, inclusive coleta e apresentação de dados, procedeu-se também para os outros 46 produtos.

#### 4 - SOLUÇÕES PARA OTIMIZAÇÃO E ESTUDOS APRESENTADOS

##### 4.1 - ELABORAÇÃO DOS MODELOS

A obtenção dos dados é um importante passo em uma análise. Porém a manipulação destes dados é a maneira como se pode extrair deles informações e subsídios para otimização do sistema. É, sem dúvida, outra etapa que deverá ser cuidadosamente estudada afim de ser possível obter resultados satisfatórios.

Como na empresa em estudo são desprezíveis os estoques transferidos de um mês para outro, ou seja, a indústria vende praticamente tudo que fabrica, não teria sentido planejar a produção para período superior a um mês. Portanto, não havendo sensíveis flutuações de demanda ao longo dos meses, deve-se considerar o modelo como ele sendo estático. [9] E como o fluxo de produção para cada produto se escoia através de uma rede tipo CPM (Critical Path Method) poder-se-ia pensar em fazer a rotina das operações (SCHEDULING). Como se tem 47 produtos e cada produto, em média, tem 5 componentes que são submetidos a 22 recursos, não seria prático aplicar os algoritmos conhecidos na resolução deste modelo. 2

Como este estudo envolve restrições de recursos, restrições de capacidade máxima de produção e restrições de demanda, e como estas restrições são todas lineares o problema será resolvido através da Programação Linear.

Primeiro será feito o estudo considerando unicamente as restrições dos recursos disponíveis com os dados apresentados no capítulo 3.

O problema será:

$$\begin{aligned} \text{Maximizar} \quad Z &= \sum_{j=1}^{47} c_j x_j && (4.1.a) \\ \text{Sujeito a} \quad &\sum_{j=1}^{47} a_{ij} x_j \leq b_i && i = 1, 2, \dots, 22 \\ &x_j \geq 0 && j = 1, 2, \dots, 47 \end{aligned}$$



O objetivo portanto será encontrar uma quantidade ótima  $x_j$  do produto  $j$  a produzir, que maximize o lucro total  $Z$ , sabendo-se que o lucro de cada mil unidades do produto  $j$  é  $c_j$ , que mil unidades do produto  $j$  requer a quantidade de  $a_{ij}$  em horas do recurso  $i$  para ser fabricado, e que só se dispõe da quantidade  $b_i$  em horas do recurso  $i$ . Neste problema tem-se 47 variáveis, uma para cada produto e 22 restrições, uma para cada recurso.

Segundo, será considerado o modelo com as mesmas restrições de recursos citados anteriormente, mais as restrições de capacidade máxima de produção, cujas limitações foram dadas a conhecer através dos caminhos críticos dos respectivos fluxogramas.

O problema agora será:

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{j=1}^{47} c_j x_j$$

$$\text{Sujeito a } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad i = 1, 2, \dots, 22 \quad (4.1.b)$$

$$\text{e sujeito a: } x_j \leq p_j \quad j = 1, 2, \dots, 47$$

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, 47$$

O objetivo será o mesmo do primeiro caso. Porém além daquelas restrições foram acrescentadas as restrições  $p_j$ . Isto é, nenhum produto  $j$  poderá ser produzido além da quantidade  $p_j$  - limite de produção máxima de  $j$  imposto pelo estrangulamento.

No terceiro caso, serão consideradas além das restrições dos recursos disponíveis e da capacidade máxima de produção, as restrições de demanda.

Então o problema será:

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{j=1}^{47} c_j x_j$$

$$\text{Sujeito a: } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b \quad i = 1, 2, \dots, 22 \quad (4.1.c)$$

$$\text{e sujeito a } d_j \leq x_j \leq p_j \quad j = 1, 2, \dots, 47$$

$$x_j \geq 0$$

Neste caso, as restrições de demanda significam que a produção do produto  $j$  tem que ser superior a demanda  $d_j$ . Ainda neste caso será feita a análise de sensibilidade acrescentando-se a cada recurso esgotado na otimização, 180 horas que é a quantidade de horas que cada unidade daquele recurso ficaria disponível por mês.

Nos três casos acima, será usado o Método Simplex para resolver cada problema de Programação Linear, que sem dúvida é o único meio para se resolver este tipo de problema quando se tem um grande número de restrições e variáveis. A formulação do problema e sua apresentação foi feita de acordo com a maneira convencionalmente encontrada nos trabalhos deste gênero. [8] Aqui, neste modelo, devido às suas consideráveis dimensões, empregou-se o computador na sua resolução. O programa para esta resolução foi retirado do Livro "Introdução à Programação Linear" de Abelardo de Lima Puccini. [18]

## 4.2 - ALOCAÇÃO DE RECURSOS

### 4.2.1 - OTIMIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS

Quase sempre o administrador se defronta com problemas de como melhor distribuir os seus limitados recursos entre as diversas atividades de sua empresa para que possa obter o maior lucro possível. Se esta empresa é uma indústria e se seus recursos são máquinas, setores de tratamento industrial ou bancadas para montagens, então cada produto vai solicitar de cada recurso uma determinada parcela para que possa ser fabricado.

Pode haver produtos que não utilizam, ou não passam por determinado recurso. Neste caso sua solicitação é nula. Todavia cada recurso é limitado e, por exemplo, uma máquina só trabalha um determinado número de horas por mês, ou a área ou o volume de uma secção não comporta mais do que uma certa quantidade de produtos em um determinado espaço de tempo. Portanto, o que se deseja é encontrar a quantidade ideal de cada produto ( $x_j$  ótimo) que se deve fabricar de modo que não ultrapasse a quantidade de cada recurso disponível ( $b_i$ ) e principalmente que proporcione a empresa o maior lucro ou o menor custo possível.

Na formulação deste problema o objetivo será maximizar os lucros e, portanto, serão usadas as fórmulas 4.1.a no próximo subitem para solucionar o problema.

#### 4.2.2 - RECURSOS SOLICITADOS PARA PRODUÇÃO

No subitem anterior foi definido o tipo do problema e a maneira de resolvê-lo. Agora, será mostrado como os dados serão usados nas fórmulas 4.1.a.

Observe-se o quadro III. Na primeira linha aparecem os valores 0.08; 0.09; 0.10; .....; 0.40; 0.07 que são a quantidade de horas (com aproximação de centésimos) que os produtos 01, 02, 03, ..., 46 e 47 solicitam do recurso 01 para produzir 1000 unidades (tesoura A). Numa coluna especial, a última desta mesma linha aparece o número 180 que expressa a quantidade de horas de que este recurso dispõe por mês.

É necessário determinar os valores de  $x_j$ , onde  $x_j$  é a quantidade de produtos  $j$  a ser fabricada, seja tal que:

$$0.08x_1 + 0.09x_2 + 0.10x_3 + \dots + 0.40x_{46} + 0.07x_{47} \leq 180.0$$

Como a segunda linha se relaciona com o recurso 02, deve-se proceder com ela como se procedeu com a primeira e pode-se escrever:

$$0.46x_1 + 0.50x_2 + 0.55x_3 + \dots + 1.37x_{46} + 0.00x_{47} \leq 360.0$$

(observe-se o coeficiente de  $x_{47}$ . Isto significa que o produto 47 não utilizou nenhuma parcela do recurso 02).



Procede-se deste mesmo modo para as demais linhas que estão relacionadas com os demais recursos e, para ilustrar, será apresentada a vigésima segunda linha correspondente ao recurso 22:

$$0.00x_1 + 0.00x_2 + 0.00x_3 + \dots + 1.73x_{46} + 0.00x_{47} \leq 180.0$$

Neste mesmo QUADRO III, está registrada, numa linha especial, a função objetiva representada por valores que expressam o lucro por mil unidades de produto correspondente à coluna onde cada valor está localizado. Por exemplo, 490.0 é o lucro por mil unidades do produto 01; 565.0 corresponde ao produto 02; e assim sucessivamente, até chegar a 1100.0 que é o lucro por mil unidades do produto 47.

Como Z é o lucro, então tem-se:

$$Z = 490.0x_1 + 565.0x_2 + \dots + 1500.0x_{46} + 1100.0x_{47}$$

Resumindo o que foi exposto o objetivo será:

Maximizar

$$Z = 490.0x_1 + 565.0x_2 + \dots + 1500.0x_{46} + 1100.0x_{47}$$

Sujeito a:

$$1) 0.08x_1 + 0.09x_2 + \dots + 0.40x_{46} + 0.07x_{47} \leq 180.0$$

$$2) 0.46x_1 + 0.50x_2 + \dots + 1.37x_{46} + 0.00x_{47} \leq 360.0$$

.....

$$22) 0.00x_1 + 0.00x_2 + \dots + 1.73x_{46} + 0.00x_{47} \leq 180.0$$

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, 47$$

No próximo subitem serão apresentados os resultados computacionais.

#### 4.2.3 - RESULTADOS COMPUTACIONAIS

Nesta primeira hipótese, a solução ótima seria fabricar somente os seguintes produtos nas respectivas quantidades:  $x_8 = 127,971$  ;  $x_{14} = 71,749$  ;  $x_{24} = 180,081$  ;  $x_{28} = 65,333$  ;  $x_{44} = 18,598$  ;  $x_{47} = 108,108$ . O lucro máxima seria de CR\$ 610.080,50.

Observe-se que os valores das quantidades ótimas estão expressos com a VÍRGULA separando a parte inteira do decimal e estes valores são em 1000 unidades. Exemplo:  $x_8 = 127,971$  mil

unidades são a mesma coisa que 127971 unidades. O lucro todavia está expresso em unidades monetárias. Esta observação ser virá para os resultados computacionais dos ítems seguintes.

O relatório 01 do anexo C registra aqueles valores acima e o relatório 02 do mesmo anexo traz os resultados da utilização dos recursos se aquelas quantidades ótimas fossem fabriçadas.

Agora poder-se-ia perguntar: Será que uma indústria que produz e vende 47 produtos aceitaria a alternativa de produzir somente 6? Qual seria o impacto pois ela dispensaria vários operários e várias máquinas e bancadas ficariam ociosas? Será que esta decisão não afetaria sua política de mercado? As respostas caberiam à gerência. Será feita ainda mais uma pergunta. Tendo em vista que todos os produtos seguem um fluxo de produção segundo uma rede tipo CPM e considerando as limitações impostas pelos seus respectivos caminhos críticos, seria cronologicamente possível fabricar aquelas quantidades determinadas pelo modelo em 180 horas úteis de um mês? Isto será respondido no próximo ítem ao se estudar os caminhos críticos.

#### 4.3 - CAMINHOS CRÍTICOS

##### 4.3.1 - OTIMIZAÇÃO DA CAPACIDADE MÁXIMA DE PRODUÇÃO

Cada produto é formado por um conjunto de componentes que, em seus respectivos percursos do estoque até a expedição, sofrem transformações em todos os seus passos através de cada recurso existente na fábrica.

Evidentemente cada passo é uma operação que consome uma certa quantidade de tempo. Como pode ser observado nos diagramas de fluxos, cada componente normalmente sofre uma primeira operação ao sair do estoque. Esta é a operação que não depende de uma anterior. Mas cada uma das operações que se seguem a esta primeira só pode ser realizada depois que uma imediatamente anterior haja sido concluída e, naturalmente, tenha gasto uma certa quantidade de tempo em sua execução. Cada operação tem uma operação antecessora e uma sucessora. (A primeira operação não tem antecessora nem a última tem sucessora).



Na execução de um projeto unitário, para se saber qual o tempo mínimo que ele consumiria para ser concluído, seria preciso somar os tempos das operações em cada caminho da rede CPM. O caminho que consumisse mais tempo seria o caminho crítico e o tempo total deste caminho crítico seria o tempo MÍNIMO para se terminar aquela unidade.

Ela só poderia ser concluída O MAIS DEPRESSA POSSÍVEL após ter decorrido aquele tempo mínimo.

Todavia quando se estuda a produção em série, aquele tempo total do caminho crítico perde a razão de ser. Isto acontece porque uma vez estabelecido o fluxo de produção através dos diversos recursos, considera-se este fluxo ininterrupto. Se forem desprezados os tempos que se perdem no deslocamento dos produtos de um recurso para outro, a quantidade total obtida dependerá exclusivamente da operação mais morosa. Esta foi a razão de se ter preferido conceituar a malha representativa do fluxo de produção como DIAGRAMA DE FLUXOS em vez de PERT ou CPM. Aqui também o caminho crítico não é aquele que consome mais tempo, e sim aquele onde se encontra a operação que consome mais tempo para ser executada. Na construção de um edifício o caminho crítico obtido através do CPM, será aquele cuja soma dos tempos consumidos em suas atividades seja máxima, e ele só será concluído após decorrido aquele tempo. Na produção em série sai um produto de um recurso e vem outro para ser operado e assim sucessivamente. A operação que consumir mais tempo entre todas as outras será um PUNTO DE ESTRANGULAMENTO, e o caminho onde se localiza aquele ponto será o caminho crítico considerado neste trabalho. O ponto de estrangulamento (bottleneck) é o que limita a capacidade de produção daquele produto. (também Set-up Times).

Portanto os lucros agora serão maximizados, considerando as restrições do limite superior de capacidade de produção de cada produto e ainda as restrições dos recursos disponíveis.

Para esta hipótese serão usadas as fórmulas 4.1.b. No próximo subitem, serão apresentados os dados relativos a produção máxima e, à semelhança do que foi feito no subitem 4.2.2, será mostrado como aqueles dados foram utilizados nas referidas fórmulas. Antes, porém, será visto como se obteve os caminhos críticos e conseqüentemente a capacidade máxima de produção.



Tomou-se o diagrama de fluxos do produto que se desejava estudar - Anexo A e a sua respectiva tabela de tempo e operações (produção) - Anexo B. Na coluna a onde está registrada a produção de peças por hora, procurou-se a operação que menor quantidade produziu em uma hora e portanto nesta operação estava o primeiro ponto de estrangulamento. A seguir verificou-se se ainda havia recurso disponível que pudesse ser usado para permitir uma maior vazão. Caso isto fosse possível, analisou-se se esta nova vazão não seria estrangulada em consequência das limitações impostas em outros pontos do sistema. Se não houvesse redução do fluxo, o primeiro ponto for neceria a capacidade máxima de produção por hora. Se houvesse redução aqueles pontos seriam os novos pontos de estrangulamento e com eles se procederia como se procedeu para o primeiro ponto até que não houvesse mais recursos disponíveis. O último fluxo encontrado seria a capacidade máxima de produção (final) em uma hora. Considerando o mês de 180 horas, a quantidade máxima mensal de produção seria aquela quantidade multiplicada por 180.

Tomando-se como exemplo o produto 01, verificou-se que na operação 15 estava um ponto de estrangulamento. Verificou-se também que se dispunha de duas máquinas de soldar (1) conforme pode ser visto no quadro II e que portanto a produção poderia ser dobrada para 1260 peças por hora. Todavia pode ser observado que esta quantidade é superior as quantidades produzidas pelas operações 10, 17, 18 e 19. Mas consultando-se o quadro II constata-se que se poderia alocar a última máquina D para a operação 10 e mais três operadores para as operações 17, 18 e 19. As novas quantidades destas quatro operações são superiores a 1260 que é a capacidade máxima por hora do produto 01 e sua produção máxima em 180 horas (1 mês) será de 226,800 milhares (1260 vezes 180). Procedendo-se de maneira análoga foram encontradas as capacidades máximas de produção dos demais produtos que estão registradas no quadro IV.

#### 4.3.2 - PRODUÇÃO MÁXIMA

Ao se observar o quadro IV verificou-se que seria quase possível produzir as quantidades ótimas encontradas nos resultados computacionais da otimização feita, considerando uni

Q U A D R O    I V  
P R O D U Ç Ã O    M Á X I M A

| PRODUTO | PRODUÇÃO MÁXIMA |
|---------|-----------------|
| 01      | 226.800         |
| 02      | 223.200         |
| 03      | 201.600         |
| 04      | 226.800         |
| 05      | 223.200         |
| 06      | 201.600         |
| 07      | 138.461         |
| 08      | 201.600         |
| 09      | 199.080         |
| 10      | 180.000         |
| 11      | 162.000         |
| 12      | 124.200         |
| 13      | 121.500         |
| 14      | 142.200         |
| 15      | 142.200         |
| 16      | 295.200         |
| 17      | 234.000         |
| 18      | 230.400         |
| 19      | 230.400         |
| 20      | 230.400         |
| 21      | 230.400         |
| 22      | 417.600         |
| 23      | 403.200         |
| 24      | 399.600         |
| 25      | 043.478         |
| 26      | 180.000         |
| 27      | 135.000         |
| 28      | 108.900         |
| 29      | 054.000         |
| 30      | 036.000         |
| 31      | 450.000         |
| 32      | 381.600         |
| 33      | 366.120         |
| 34      | 348.840         |
| 35      | 315.360         |
| 36      | 428.400         |
| 37      | 363.600         |
| 38      | 354.960         |
| 39      | 363.600         |
| 40      | 297.000         |
| 41      | 258.120         |
| 42      | 153.000         |
| 43      | 149.400         |
| 44      | 044.776         |
| 45      | 072.874         |
| 46      | 072.874         |
| 47      | 108.000         |

camente os recursos disponíveis (vide item 4.2.3 e relatórios 1 e 2 do anexo C). Aquelas quantidades ótimas são inferiores aos seus limites de capacidade máxima de produção, com exceção do produto 47 cuja quantidade ótima é 1081, 1081 milhares e sua capacidade máxima de produção é de 108 milhares, portanto uma insignificante diferença de cerca de 0,1 por cento. Apesar de se antever resultados próximos aos obtidos considerando unicamente os recursos disponíveis, será feita uma nova análise considerando também as restrições de capacidade máxima de produção.

De acordo com os dados do quadro IV, tem-se agora mais as seguintes restrições:

$$\begin{aligned} 1.00x_1 + 0.00x_2 + 0.00x_3 + \dots + 0.00x_{46} + 0.00x_{47} &\leq 226.800 \\ 0.00x_1 + 1.00x_2 + 0.00x_3 + \dots + 0.00x_{46} + 0.00x_{47} &\leq 223.200 \\ \dots &\dots \\ 0.00x_1 + 0.00x_2 + 0.00x_3 + \dots + 1.00x_{46} + 0.00x_{47} &\leq 072.874 \\ 0.00x_1 + 0.00x_2 + 0.00x_3 + \dots + 0.00x_{46} + 1.00x_{47} &\leq 108.000 \end{aligned}$$

Agora, considerando também a exposição feita no item 4.2.2 para as restrições de recursos, será formulado o novo problema de Programação Linear:

Maximizar

$$Z = 490.0x_1 + 565.0x_2 + \dots + 1500.0x_{46} + 1100x_{47}$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} 1) \quad &0.08x_1 + 0.09x_2 + \dots + 0.40x_{46} + 0.07x_{47} \leq 180.000 \\ 2) \quad &0.46x_1 + 0.50x_2 + \dots + 1.37x_{46} + 0.00x_{47} \leq 360.000 \\ &\dots \\ 22) \quad &0.00x_1 + 0.00x_2 + \dots + 1.73x_{46} + 0.00x_{47} \leq 180.000 \\ 23) \quad &1.00x_1 + 0.00x_2 + \dots + 0.00x_{46} + 0.00x_{47} \leq 226.800 \\ 24) \quad &0.00x_1 + 1.00x_2 + \dots + 0.00x_{46} + 0.00x_{47} \leq 223.200 \\ &\dots \\ 69) \quad &0.00x_1 + 0.00x_2 + \dots + 0.00x_{46} + 1.00x_{47} \leq 108.000 \\ &x_j > 0 \qquad j = 1, 2, \dots, 47 \end{aligned}$$



No próximo subitem serão apresentados os resultados computacionais deste problema.

#### 4.3.3 - RESULTADOS COMPUTACIONAIS

Neste segundo modelo havia 69 restrições e as mesmas 47 variáveis, e a solução ótima seria produzir os mesmos seis produtos obtidos pela otimização considerando somente os recursos. As quantidades ótimas desta segunda hipótese estão no relatório 3 - Anexo C. Compare o relatório 1 com o relatório 3 do Anexo C e veja a semelhança dos resultados computacionais. Isto se justifica pela proximidade do vértice ótimo das soluções viáveis.

O lucro ótimo para aquelas quantidades seria de Cr\$ 610.023,87 conforme está registrado no relatório 3 - Anexo C. Este lucro diverge em Cr\$ 0,17 - dezessete centavos do lucro encontrado no relatório 4 do mesmo anexo, em virtude de terem sido empregadas aproximações diferentes em seus cálculos.

Sob o ponto de vista tecnológico, é perfeitamente possível fabricar somente aqueles 6 produtos em suas respectivas quantidades encontradas pela otimização, considerando os recursos disponíveis e a capacidade máxima de produção. Agora pergunta-se: Serão que aquelas quantidades satisfariam a demanda, tendo em vista que 41 produtos não seriam fabricados? E se a gerência da empresa aceitasse esta solução, quais as consequências desta sua decisão? Como foi dito no subitem 4.2.3, as respostas acima caberiam à direção da empresa de onde emana a política de vendas e conseqüentemente as ordens para o setor de produção.

#### 4.4 - SOLUÇÃO CONSIDERANDO A DEMANDA

##### 4.4.1 - ATENDIMENTO DA DEMANDA

Sendo a demanda um dos parâmetros da produção industrial, a administração da empresa está sempre procurando atendê-la a fim de satisfazer a sua clientela. O setor de vendas empenha-se em fazê-lo o mais depressa possível, mesmo no pico de uma solicitação extra e, para que isto seja possível, são

necessários grandes estoques. Isto entra em choque com o se tor de finanças, que vê nesta política um emprego de capital com retorno nos lucros a um nível abaixo do desejado pela administração. [1]

A obtenção da demanda para cada produto poderá ser feita de diversas maneiras e sua finalidade é fazer a previsão do quanto se deve produzir para que não haja falta de produtos para vendas nem encalhe excessivo de estoque.

Um meio de se conseguir esta previsão é fazer a média de cada produto vendido em um determinado espaço de tempo. Outro modo, que é o mais acurado, é levantar ou ajustar uma curva de tendências de mercado e extrapolar valores para os próximos períodos. Esta última alternativa se justifica porque nem sempre a flutuação de vendas se situa em torno de um determinado valor e, às vezes, a procura de determinado produto tanto pode tender a aumentar como a diminuir. Se possível, deverão ser consideradas também, dependendo do produto, situações especiais como retração de crédito ou ainda um incremento repentino causado por um fato que conduza a um consumo maior daquele produto. Nestes casos deverá ser feita uma previsão de demanda com cuidados redobrados porque a qualquer momento esta situação poderá ser modificada substancialmente, o que poderá comprometer seriamente a empresa.

Embora seja óbvio, é bom lembrar que esta demanda será forçosamente igual ou menor do que a capacidade máxima de produção, sem contudo esquecer as restrições dos recursos disponíveis.

Nesta análise, a meta será produzir determinada quantidade de cada produto atendendo às respectivas demandas, respeitando a capacidade máxima de produção de cada um deles, não consumindo recursos além dos disponíveis e finalmente (e principalmente) maximizar os lucros da empresa com aquela produção.

Na formulação do problema de Programação Linear serão usadas as fórmulas 4.1.c que serão repetidas aqui a fim de que se possa modificá-las para se diminuir as dimensões do sistema matricial  $Ax \leq b$ .

O problema é:

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{j=1}^{47} c_j x_j$$

$$\text{Sujeita a: } \sum_{j=1}^{47} a_{ij} x_j \leq b_i \quad i = 1, 2, \dots, 22$$

$$\text{e sujeita a: } d_j \leq x_j \leq p_j \quad j = 1, 2, \dots, 47$$

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, 47$$

Na última expressão tem-se que:

$$d_j \leq x_j \quad \text{ou ainda} \quad d_j - x_j \leq 0$$

Seja introduzida uma variável auxiliar  $y_j$  no primeiro termo da segunda inequação acima e esta então ficará:  $d_j - x_j + y_j = 0$ ; reescrevendo-a em termos de  $x_j$ , tem-se:  $x_j = d_j + y_j$

Como as inequações  $d_j \leq x_j \leq p_j$  podem ser desmembradas em:

$x_j \geq d_j$  e  $x_j \leq p_j$  e como se pode substituir  $x_j$  por  $d_j + y_j$  nas fórmulas 4.1.c, então o problema acima ficará:

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{j=1}^{47} c_j (d_j + y_j)$$

$$\text{Sujeito a: } \sum_{j=1}^{47} a_{ij} (d_j + y_j) \leq b_i \quad i = 1, 2, \dots, 22$$

$$\text{e sujeito a: } d_j + y_j \leq p_j \quad j = 1, 2, \dots, 47$$

$$\text{e também a: } d_j + y_j \geq d_j \quad j = 1, 2, \dots, 47$$

$$\text{ou } y_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, 47$$

Fazendo as transformações e transpondo os termos constantes para os respectivos lados direitos das inequações acima, tem-se a nova apresentação do problema.



$$\text{Maximizar } Z = \sum_{j=1}^{47} c_j y_j + \sum_{j=1}^{47} c_j d_j$$

$$\text{Sujeito a: } \sum_{j=1}^{47} a_{ij} y_j \leq b_i - \sum_{j=1}^{47} a_{ij} d_j \quad i = 1, 2, \dots, 22$$

$$\text{e sujeito a: } y_j \leq p_j - d_j \quad j = 1, 2, \dots, 47$$

$$\text{e também a: } y_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, 47$$

Nas expressões acima, temos a formulação do problema de Programação Linear em termos de  $y_j$  e, no próximo subitem, far-se-á a TRANSLAÇÃO e a apresentação em termos numéricos. [23]

#### 4.4.2 - DEMANDA MÍNIMA

Como a indústria vende tudo que produz e como as vendas pouco oscilam num período de 12 meses, a previsão de demanda foi feita tirando-se a média das vendas durante aquele período, não se justificando um método mais sofisticado para fazê-lo.

Assim, no quadro V da página seguinte estão relacionados os produtos com suas respectivas demandas e produção máxima, e também as diferenças entre elas  $p_j - d_j$  que formam um dos dois conjuntos de restrições das inequações 4.1.c. Os novos recursos  $b_i - \sum_{j=1}^{47} a_{ij} d_j$   $i = 1, 2, \dots, 22$ , estão no relatório 5, do anexo C, onde também está registrado o valor da expressão  $\sum_{j=1}^{47} c_j d_j$  da função objetiva.

Fazendo-se a substituição dos valores nas fórmulas 4.1.c após a sua translação tem-se:

$$\text{Maximizar } Z = 490.0y_1 + 565y_2 + \dots + 1500.0y_{46} + 1100.0y_{47} + 357988.1000$$

Onde

$$\sum_{j=1}^{47} c_j d_j = 357988.1000 \text{ é o lucro obtido com a demanda}$$

normal conforme poderá ser visto no relatório 5.

No relatório 5 os  $b_i$  estão na coluna RECURSOS e os

$$\sum_{j=1}^{47} a_{ij} d_j \quad i = 1, 2, \dots, 22 \text{ estão na coluna UTILIZADO cor}$$

Q U A D R O V  
DEMANDA E PRODUÇÃO MÁXIMA

| PRODUTO<br>j | PRODUÇÃO MÁXIMA<br>p <sub>j</sub> | DEMANDA<br>d <sub>j</sub> | DIFERENÇA<br>p <sub>j</sub> - d <sub>j</sub> |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------|--|
| 01           | 226.800                           | 21.500                    | 205.300                                      |
| 02           | 223.200                           | 21.200                    | 202.000                                      |
| 03           | 201.600                           | 18.400                    | 183.200                                      |
| 04           | 226.800                           | 12.300                    | 214.500                                      |
| 05           | 223.200                           | 16.000                    | 207.200                                      |
| 06           | 201.600                           | 13.500                    | 188.100                                      |
| 07           | 138.461                           | 1.800                     | 136.661                                      |
| 08           | 201.600                           | 8.200                     | 193.400                                      |
| 09           | 199.080                           | 9.000                     | 190.080                                      |
| 10           | 180.000                           | 7.300                     | 172.700                                      |
| 11           | 162.000                           | 11.300                    | 150.700                                      |
| 12           | 124.200                           | 11.200                    | 113.000                                      |
| 13           | 121.500                           | 10.100                    | 111.400                                      |
| 14           | 142.200                           | 6.000                     | 136.200                                      |
| 15           | 142.200                           | 6.200                     | 136.000                                      |
| 16           | 295.200                           | 8.300                     | 286.900                                      |
| 17           | 234.000                           | 8.900                     | 225.100                                      |
| 18           | 230.400                           | 5.800                     | 224.600                                      |
| 19           | 230.400                           | 6.100                     | 224.300                                      |
| 20           | 230.400                           | 6.300                     | 224.100                                      |
| 21           | 230.400                           | 5.700                     | 224.700                                      |
| 22           | 417.600                           | 5.900                     | 417.700                                      |
| 23           | 403.200                           | 6.400                     | 396.800                                      |
| 24           | 399.600                           | 5.600                     | 394.000                                      |
| 25           | 043.478                           | 0.900                     | 042.578                                      |
| 26           | 180.000                           | 10.500                    | 169.500                                      |
| 27           | 135.000                           | 8.100                     | 126.900                                      |
| 28           | 108.900                           | 7.300                     | 101.600                                      |
| 29           | 054.000                           | 7.800                     | 46.200                                       |
| 30           | 036.000                           | 8.600                     | 27.400                                       |
| 31           | 450.000                           | 21.400                    | 428.600                                      |
| 32           | 381.600                           | 20.100                    | 361.500                                      |
| 33           | 366.120                           | 24.100                    | 342.020                                      |
| 34           | 348.840                           | 22.600                    | 326.240                                      |
| 35           | 315.360                           | 21.400                    | 293.960                                      |
| 36           | 428.400                           | 9.100                     | 419.300                                      |
| 37           | 363.600                           | 9.300                     | 354.300                                      |
| 38           | 354.960                           | 9.200                     | 345.760                                      |
| 39           | 363.600                           | 2.300                     | 361.300                                      |
| 40           | 297.000                           | 2.100                     | 249.900                                      |
| 41           | 258.120                           | 1.800                     | 256.320                                      |
| 42           | 153.000                           | 1.600                     | 151.400                                      |
| 43           | 149.400                           | 1.400                     | 148.000                                      |
| 44           | 044.776                           | 9.800                     | 34.976                                       |
| 45           | 072.874                           | 9.700                     | 63.174                                       |
| 46           | 072.874                           | 8.800                     | 64.074                                       |
| 47           | 108.000                           | 18.400                    | 89.600                                       |

respondendo cada linha a um determinado recurso.

Então aquelas restrições ficam:

- 1)  $0.08y_1 + 0.09y_2 + \dots + 0.40y_{46} + 0.07y_{47} \leq 180.0 - 42.827$
- 2)  $0.46y_1 + 0.50y_2 + \dots + 1.37y_{46} + 0.00y_{47} \leq 360.0 - 305.033$
- ...
- 22)  $0.00y_1 + 0.00y_2 + \dots + 1.73y_{46} + 0.00y_{47} \leq 180.0 - 48.764$

Do quadro V, tiram-se as demais restrições

$$y_j \leq p_j - d_j \quad j = 1, 2, \dots, 47 \text{ que são:}$$

- $1.00y_1 + 0.00y_2 + \dots + 0.00y_{46} + 0.00y_{47} \leq 226.800 - 21.500$
- $0.00y_1 + 1.00y_2 + \dots + 0.00y_{46} + 0.00y_{47} \leq 223.200 - 21.200$
- ...
- $0.00y_1 + 0.00y_2 + \dots + 0.00y_{46} + 1.00y_{47} \leq 108.000 - 18.400$

Efetuada as simplificações e lembrando-se que as diferenças do primeiro grupo de restrições estão no relatório 5 (coluna DIFERENÇA) e que as do segundo grupo estão no quadro V, pode-se agora apresentar o problema de Programação Linear na seguinte forma:

Maximizar

$$Z = 490.0y_1 + 565.0y_2 + \dots + 1500.0y_{46} + 1100y_{47} + 357988.100$$

Sujeito a

- 1)  $0.08y_1 + 0.09y_2 + \dots + 0.40y_{46} + 0.07y_{47} \leq 137.173$
- 2)  $0.46y_1 + 0.50y_2 + \dots + 1.37y_{46} + 0.00y_{47} \leq 54.967$
- ...
- 22)  $0.00y_1 + 0.00y_2 + \dots + 1.73y_{46} + 0.00y_{47} \leq 131.236$
- 23)  $1.00y_1 + 0.00y_2 + \dots + 0.00y_{46} + 0.00y_{47} \leq 205.300$
- 24)  $0.00y_1 + 1.00y_2 + \dots + 0.00y_{46} + 0.00y_{47} \leq 202.000$
- ...
- 69)  $0.00y_1 + 0.00y_2 + \dots + 0.00y_{46} + 1.00y_{47} \leq 089.600$

$$y_j > 0 \quad j = 1, 2, \dots, 47$$



No próximo subitem, serão apresentados os resultados computacionais.

#### 4.4.3 - RESULTADOS COMPUTACIONAIS

Nesta hipótese havia também 69 restrições e 47 variáveis. Os resultados computacionais da otimização do problema em termos de  $y_j$  estão no relatório 6 do anexo C.

O lucro ótimo encontrado foi de CR\$ 83.065,87 que é o lucro em termos de  $y_j$ . Portanto o lucro ótimo final será:

$$Z = \sum_{j=1}^{47} c_j y_j + \sum_{j=1}^{47} c_j d_j \quad \text{ou seja}$$

$Z = 83.065,87 + 357.988,10 = 441.053,97$  cruzeiros. (Aqui foi feita a conversão da vírgula e ponto).

No quadro VI da página seguinte, estão as quantidades ótimas dos  $y_j$  transcritas do relatório 6. Neste quadro estão também a demanda mínima. Como as quantidades ótimas a ser produzidas são a soma  $x_j = d_j + y_j$ , neste quadro também está registrada esta soma por produto, porque no subitem 4.4.1 chegou-se àquela soma partindo-se da inequação  $x_j \geq d_j$ , introduzindo-se um variável auxiliar  $y_j$  no seu termo da direita e estabelecendo a igualdade  $x_j = d_j + y_j$ . Como no relatório 6 foram determinados os valores de  $y_j$  e os  $d_j$  já eram conhecidos no Quadro V, resta agora voltar o sistema ao antigo referencial em termos de  $x_j$ , conforme está registrado no Quadro VI.

#### 4.4.4 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Como poderá ser visto no relatório 7 - Anexo C, os recursos 2,3,7,16 e 20 foram totalmente esgotados na otimização considerando os recursos, capacidade máxima de produção e demanda.

Para se fazer a análise de sensibilidade procedeu-se da seguinte maneira: Acrescentou-se uma prensa B, o que equivaleria a adicionar 180 horas ao recurso 2 e fez-se a otimização cujos resultados computacionais estão no relatório 8.

Q U A D R O VI  
DEMANDA E SOLUÇÃO ÓTIMA

| PRODUTO<br>j | RESULTADOS<br>$y_j$ - ótimo | DEMANDA<br>$d_j$ | QUANTIDADES ÓTIMAS<br>$x_j = y_j + d_j$ |
|--------------|-----------------------------|------------------|---|
| 01           | 0.000                       | 21.500           | 21.500                                  |
| 02           | 0.000                       | 21.200           | 21.200                                  |
| 03           | 0.000                       | 18.400           | 18.400                                  |
| 04           | 0.000                       | 12.300           | 12.300                                  |
| 05           | 0.000                       | 16.000           | 16.000                                  |
| 06           | 0.000                       | 13.500           | 13.500                                  |
| 07           | 0.000                       | 1.800            | 1.800                                   |
| 08           | 0.000                       | 8.200            | 8.200                                   |
| 09           | 0.000                       | 9.000            | 9.000                                   |
| 10           | 0.000                       | 7.300            | 7.300                                   |
| 11           | 0.000                       | 11.300           | 11.300                                  |
| 12           | 0.000                       | 11.200           | 11.200                                  |
| 13           | 0.000                       | 10.100           | 10.100                                  |
| 14           | 18.143                      | 6.000            | 24.143                                  |
| 15           | 0.000                       | 6.200            | 6.200                                   |
| 16           | 0.000                       | 8.300            | 8.300                                   |
| 17           | 0.000                       | 8.900            | 8.900                                   |
| 18           | 0.000                       | 5.800            | 5.800                                   |
| 19           | 0.000                       | 6.100            | 6.100                                   |
| 20           | 0.000                       | 6.300            | 6.300                                   |
| 21           | 0.000                       | 5.700            | 5.700                                   |
| 22           | 0.000                       | 5.900            | 5.900                                   |
| 23           | 0.000                       | 6.400            | 6.400                                   |
| 24           | 29.254                      | 5.600            | 34.854                                  |
| 25           | 0.000                       | 0.900            | 0.900                                   |
| 26           | 0.000                       | 10.500           | 10.500                                  |
| 27           | 0.000                       | 8.100            | 8.100                                   |
| 28           | 0.000                       | 7.300            | 7.300                                   |
| 29           | 0.000                       | 7.800            | 7.800                                   |
| 30           | 0.000                       | 8.600            | 8.600                                   |
| 31           | 0.000                       | 21.400           | 21.400                                  |
| 32           | 0.000                       | 20.100           | 20.100                                  |
| 33           | 0.000                       | 24.100           | 24.100                                  |
| 34           | 0.000                       | 22.600           | 22.600                                  |
| 35           | 5.903                       | 21.400           | 27.303                                  |
| 36           | 0.000                       | 9.100            | 9.100                                   |
| 37           | 0.000                       | 9.300            | 9.300                                   |
| 38           | 0.000                       | 9.200            | 9.200                                   |
| 39           | 0.000                       | 2.300            | 2.300                                   |
| 40           | 0.000                       | 2.100            | 2.100                                   |
| 41           | 0.000                       | 1.800            | 1.800                                   |
| 42           | 0.000                       | 1.600            | 1.600                                   |
| 43           | 0.000                       | 1.400            | 1.400                                   |
| 44           | 15.566                      | 9.800            | 25.366                                  |
| 45           | 0.000                       | 9.700            | 9.700                                   |
| 46           | 0.000                       | 8.800            | 8.800                                   |
| 47           | 16.694                      | 18.400           | 35.094                                  |

A seguir acrescentou-se uma prensa C, ou seja mais 180 horas ao recurso 3, sem contudo, retirar a prensa suplementar B, e fez-se a otimização cujos resultados poderão ser vistos no relatório 9. Assim procedeu-se com os recursos 7, 16 e 20, tomando-se um de cada vez, acrescentando uma unidade a este recurso e conservando-se as quantidades acrescentadas aos recursos anteriormente. Procedendo-se desta maneira elaborou-se o quadro abaixo:

| RELATÓRIO | RECURSO ACRESCIDO   | LUCRO NORMAL (Cr\$) | LUCRO ADICIONAL (Cr\$) | LUCRO TOTAL (Cr\$) |
|-----------|---------------------|---------------------|------------------------|--------------------|
| 6         | Otimização normal   | 357.988,10          | 83.065,87              | 441.053,97         |
| 8         | 02                  | 357.988,10          | 94.251,06              | 452.239,16         |
| 9         | 02 e 03             | 357.988,10          | 96.045,56              | 454.033,66         |
| 10        | 02, 03 e 07         | 357.988,10          | 120.127,00             | 478.115,10         |
| 11        | 02, 03, 07 e 16     | 357.988,10          | 224.965,75             | 582.953,85         |
| 12        | 02, 03, 07, 16 e 20 | 357.988,10          | 312.790,68             | 670.778,78         |

Cada unidade de recurso é considerada 180 horas, ou seja, a implantação de uma máquina, designação de um operário ou construção de um tanque equivale a aumentar a disponibilidade da fábrica em 180 horas no que se refere aquele recurso.

No quadro acima o lucro adicional é encontrado em termos de  $y_j$  do mesmo modo como foi encontrado no subitem anterior (4.4.3).

Observe-se que o lucro normal é o lucro que a indústria obtem com as quantidades de cada produto que ela fabrica normalmente, e para cada recurso acrescentado verifica-se que o lucro adicional também aumenta.

Como se trata de uma translação, aos valores da demanda normal foram somados os valores de  $y_j$  ( $x_j = d_j + y_j$ ) e nos relatórios 13, 14, 15, 16 e 17 estão registradas as quantidades ótimas de cada produto que deverão ser fabricadas de acordo com o acréscimo de recursos em cada pós-otimização.

A pequena diferença entre o "lucro total" do quadro anterior e o "lucro obtido" nos relatórios 13, 14, 15, 16 e 17 é devido às aproximações feitas naqueles relatórios.



## 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

### 5.1 - CONCLUSÕES

Fazendo um breve retrospecto, o modelo estudado era uma indústria que fabricava 47 produtos, dispunha de 22 recursos para fabricar aqueles produtos e na produção de cada produto constava uma série de passos ou etapas que eram pré-requisitos uma das outras, desde o início até a conclusão final do produto, havendo, portanto, um limite superior de capacidade de produção mensal, cada produto tendo também como limite inferior de produção a demanda mínima mensal. O objetivo principal era encontrar as quantidades ótimas que proporcionassem maior lucro possível à empresa.

Foram feitas três abordagens do problema.

Na primeira análise, considerou-se unicamente as restrições dos recursos disponíveis na indústria, e os resultados desta otimização estão no relatório 1 - Anexo C.

Como poderá ser visto no relatório 2 do mesmo anexo, vários recursos ficariam ociosos como ocorreu nas outras análises e como ocorre com a produção real (vide relatório 5). O lucro nesta hipótese seria de Cr\$ 610.080,50 - o máximo lucro que a empresa teria.

Comparando-se as quantidades ótimas encontradas nos 6 produtos com seus respectivos valores no quadro IV, onde estão registradas as capacidades máxima de produção de cada produto, verificou-se que era praticamente possível fabricar aquelas quantidades daqueles seis produtos como já explanado no sub-Item 4.3.2, porque seus valores ótimos encontrados eram inferiores à capacidade máxima de produção de cada um deles com exceção do produto 47 cujo valor ótimo encontrado era ligeiramente superior à sua respectiva capacidade máxima de produção. Como esta diferença poderia ser considerável em termos relativos e como para os demais produtos poderia ocorrer quantidades superiores às suas respectivas capacidades máxima de produção, concluiu-se que, ao se analisar um modelo, é preciso saber se as suas variáveis passam por sequenciamento ou rotina e, se for o caso, deve-se considerar aquelas situações.

O problema da dieta, o problema da mistura, problemas tais como destinação de frações de terra em uma área para fins de plantação ou construção e outros que não envolvam TEMPO, poderão utilizar com segurança somente as restrições de recursos disponíveis na sua otimização. Porém, problemas industriais ou quaisquer outros cujos  $a_{ij}$  sejam "tempo consumido do recurso  $i$  para ser produzido uma unidade do produto  $j$ ", não deverão usar somente as restrições dos recursos disponíveis sem antes se verificar se no seu processo de fabricação existe sequência de etapas ou rotina e, se for o caso, os caminhos críticos devem ser considerados.

Em seguida, o modelo foi analisado, considerando-se, além das restrições dos recursos, as restrições de capacidade máxima de produção, cujos resultados computacionais estão nos relatórios 3 e 4 do Anexo C, onde estão registradas as quantidades ótimas de cada produto que se fossem fabricados dariam um lucro à empresa de Cr\$ 610.023,87 evidentemente menor do que considerando-se somente as restrições dos recursos e, como será visto, maior do que considerando-se também a demanda.

No relatório 4, acham-se registradas as parcelas ociosas dos recursos utilizados se fossem produzidas as quantidades ótimas encontradas nesta otimização.

É importante salientar neste momento que o valor do produto 47 que foi obtido pela otimização anterior considerando somente os recursos disponíveis, como não poderia deixar de ser, foi nesta análise rigorosamente igual ao limite superior da capacidade máxima de produção (107.9999....) como poderá ser constatado verificando-se o relatório 3 - Anexo C e o quadro IV.

Para justificar este fato, será dado agora um exemplo com duas variáveis porque com mais de duas seria impossível visualizar.

Suponha-se que os valores ótimos de um problema de Programação Linear sejam  $x_1 = a$  e  $x_2 = b$  devido às restrições I e II e função objetiva  $F_0$  conforme figura 5.1.a da página seguinte.

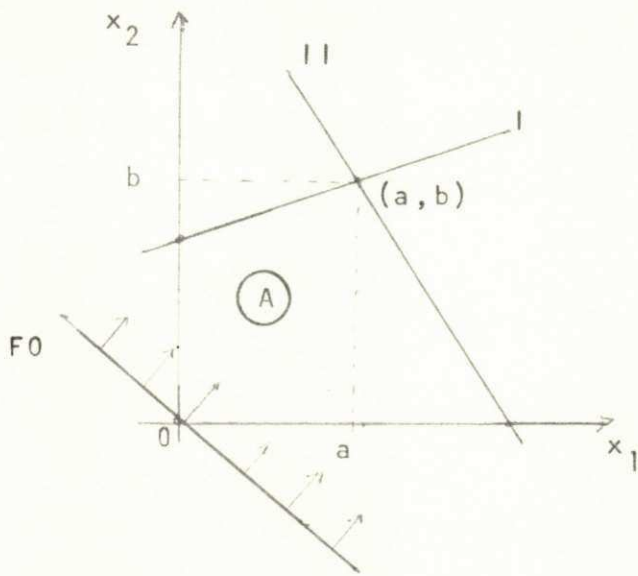


Fig. 5.1.a

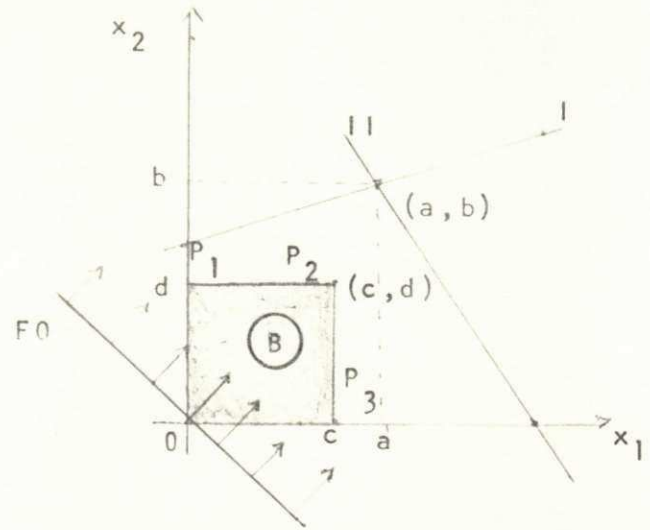


Fig. 5.1.b

A região sombreada A da figura 5.1.a limita o conjunto das soluções viáveis.

Agora acrescenta-se as restrições  $x_1 \leq c$  e  $x_2 \leq d$  e se, por hipótese, forem  $c \leq a$  e  $d \leq b$ , então obviamente o ponto ótimo ainda estará dentro de A, porém o conjunto de soluções viáveis está contido na área B - figura 5.1.b (conjunto B é um sub-conjunto de A) e portanto o ponto ótimo forçosamente estará em B. Isto significa que a função objetiva, ao crescer na direção das setas, parará quando atingir um ponto da fronteira definida pelos segmentos  $\overline{P_1P_2}$  e  $\overline{P_2P_3}$ . Como o conjunto de soluções viáveis é convexo, então ela nesta situação, só tocaria a área neste ponto (c,d) que seria o ponto ótimo.

Da mesma maneira pode-se raciocinar para problemas com um número maior de variáveis.

Finalmente, numa terceira análise, considerou-se a demanda que é também um parâmetro no planejamento de produção.

Acredita-se que, sob o ponto de vista comercial, é fundamental para uma empresa que fabrica produtos de uma determinada natureza atender às demandas daqueles produtos dentro dos modelos, tamanhos e outras especificações solicitadas. Portanto, se esta indústria só fabricasse aqueles seis produtos que foram encontrados como solução ótima da análise anterior, ela correria o risco de que seus clientes solicitassem de outras indústrias além dos 41 que ela deixou de produzir (total 47)



também alguns ou quase todos dos 6 produtos que a indústria se propôs a fabricar e talvez o lucro fosse abaixo daquele previsto naquela otimização. Assim sendo, é preferível considerar também a demanda e as demais restrições impostas.

Sob esta análise feita agora, o resultado da otimização apresentou um lucro ótimo de Cr\$ 441.053,97, inferior ao lucro obtido considerando os recursos e a produção máxima, porém superior ao que a empresa auferia na sua produção normal atendendo tão somente à demanda. Este lucro é cerca de 23,2 % além do lucro que a empresa vem obtendo, conforme consta nos relatórios 5 e 7 do Anexo C. No relatório 7, também estão registradas as quantidades de cada recurso que ficariam ociosas se esta decisão fosse tomada.

Fazendo uma observação semelhante a que foi feita anteriormente sobre a introdução de novas restrições de limites de variáveis, pode-se constatar que os produtos que tiveram valores nulos na otimização, considerando somente as restrições de recursos e produção máxima, obtiveram na otimização considerando a demanda e também as restrições anteriores os valores iguais à sua demanda. O raciocínio para demonstrar este fato é análogo ao feito na análise anterior. Só que o ponto ótimo terá que se afastar da origem e isto poderá ser verificado comparando os produtos que obtiveram valores nulos no relatório 3 com os valores registrados no quadro VI.

No subitem 2.3.3, quando se falou de mão-de-obra, definiu-se LOTAÇÃO como sendo a quantidade máxima de operários de uma indústria se todos os recursos fossem totalmente utilizados, isto é, cada máquina com um operador, cada setor de tratamento com todas as suas incumbências tendo operários, e todas as bancadas com todos os lugares ocupados.

Entretanto, verificou-se que o efetivo estava e está sempre abaixo daquela lotação. Agora, pode-se justificar este fato uma vez que, em nenhuma situação, aqueles recursos foram utilizados em sua totalidade como pode ser visto nos relatórios 2, 4, 5 e 7 do Anexo C e, como foi dito, sendo comum o remanejamento de pessoal entre aqueles recursos.

Finalmente, conclui-se que, à medida que se vai restringindo o modelo pela adição de novas restrições ao Problema de Programação Linear, o lucro ótimo vai diminuindo, porém NUN

CA chegando a ser inferior ao lucro de sua produção normal não otimizada. Todavia, quanto maior é o número de restrições, mais perto o modelo ficará da situação real do funcionamento da empresa.

## 5.2 - SUGESTÕES

Após obtidos os resultados de uma análise e feito o seu diagnóstico, resta sugerir o conjunto de providências ou as medidas a serem tomadas para otimizar o funcionamento do sistema.

O ideal seria que o analista acompanhasse esta modificação e após a implantação dessa planificação de produção fosse até a indústria verificar se os resultados práticos estavam condizentes com os resultados encontrados teoricamente ou, pelo menos, se o lucro nesta nova situação é superior ao que vinha sendo obtido. Caso contrário, refazer o modelo e sugerir os novos resultados à empresa (não se sabe se a gerência aceitará novamente...).

Inicialmente, sugere-se que esta indústria passe a fabricar os produtos nas quantidades ótimas obtidas nos relatórios 6 e 7 do anexo C e sumarizadas no quadro VI, as quais estão apresentadas no QUADRO VII da página seguinte.

Teoricamente o lucro mensal adicional será de Cr\$83.065,87 se esta decisão for tomada.

A vantagem de se produzir aquelas quantidades é que elas são as únicas que atendem às restrições de recursos, restrições de capacidade máxima e restrições de demanda, e GARANTEM um lucro superior ao que a empresa vinha obtendo.

Foi dito no Item 2.3.2 que os recursos B,C,D,E e F (restrições 2,3,4,5, e 6) eram prensas e que cada classe desses recursos era definida pela sua capacidade. Foi dito também que uma prensa de maior capacidade poderia substituir uma de menor capacidade, mas, não podendo uma menor substituir outra maior. Na segunda otimização onde seria tecnologicamente viável fabricar as quantidades ótimas encontradas nos resultados computacionais (vide relatórios 3 e 4 - Anexo C), as prensas B,C e D tiveram suas disponibilidades utilizadas, jamais podendo ter "tempo" para substituir máquinas das demais classes. Também os recursos E e F tinham tempo ocioso, não precisando ser substituído

QUADRO VII

QUANTIDADES ÓTIMAS

| PRODUTO | QUANTIDADE |
|---------|------------|
| 01      | 21.500     |
| 02      | 21.200     |
| 03      | 18.400     |
| 04      | 12.300     |
| 05      | 16.000     |
| 06      | 13.500     |
| 07      | 1.800      |
| 08      | 8.200      |
| 09      | 9.000      |
| 10      | 7.300      |
| 11      | 11.300     |
| 12      | 11.200     |
| 13      | 10.100     |
| 14      | 24.143     |
| 15      | 6.200      |
| 16      | 8.300      |
| 17      | 8.900      |
| 18      | 5.800      |
| 19      | 6.100      |
| 20      | 6.300      |
| 21      | 5.700      |
| 22      | 5.900      |
| 23      | 6.400      |
| 24      | 34.854     |
| 25      | 0.900      |
| 26      | 10.500     |
| 27      | 8.100      |
| 28      | 7.300      |
| 29      | 7.800      |
| 30      | 8.600      |
| 31      | 21.400     |
| 32      | 20.100     |
| 33      | 24.100     |
| 34      | 22.600     |
| 35      | 27.303     |
| 36      | 9.100      |
| 37      | 9.300      |
| 38      | 9.200      |
| 39      | 2.300      |
| 40      | 2.100      |
| 41      | 1.800      |
| 42      | 1.600      |
| 43      | 1.400      |
| 44      | 25.366     |
| 45      | 9.700      |
| 46      | 8.800      |
| 47      | 35.094     |



por recursos tipo B, C ou D, não havendo, portanto, problema.

Do mesmo modo, na terceira análise considerando a demanda, as prensas B e C foram totalmente utilizadas não podendo ser substituídas pelas prensas D, E e F (vide relatórios 6 e 7).

Todavia, aqui vai uma sugestão para quem encontrar este tipo de problema onde um primeiro recurso pode substituir um segundo, mas que o segundo não possa substituir o primeiro. Sugere-se que se faça cada variável ser  $x_j^1$  e  $x_j^2$  para os produtos que utilizam a máquina 2 tão somente. Isto significa fabricar a quantidade  $x_j^1$  do produto j na máquina 1 e a quantidade  $x_j^2$  do produto j na máquina 2. Não se poderia proceder desta maneira para os produtos que utilizassem unicamente a máquina 1 (mais potente). Para cada conjunto j de produtos que utilizassem a máquina 2 mais j variáveis seriam adicionadas ao sistema. Este procedimento poderia ser generalizado para uma quantidade maior de recursos i e seriam criadas mais j x (i - 1) variáveis. [6]

Porém, se com estas variáveis não for possível usar o computador porque os dados excedem a memória disponível, a solução será otimizar o problema de Programação Linear e redistribuir os recursos, se isto se fizer necessário, obedecendo, porém, à capacidade de operação destes recursos, de uma restrição para outra, até chegar a uma solução ótima que se enquadre dentro dos recursos remanejados. Isto não seria tão difícil como parece à primeira vista. Talvez fosse laborioso, dependendo das variáveis em jogo.

Considerando a análise de sensibilidade feita no subitem 4.4.4 pode-se sugerir a gerência que verifique se compensa adquirir mais uma prensa B, outra C e uma furadeira, como também construir mais um compartimento para zincagem e um apêndice para a bancada de montagem de dobradiças e ferrolhos.

Conforme poderá ser visto nos relatórios de utilização do anexo C ainda sugere-se o seguinte procedimento de acordo com a opção da gerência:

- 1) Otimização normal (rel. 6) - dispensar 1 prensa E e 3 prensas F (relatório 7)

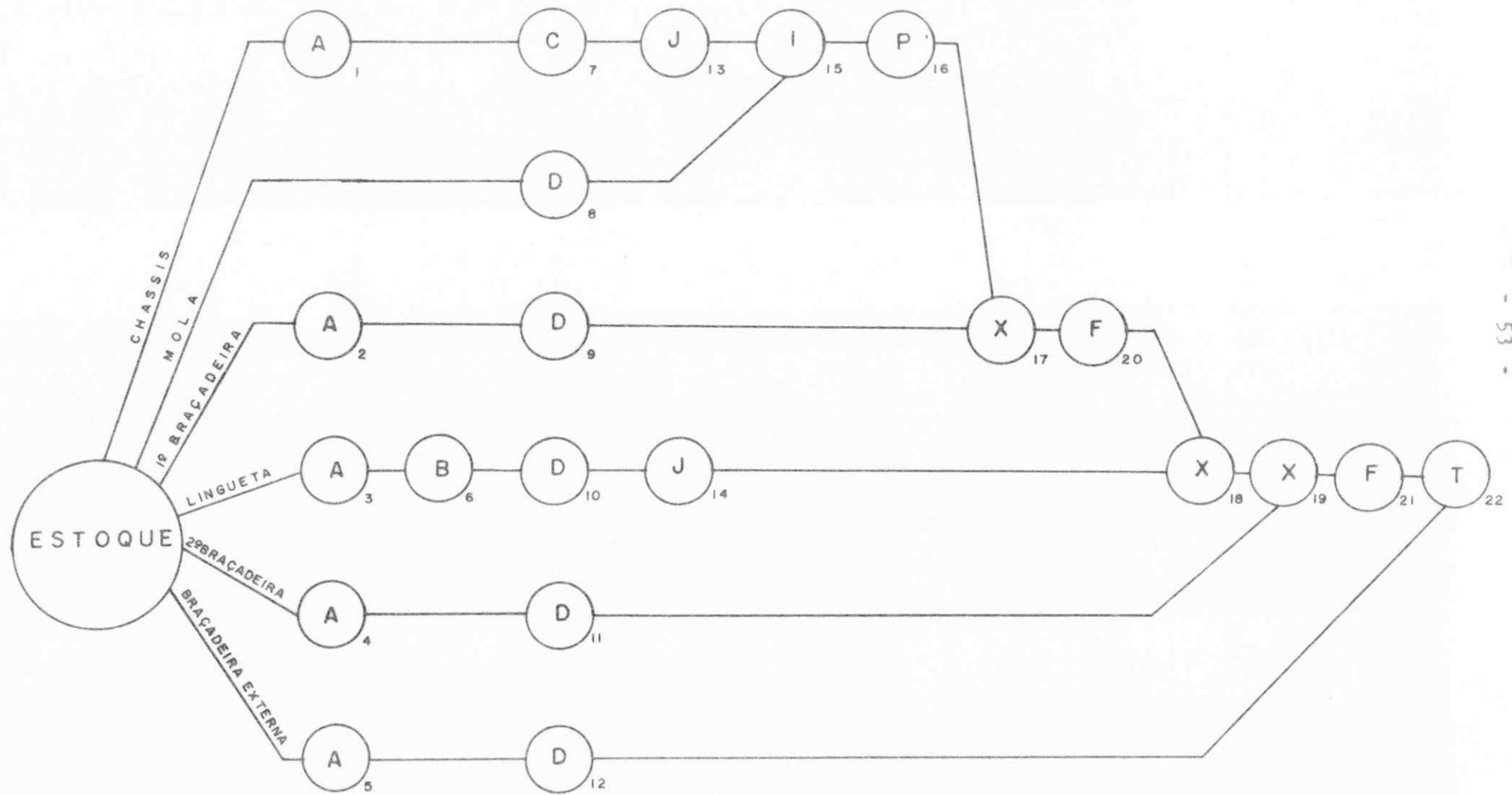
- 2) Aquisição de uma prensa B (rel. 8) - dispensar 1 prensa E e 3 prensas F (Relatório 13).
- 3) Aquisição de uma prensa B e uma prensa C (rel. 9) Dispensar 1 prensa E e 3 prensas F (relatório 14).
- 4) Aquisição de uma prensa B, uma prensa C e uma furadeira G (rel. 10) - dispensar 1 prensa E e outra F (relatório 15).
- 5) Aquisição de uma prensa B, uma prensa C e uma furadeira G, construção de um compartimento de zincagem (rel. 11) - dispensar 1 prensa D, 1 prensa E e 2 prensas F (relatório 16).
- 6) Aquisição de uma prensa B, uma prensa C e uma furadeira G, construção de um compartimento para zincagem, remanejamento de um operário para a secção de montagem de ferrolhos e dobradiças (rel. 12) - dispensar 1 prensa E e outra F -(Relatório 17).

Em nenhum dos casos acima sugere-se a dispensa de operários, uma vez que isto fica condicionado às dimensões da banca da pois ela pode funcionar com uma quantidade menor do que sua capacidade máxima.

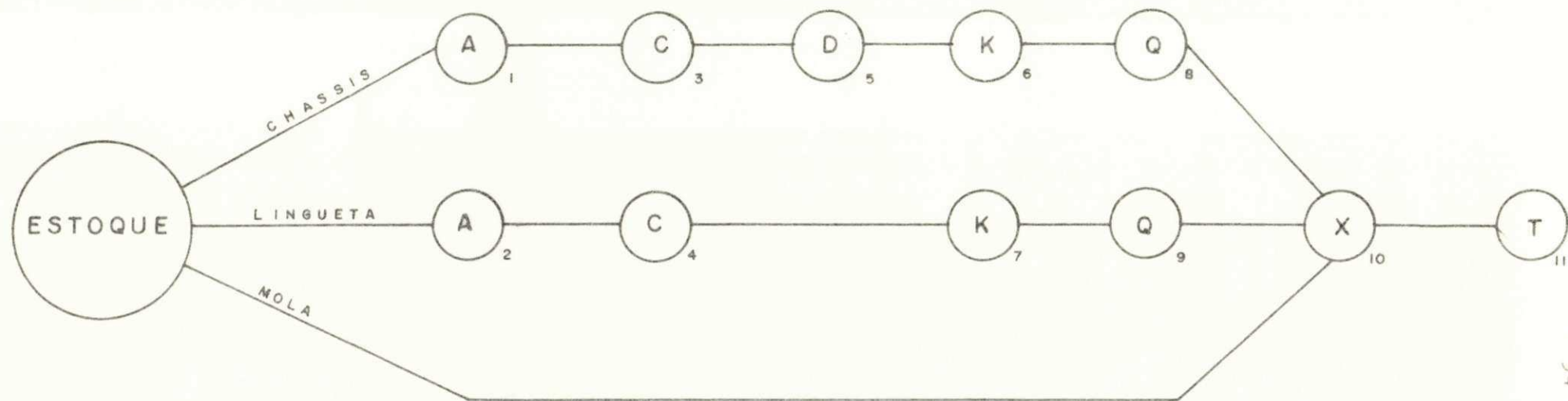
A N E X O A

DIAGRAMAS DE FLUXOS

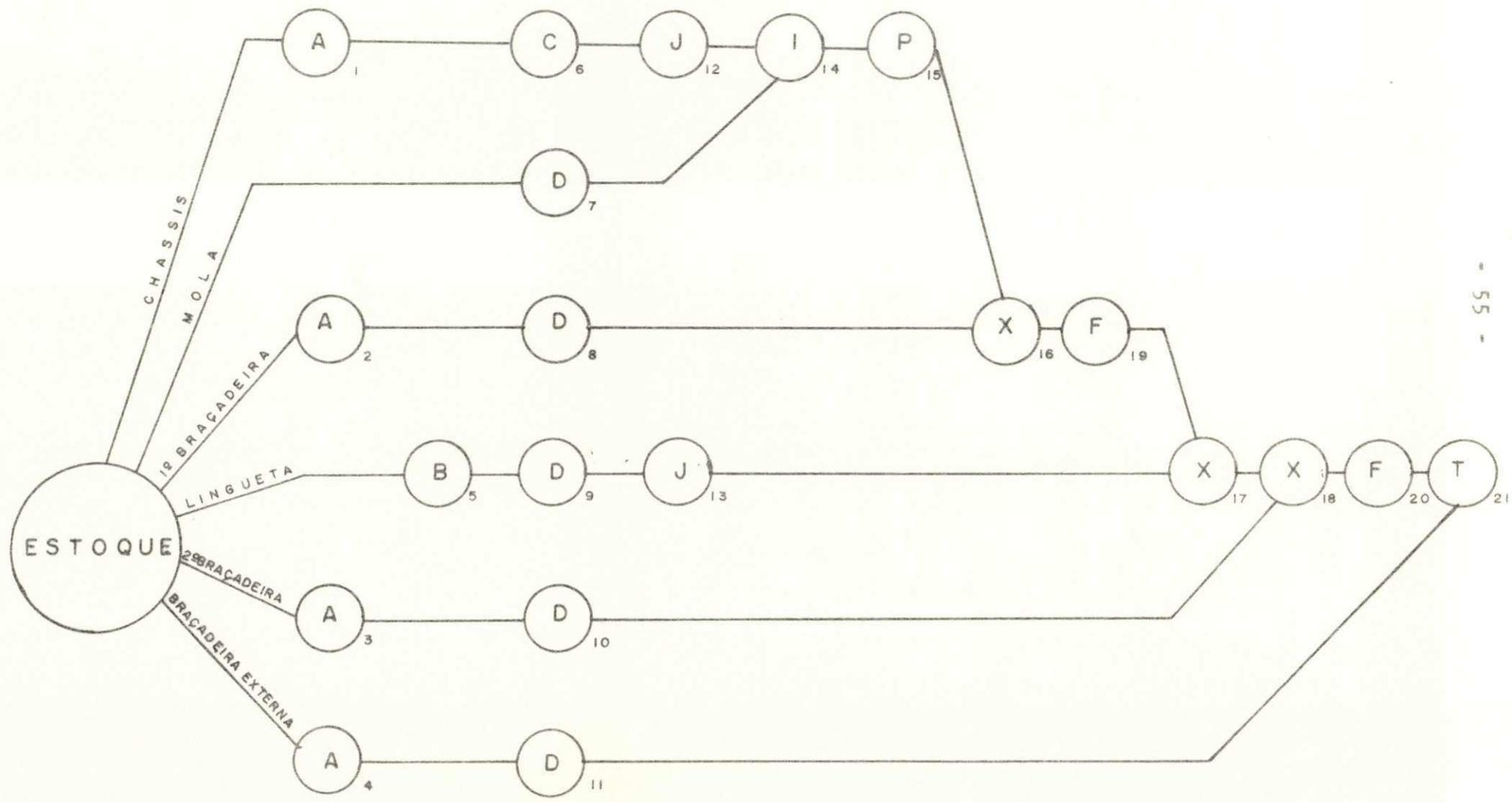




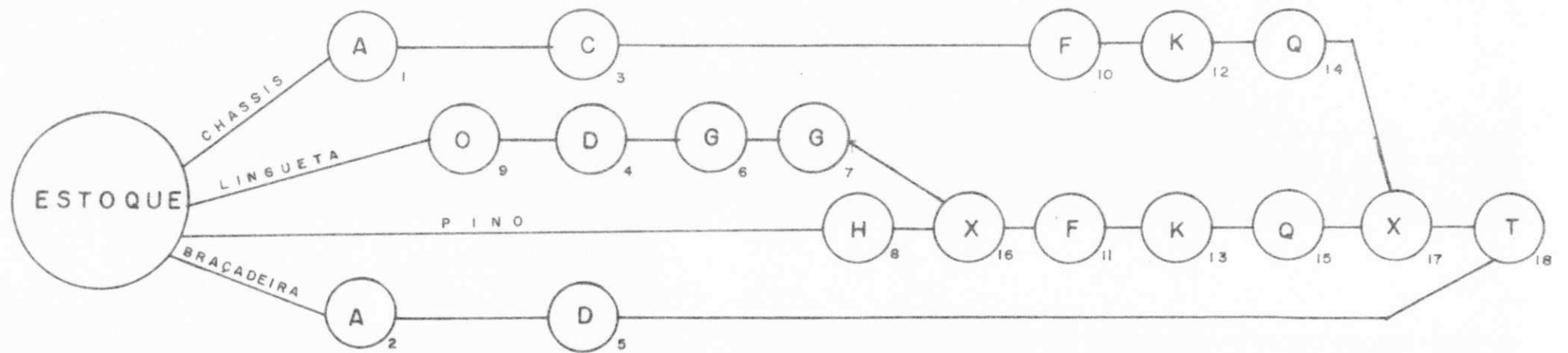
PRODUTOS 01,02,03,04,05 e 06



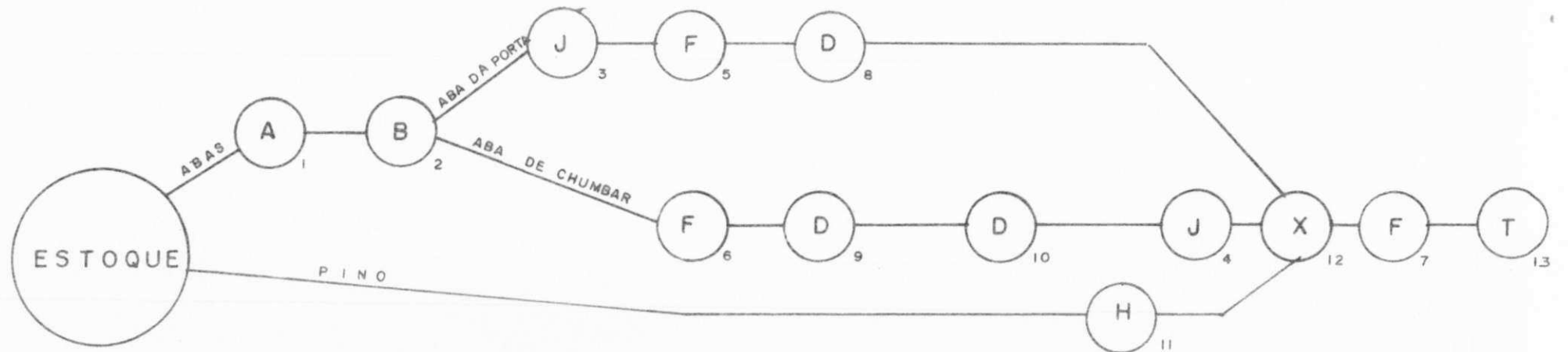
PRODUTO 07



PRODUTOS 08,09 e 10

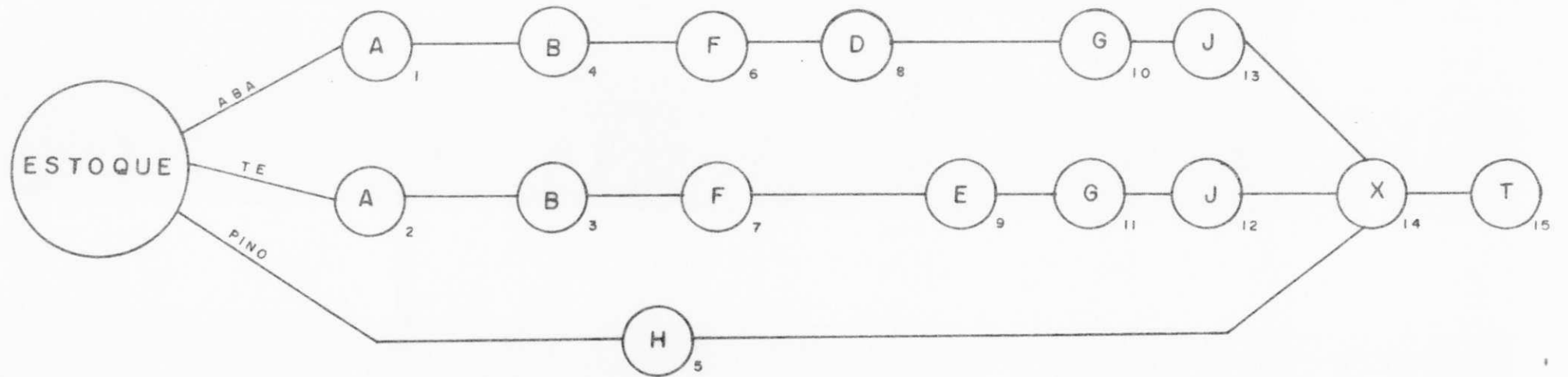


PRODUTOS 11,12 e 13

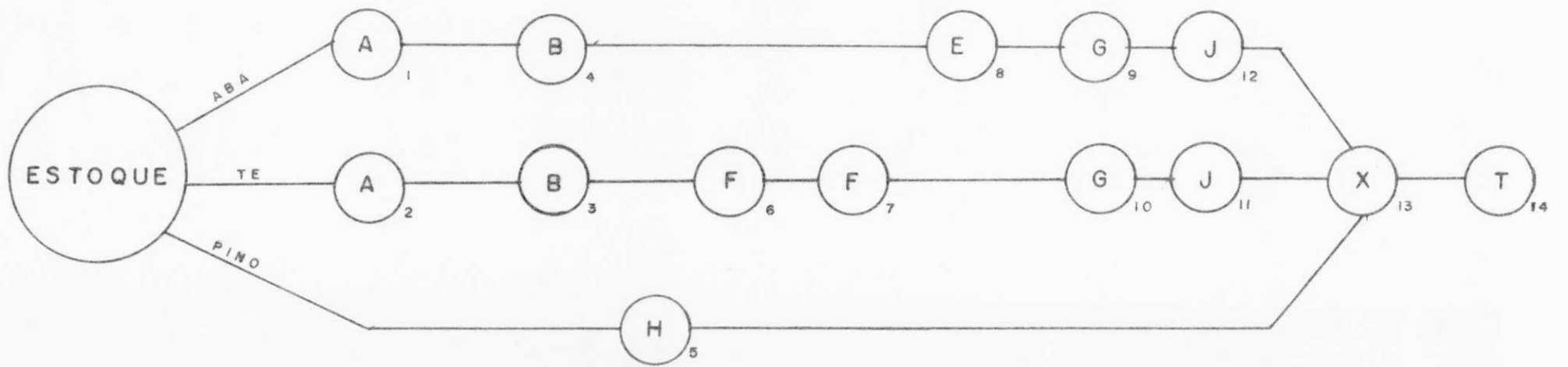


PRODUTOS 14 e 15

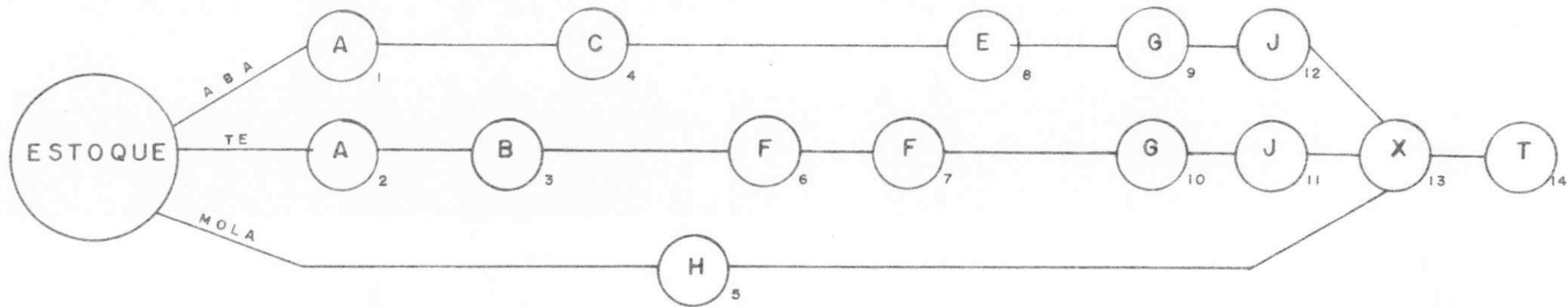




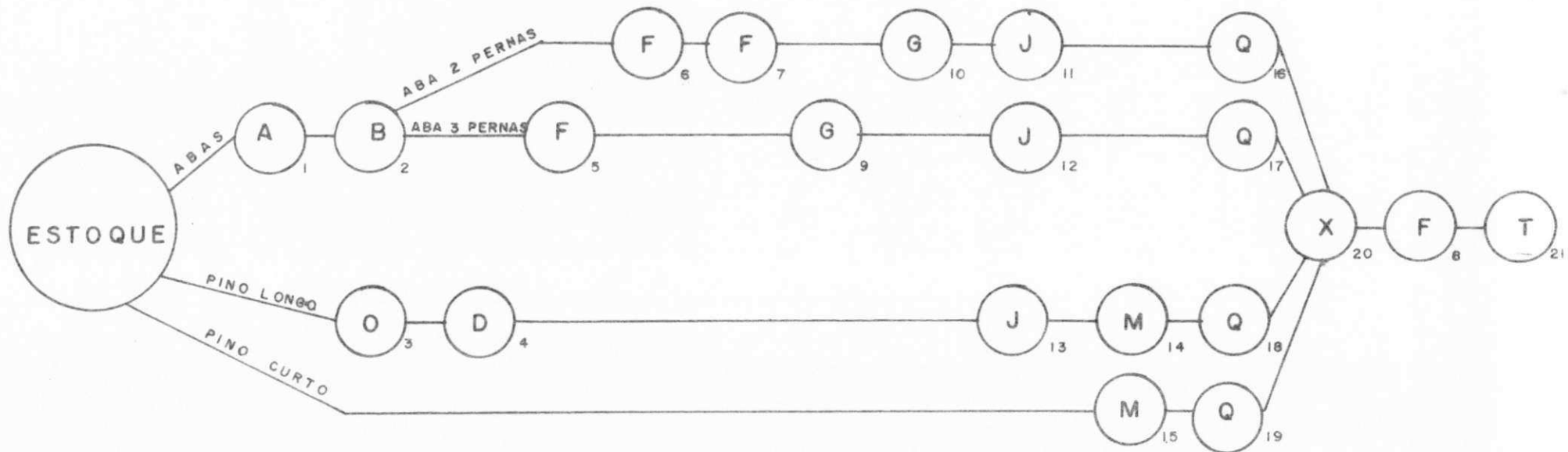
PRODUTOS 16e17



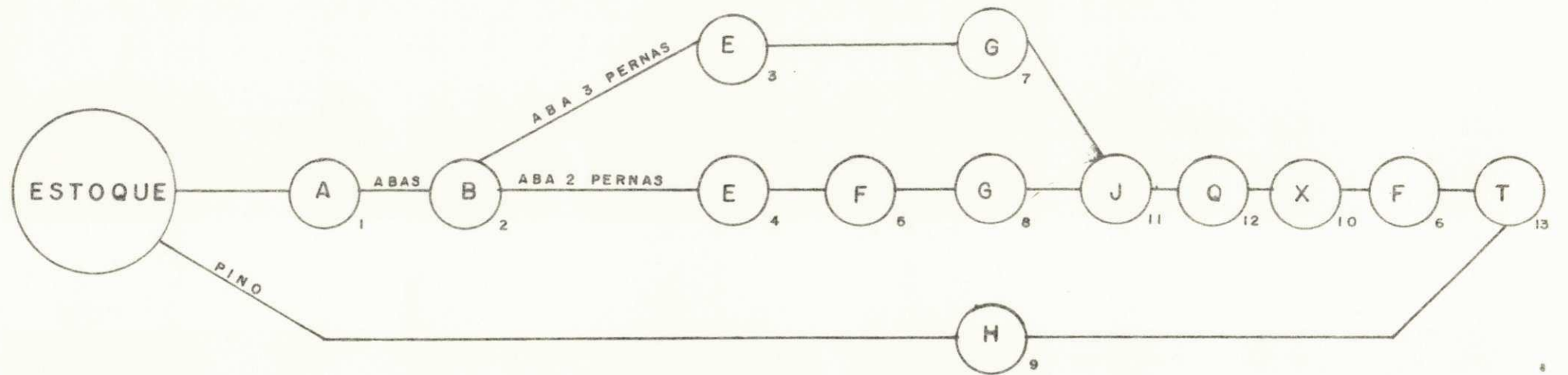
PRODUTOS 18,19,20e21



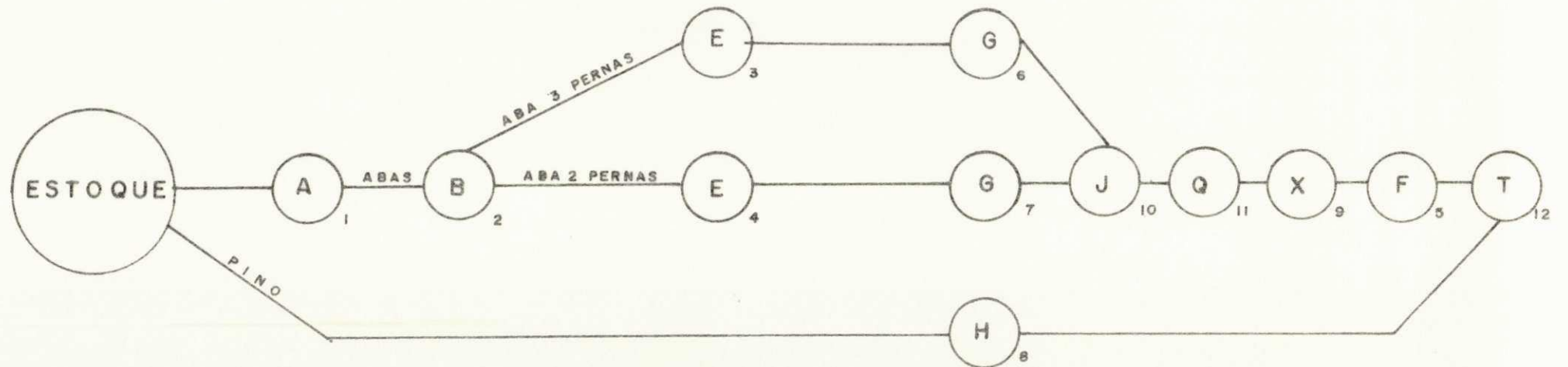
PRODUTOS 22,23e24



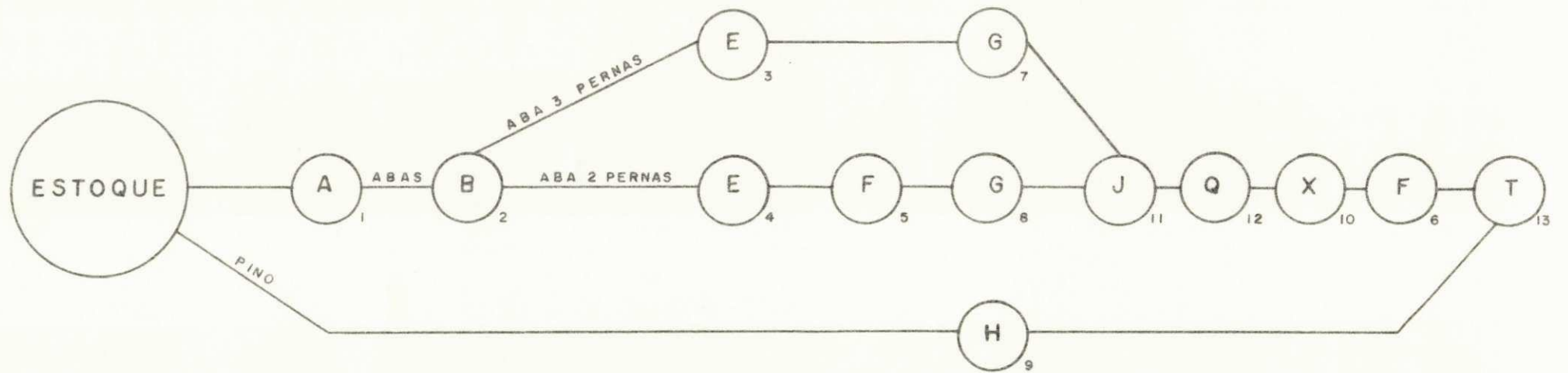
PRODUTO 25



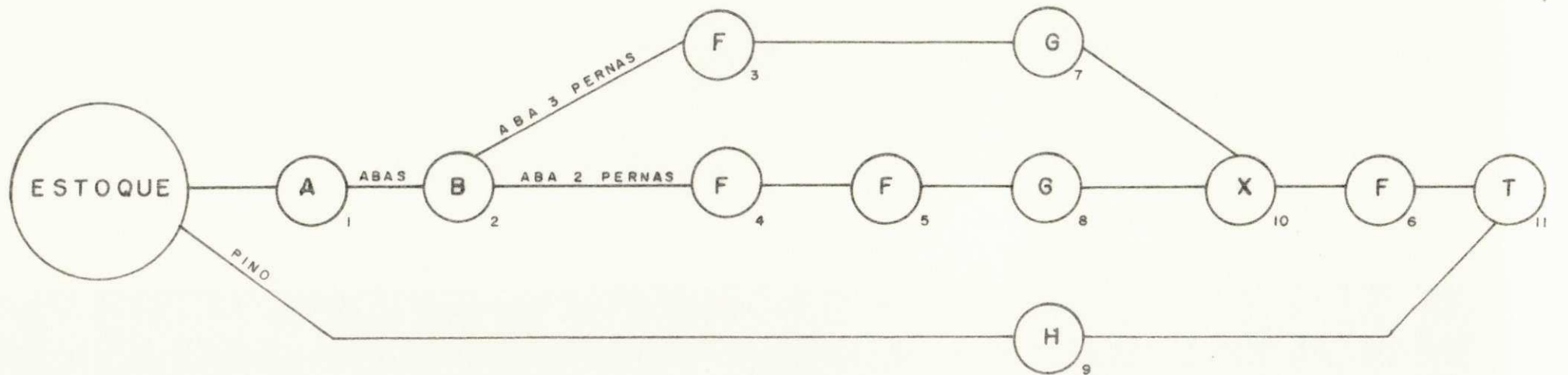
PRODUTO 26



PRODUTOS 27 e 28

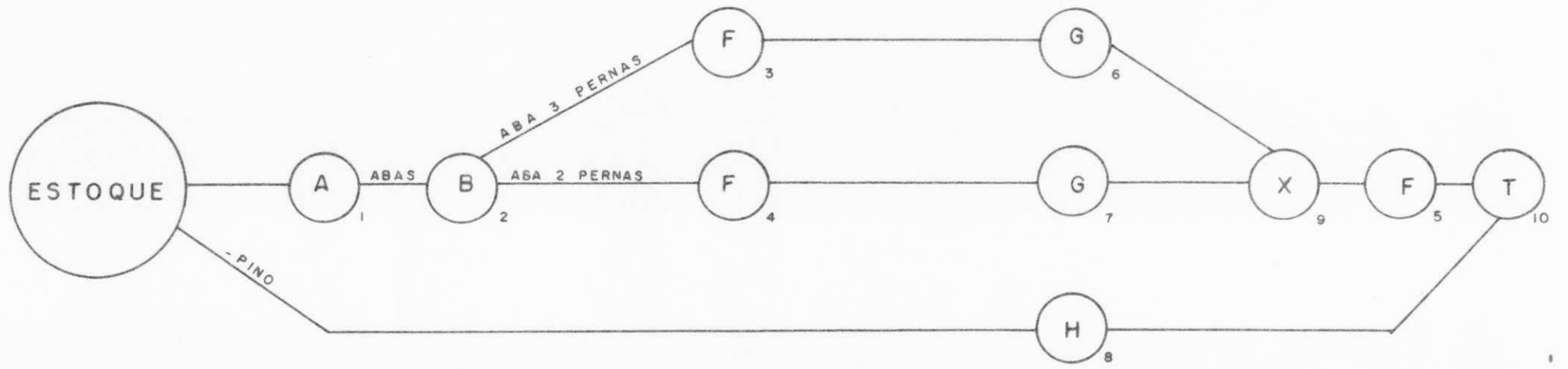


PRODUTOS 29 e 30

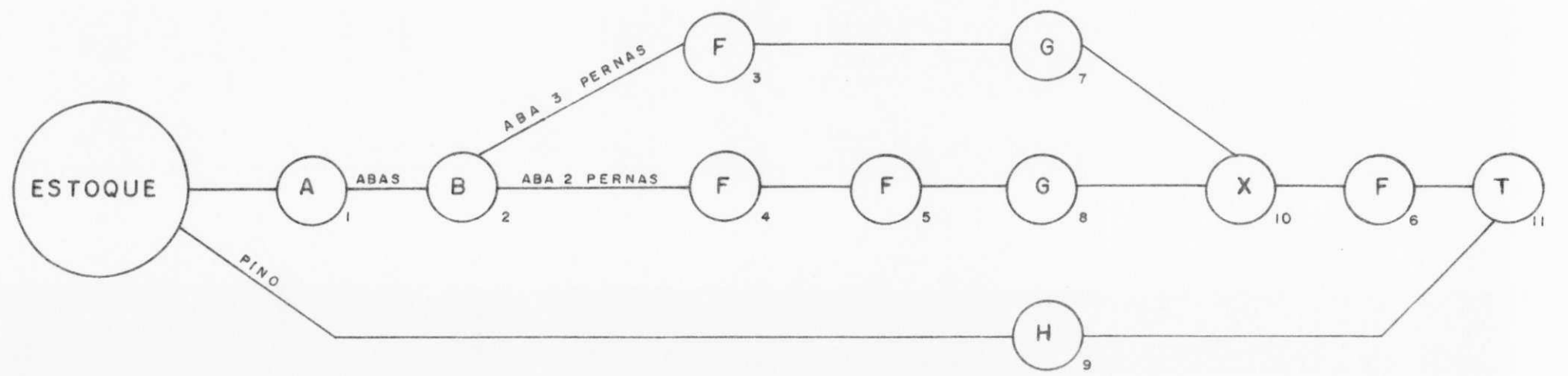


PRODUTO 31

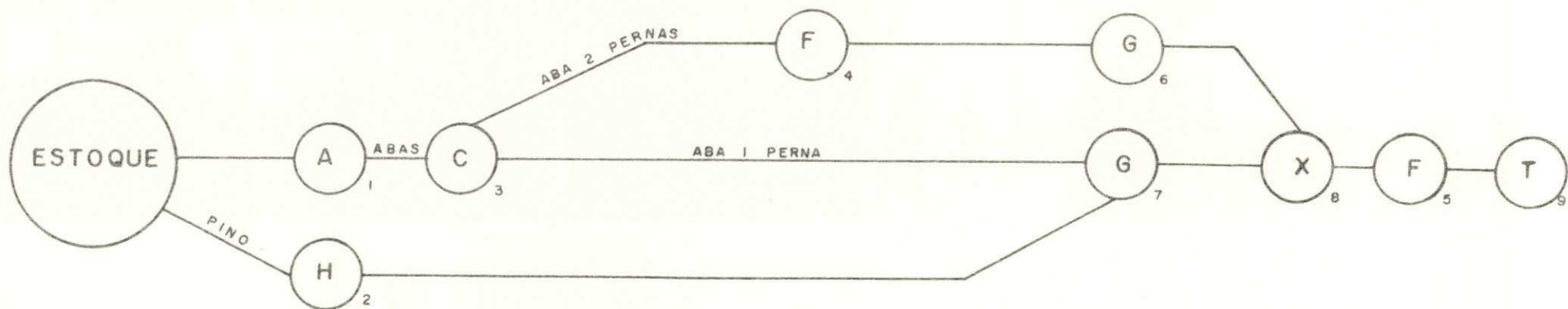




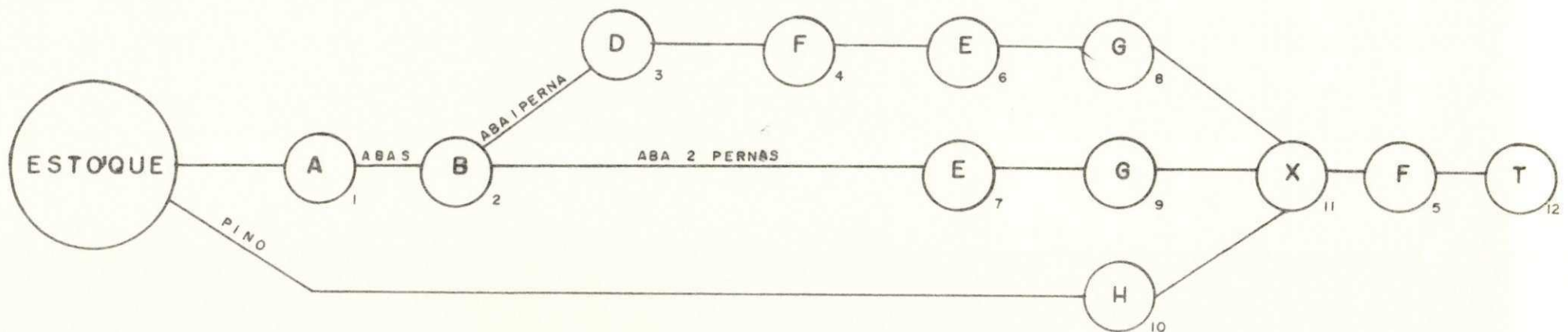
PRODUTOS 32e33



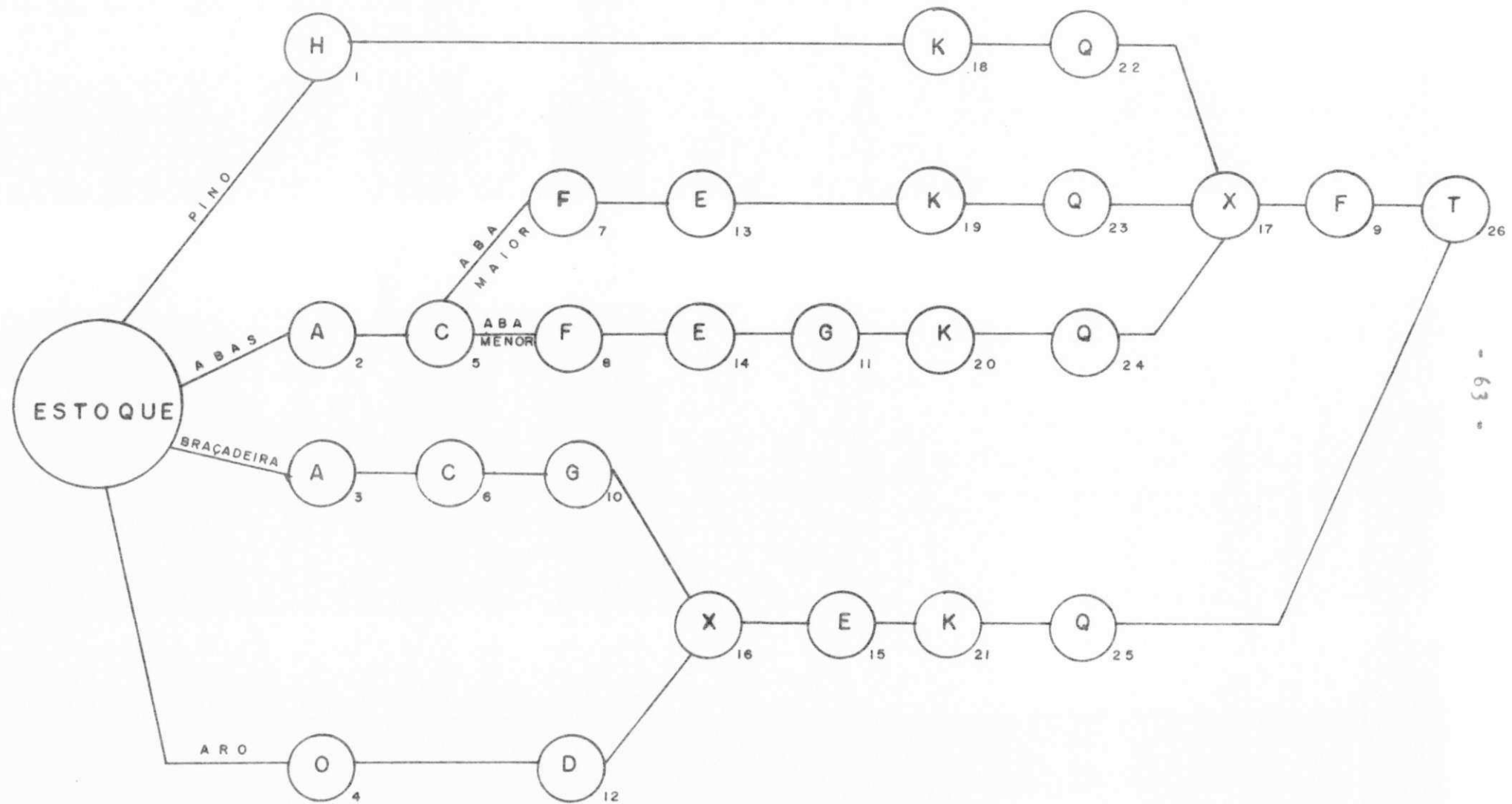
PRODUTOS 34e35



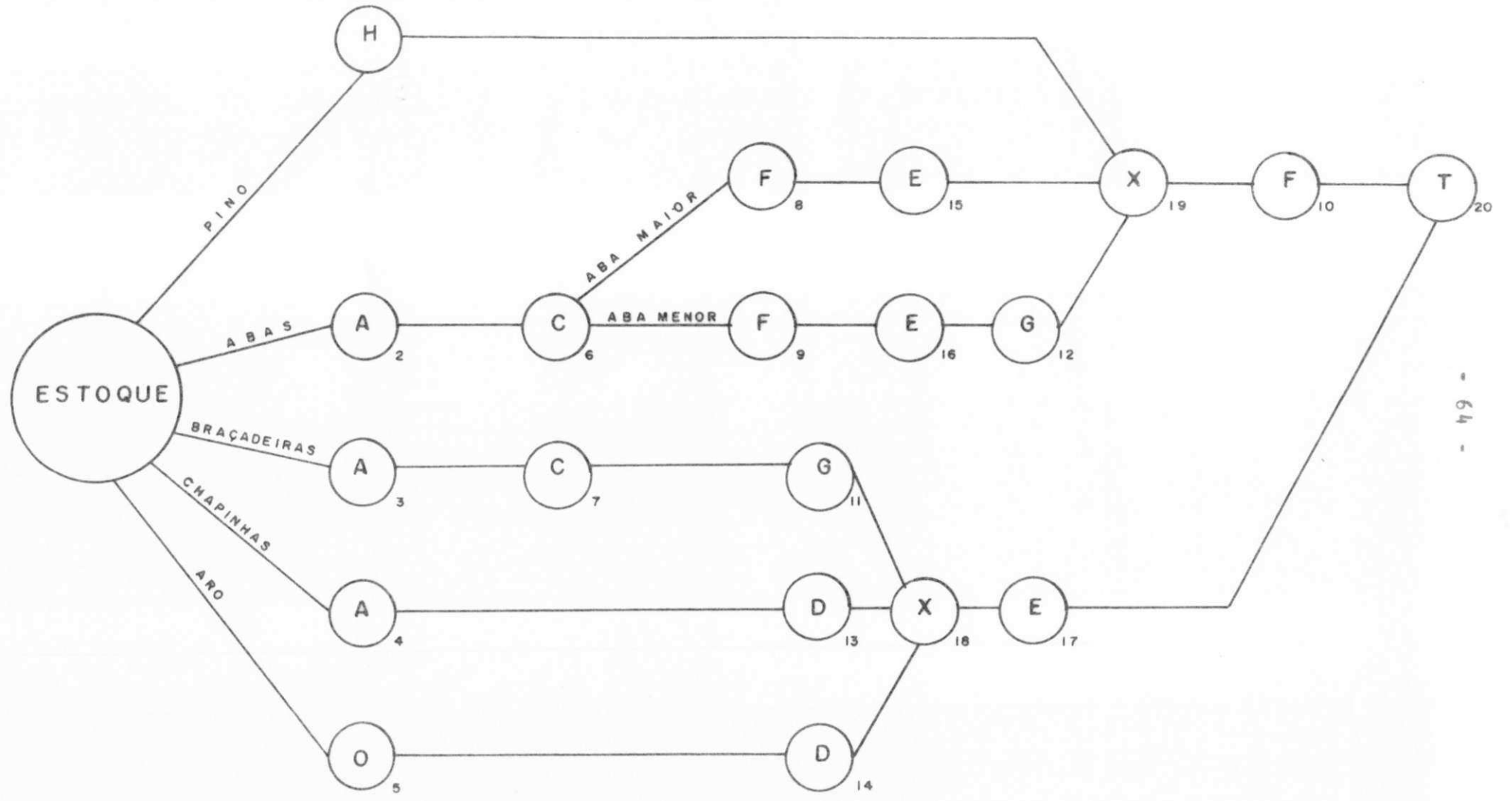
PRODUTOS 36,37e38



PRODUTOS 39,40e41

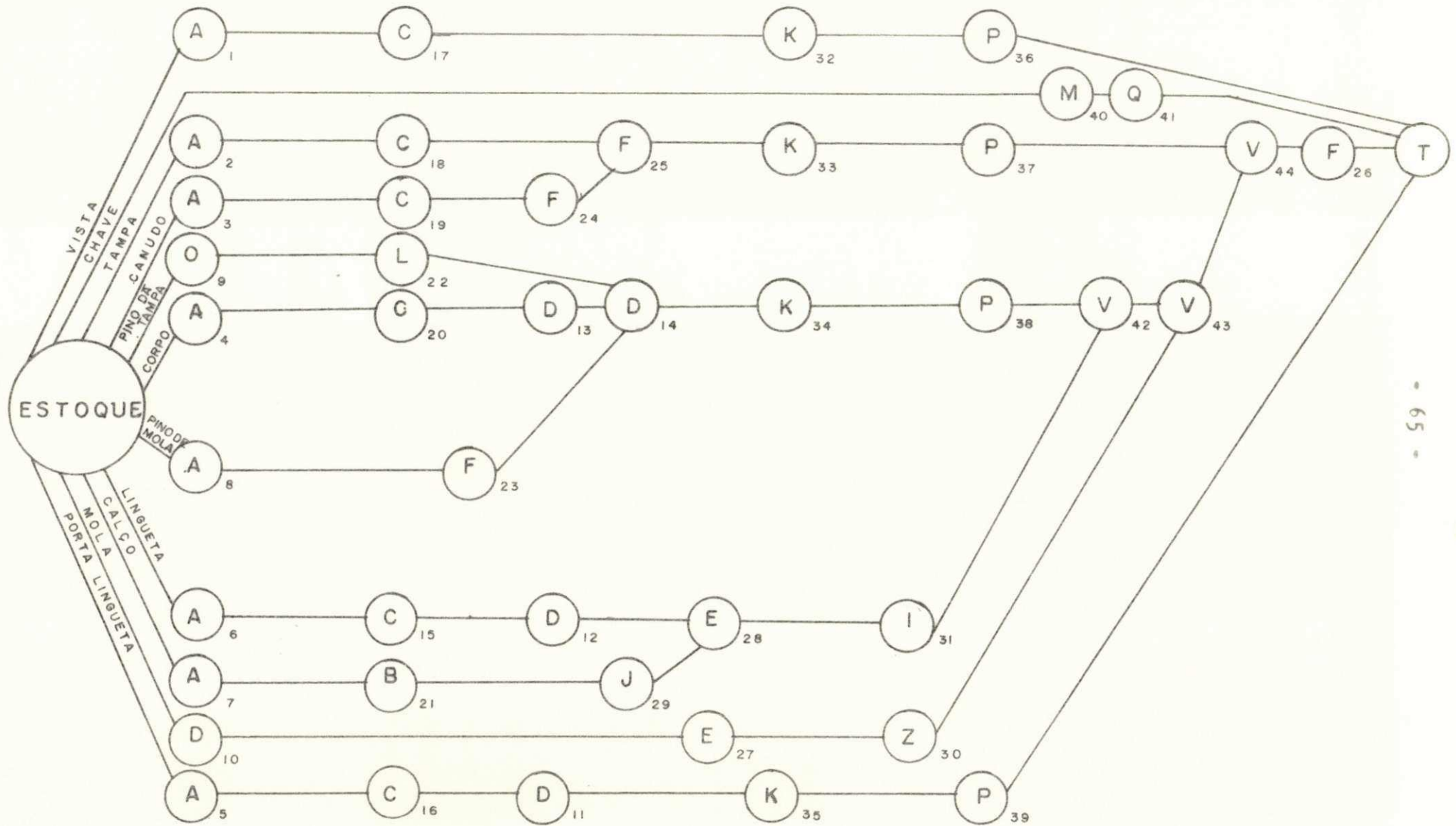


PRODUTO 42

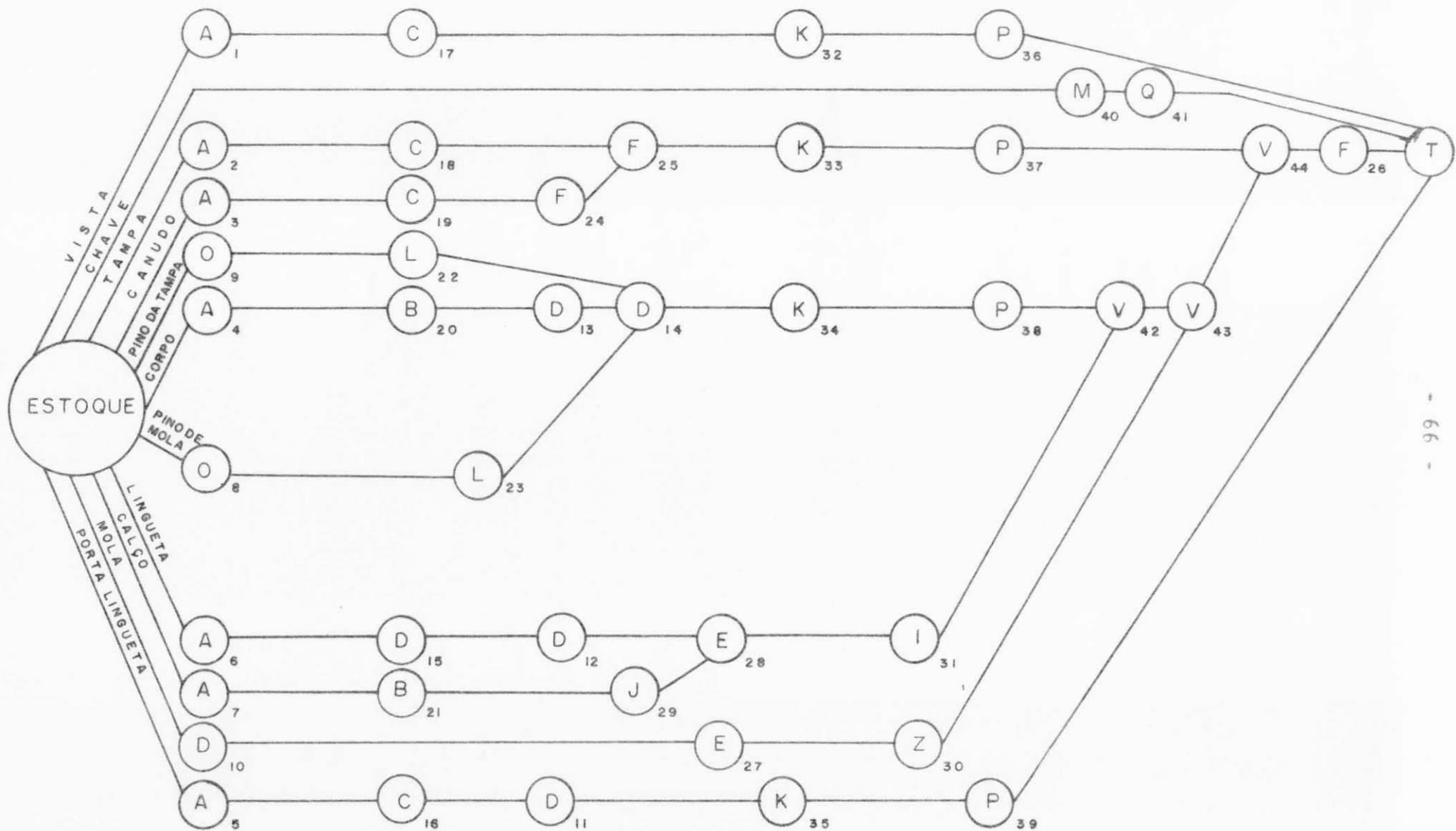


PRODUTO 43

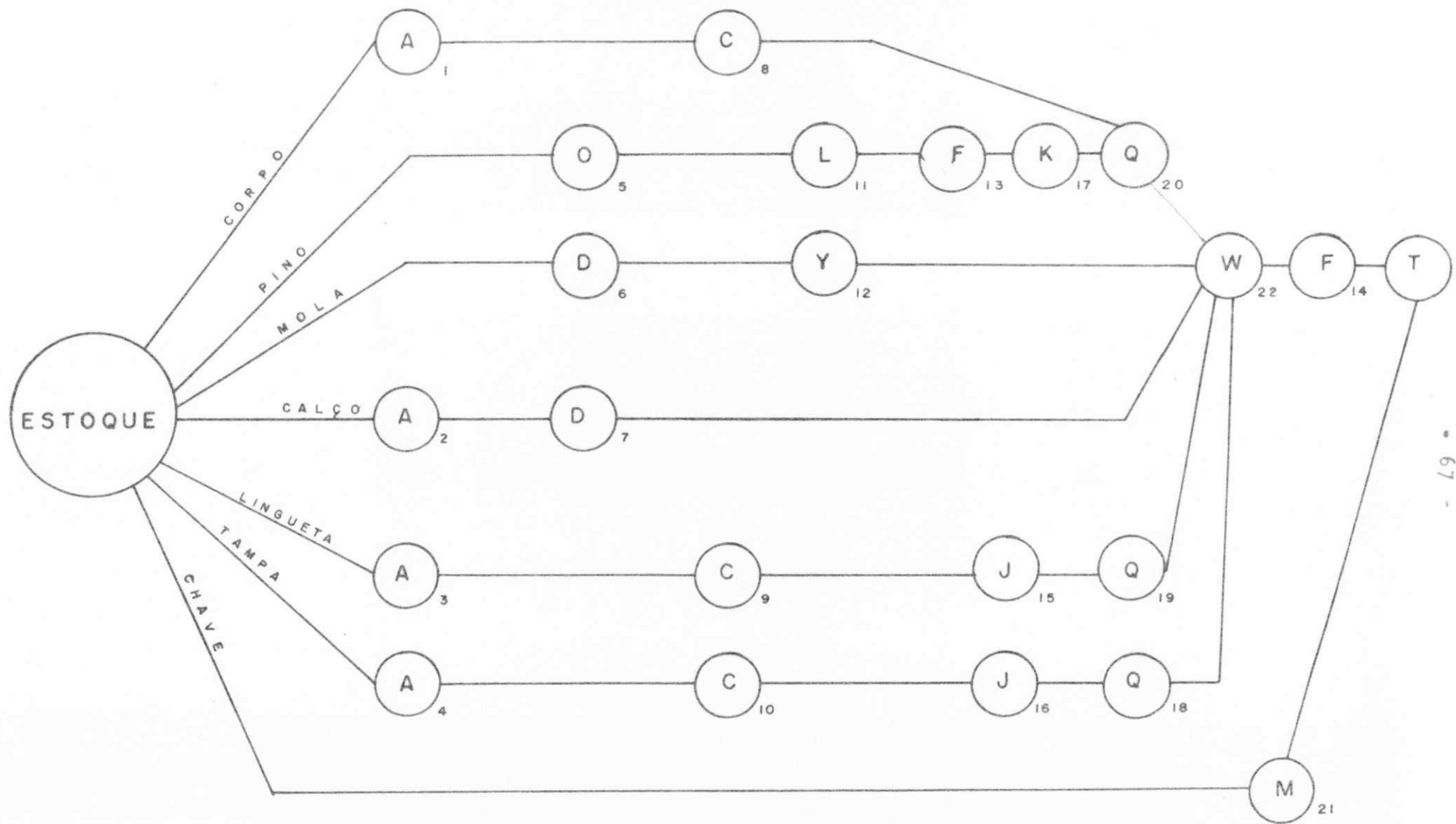




PRODUTOS 44 e 45



PRODUTO 46



PRODUTO 47

A N E X O        B

TABELAS    DE    TEMPOS    E    OPERAÇÕES

CONVENÇÃO

Coluna a: Unidades produzidas por hora.

Coluna b: Tempo em horas necessário para se produzir mil unidades.

Coluna c: Tempo total requerido do recurso para se produzir mil unidades.



P R O D U T O 1

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO    | COMPONENTE         | RECURSO | I      |       |      |
|----------|-------------|--------------------|---------|--------|-------|------|
|          |             |                    |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar      | Chassis            | A       | 48.000 | 0,02  |      |
| 02       | Cortar      | 1º braçad. Int.    | A       | 71.000 | 0,014 |      |
| 03       | Cortar      | Lingueta           | A       | 60.000 | 0,016 |      |
| 04       | Cortar      | 2º braçad. Int.    | A       | 71.000 | 0,014 |      |
| 05       | Cortar      | Braçad. Ext.       | A       | 60.000 | 0,016 | 0,08 |
| 06       | Estampar    | Lingueta           | B       | 2.170  | 0,46  | 0,46 |
| 07       | Estampar    | Chassis            | C       | 2.700  | 0,37  | 0,37 |
| 08       | Estampar    | Mola               | D       | 2.170  | 0,46  |      |
| 09       | Estampar    | 1º braçad. Int.    | D       | 2.220  | 0,45  |      |
| 10       | Dobrar      | Lingueta           | D       | 830    | 1,20  |      |
| 11       | Estampar    | 2º braçad. Int.    | D       | 2.220  | 0,45  |      |
| 12       | Estampar    | Braçadeira Ext.    | D       | 2.850  | 0,35  | 2,91 |
| 13       | Polir       | Chassis            | J       | 27.000 | 0,037 |      |
| 14       | Polir       | Lingueta           | J       | 30.000 | 0,033 | 0,07 |
| 15       | Soldar mola | Chassis x mola     | I       | 630    | 1,58  | 1,58 |
| 16       | Pintar      | Chassis            | P       | 3.300  | 0,30  | 0,30 |
| 17       | Montagem    | Chassis x 1º braç. | X       | 1.200  | 0,83  |      |
| 18       | Montagem    | Chassis x lingueta | X       | 1.100  | 0,90  |      |
| 19       | Montagem    | Chassis x 2º braç. | X       | 1.000  | 1,00  | 2,73 |
| 20       | Pinar       | Chassis x 1º braç. | F       | 1.400  | 0,71  |      |
| 21       | Pinar       | Chassis x 2º braç. | F       | 1.320  | 0,76  | 1,47 |
| 22       | Embalar     | Completo           | T       | 1.430  | 0,70  | 0,70 |

P R O D U T O 2

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO    | COMPONENTE         | RECURSO | 2      |       |      |
|----------|-------------|--------------------|---------|--------|-------|------|
|          |             |                    |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar      | Chassis            | A       | 33.000 | 0,03  |      |
| 02       | Cortar      | 1º braçad. Int.    | A       | 71.00  | 0,014 |      |
| 03       | Cortar      | Lingueta           | A       | 60.000 | 0,016 |      |
| 04       | Cortar      | 2º braçad. Int.    | A       | 71.000 | 0,014 |      |
| 05       | Cortar      | Braçad. Ext.       | A       | 60.000 | 0,016 | 0,09 |
| 06       | Estampar    | Lingueta           | B       | 2.000  | 0,50  | 0,50 |
| 07       | Estampar    | Chassis            | C       | 2.500  | 0,40  | 0,40 |
| 08       | Estampar    | Mola               | D       | 2.170  | 0,46  |      |
| 09       | Estampar    | 1º braçad. Int.    | D       | 2.220  | 0,45  |      |
| 10       | Dobrar      | Lingueta           | D       | 800    | 1,25  |      |
| 11       | Estampar    | 2º braçad. Int.    | D       | 2.220  | 0,45  |      |
| 12       | Estampar    | Braçadeira Ext.    | D       | 2.850  | 0,35  | 2,96 |
| 13       | Polir       | Chassis            | J       | 25.000 | 0,04  |      |
| 14       | Polir       | Lingueta           | J       | 25.000 | 0,04  | 0,08 |
| 15       | Soldar mola | Chassis x mola     | I       | 620    | 1,60  | 1,60 |
| 16       | Pintar      | Chassis            | P       | 2.500  | 0,40  | 0,40 |
| 17       | Montagem    | Chassis x 1º braç. | X       | 1.100  | 0,90  |      |
| 18       | MONTAGEM    | Chassis x lingueta | X       | 1.000  | 1,00  |      |
| 19       | Montagem    | Chassis x 2º braç. | X       | 770    | 1,30  | 3,20 |
| 20       | Pinar       | Chassis x 1º braç. | F       | 1.320  | 0,76  |      |
| 21       | Pinar       | Chassis x 2º braç. | F       | 1.200  | 0,83  | 1,59 |
| 22       | Embalar     | Completo           | T       | 1.390  | 0,72  | 0,72 |

P R O D U T O 3

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO    | COMPONENTE         | RECURSO | 3      |       |      |
|----------|-------------|--------------------|---------|--------|-------|------|
|          |             |                    |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar      | Chassis            | A       | 25.000 | 0,04  |      |
| 02       | Cortar      | 1º braçad. Int.    | A       | 71.000 | 0,014 |      |
| 03       | Cortar      | Lingueta           | A       | 60.000 | 0,016 |      |
| 04       | Cortar      | 2º braçad. Int.    | A       | 71.000 | 0,014 |      |
| 05       | Cortar      | Braçad. Ext.       | A       | 60.000 | 0,016 | 0,10 |
| 06       | Estampar    | Lingueta           | B       | 1.850  | 0,55  | 0,55 |
| 07       | Estampar    | Chassis            | C       | 2.270  | 0,44  | 0,44 |
| 08       | Estampar    | Mola               | D       | 2.170  | 0,46  |      |
| 09       | Estampar    | 1º Braçad. Int.    | D       | 2.220  | 0,45  |      |
| 10       | Dobrar      | Lingueta           | D       | 770    | 1,30  |      |
| 11       | Estampar    | 2º braçad. Int.    | D       | 2.220  | 0,45  |      |
| 12       | Estampar    | Braçadeira Ext.    | D       | 2.850  | 0,35  | 3,01 |
| 13       | Polir       | Chassis            | J       | 20.000 | 0,05  |      |
| 14       | Polir       | Lingueta           | J       | 20.000 | 0,05  | 0,10 |
| 15       | Soldar mola | Chassis x mola     | I       | 610    | 1,64  | 1,64 |
| 16       | Pintar      | Chassis            | P       | 2.000  | 0,50  | 0,50 |
| 17       | Montagem    | Chassis x 1º braç. | X       | 1.000  | 1,00  |      |
| 18       | Montagem    | Chassis x lingueta | X       | 910    | 1,10  |      |
| 19       | Montagem    | Chassis x 2º braç. | X       | 560    | 1,80  | 3,90 |
| 20       | Pinar       | Chassis x 1º braç. | F       | 1.200  | 0,83  |      |
| 21       | Pinar       | Chassis x 2º braç. | F       | 1.100  | 0,90  | 1,73 |
| 22       | Embalar     | Completo           | T       | 1.350  | 0,74  | 0,74 |

P R O D U T O 4

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO    | COMPONENTE         | RECURSO | 4      |       |      |
|----------|-------------|--------------------|---------|--------|-------|------|
|          |             |                    |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar      | Chassis            | A       | 33.000 | 0,03  |      |
| 02       | Cortar      | 1º braçad. Int.    | A       | 60.000 | 0,016 |      |
| 03       | Cortar      | Lingueta           | A       | 55.000 | 0,018 |      |
| 04       | Cortar      | 2º braçad. Int.    | A       | 60.000 | 0,016 |      |
| 05       | Cortar      | Braçad. Ext.       | A       | 48.000 | 0,02  | 0,10 |
| 06       | Estampar    | Lingueta           | B       | 2.000  | 0,50  | 0,50 |
| 07       | Estampar    | Chassis            | C       | 2.500  | 0,40  | 0,40 |
| 08       | Estampar    | Mola               | D       | 2.130  | 0,47  |      |
| 09       | Estampar    | 1º braçad. Int.    | D       | 1.810  | 0,55  |      |
| 10       | Dobrar      | Lingueta           | D       | 830    | 1,20  |      |
| 11       | Estampar    | 2º braçad. Int.    | D       | 1.810  | 0,55  |      |
| 12       | Estampar    | Braçadeira Ext.    | D       | 2.770  | 0,36  | 3,13 |
| 13       | Polir       | Chassis            | J       | 20.000 | 0,05  |      |
| 14       | Polir       | Lingueta           | J       | 20.000 | 0,05  | 0,10 |
| 15       | Soldar mola | Chassis x mola     | I       | 630    | 1,58  | 1,58 |
| 16       | Pintar      | Chassis            | P       | 2.000  | 0,50  | 0,50 |
| 17       | Montagem    | Chassis x 1º braç. | X       | 830    | 1,20  |      |
| 18       | Montagem    | Chassis x lingueta | X       | 1.470  | 0,68  |      |
| 19       | Montagem    | Chassis x 2º braç. | X       | 770    | 1,30  | 3,18 |
| 20       | Pinar       | Chassis x 1º braç. | F       | 1.400  | 0,71  |      |
| 21       | Pinar       | Chassis x 2º braç. | F       | 1.320  | 0,76  | 1,47 |
| 22       | Embalar     | Completo           | T       | 1.370  | 0,73  | 0,73 |



P R O D U T O 5

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO    | COMPONENTE         | RECURSO | 5      |       |      |
|----------|-------------|--------------------|---------|--------|-------|------|
|          |             |                    |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar      | Chassis            | A       | 25.000 | 0,04  |      |
| 02       | Cortar      | 1º braçad. Int.    | A       | 60.000 | 0,016 |      |
| 03       | Cortar      | Lingueta           | A       | 55.000 | 0,018 |      |
| 04       | Cortar      | 2º braçad. Int.    | A       | 60.000 | 0,016 |      |
| 05       | Cortar      | Braçad. Ext.       | A       | 48.000 | 0,02  | 0,11 |
| 06       | Estampar    | Lingueta           | B       | 1.850  | 0,55  | 0,55 |
| 07       | Estampar    | Chassis            | C       | 2.270  | 0,44  | 0,44 |
| 08       | Estampar    | Mola               | D       | 2.130  | 0,47  |      |
| 09       | Estampar    | 1º braçad. Int.    | D       | 1.810  | 0,55  |      |
| 10       | Dobrar      | Lingueta           | D       | 800    | 1,25  |      |
| 11       | Estampar    | 2º braçad. Int.    | D       | 1.810  | 0,55  |      |
| 12       | Estampar    | Braçadeira Ext.    | D       | 2.770  | 0,36  | 3,18 |
| 13       | Polir       | Chassis            | J       | 15.000 | 0,066 |      |
| 14       | Polir       | Lingueta           | J       | 15.600 | 0,064 | 0,13 |
| 15       | Soldar mola | Chassis x mola     | I       | 620    | 1,60  | 1,60 |
| 16       | Pintar      | Chassis            | P       | 1.500  | 0,66  | 0,66 |
| 17       | Montagem    | Chassis x 1º braç. | X       | 800    | 1,25  |      |
| 18       | Montagem    | Chassis x lingueta | X       | 1.470  | 0,68  |      |
| 19       | Montagem    | Chassis x 2º braç. | X       | 735    | 1,36  | 3,29 |
| 20       | Pinar       | Chassis x 1º braç. | F       | 1.320  | 0,76  |      |
| 21       | Pinar       | Chassis x 2º braç. | F       | 1.200  | 0,83  | 1,59 |
| 22       | Embalar     | Completo           | T       | 1.330  | 0,75  | 0,75 |

P R O D U T O 6

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO    | COMPONENTE         | RECURSO | 6      |       |      |
|----------|-------------|--------------------|---------|--------|-------|------|
|          |             |                    |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar      | Chassis            | A       | 20.000 | 0,05  |      |
| 02       | Cortar      | 1º braçad. Int.    | A       | 60.000 | 0,016 |      |
| 03       | Cortar      | Lingueta           | A       | 55.000 | 0,018 |      |
| 04       | Cortar      | 2º braçad. Int.    | A       | 60.000 | 0,016 |      |
| 05       | Cortar      | Braçad. Ext.       | A       | 48.000 | 0,02  | 0,12 |
| 06       | Estampar    | Lingueta           | B       | 1.660  | 0,60  | 0,60 |
| 07       | Estampar    | Chassis            | C       | 2.170  | 0,46  | 0,46 |
| 08       | Estampar    | Mola               | D       | 2.130  | 0,47  |      |
| 09       | Estampar    | 1º braçad. Int.    | D       | 1.810  | 0,55  |      |
| 10       | Dobrar      | Lingueta           | D       | 770    | 1,30  |      |
| 11       | Estampar    | 2º braçad. Int.    | D       | 1.810  | 0,55  |      |
| 12       | Estampar    | Braçadeira Ext.    | D       | 2.770  | 0,36  | 3,23 |
| 13       | Polir       | Chassis            | J       | 12.500 | 0,08  |      |
| 14       | Polir       | Lingueta           | J       | 12.500 | 0,08  | 0,16 |
| 15       | Soldar mola | Chassis x mola     | I       | 610    | 1,64  | 1,64 |
| 16       | Pintar      | Chassis            | P       | 1.280  | 0,78  | 0,78 |
| 17       | Montagem    | Chassis x 1º braç. | X       | 770    | 1,30  |      |
| 18       | Montagem    | Chassis x lingueta | X       | 1.470  | 0,68  |      |
| 19       | Montagem    | Chassis x 2º braç. | X       | 560    | 1,80  | 3,78 |
| 20       | Pinar       | Chassis x 1º braç. | F       | 1.200  | 0,83  |      |
| 21       | Pinar       | Chassis x 2º braç. | F       | 1.100  | 0,90  | 1,73 |
| 22       | Embalar     | Completo           | T       | 1.250  | 0,80  | 0,80 |

PRODUTO 7

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO        | COMPONENTE         | RECURSO | 7      |       |      |
|----------|-----------------|--------------------|---------|--------|-------|------|
|          |                 |                    |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar          | Chassis            | A       | 62.000 | 0,016 |      |
| 02       | Cortar          | Lingueta           | A       | 71.000 | 0,014 | 0,03 |
| 03       | Estampar        | Chassis            | C       | 2.700  | 0,37  |      |
| 04       | Estampar-dobrar | Lingueta           | C       | 2.000  | 0,50  | 0,87 |
| 05       | Dobrar          | Chassis            | D       | 285    | 3,50  | 3,50 |
| 06       | Desengordurar   | Chassis            | K       | 2.500  | 0,40  |      |
| 07       | Desengordurar   | Lingueta           | K       | 4.000  | 0,25  | 0,65 |
| 08       | Zincar          | Chassis            | Q       | 1.250  | 0,80  |      |
| 09       | Zincar          | Lingueta           | Q       | 2.000  | 0,50  | 1,30 |
| 10       | Montar          | Chassis x lingueta | X       | 400    | 2,50  | 2,50 |
| 11       | Embalar         | Completo           | T       | 1.750  | 0,57  | 0,57 |

P R O D U T O 8

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO    | COMPONENTE         | RECURSO | 8      |       |      |
|----------|-------------|--------------------|---------|--------|-------|------|
|          |             |                    |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar      | Chassis            | A       | 25.000 | 0,04  |      |
| 02       | Cortar      | 1º braçad. Int.    | A       | 48.000 | 0,02  |      |
| 03       | Cortar      | 2º braçad. Ext.    | A       | 48.000 | 0,02  |      |
| 04       | Cortar      | Braçad. Ext.       | A       | 33.000 | 0,03  | 0,11 |
| 05       | Estampar    | Lingueta           | B       | 1.260  | 0,79  | 0,79 |
| 06       | Estampar    | Chassis            | C       | 2.270  | 0,44  | 0,44 |
| 07       | Estampar    | Mola               | D       | 2.000  | 0,50  |      |
| 08       | Estampar    | 1º braçad. Int.    | D       | 1.660  | 0,60  |      |
| 09       | Dobrar      | Lingueta           | D       | 800    | 1,25  |      |
| 10       | Estampar    | 2º braçd. Int.     | D       | 1.660  | 0,60  |      |
| 11       | Estampar    | Braçad. Externa    | D       | 2.000  | 0,50  | 3,45 |
| 12       | Polir       | Chassis            | J       | 15.000 | 0,066 |      |
| 13       | Polir       | Lingueta           | J       | 15.600 | 0,064 | 0,13 |
| 14       | Soldar mola | Chassis x mola     | I       | 620    | 1,60  | 1,60 |
| 15       | Pintar      | Chassis            | P       | 1.560  | 0,64  | 0,64 |
| 16       | Montagem    | Chassis x 1º braç. | X       | 830    | 1,20  |      |
| 17       | Montagem    | Chassis x lingueta | X       | 1.420  | 0,70  |      |
| 18       | Montagem    | Chassis x 2º braç. | X       | 560    | 1,80  | 3,70 |
| 19       | Pinar       | Chassis x 1º braç. | F       | 1.400  | 0,71  |      |
| 20       | Pinar       | Chassis x 2º braç. | F       | 1.320  | 0,76  | 1,47 |
| 21       | Embalar     | Completo           | T       | 1.350  | 0,74  | 0,74 |



PRODUTO 9

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO    | COMPONENTE         | RECURSO | 9      |      |      |
|----------|-------------|--------------------|---------|--------|------|------|
|          |             |                    |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar      | Chassis            | A       | 20.000 | 0,05 |      |
| 02       | Cortar      | 1º braçad. Int.    | A       | 48.000 | 0,02 |      |
| 03       | Cortar      | 2º braçad. Ext.    | A       | 48.000 | 0,02 |      |
| 04       | Cortar      | Braçad. Ext.       | A       | 33.000 | 0,03 | 0,12 |
| 05       | Estampar    | Lingueta           | B       | 1.200  | 0,83 | 0,83 |
| 06       | Estampar    | Chassis            | C       | 2.170  | 0,46 | 0,46 |
| 07       | Estampar    | Mola               | D       | 2.000  | 0,50 |      |
| 08       | Estampar    | 1º braçad. Int.    | D       | 1.660  | 0,60 |      |
| 09       | Dobrar      | Lingueta           | D       | 770    | 1,30 |      |
| 10       | Estampar    | 2º braçad. Int.    | D       | 1.660  | 0,60 |      |
| 11       | Estampar    | Braçad. Ext.       | D       | 2.000  | 0,50 | 3,50 |
| 12       | Polir       | Chassis            | J       | 12.500 | 0,08 |      |
| 13       | Polir       | Lingueta           | J       | 12.500 | 0,08 | 0,16 |
| 14       | Soldar mola | Chassis x mola     | I       | 610    | 1,64 | 1,64 |
| 15       | Pintar      | Chassis            | P       | 1.280  | 0,78 | 0,78 |
| 16       | Montagem    | Chassis x 1º braç. | X       | 800    | 1,25 |      |
| 17       | Montagem    | Chassis x lingueta | X       | 1.420  | 0,70 |      |
| 18       | Montagem    | Chassis x 2º braç. | X       | 553    | 1,81 | 3,76 |
| 19       | Pinar       | Chassis x 1º braç. | F       | 1.320  | 0,76 |      |
| 20       | Pinar       | Chassis x 2º braç. | F       | 1.200  | 0,83 | 1,59 |
| 21       | Embalar     | Completo           | T       | 1.300  | 0,77 | 0,77 |

P R O D U T O 10

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO    | COMPONENTE         | RECURSO | 10     |      |      |
|----------|-------------|--------------------|---------|--------|------|------|
|          |             |                    |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar      | Chassis            | A       | 17.000 | 0,06 |      |
| 02       | Cortar      | 1º braçad. Int.    | A       | 48.000 | 0,02 |      |
| 03       | Cortar      | 2º braçad. Ext.    | A       | 48.000 | 0,02 |      |
| 04       | Cortar      | Braçad. Ext.       | A       | 33.000 | 0,03 | 0,13 |
| 05       | Estampar    | Lingueta           | B       | 1.140  | 0,87 | 0,87 |
| 06       | Estampar    | Chassis            | C       | 2.000  | 0,50 | 0,50 |
| 07       | Estampar    | Mola               | D       | 2.000  | 0,50 |      |
| 08       | Estampar    | 1º braçad. Int.    | D       | 1.660  | 0,60 |      |
| 09       | Dobrar      | Lingueta           | D       | 758    | 1,32 |      |
| 10       | Estampar    | 2º braçad. Int.    | D       | 1.660  | 0,60 |      |
| 11       | Estampar    | Braçad. Externa    | D       | 2.000  | 0,50 | 3,52 |
| 12       | Polir       | Chassis            | J       | 10.000 | 0,10 |      |
| 13       | Polir       | Lingueta           | J       | 10.000 | 0,10 | 0,20 |
| 14       | Soldar mola | Chassis x mola     | I       | 590    | 1,70 | 1,70 |
| 15       | Pintar      | Chassis            | P       | 1.100  | 0,90 | 0,90 |
| 16       | Montagem    | Chassis x 1º braç. | X       | 770    | 1,30 |      |
| 17       | Montagem    | Chassis x lingueta | X       | 1.420  | 0,70 |      |
| 18       | Montagem    | Chassis x 2º braç. | X       | 500    | 2,00 | 4,00 |
| 19       | Pinar       | Chassis x 1º braç. | F       | 1.200  | 0,83 |      |
| 20       | Pinar       | Chassis x 2º braç. | F       | 1.100  | 0,90 | 1,73 |
| 21       | Embalar     | Completo           | T       | 1.230  | 0,81 | 0,81 |

P R O D U T O 11

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE         | RECURSO | 11     |      |      |
|----------|---------------|--------------------|---------|--------|------|------|
|          |               |                    |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Chassis            | A       | 50.000 | 0,02 |      |
| 02       | Cortar        | Braçadeira         | A       | 50.000 | 0,02 | 0,04 |
| 03       | Estampar      | Chassis            | C       | 2.000  | 0,50 | 0,50 |
| 04       | Cortar        | Lingueta           | D       | 1.640  | 0,60 |      |
| 05       | Estampar      | Braçadeira         | D       | 1.470  | 0,68 | 1,28 |
| 06       | Furar         | Lingueta           | G       | 300    | 3,33 |      |
| 07       | Escariar      | Lingueta           | G       | 1.250  | 0,80 | 4,13 |
| 08       | Fazer pino    | Pino               | H       | 6.600  | 0,15 | 0,15 |
| 09       | Estirar       | Lingueta           | O       | 14.200 | 0,07 | 0,07 |
| 10       | Apertar       | Chassis            | F       | 1.000  | 1,00 |      |
| 11       | Pinar         | Pino x lingueta    | P       | 950    | 1,05 | 2,05 |
| 12       | Desengordurar | Chassis            | K       | 3.440  | 0,29 |      |
| 13       | Desengordurar | Lingueta           | K       | 33.000 | 0,03 | 0,32 |
| 14       | Zincar        | Chassis            | Q       | 1.720  | 0,58 |      |
| 15       | Zincar        | Lingueta           | Q       | 16.600 | 0,06 | 0,64 |
| 16       | Montar        | Lingueta x pino    | X       | 787    | 1,27 |      |
| 17       | Montar        | Lingueta x chassis | X       | 671    | 1,49 | 2,76 |
| 18       | Embalar       | Completo           | T       | 5.000  | 0,20 | 0,20 |

P R O D U T O 12

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO           | COMPONENTE         | RECURSO | 12     |      |      |
|----------|--------------------|--------------------|---------|--------|------|------|
|          |                    |                    |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar             | Chassis            | A       | 33.000 | 0,03 |      |
| 02       | Cortar             | Braçadeira         | A       | 50.000 | 0,02 | 0,05 |
| 03       | Estampar           | Chassis            | C       | 1.850  | 0,54 | 0,54 |
| 04       | Cortar             | Lingueta           | D       | 1.420  | 0,70 |      |
| 05       | Estampar           | Braçadeira         | D       | 1.350  | 0,74 | 1,44 |
| 06       | Furar              | Lingueta           | G       | 230    | 4,34 |      |
| 07       | Escariar           | Lingueta           | G       | 1.200  | 0,83 | 5,17 |
| 08       | Fazer pino         | Pino               | H       | 6.220  | 0,16 | 0,16 |
| 09       | Estirar            | Lingueta           | O       | 11.000 | 0,09 | 0,09 |
| 10       | Apertar            | Chassis            | F       | 1.000  | 1,00 |      |
| 11       | Pinar              | Pino x lingueta    | F       | 1.000  | 1,00 | 2,00 |
| 12       | Desengordu-<br>rar | Chassis            | K       | 2.380  | 0,42 |      |
| 13       | Desengordu-<br>rar | Lingueta           | K       | 10.000 | 0,10 | 0,52 |
| 14       | Zincar             | Chassis            | Q       | 1.190  | 0,84 |      |
| 15       | Zincar             | Lingueta           | Q       | 5.000  | 0,20 | 1,04 |
| 16       | Montar             | Lingueta x pino    | X       | 666    | 1,50 |      |
| 17       | Montar             | Lingueta x chassis | X       | 641    | 1,56 | 3,06 |
| 18       | Embalar            | Completo           | T       | 4.550  | 0,22 | 0,22 |



P R O D U T O 13

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE         | RECURSO | 13     |      |      |
|----------|---------------|--------------------|---------|--------|------|------|
|          |               |                    |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Chassis            | A       | 25.000 | 0,04 |      |
| 02       | Cortar        | Braçadeira         | A       | 33.000 | 0,03 | 0,07 |
| 03       | Estampar      | Chassis            | C       | 1.470  | 0,68 | 0,68 |
| 04       | Cortar        | Lingueta           | D       | 1.250  | 0,80 |      |
| 05       | Estampar      | Braçadeira         | D       | 1.250  | 0,80 | 1,60 |
| 06       | Furar         | Lingueta           | G       | 225    | 4,44 |      |
| 07       | Escariar      | Lingueta           | G       | 1.140  | 0,87 | 5,31 |
| 08       | Fazer pino    | Pino               | H       | 6.220  | 0,16 | 0,16 |
| 09       | Estirar       | Lingueta           | O       | 9.000  | 0,11 | 0,11 |
| 10       | Apertar       | Chassis            | F       | 1.000  | 1,00 |      |
| 11       | Pinar         | Pino x lingueta    | F       | 1.100  | 0,90 | 1,90 |
| 12       | Desengordurar | Chassis            | K       | 1.333  | 0,75 |      |
| 13       | Desengordurar | Lingueta           | K       | 9.100  | 0,11 | 0,86 |
| 14       | Zincar        | Chassis            | Q       | 666    | 1,50 |      |
| 15       | Zincar        | Lingueta           | Q       | 4.550  | 0,22 | 1,72 |
| 16       | Montar        | Lingueta x pino    | X       | 568    | 1,76 |      |
| 17       | Montar        | Lingueta x chassis | X       | 588    | 1,70 | 3,46 |
| 18       | Embalar       | Completo           | T       | 3.850  | 0,26 | 0,26 |

P R O D U T O 14

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO           | COMPONENTE     | RECURSO | 14     |      |      |
|----------|--------------------|----------------|---------|--------|------|------|
|          |                    |                |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar             | Abas           | A       | 6.900  | 0,14 | 0,14 |
| 02       | Estampar           | Abas           | B       | 980    | 1,02 | 1,02 |
| 03       | Polir              | Aba da porta   | J       | 10.000 | 0,10 |      |
| 04       | Polir              | Aba de chumbar | J       | 4.100  | 0,24 | 0,34 |
| 05       | Pequena do-<br>bra | Aba da porta   | F       | 1.630  | 0,61 |      |
| 06       | Pequena do-<br>bra | Aba de chumbar | F       | 1.690  | 0,59 |      |
| 07       | Pinar              | Completo       | F       | 900    | 1,11 | 2,31 |
| 08       | Dobrar             | Aba da porta   | D       | 430    | 2,32 |      |
| 09       | Dobrar             | Aba de chumbar | D       | 395    | 2,53 |      |
| 10       | Abrir              | Aba de chumbar | D       | 684    | 1,46 | 6,31 |
| 11       | Fazer pino         | Pino           | H       | 6.200  | 0,16 | 0,16 |
| 12       | Montar             | Completo       | X       | 420    | 2,38 | 2,38 |
| 13       | Embalar            | Completo       | T       | 730    | 1,37 | 1,37 |

P R O D U T O 15

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO           | COMPONENTE     | RECURSO | 15    |      |      |
|----------|--------------------|----------------|---------|-------|------|------|
|          |                    |                |         | a     | b    | c    |
| 01       | Cortar             | Abas           | A       | 6.000 | 0,16 | 0,16 |
| 02       | Estampar           | Abas           | B       | 819   | 1,22 | 1,22 |
| 03       | Polir              | Aba da porta   | J       | 6.920 | 0,14 |      |
| 04       | Polir              | Aba de chumbar | J       | 4.100 | 0,24 | 0,38 |
| 05       | Pequena do-<br>bra | Aba da porta   | F       | 1.580 | 0,63 |      |
| 06       | Pequena do-<br>bra | Aba de chumbar | F       | 1.690 | 0,59 |      |
| 07       | Pinar              | Completo       | F       | 804   | 1,24 | 2,46 |
| 08       | Dobrar             | Aba da porta   | D       | 406   | 2,46 |      |
| 09       | Dobrar             | Aba de chumbar | D       | 395   | 2,53 |      |
| 10       | Abrir              | Aba de chumbar | D       | 684   | 1,46 | 6,45 |
| 11       | Fazer pino         | Pino           | H       | 6.200 | 0,16 | 0,16 |
| 12       | Montar             | Completo       | X       | 373   | 2,68 | 2,68 |
| 13       | Embalar            | Completo       | T       | 715   | 1,40 | 1,40 |

PRODUTO 16

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO           | COMPONENTE | RECURSO | 16     |      |      |
|----------|--------------------|------------|---------|--------|------|------|
|          |                    |            |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar             | Aba        | A       | 13.600 | 0,07 |      |
| 02       | Cortar             | TE         | A       | 22.500 | 0,04 | 0,11 |
| 03       | Estampar           | TE         | B       | 1.740  | 0,57 |      |
| 04       | Estampar           | Aba        | B       | 1.640  | 0,60 | 1,17 |
| 05       | Fazer pino         | Pino       | H       | 6.220  | 0,16 | 0,16 |
| 06       | Pequena do-<br>bra | Aba        | F       | 1.650  | 0,60 |      |
| 07       | Pequena do-<br>bra | TE         | F       | 1.720  | 0,58 | 1,18 |
| 08       | Dobrar             | Aba        | D       | 605    | 1,65 | 1,65 |
| 09       | Dobrar             | TE         | E       | 1.260  | 0,79 | 0,79 |
| 10       | Escariar           | Aba        | G       | 890    | 1,12 |      |
| 11       | Escariar           | TE         | G       | 990    | 1,01 | 2,13 |
| 12       | Polir              | TE         | J       | 15.000 | 0,06 |      |
| 13       | Polir              | Aba        | J       | 9.000  | 0,11 | 0,17 |
| 14       | Montar             | Completo   | X       | 632    | 1,58 | 1,58 |
| 15       | Embalar            | Completo   | T       | 900    | 1,11 | 1,11 |



P R O D U T O 17

| OP<br>Nº | OPERAÇÃO      | COMPONENTE | RECURSO | 17     |      |      |
|----------|---------------|------------|---------|--------|------|------|
|          |               |            |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Aba        | A       | 11.900 | 0,08 |      |
| 02       | Cortar        | TE         | A       | 22.500 | 0,04 | 0,12 |
| 03       | Estampar      | TE         | B       | 1.740  | 0,57 |      |
| 04       | Estampar      | Aba        | B       | 1.300  | 0,77 | 1,34 |
| 05       | Fazer pino    | Pino       | H       | 6.220  | 0,16 | 0,16 |
| 06       | Pequena dobra | Aba        | F       | 1.380  | 0,72 |      |
| 07       | Pequena dobra | TE         | F       | 1.720  | 0,58 | 1,30 |
| 08       | Dobrar        | Aba        | D       | 550    | 1,81 | 1,81 |
| 09       | Dobrar        | TE         | E       | 1.260  | 0,79 | 0,79 |
| 10       | Escariar      | Aba        | G       | 832    | 1,20 |      |
| 11       | Escariar      | TE         | G       | 990    | 1,01 | 2,21 |
| 12       | Polir         | TE         | J       | 15.000 | 0,06 |      |
| 13       | Polir         | Aba        | J       | 8.030  | 0,12 | 0,18 |
| 14       | Montar        | Completo   | X       | 581    | 1,72 | 1,72 |
| 15       | Embalar       | Completo   | T       | 840    | 1,19 | 1,19 |

PRODUTO 18

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE | RECURSO | 18     |       |      |
|----------|---------------|------------|---------|--------|-------|------|
|          |               |            |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar        | Aba        | A       | 20.000 | 0,05  |      |
| 02       | Cortar        | TE         | A       | 25.000 | 0,04  | 0,09 |
| 03       | Estampar      | TE         | B       | 1.280  | 0,78  |      |
| 04       | Estampar      | Aba        | B       | 2.320  | 0,43  | 1,21 |
| 05       | Fazer pino    | Pino       | H       | 6.600  | 0,15  | 0,15 |
| 06       | Pequena dobra | TE         | F       | 1.400  | 0,71  |      |
| 07       | Dobrar        | TE         | F       | 1.560  | 0,64  | 1,35 |
| 08       | Dobrar        | Aba        | E       | 694    | 1,44  | 1,44 |
| 09       | Escariar      | Aba        | G       | 1.073  | 0,93  |      |
| 10       | Escariar      | TE         | G       | 1.098  | 0,91  | 1,84 |
| 11       | Polir         | TE         | J       | 26.000 | 0,038 |      |
| 12       | Polir         | Aba        | J       | 19.100 | 0,052 | 0,09 |
| 13       | Montar        | Completo   | X       | 525    | 1,90  | 1,90 |
| 14       | Embalar       | Completo   | T       | 2.440  | 0,41  | 0,41 |

P R O D U T O 19

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE | RECURSO | 19     |       |      |
|----------|---------------|------------|---------|--------|-------|------|
|          |               |            |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar        | Aba        | A       | 16.600 | 0,06  |      |
| 02       | Cortar        | TE         | A       | 25.000 | 0,04  | 0,10 |
| 03       | Estampar      | TE         | B       | 1.280  | 0,78  |      |
| 04       | Estampar      | Aba        | B       | 2.210  | 0,45  | 1,23 |
| 05       | Fazer pino    | Pino       | H       | 6.600  | 0,15  | 0,15 |
| 06       | Pequena dobra | TE         | F       | 1.400  | 0,71  |      |
| 07       | Dobrar        | TE         | F       | 1,560  | 0,64  | 1,35 |
| 08       | Dobrar        | Aba        | E       | 641    | 1,56  | 1,56 |
| 09       | Escariar      | Aba        | G       | 1.048  | 0,95  |      |
| 10       | Escariar      | TE         | G       | 1.098  | 0,91  | 1,86 |
| 11       | Polir         | TE         | J       | 26.000 | 0,038 |      |
| 12       | Polir         | Aba        | J       | 13.800 | 0,072 | 0,11 |
| 13       | Montar        | Completo   | X       | 510    | 1,96  | 1,96 |
| 14       | Embalar       | Completo   | T       | 2.381  | 0,42  | 0,42 |

P R O D U T O 20

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE | RECURSO | 20     |       |      |
|----------|---------------|------------|---------|--------|-------|------|
|          |               |            |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar        | Aba        | A       | 14.000 | 0,07  |      |
| 02       | Cortar        | TE         | A       | 25.000 | 0,04  | 0,11 |
| 03       | Estampar      | TE         | B       | 1.280  | 0,78  |      |
| 04       | Estampar      | Abã        | B       | 2.120  | 0,47  | 1,25 |
| 05       | Fazer pino    | Pino       | H       | 6.600  | 0,15  | 0,15 |
| 06       | Pequena dobra | TE         | F       | 1.400  | 0,71  |      |
| 07       | Dobrar        | TE         | F       | 1.560  | 0,64  | 1,35 |
| 08       | Dobrar        | Aba        | F       | 620    | 1,61  | 1,61 |
| 09       | Escariar      | Aba        | G       | 1.030  | 0,97  |      |
| 10       | Escariar      | TE         | G       | 1.098  | 0,91  | 1,88 |
| 11       | Polir         | TE         | J       | 26.000 | 0,038 |      |
| 12       | Polir         | Aba        | J       | 12.100 | 0,082 | 0,12 |
| 13       | Montar        | Completo   | X       | 497    | 2,01  | 2,01 |
| 14       | Embalar       | Completo   | T       | 2.222  | 0,45  | 0,45 |

P R O D U T O 21

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE | RECURSO | 21     |       |      |
|----------|---------------|------------|---------|--------|-------|------|
|          |               |            |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar        | Aba        | A       | 12.500 | 0,08  |      |
| 02       | Cortar        | TE         | A       | 25.000 | 0,04  | 0,12 |
| 03       | Estampar      | TE         | B       | 1.280  | 0,78  |      |
| 04       | Estampar      | Aba        | B       | 2.000  | 0,50  | 1,28 |
| 05       | Fazer pino    | Pino       | H       | 6.600  | 0,15  | 0,15 |
| 06       | Pequena dobra | TE         | F       | 1.400  | 0,71  |      |
| 07       | Dobrar        | TE         | F       | 1.560  | 0,64  | 1,35 |
| 08       | Dobrar        | Aba        | E       | 598    | 1,67  | 1,67 |
| 09       | Escariar      | Aba        | G       | 990    | 1,01  |      |
| 10       | Escariar      | TE         | G       | 1.098  | 0,91  | 1,92 |
| 11       | Polir         | TE         | J       | 26.000 | 0,038 |      |
| 12       | Polir         | Aba        | J       | 10.800 | 0,092 | 0,13 |
| 13       | Montar        | Completo   | X       | 478    | 2,09  | 2,09 |
| 14       | Embalar       | Completo   | T       | 3.125  | 0,32  | 0,32 |



P R O D U T O 22

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE | RECURSO | 22     |       |      |
|----------|---------------|------------|---------|--------|-------|------|
|          |               |            |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar        | Aba        | A       | 22.400 | 0,04  |      |
| 02       | Cortar        | TE         | A       | 29.000 | 0,03  | 0,07 |
| 03       | Estampar      | TE         | B       | 1.440  | 0,69  | 0,69 |
| 04       | Estampar      | Aba        | C       | 2.560  | 0,39  | 0,39 |
| 05       | Fazer pino    | Pino       | H       | 6.700  | 0,14  | 0,14 |
| 06       | Pequena dobra | TE         | F       | 1.470  | 0,68  |      |
| 07       | Dobrar        | TE         | F       | 1.610  | 0,62  | 1,30 |
| 08       | Dobrar        | Aba        | E       | 939    | 1,06  | 1,06 |
| 09       | Escariar      | Aba        | G       | 1.160  | 0,86  |      |
| 10       | Escariar      | TE         | G       | 1.160  | 0,86  | 1,72 |
| 11       | Polir         | TE         | J       | 27.000 | 0,037 |      |
| 12       | Polir         | Aba        | J       | 22.800 | 0,043 | 0,08 |
| 13       | Montar        | Completo   | X       | 577    | 1,73  | 1,73 |
| 14       | Embalar       | Completo   | T       | 2.940  | 0,34  | 0,34 |

P R O D U T O 23

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE | RECURSO | 23     |       |      |
|----------|---------------|------------|---------|--------|-------|------|
|          |               |            |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar        | Aba        | A       | 20.000 | 0,05  |      |
| 02       | Cortar        | TE         | A       | 29.000 | 0,03  | 0,08 |
| 03       | Estampar      | TE         | B       | 1.440  | 0,69  | 0,69 |
| 04       | Estampar      | Aba        | C       | 2.430  | 0,41  | 0,41 |
| 05       | Fazer pino    | Pino       | H       | 6.700  | 0,14  | 0,14 |
| 06       | Pequena dobra | TE         | F       | 1.470  | 0,68  |      |
| 07       | Dobrar        | TE         | F       | 1.610  | 0,62  | 1,30 |
| 08       | Dobrar        | Aba        | E       | 922    | 1,08  | 1,08 |
| 09       | Escariar      | Aba        | G       | 1.120  | 0,89  |      |
| 10       | Escariar      | TE         | G       | 1.160  | 0,86  | 1,75 |
| 11       | Polir         | TE         | J       | 27.000 | 0,037 |      |
| 12       | Polir         | Aba        | J       | 15.800 | 0,063 | 0,10 |
| 13       | Montar        | Completo   | X       | 537    | 1,86  | 1,86 |
| 14       | Embalar       | Completo   | T       | 2.860  | 0,35  | 0,35 |

P R O D U T O 24

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE | RECURSO | 24     |       |      |
|----------|---------------|------------|---------|--------|-------|------|
|          |               |            |         | a      | b     | c    |
| 01       | Cortar        | Aba        | A       | 16.600 | 0,06  |      |
| 02       | Cortar        | TE         | A       | 29.000 | 0,03  | 0,09 |
| 03       | Estampar      | TE         | B       | 1.440  | 0,69  | 0,69 |
| 04       | Estampar      | Aba        | C       | 2.380  | 0,42  | 0,42 |
| 05       | Fazer pino    | Pino       | H       | 6.700  | 0,14  | 0,14 |
| 06       | Pequena dobra | TE         | F       | 1.470  | 0,68  |      |
| 07       | Dobrar        | TE         | F       | 1.610  | 0,62  | 1,30 |
| 08       | Dobrar        | Aba        | E       | 908    | 1,10  | 1,10 |
| 09       | Escariar      | Aba        | G       | 1.110  | 0,90  |      |
| 10       | Escariar      | TE         | G       | 1.160  | 0,86  | 1,76 |
| 11       | Polir         | TE         | J       | 27.000 | 0,037 |      |
| 12       | Polir         | Aba        | J       | 13.600 | 0,073 | 0,11 |
| 13       | Montar        | Completo   | X       | 528    | 1,89  | 1,89 |
| 14       | Embalar       | Completo   | T       | 2.630  | 0,38  | 0,38 |

P R O D U T O 25

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE   | RECURSO | 25      |      |      |
|----------|---------------|--------------|---------|---------|------|------|
|          |               |              |         | a       | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Abas         | A       | 16.600  | 0,06 | 0,06 |
| 02       | Estampar      | Abas         | B       | 1.280   | 0,78 | 0,78 |
| 03       | Estirar       | Pino longo   | O       | 8.300   | 0,12 | 0,12 |
| 04       | Estampar      | Pino longo   | D       | 1.070   | 0,93 | 0,93 |
| 05       | Dobrar        | Aba 3 pernas | F       | 1.020   | 0,98 |      |
| 06       | Pequena dobra | Aba 2 pernas | F       | 1.280   | 0,78 |      |
| 07       | Dobrar        | Aba 2 pernas | F       | 1.230   | 0,81 |      |
| 08       | Ajustar       | Completo     | F       | 940     | 1,06 | 3,63 |
| 09       | Escariar      | Aba 3 pernas | G       | 990     | 1,01 |      |
| 10       | Escariar      | Aba 2 pernas | G       | 1.000   | 1,00 | 2,01 |
| 11       | Polir         | Aba 2 pernas | J       | 20.000  | 0,05 |      |
| 12       | Polir         | Aba 3 pernas | J       | 20.000  | 0,05 |      |
| 13       | Polir         | Pino longo   | J       | 100.000 | 0,01 | 0,11 |
| 14       | Injetar       | Pino longo   | M       | 1.880   | 0,53 |      |
| 15       | Injetar       | Pino curto   | M       | 1.880   | 0,53 | 1,06 |
| 16       | Zincar        | Aba 2 pernas | Q       | 657     | 1,52 |      |
| 17       | Zincar        | Aba 3 pernas | Q       | 657     | 1,52 |      |
| 18       | Zincar        | Pino longo   | Q       | 1.000   | 1,00 |      |
| 19       | Zincar        | Pino curto   | Q       | 10.000  | 0,10 | 4,14 |
| 20       | Montar        | Completo     | X       | 702     | 1,42 | 1,42 |
| 21       | Embalagem     | Completo     | T       | 1.880   | 0,53 | 0,53 |

P R O D U T O 26

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE   | RECURSO | 26     |      |      |
|----------|---------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |               |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Abas         | A       | 33.000 | 0,03 | 0,03 |
| 02       | Estampar      | Abas         | B       | 1.420  | 0,70 | 0,70 |
| 03       | Dobrar        | Aba 3 pernas | E       | 1.280  | 0,78 |      |
| 04       | Dobrar        | Aba 2 pernas | E       | 804    | 1,24 | 2,02 |
| 05       | Pequena dobra | Aba 2 pernas | F       | 1.380  | 0,72 |      |
| 06       | Ajustar       | Completo     | F       | 1.037  | 0,96 | 1,68 |
| 07       | Escariar      | Aba 3 pernas | G       | 1.070  | 0,93 |      |
| 08       | Escariar      | Aba 2 pernas | G       | 1.110  | 0,90 | 1,83 |
| 09       | Fazer pino    | Pino         | H       | 6.600  | 0,15 | 0,15 |
| 10       | Montar        | Completo     | X       | 552    | 1,81 | 1,81 |
| 11       | Polir         | Completo     | J       | 30.000 | 0,03 | 0,03 |
| 12       | Zincar        | Completo     | Q       | 1.000  | 1,00 | 1,00 |
| 13       | Embalar       | Completo     | T       | 2.500  | 0,40 | 0,40 |



P R O D U T O 27

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO   | COMPONENTE   | RECURSO | 27     |      |      |
|----------|------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |            |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar     | Abas         | A       | 25.000 | 0,04 | 0,04 |
| 02       | Estampar   | Abas         | B       | 1.380  | 0,72 | 0,72 |
| 03       | Dobrar     | Aba 3 pernas | E       | 1.230  | 0,81 |      |
| 04       | Dobrar     | Aba 2 pernas | E       | 779    | 1,28 | 2,09 |
| 05       | Ajustar    | Completo     | F       | 1.026  | 0,97 | 0,97 |
| 06       | Escariar   | Aba 3 pernas | G       | 1.000  | 1,00 |      |
| 07       | Escariar   | Aba 2 pernas | G       | 1.026  | 0,97 | 1,97 |
| 08       | Fazer pino | Pino         | H       | 6.600  | 0,15 | 0,15 |
| 09       | Montar     | Completo     | X       | 645    | 1,55 | 1,55 |
| 10       | Polir      | Completo     | J       | 22.500 | 0,04 | 0,04 |
| 11       | Zincar     | Completo     | Q       | 750    | 1,33 | 1,33 |
| 12       | Embalar    | Completo     | T       | 2.325  | 0,43 | 0,43 |

P R O D U T O 28

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO   | COMPONENTE   | RECURSO | 28     |      |      |
|----------|------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |            |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar     | Abas         | A       | 20.000 | 0,05 | 0,05 |
| 02       | Estampar   | Abas         | B       | 1.330  | 0,75 | 0,75 |
| 03       | Dobrar     | Aba 3 pernas | E       | 1.030  | 0,97 |      |
| 04       | Dobrar     | Aba 2 pernas | E       | 724    | 1,38 | 2,35 |
| 05       | Ajustar    | Completo     | F       | 840    | 1,19 | 1,19 |
| 06       | Escariar   | Aba 3 pernas | G       | 978    | 1,02 |      |
| 07       | Escariar   | Aba 2 pernas | G       | 990    | 1,01 | 2,03 |
| 08       | Fazer pino | Pino         | H       | 6.220  | 0,16 | 0,16 |
| 09       | Montar     | Completo     | X       | 684    | 1,46 | 1,46 |
| 10       | Polir      | Completo     | J       | 18.200 | 0,05 | 0,05 |
| 11       | Zincar     | Completo     | Q       | 605    | 1,65 | 1,65 |
| 12       | Embalar    | Completo     | T       | 2.272  | 0,44 | 0,44 |

P R O D U T O 29

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE   | RECURSO | 29     |      |      |
|----------|---------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |               |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Abas         | A       | 16.000 | 0,06 | 0,06 |
| 02       | Estampar      | Abas         | B       | 1.600  | 0,86 | 0,86 |
| 03       | Dobrar        | Aba 3 pernas | E       | 1.010  | 0,99 |      |
| 04       | Dobrar        | Aba 2 pernas | E       | 680    | 1,47 | 2,46 |
| 05       | Pequena dobra | Aba 2 pernas | F       | 1.310  | 0,76 |      |
| 06       | Ajustar       | Completo     | F       | 817    | 1,22 | 1,98 |
| 07       | Escariar      | Aba 3 pernas | G       | 684    | 1,46 |      |
| 08       | Escariar      | Aba 2 pernas | G       | 724    | 1,38 | 2,84 |
| 09       | Fazer pino    | Pino         | H       | 5.880  | 0,17 | 0,17 |
| 10       | Montar        | Completo     | X       | 733    | 1,36 | 1,36 |
| 11       | Polir         | Completo     | J       | 9.000  | 0,11 | 0,11 |
| 12       | Zincar        | Completo     | Q       | 300    | 3,33 | 3,33 |
| 13       | Embalagem     | Completo     | T       | 2.173  | 0,46 | 0,46 |

P R O D U T O 30

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE   | RECURSO | 30     |      |      |
|----------|---------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |               |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Abas         | A       | 12.000 | 0,08 | 0,08 |
| 02       | Estampar      | Abas         | B       | 925    | 1,08 | 1,08 |
| 03       | Dobrar        | Aba 3 pernas | E       | 713    | 1,40 |      |
| 04       | Dobrar        | Aba 2 pernas | E       | 613    | 1,63 | 3,03 |
| 05       | Pequena dobra | Aba 2 pernas | F       | 1.260  | 0,79 |      |
| 06       | Ajustar       | Completo     | F       | 810    | 1,23 | 2,02 |
| 07       | Escariar      | Aba 3 pernas | G       | 552    | 1,81 |      |
| 08       | Escariar      | Aba 2 pernas | G       | 625    | 1,60 | 3,41 |
| 09       | Fazer pino    | Pino         | H       | 5.880  | 0,17 | 0,17 |
| 10       | Montar        | Completo     | X       | 840    | 1,19 | 1,19 |
| 11       | Polir         | Completo     | J       | 5.770  | 0,17 | 0,17 |
| 12       | Zincar        | Completo     | Q       | 200    | 5,00 | 5,00 |
| 13       | Embalagem     | Completo     | T       | 1.960  | 0,51 | 0,51 |

P R O D U T O 31

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE   | RECURSO | 31     |      |      |
|----------|---------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |               |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Abas         | A       | 33.000 | 0,03 | 0,03 |
| 02       | Estampar      | Abas         | B       | 1.460  | 0,68 | 0,68 |
| 03       | Dobrar        | Aba 3 pernas | F       | 1.630  | 0,61 |      |
| 04       | Pequena dobra | Aba 2 pernas | F       | 1.720  | 0,58 |      |
| 05       | Dobrar        | Aba 2 pernas | F       | 602    | 1,66 |      |
| 06       | Ajustar       | Completo     | F       | 1.110  | 0,90 | 3,75 |
| 07       | Escariar      | Aba 3 pernas | G       | 1.250  | 0,80 |      |
| 08       | Escariar      | Aba 2 pernas | G       | 1.280  | 0,78 | 1,58 |
| 09       | Fazer pino    | Pino         | H       | 6.600  | 0,15 | 0,15 |
| 10       | Montar        | Completo     | X       | 570    | 1,75 | 1,75 |
| 11       | Embalar       | Completo     | T       | 2.777  | 0,36 | 0,36 |



P R O D U T O 32

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO   | COMPONENTE   | RECURSO | 32     |      |      |
|----------|------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |            |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar     | Abas         | A       | 25.000 | 0,04 | 0,04 |
| 02       | Estampar   | Abas         | B       | 1.400  | 0,71 | 0,71 |
| 03       | Dobrar     | Aba 3 pernas | F       | 1.490  | 0,67 |      |
| 04       | Dobrar     | Aba 2 pernas | F       | 588    | 1,70 |      |
| 05       | Ajustar    | Completo     | F       | 1.086  | 0,92 | 3,29 |
| 06       | Escariar   | Aba 3 pernas | G       | 1.060  | 0,94 |      |
| 07       | Escariar   | Aba 2 pernas | G       | 1.130  | 0,88 | 1,82 |
| 08       | Fazer pino | Pino         | H       | 6.600  | 0,15 | 0,15 |
| 09       | Montar     | Completo     | X       | 662    | 1,51 | 1,51 |
| 10       | Embalar    | Completo     | T       | 2.702  | 0,37 | 0,37 |

P R O D U T O 33

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO   | COMPONENTE   | RECURSO | 33     |      |      |
|----------|------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |            |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar     | Abas         | A       | 20.000 | 0,05 | 0,05 |
| 02       | Estampar   | Abas         | B       | 1.350  | 0,74 | 0,74 |
| 03       | Dobrar     | Aba 3 pernas | F       | 1.310  | 0,76 |      |
| 04       | Dobrar     | Aba 2 pernas | F       | 571    | 1,75 |      |
| 05       | Ajustar    | Completo     | F       | 1.050  | 0,95 | 3,46 |
| 06       | Escariar   | Aba 3 pernas | G       | 1.017  | 0,98 |      |
| 07       | Escariar   | Aba 2 pernas | G       | 1.038  | 0,96 | 1,94 |
| 08       | Fazer pino | Pino         | H       | 6.220  | 0,16 | 0,16 |
| 09       | Montar     | Completo     | X       | 693    | 1,44 | 1,44 |
| 10       | Embalar    | Completo     | T       | 2.564  | 0,39 | 0,39 |

P R O D U T O 34

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE   | RECURSO | 34     |      |      |
|----------|---------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |               |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Abas         | A       | 16.000 | 0,06 | 0,06 |
| 02       | Estampar      | Abas         | B       | 1.230  | 0,81 | 0,81 |
| 03       | Dobrar        | Aba 3 pernas | F       | 1.200  | 0,83 |      |
| 04       | Pequena Dobra | Aba 2 pernas | F       | 1.530  | 0,65 |      |
| 05       | Dobrar        | Aba 2 pernas | F       | 540    | 1,85 |      |
| 06       | Ajustar       | Completo     | F       | 1.020  | 0,98 | 4,31 |
| 07       | Escariar      | Aba 3 pernas | G       | 969    | 1,03 |      |
| 08       | Escariar      | Aba 2 pernas | G       | 1.000  | 1,00 | 2,03 |
| 09       | Fazer pino    | Pino         | H       | 5.880  | 0,17 | 0,17 |
| 10       | Montar        | Completo     | X       | 739    | 1,35 | 1,35 |
| 11       | Embalar       | Completo     | T       | 2.500  | 0,40 | 0,40 |

P R O D U T O 35

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE   | RECURSO | 35     |      |      |
|----------|---------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |               |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Abas         | A       | 12.000 | 0,08 | 0,08 |
| 02       | Estampar      | Abas         | B       | 1.010  | 0,99 | 0,99 |
| 03       | Dobrar        | Aba 3 pernas | F       | 1.040  | 0,96 |      |
| 04       | Pequena dobra | Aba 2 pernas | F       | 1.470  | 0,68 |      |
| 05       | Dobrar        | Aba 2 pernas | F       | 515    | 1,94 |      |
| 06       | Ajustar       | Completo     | F       | 860    | 1,16 | 4,74 |
| 07       | Escariar      | Aba 3 pernas | G       | 876    | 1,14 |      |
| 08       | Escariar      | Aba 2 pernas | G       | 897    | 1,11 | 2,25 |
| 09       | Fazer pino    | Pino         | H       | 5.880  | 0,17 | 0,17 |
| 10       | Montar        | Completo     | X       | 906    | 1,10 | 1,10 |
| 11       | Embalar       | Completo     | T       | 2.083  | 0,48 | 0,48 |

P R O D U T O 36

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO   | COMPONENTE   | RECURSO | 36     |      |      |
|----------|------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |            |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar     | Abas         | A       | 48.600 | 0,02 | 0,02 |
| 02       | Fazer pino | Pino         | H       | 6.700  | 0,14 | 0,14 |
| 03       | Estampar   | Abas         | C       | 2.380  | 0,42 | 0,42 |
| 04       | Dobrar     | Aba 2 pernas | F       | 1.440  | 0,69 |      |
| 05       | Ajustar    | Completo     | F       | 1.130  | 0,88 | 1,57 |
| 06       | Escariar   | Aba 1 perna  | G       | 1.200  | 0,83 |      |
| 07       | Escariar   | Aba 2 pernas | G       | 1.190  | 0,84 | 1,67 |
| 08       | Montar     | Completo     | X       | 564    | 1,77 | 1,77 |
| 09       | Embalagem  | Completo     | T       | 8.330  | 0,12 | 0,12 |



PRODUTO 37

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO   | COMPONENTE   | RECURSO | 37     |      |      |
|----------|------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |            |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar     | Abas         | A       | 33.300 | 0,03 | 0,03 |
| 02       | Fazer pino | Pino         | H       | 6.600  | 0,15 | 0,15 |
| 03       | Estampar   | Abas         | C       | 2.270  | 0,44 | 0,44 |
| 04       | Dobrar     | Aba 2 pernas | F       | 1.330  | 0,75 |      |
| 05       | Ajustar    | Completo     | F       | 1.070  | 0,93 | 1,68 |
| 06       | Escariar   | Aba 1 perna  | G       | 1.040  | 0,96 |      |
| 07       | Escariar   | Aba 2 pernas | G       | 1.010  | 0,99 | 1,95 |
| 08       | Montar     | Completo     | X       | 534    | 1,87 | 1,87 |
| 09       | Embalagem  | Completo     | T       | 7.140  | 0,14 | 0,14 |

P R O D U T O 38

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO   | COMPONENTE   | RECURSO | 38     |      |      |
|----------|------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |            |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar     | Abas         | A       | 23.700 | 0,04 | 0,04 |
| 02       | Fazer pino | Pino         | H       | 6.250  | 0,16 | 0,16 |
| 03       | Estampar   | Abas         | C       | 2.210  | 0,45 | 0,45 |
| 04       | Dobrar     | Aba 2 pernas | F       | 1.100  | 0,90 |      |
| 05       | Ajustar    | Completo     | F       | 1.050  | 0,95 | 1,85 |
| 06       | Escariar   | Aba 1 perna  | G       | 1.000  | 1,00 |      |
| 07       | Escariar   | Aba 2 pernas | G       | 986    | 1,01 | 2,01 |
| 08       | Montar     | Completo     | X       | 504    | 1,98 | 1,98 |
| 09       | Embalagem  | Completo     | T       | 5.260  | 0,19 | 0,19 |

P R O D U T O 39

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE   | RECURSO | 39     |      |      |
|----------|---------------|--------------|---------|--------|------|------|
|          |               |              |         | a      | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Abas         | A       | 10.000 | 0,10 | 0,10 |
| 02       | Moldar        | Abas         | B       | 1.010  | 0,99 | 0,99 |
| 03       | Folgar        | Aba 1 perna  | D       | 1.027  | 0,97 | 0,97 |
| 04       | Pequena dobra | Aba 1 perna  | F       | 2.120  | 0,47 |      |
| 05       | Ajustar       | Completo     | F       | 1.110  | 0,90 | 1,37 |
| 06       | Dobrar        | Aba 1 perna  | E       | 1.420  | 0,70 |      |
| 07       | Dobrar        | Aba 2 pernas | E       | 1.160  | 0,86 | 1,56 |
| 08       | Escariar      | Aba 1 perna  | G       | 1.130  | 0,88 |      |
| 09       | Escariar      | Aba 2 pernas | G       | 1.250  | 0,80 | 1,68 |
| 10       | Fazer pino    | Pino         | H       | 6.700  | 0,14 | 0,14 |
| 11       | Montar        | Completo     | X       | 624    | 1,60 | 1,60 |
| 12       | Embalagem     | Completo     | T       | 1.510  | 0,66 | 0,66 |

P R O D U T O 40

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE   | RECURSO | 40    |      |      |
|----------|---------------|--------------|---------|-------|------|------|
|          |               |              |         | a     | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Abas         | A       | 7.690 | 0,13 | 0,13 |
| 02       | Moldar        | Abas         | B       | 825   | 1,21 | 1,21 |
| 03       | Folgar        | Aba 1 perna  | D       | 825   | 1,21 | 1,21 |
| 04       | Pequena dobra | Aba 1 perna  | F       | 1.560 | 0,64 |      |
| 05       | Ajustar       | Completo     | F       | 1.070 | 0,93 | 1,57 |
| 06       | Dobrar        | Aba 1 perna  | E       | 1.280 | 0,78 |      |
| 07       | Dobrar        | Aba 2 pernas | E       | 1.070 | 0,93 | 1,71 |
| 08       | Escariar      | Aba 1 perna  | G       | 978   | 1,02 |      |
| 09       | Escariar      | Aba 2 pernas | G       | 1.120 | 0,89 | 1,91 |
| 10       | Fazer pino    | Pino         | H       | 6.600 | 0,15 | 0,15 |
| 11       | Montar        | Completo     | X       | 454   | 2,20 | 2,20 |
| 12       | Embalagem     | Completo     | T       | 1.450 | 0,69 | 0,69 |

P R O D U T O 41

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE   | RECURSO | 41    |      |      |
|----------|---------------|--------------|---------|-------|------|------|
|          |               |              |         | a     | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Abas         | A       | 5.800 | 0,17 | 0,17 |
| 02       | Moldar        | Abas         | B       | 791   | 1,26 | 1,26 |
| 03       | Folgar        | Aba 1 perna  | D       | 717   | 1,39 | 1,39 |
| 04       | Pequena dobra | Aba 1 perna  | F       | 1.310 | 0,76 |      |
| 05       | Ajustar       | Completo     | F       | 1,030 | 0,97 | 1,73 |
| 06       | Dobrar        | Aba 1 perna  | E       | 1.160 | 0,86 |      |
| 07       | Dobrar        | Aba 2 pernas | E       | 882   | 1,13 | 1,99 |
| 08       | Escariar      | Aba 1 perna  | G       | 875   | 1,14 |      |
| 09       | Escariar      | Aba 2 pernas | G       | 990   | 1,01 | 2,15 |
| 10       | Fazer pino    | Pino         | H       | 6.220 | 0,16 | 0,16 |
| 11       | Montar        | Completo     | X       | 444   | 2,25 | 2,25 |
| 12       | Embalagem     | Completo     | T       | 1.410 | 0,71 | 0,71 |



## P R O D U T O 42

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE | RECURSO | 42      |       |      |
|----------|---------------|------------|---------|---------|-------|------|
|          |               |            |         | a       | b     | c    |
| 01       | Fazer pino    | Pino       | H       | 6.700   | 0,14  | 0,14 |
| 02       | Cortar        | Abas       | A       | 40.000  | 0,025 |      |
| 03       | Cortar        | Braçadeira | A       | 66.000  | 0,015 | 0,04 |
| 04       | Estirar arame | Aro        | O       | 12.000  | 0,08  | 0,08 |
| 05       | Estampar      | Abas       | C       | 850     | 1,17  |      |
| 06       | Estampar      | Braçadeira | C       | 3.220   | 0,31  | 1,48 |
| 07       | Pequena dobra | Aba maior  | F       | 1.720   | 0,58  |      |
| 08       | Pequena dobra | Aba menor  | F       | 2.000   | 0,50  |      |
| 09       | Pinar         | Abas       | F       | 552     | 1,81  | 2,89 |
| 10       | Escariar      | Braçadeira | G       | 967     | 1,03  |      |
| 11       | Escariar      | Aba menor  | G       | 1.230   | 0,81  | 1,84 |
| 12       | Estampar      | Aro        | D       | 3.280   | 0,30  | 0,30 |
| 13       | Dobrar        | Aba maior  | E       | 730     | 1,37  |      |
| 14       | Dobrar        | Aba menor  | E       | 1.400   | 0,71  |      |
| 15       | Pinar         | Braçadeira | E       | 816     | 1,22  | 3,30 |
| 16       | Montar        | Braçadeira | X       | 456     | 2,19  |      |
| 17       | Montar        | Abas       | X       | 546     | 1,83  | 4,02 |
| 18       | Desengordurar | Pino       | K       | 100.000 | 0,01  |      |
| 19       | Desengordurar | Aba maior  | K       | 3.300   | 0,30  |      |
| 20       | Desengordurar | Aba menor  | K       | 10.000  | 0,10  |      |
| 21       | Desengordurar | Braçadeira | K       | 33.000  | 0,03  | 0,44 |
| 22       | Zincar        | Pino       | Q       | 50.000  | 0,02  |      |
| 23       | Zincar        | Aba maior  | Q       | 1.660   | 0,60  |      |
| 24       | Zincar        | Aba menor  | Q       | 5.000   | 0,20  |      |
| 25       | Zincar        | Braçadeira | Q       | 16.500  | 0,06  | 0,88 |
| 26       | Embalar       | Completo   | T       | 1.724   | 0,58  | 0,58 |

## P R O D U T O 43

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE | RECURSO | 43      |      |      |
|----------|---------------|------------|---------|---------|------|------|
|          |               |            |         | a       | b    | c    |
| 01       | Fazer pino    | Pino       | H       | 6.600   | 0,15 | 0,15 |
| 02       | Cortar        | Abas       | A       | 11.000  | 0,09 |      |
| 03       | Cortar        | Braçadeira | A       | 25.000  | 0,04 |      |
| 04       | Cortar        | Chapinha   | A       | 100.000 | 0,01 | 0,14 |
| 05       | Estirar arame | Aro        | O       | 8.640   | 0,11 | 0,11 |
| 06       | Estampar      | Abas       | C       | 830     | 1,20 |      |
| 07       | Estampar      | Braçadeira | C       | 2.270   | 0,44 | 1,64 |
| 08       | Pequena dobra | Aba maior  | F       | 1.580   | 0,63 |      |
| 09       | Pequena dobra | Aba menor  | F       | 1.840   | 0,54 |      |
| 10       | Pinar         | Abas       | F       | 530     | 1,86 | 3,03 |
| 11       | Escariar      | Braçadeira | G       | 917     | 1,09 |      |
| 12       | Escariar      | Aba menor  | G       | 1.190   | 0,84 | 1,93 |
| 13       | Estampar      | Chapinha   | D       | 5.100   | 1,96 |      |
| 14       | Estampar      | Aro        | D       | 3.120   | 0,32 | 2,28 |
| 15       | Dobrar        | Aba maior  | E       | 640     | 1,56 |      |
| 16       | Dobrar        | Aba menor  | E       | 1.310   | 0,76 |      |
| 17       | Pinar         | Braçadeira | E       | 833     | 1,20 | 3,52 |
| 18       | Montar        | Braçadeira | X       | 570     | 1,75 |      |
| 19       | Montar        | Abas       | X       | 617     | 1,62 | 3,37 |
| 20       | Embalar       | Completo   | T       | 2.083   | 0,48 | 0,48 |

## P R O D U T O 44

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE       | RECURSO | 44      |      |      |
|----------|---------------|------------------|---------|---------|------|------|
|          |               |                  |         | a       | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Vista            | A       | 50.000  | 0,02 |      |
| 02       | Cortar        | Tampa            | A       | 25.000  | 0,04 |      |
| 03       | Cortar        | Canudo           | A       | 100.000 | 0,01 |      |
| 04       | Cortar        | Corpo            | A       | 9.090   | 0,11 |      |
| 05       | Cortar        | Porta lingueta   | A       | 16.600  | 0,06 |      |
| 06       | Cortar        | Lingueta         | A       | 32.550  | 0,03 |      |
| 07       | Cortar        | Calço            | A       | 100.000 | 0,01 |      |
| 08       | Cortar        | Pino de mola     | A       | 100.000 | 0,01 | 0,29 |
| 09       | Estirar arame | Pino da tampa    | O       | 33.000  | 0,03 | 0,03 |
| 10       | Estampar      | Mola             | D       | 2.270   | 0,44 |      |
| 11       | Dobrar        | Porta lingueta   | D       | 653     | 1,53 |      |
| 12       | Dobrar        | Lingueta         | D       | 1.190   | 0,84 |      |
| 13       | Dobrar        | Corpo            | D       | 793     | 1,26 |      |
| 14       | Colocar Pinos | Corpo x pinos    | D       | 411     | 2,43 | 6,50 |
| 15       | Estampar      | Lingueta         | C       | 2.300   | 0,43 |      |
| 16       | Estampar      | Porta lingueta   | C       | 1.460   | 0,68 |      |
| 17       | Estampar      | Vista            | C       | 5.150   | 1,94 |      |
| 18       | Estampar      | Tampa            | C       | 1.510   | 0,66 |      |
| 19       | Estampar      | Canudo           | C       | 2.220   | 0,45 |      |
| 20       | Estampar      | Corpo            | C       | 1.380   | 0,72 | 4,88 |
| 21       | Estampar      | Calço            | B       | 1.490   | 0,67 | 0,67 |
| 22       | Tornear pino  | Pino da tampa    | L       | 361     | 2,77 | 2,77 |
| 23       | Estampar      | Pino da mola     | F       | 11.040  | 0,09 |      |
| 24       | Apertar       | Canudo           | F       | 1.610   | 0,62 |      |
| 25       | Colocar       | Canudo x tampa   | F       | 476     | 2,10 |      |
| 26       | Pinar         | Completo         | F       | 917     | 1,09 | 3,90 |
| 27       | 1º dobramento | Mola             | E       | 598     | 1,67 |      |
| 28       | Colocar       | Lingueta x calço | E       | 454     | 2,20 | 3,87 |
| 29       | Polir         | Calço            | J       | 100.000 | 0,01 | 0,01 |
| 30       | 2º dobramento | Mola             | Z       | 580     | 1,72 | 1,72 |
| 31       | Soldar        | Lingueta x calço | I       | 958     | 1,04 | 1,04 |
| 32       | Desengordurar | Vista            | K       | 25.000  | 0,04 |      |
| 33       | Desengordurar | Tampa            | K       | 9.090   | 0,11 |      |
| 34       | Desengordurar | Corpo            | K       | 540     | 1,85 |      |
| 35       | Desengordurar | Porta lingueta   | K       | 2.120   | 0,47 | 2,47 |
| 36       | Pintar        | Vista            | P       | 8.052   | 0,12 |      |
| 37       | Pintar        | Tampa            | P       | 2.939   | 0,34 |      |
| 38       | Pintar        | Corpo            | P       | 2.000   | 0,50 |      |
| 39       | Pintar        | Porta lingueta   | P       | 7.000   | 0,14 | 1,10 |
| 40       | Injetar       | Chave            | M       | 1.280   | 0,78 | 0,78 |
| 41       | Zincar        | Chave            | Q       | 4.500   | 0,22 | 0,22 |
| 42       | Montar        | Lingueta x corpo | V       | 740     | 1,35 |      |
| 43       | Montar        | Mola x corpo     | V       | 331     | 3,02 |      |
| 44       | Montar        | Corpo x tampa    | V       | 273     | 3,66 | 8,03 |
| 45       | Embalagem     | Completo         | T       | 704     | 1,42 | 1,42 |

## P R O D U T O 45

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE       | RECURSO | 45      |      |      |
|----------|---------------|------------------|---------|---------|------|------|
|          |               |                  |         | a       | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Vista            | A       | 50.000  | 0,02 |      |
| 02       | Cortar        | Tampa            | A       | 25.000  | 0,04 |      |
| 03       | Cortar        | Canudo           | A       | 100.000 | 0,01 |      |
| 04       | Cortar        | Corpo            | A       | 9.090   | 0,11 |      |
| 05       | Cortar        | Porta lingueta   | A       | 16.600  | 0,06 |      |
| 06       | Cortar        | Lingueta         | A       | 32.550  | 0,03 |      |
| 07       | Cortar        | Calço            | A       | 100.000 | 0,01 |      |
| 08       | Cortar        | Pino de mola     | A       | 100.000 | 0,01 | 0,29 |
| 09       | Estirar arame | Pino da Tampa    | O       | 33.000  | 0,03 | 0,03 |
| 10       | Estampar      | Mola             | D       | 2.270   | 0,44 |      |
| 11       | Dobrar        | Porta lingueta   | D       | 653     | 1,53 |      |
| 12       | Dobrar        | Lingueta         | D       | 1.190   | 0,84 |      |
| 13       | Dobrar        | Corpo            | D       | 793     | 1,26 |      |
| 14       | Colocar pinos | Corpo x pinos    | D       | 411     | 2,43 | 6,50 |
| 15       | Estampar      | Lingueta         | C       | 2.300   | 0,43 |      |
| 16       | Estampar      | Porta lingueta   | C       | 1.460   | 0,68 |      |
| 17       | Estampar      | Vista            | C       | 5.150   | 1,94 |      |
| 18       | Estampar      | Tampa            | C       | 1.510   | 0,66 |      |
| 19       | Estampar      | Canudo           | C       | 2.220   | 0,45 |      |
| 20       | Estampar      | Corpo            | C       | 1.380   | 0,72 | 4,88 |
| 21       | Estampar      | Calço            | B       | 1.490   | 0,67 | 0,67 |
| 22       | Tornear pino  | Pino da tampa    | L       | 361     | 2,77 | 2,77 |
| 23       | Estampar      | Pino da mola     | F       | 11.040  | 0,09 |      |
| 24       | Apertar       | Canudo           | F       | 1.610   | 0,62 |      |
| 25       | Colocar       | Canudos x tampa  | F       | 476     | 2,10 |      |
| 26       | Pinar         | Completo         | F       | 917     | 1,09 | 3,90 |
| 27       | 1º dobramento | Mola             | E       | 598     | 1,67 |      |
| 28       | Colocar       | Lingueta x calço | E       | 454     | 2,20 | 3,87 |
| 29       | Polir         | Calço            | J       | 100.000 | 0,01 | 0,01 |
| 30       | 2º dobramento | Mola             | Z       | 580     | 1,72 | 1,72 |
| 31       | Soldar        | Lingueta x calço | I       | 958     | 1,04 | 1,04 |
| 32       | Desengordurar | Vista            | K       | 25.000  | 0,04 |      |
| 33       | Desengordurar | Tampa            | K       | 9.090   | 0,11 |      |
| 34       | Desengordurar | Corpo            | K       | 540     | 1,85 |      |
| 35       | Desengordurar | Porta lingueta   | K       | 2.120   | 0,47 | 2,47 |
| 36       | Pintar        | Vista            | P       | 8.052   | 0,12 |      |
| 37       | Pintar        | Tampa            | P       | 2.939   | 0,34 |      |
| 38       | Pintar        | Corpo            | P       | 2.000   | 0,50 |      |
| 39       | Pintar        | Porta lingueta   | P       | 7.000   | 0,14 | 1,10 |
| 40       | Injetar       | Chave            | M       | 640     | 1,56 | 1,56 |
| 41       | Zincar        | Chave            | Q       | 2.250   | 0,44 | 0,44 |
| 42       | Montar        | Lingueta x corpo | V       | 740     | 1,35 |      |
| 43       | Montar        | Mola x corpo     | V       | 331     | 3,02 |      |
| 44       | Montar        | Corpo x tampa    | V       | 273     | 3,66 | 8,03 |
| 45       | Embalagem     | Completo         | T       | 694     | 1,44 | 1,44 |

## P R O D U T O 46

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE       | RECURSO | 46      |      |      |
|----------|---------------|------------------|---------|---------|------|------|
|          |               |                  |         | a       | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Vista            | A       | 50.000  | 0,02 |      |
| 02       | Cortar        | Tampa            | A       | 15.920  | 0,06 |      |
| 03       | Cortar        | Canudo           | A       | 100.000 | 0,01 |      |
| 04       | Cortar        | Corpo            | A       | 7.560   | 0,13 |      |
| 05       | Cortar        | Porta lingueta   | A       | 10.000  | 0,10 |      |
| 06       | Cortar        | Lingueta         | A       | 15.400  | 0,06 |      |
| 07       | Cortar        | Calço            | A       | 50.000  | 0,02 | 0,40 |
| 08       | Estirar       | Pino de mola     | O       | 50.000  | 0,02 |      |
| 09       | Estirar arame | Pino tampa       | O       | 33.300  | 0,03 | 0,05 |
| 10       | Estampar      | Mola             | D       | 2.220   | 0,45 |      |
| 11       | Dobrar        | Porta lingueta   | D       | 520     | 1,92 |      |
| 12       | Dobrar        | Lingueta         | D       | 684     | 1,46 |      |
| 13       | Dobrar        | Corpo            | D       | 787     | 1,27 |      |
| 14       | Colocar pinos | Corpo x pinos    | D       | 406     | 2,46 |      |
| 15       | Estampar      | Lingueta         | D       | 1.610   | 0,62 | 8,18 |
| 16       | Estampar      | Porta lingueta   | C       | 1.330   | 0,75 |      |
| 17       | Estampar      | Vista            | C       | 5.150   | 1,94 |      |
| 18       | Estampar      | Tampa            | C       | 1.420   | 0,70 |      |
| 19       | Estampar      | Canudo           | C       | 2.220   | 0,45 | 3,84 |
| 20       | Estampar      | Corpo            | B       | 1.580   | 0,63 |      |
| 21       | Estampar      | Calço            | B       | 1.350   | 0,74 | 1,37 |
| 22       | Tornear pino  | Pino da tampa    | L       | 361     | 2,77 |      |
| 23       | Estampar      | Pino da mola     | L       | 598     | 1,67 | 4,44 |
| 24       | Apertar       | Canudo           | F       | 1.610   | 0,62 |      |
| 25       | Colocar       | Canudo x tampa   | F       | 471     | 2,12 |      |
| 26       | Pinar         | Completo         | F       | 909     | 1,10 | 3,84 |
| 27       | 1º dobramento | Mola             | E       | 567     | 1,76 |      |
| 28       | Colocar       | Lingueta x calço | E       | 450     | 2,22 | 3,98 |
| 29       | Polir         | Calço            | J       | 100.000 | 0,01 | 0,01 |
| 30       | 2º dobramento | MOLA             | Z       | 577     | 1,73 | 1,73 |
| 31       | Soldar        | Lingueta x calço | I       | 950     | 1,05 | 1,05 |
| 32       | Desengordurar | Vista            | K       | 25.000  | 0,04 |      |
| 33       | Desengordurar | Tampa            | K       | 5.870   | 0,17 |      |
| 34       | Desengordurar | Corpo            | K       | 319     | 3,13 |      |
| 35       | Desengordurar | Porta lingueta   | K       | 1.465   | 0,68 | 4,02 |
| 36       | Pintar        | Vista            | P       | 8.052   | 0,12 |      |
| 37       | Pintar        | Tampa            | P       | 1.840   | 0,54 |      |
| 38       | Pintar        | Corpo            | P       | 1.610   | 0,62 |      |
| 39       | Pintar        | Porta lingueta   | P       | 5.000   | 0,20 | 1,48 |
| 40       | Injetar       | Chave            | M       | 1.280   | 0,78 | 0,78 |
| 41       | Zincar        | Chave            | Q       | 4.330   | 0,23 | 0,23 |
| 42       | Montar        | Lingueta x corpo | V       | 728     | 1,37 |      |
| 43       | Montar        | Mola x corpo     | V       | 316     | 3,16 |      |
| 44       | Montar        | Corpo x tampa    | V       | 270     | 3,70 | 8,23 |
| 45       | Embalagem     | Completo         | T       | 585     | 1,71 | 1,71 |



P R O D U T O 47

| Nº<br>OP | OPERAÇÃO      | COMPONENTE   | RECURSO | 47      |      |      |
|----------|---------------|--------------|---------|---------|------|------|
|          |               |              |         | a       | b    | c    |
| 01       | Cortar        | Corpo        | A       | 29.190  | 0,03 |      |
| 02       | Cortar        | Calço        | A       | 100.000 | 0,01 |      |
| 03       | Cortar        | Lingueta     | A       | 100.000 | 0,01 |      |
| 04       | Cortar        | Tampa        | A       | 50.000  | 0,02 | 0,07 |
| 05       | Estirar       | Pino         | O       | 18.400  | 0,05 | 0,05 |
| 06       | Estampar      | Mola         | D       | 2.270   | 0,44 |      |
| 07       | Estampar      | Calço        | D       | 6.210   | 0,16 | 0,60 |
| 08       | Estampar      | Corpo        | C       | 1.280   | 0,78 |      |
| 09       | Estampar      | Lingueta     | C       | 3.840   | 0,26 |      |
| 10       | Estampar      | Tampa        | C       | 4.290   | 0,23 | 1,27 |
| 11       | Tornear       | Pino         | L       | 620     | 1,61 | 1,61 |
| 12       | 2º dobra      | Mola         | Y       | 652     | 1,53 | 1,53 |
| 13       | Colocar pino  | Corpo x pino | F       | 482     | 2,07 |      |
| 14       | Pinar         | Completo     | F       | 1.110   | 0,90 | 2,97 |
| 15       | Polir         | Lingueta     | J       | 100.000 | 0,01 |      |
| 16       | Polir         | Tampa        | J       | 100.000 | 0,01 | 0,02 |
| 17       | Desengordurar | Corpo x pino | K       | 4.100   | 0,24 | 0,24 |
| 18       | Zincar        | Tampa        | Q       | 10.600  | 0,09 |      |
| 19       | Zincar        | Lingueta     | Q       | 13.360  | 0,07 |      |
| 20       | Zincar        | Corpo x pino | Q       | 2.113   | 0,47 | 0,63 |
| 21       | Injetar       | Chave        | M       | 1.420   | 0,70 | 0,70 |
| 22       | Montar        | Completo     | W       | 300     | 3,33 | 3,33 |
| 23       | Embalagem     | Completo     | T       | 1.785   | 0,56 | 0,56 |

A N E X O C

RESULTADOS COMPUTACIONAIS

OTIMIZACAO CONSIDERANDO SOMENTE OS RECURSOS

QUANTIDADE OBJETIVA OTIMA 610080.5000

SOLICACAO OTIMA

VARIÁVEL VALOR

|    |          |
|----|----------|
| 8  | 127.9715 |
| 14 | 71.7499  |
| 24 | 180.0812 |
| 28 | 65.3334  |
| 44 | 18.5985  |
| 47 | 108.1081 |

IHC2171

|                                   |          |          |        |
|-----------------------------------|----------|----------|--------|
| TRACEBACK ROUTINE CALLED FROM ISN | REG. 14  | REG. 15  | REG.   |
| TRCOM                             | 00102834 | 00104438 | 000000 |
| MAIN                              | 400F0122 | 00102810 | EA0000 |

ENTRY POINT# 00102810



UTILIZACAO DOS RECURSOS PARA SE PRODUZIR AS QUANTIDADES OTIMAS OBTIDAS SOMENTE COM AS RESTRIC0ES DAQUELES RECURSOS

QUANTIDADES DE PRODUTOS

|        |          |        |         |          |          |
|--------|----------|--------|---------|----------|----------|
| 0.0000 | 0.0000   | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 0.0000 | 127.9718 | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 0.0000 | 71.7499  | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 0.0000 | 0.0000   | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000   | 180.0812 |
| 0.0000 | 0.0000   | 0.0000 | 65.3333 | 0.0000   | 0.0000   |
| 0.0000 | 0.0000   | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 0.0000 | 0.0000   | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 0.0000 | 18.5985  | 0.0000 | 0.0000  | 108.1081 |          |

LUCRO OBTIDO 610080.5000

|     | RECURSO  | UTILIZADO | DIFFERENCA |
|-----|----------|-----------|------------|
| 1*  | 180.000  | 56.557    | 123.443    |
| 2*  | 360.000  | 359.999   | 0.001      |
| 3*  | 360.000  | 360.000   | 0.000      |
| 4*  | 1080.000 | 1079.999  | 0.001      |
| 5*  | 720.000  | 423.599   | 296.401    |
| 6*  | 1980.000 | 1059.328  | 920.672    |
| 7*  | 720.000  | 449.569   | 270.431    |
| 8*  | 180.000  | 47.145    | 132.855    |
| 9*  | 360.000  | 224.097   | 135.903    |
| 10* | 180.000  | 66.455    | 113.545    |
| 11* | 180.000  | 71.884    | 108.116    |
| 12* | 270.000  | 225.572   | 44.428     |
| 13* | 180.000  | 90.182    | 89.818     |
| 14* | 180.000  | 5.963     | 174.037    |
| 15* | 180.000  | 102.360   | 77.640     |
| 16* | 180.000  | 180.000   | 0.000      |
| 17* | 1080.000 | 377.124   | 702.876    |
| 18* | 1440.000 | 149.346   | 1290.654   |
| 19* | 360.000  | 360.000   | 0.000      |
| 20* | 1080.000 | 1080.000  | -0.000     |
| 21* | 180.000  | 165.405   | 14.595     |
| 22* | 180.000  | 31.989    | 148.011    |

CORE USAGE OBJECT CODE# 2056 BYTES.ARRAY AREA# 5600 BYTE

DIAGNOSTICS NUMBER OF ERRORS# 0. NUMBER OF WARNINGS#

COMPILE TIME# 0.43 SEC.EXECUTION TIME# 2.18 SEC. WATFIV - J



OPTIMIZACION CONSIDERANDO OS RECURSOS E AS  
CAPACIDADES MAXIMAS DE PRODUCAO

FUNCION OBJETIVA OPTIMA 610023.8750

SOLUCAO OPTIMA

VARIAVEL VALOR

|    |          |   |
|----|----------|---|
| 8  | 128.0084 | I |
| 14 | 71.7101  |   |
| 24 | 180.0302 |   |
| 28 | 65.3708  |   |
| 44 | 18.6277  |   |
| 47 | 107.9999 |   |

INC2171

TRACEBACK ROUTINE CALLED FROM ISN REG. 14 REG. 15 REG. 0

TBCOM 000F2A40 000F4490 00000000

MAIN 400C0122 000F2810 EA000030

ENTRY POINT# 000F2810

\*\*\*\*\*



UTILIZACAO DOS RECURSOS PARA SE PRODUZIR AS QUANTIDADES  
LIMITADAS COM AS RESTRICOES DAQUELES RECURSOS E COM  
AS RESTRICOES DE CAPACIDADE MAXIMA DE PRODUCAO

QUANTIDADES DE PRODUTOS

|        |          |        |         |          |          |
|--------|----------|--------|---------|----------|----------|
| 0.0000 | 0.0000   | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 0.0000 | 128.0084 | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 0.0000 | 71.7101  | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 0.0000 | 0.0000   | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000   | 180.0000 |
| 0.0000 | 0.0000   | 0.0000 | 65.3708 | 0.0000   | 0.0000   |
| 0.0000 | 0.0000   | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 0.0000 | 0.0000   | 0.0000 | 0.0000  | 0.0000   | 0.0000   |
| 0.0000 | 18.6277  | 0.0000 | 0.0000  | 107.9999 |          |

LUCRO OBTIDO 610023.6000

|     | RECURSO          | UTILIZADO | DIFFERENCA |
|-----|------------------|-----------|------------|
| 1*  | RECURSO 180.000  | 56.554    | 123.446    |
| 2*  | RECURSO 360.000  | 360.000   | -0.000     |
| 3*  | RECURSO 360.000  | 359.999   | 0.001      |
| 4*  | RECURSO 1080.000 | 1079.999  | 0.001      |
| 5*  | RECURSO 720.000  | 423.744   | 296.256    |
| 6*  | RECURSO 1980.000 | 1059.060  | 920.940    |
| 7*  | RECURSO 720.000  | 449.556   | 270.444    |
| 8*  | RECURSO 180.000  | 47.137    | 132.863    |
| 9*  | RECURSO 360.000  | 224.186   | 135.814    |
| 10* | RECURSO 180.000  | 66.441    | 113.559    |
| 11* | RECURSO 180.000  | 71.930    | 108.070    |
| 12* | RECURSO 270.000  | 225.479   | 44.521     |
| 13* | RECURSO 180.000  | 90.130    | 89.870     |
| 14* | RECURSO 180.000  | 5.959     | 174.041    |
| 15* | RECURSO 180.000  | 102.416   | 77.584     |
| 16* | RECURSO 180.000  | 180.000   | 0.000      |
| 17* | RECURSO 1080.000 | 377.074   | 702.926    |
| 18* | RECURSO 1440.000 | 149.580   | 1290.419   |
| 19* | RECURSO 360.000  | 359.639   | 0.361      |
| 20* | RECURSO 1080.000 | 1079.999  | 0.001      |
| 21* | RECURSO 180.000  | 165.240   | 14.760     |
| 22* | RECURSO 180.000  | 32.040    | 147.960    |

CORE USAGE OBJECT CODE# 2104 BYTES.ARRAY AREA# 5600 B

DIAGNOSTICS NUMBER OF ERRORS# 0. NUMBER OF WARNINGS#

COMPILE TIME# 0.40 SEC.EXECUTION TIME# 2.02 SEC. WATFIV



UTILIZACAO DE RECURSOS PARA ATENDER A DEMANDA

QUANTIDADES DE PRODUTOS

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 21.5000 | 21.2000 | 18.4000 | 12.3000 | 16.0000 | 13.5000 |
| 1.8000  | 8.2000  | 9.0000  | 7.3000  | 11.3000 | 11.2000 |
| 10.1000 | 6.0000  | 6.2000  | 8.3000  | 8.9000  | 5.8000  |
| 6.1000  | 6.3000  | 5.7000  | 5.9000  | 6.4000  | 5.6000  |
| 0.9000  | 10.5000 | 8.1000  | 7.3000  | 7.8000  | 8.6000  |
| 21.4000 | 20.1000 | 24.1000 | 22.6000 | 21.4000 | 9.1000  |
| 9.3000  | 9.2000  | 2.3000  | 2.1000  | 1.8000  | 1.6000  |
| 1.4000  | 9.8000  | 9.7000  | 8.8000  | 18.4000 |         |

LUCRO LÍQUIDO 357988.1000

|             | RECURSO  | UTILIZADO | DIFFERENÇA |
|-------------|----------|-----------|------------|
| 1* RECURSO  | 180.000  | 42.827    | 137.173    |
| 2* RECURSO  | 360.000  | 305.033   | 54.967     |
| 3* RECURSO  | 360.000  | 250.546   | 109.454    |
| 4* RECURSO  | 1080.000 | 781.431   | 298.569    |
| 5* RECURSO  | 720.000  | 302.442   | 417.558    |
| 6* RECURSO  | 1980.000 | 1102.498  | 877.502    |
| 7* RECURSO  | 720.000  | 655.228   | 64.772     |
| 8* RECURSO  | 180.000  | 45.705    | 134.295    |
| 9* RECURSO  | 360.000  | 235.050   | 124.950    |
| 10* RECURSO | 180.000  | 30.378    | 149.622    |
| 11* RECURSO | 180.000  | 107.957   | 72.043     |
| 12* RECURSO | 270.000  | 122.711   | 147.289    |
| 13* RECURSO | 180.000  | 43.474    | 136.526    |
| 14* RECURSO | 180.000  | 5.245     | 174.755    |
| 15* RECURSO | 180.000  | 104.682   | 75.318     |
| 16* RECURSO | 180.000  | 166.058   | 13.942     |
| 17* RECURSO | 1080.000 | 282.373   | 797.627    |
| 18* RECURSO | 1440.000 | 229.009   | 1210.991   |
| 19* RECURSO | 360.000  | 61.272    | 298.728    |
| 20* RECURSO | 1080.000 | 975.032   | 104.968    |
| 21* RECURSO | 180.000  | 28.152    | 151.848    |
| 22* RECURSO | 180.000  | 48.764    | 131.236    |

CORE USAGE                    OBJECT CODE#            1984 BYTES,ARRAY AREA#            5600 BYTES

DIAGNOSTICS                    NUMBER OF ERRORS#                    0. NUMBER OF WARNINGS#

COMPILE TIME#                    0.34 SEC. EXECUTION TIME#                    1.87 SEC.    WATFIV - JI



ANEXO C

RELATORIO 06

OTIMIZACAO CONSIDERANDO OS RECURSOS,  
AS CAPACIDADES MAXIMAS DE PRODUCAO E AS  
DEMANDAS

FUNDO OBJETIVA OTIMA 83065.8750

SOLUCAO OTIMA

OBJETIVO VALOR

14 18.1438

24 29.2546

35 5.9039

44 15.5667

47 16.6941

TRACBACK

ROUTINE CALLED FROM TSN REG. 14 REG. 15 REG. 10

TRCON 000F2A40 000F44A0 00000000

MAIN 400C0122 000F2810 EA000030

ENTRY POINT# 000F2810



A C X O C

RELATORIO 7

UTILIZACAO DOS RECURSOS PARA PRODUTOS AS QUANTIDADES  
 DADAS COM AS RESTRICOES DAQUELES RECURSOS E COM  
 AS RESTRICOES DE CAPACIDADE MAXIMA DE PRODUCAO  
 E COM AS RESTRICOES DE DEMANDA

QUANTIDADES DE PRODUTOS

|        |         |         |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1.5000 | 21.2000 | 18.4000 | 12.3000 | 16.0000 | 13.5000 |
| 1.8000 | 8.2000  | 9.0000  | 7.3000  | 11.3000 | 11.2000 |
| 1.1000 | 24.1438 | 6.2000  | 8.3000  | 0.9000  | 5.8000  |
| 5.1000 | 6.3000  | 5.7000  | 5.9000  | 6.4000  | 34.8546 |
| 1.5000 | 10.5000 | 8.1000  | 7.3000  | 7.8000  | 8.6000  |
| 1.4000 | 20.1000 | 24.1000 | 22.6000 | 27.3039 | 9.1000  |
| 0.3000 | 9.2000  | 2.3000  | 2.1000  | 1.8000  | 1.6000  |
| 1.4000 | 25.3667 | 9.7000  | 8.8000  | 35.0941 |         |

LICRO OBTIDO 441054.0000

|     | RECURSO  | UTILIZADO | DIFERENCA |
|-----|----------|-----------|-----------|
| 1*  | 180.000  | 54.155    | 125.845   |
| 2*  | 360.000  | 360.000   | 0.000     |
| 3*  | 360.000  | 360.000   | 0.000     |
| 4*  | 1080.000 | 1007.119  | 72.881    |
| 5*  | 720.000  | 394.865   | 325.135   |
| 6*  | 1980.000 | 1320.717  | 659.283   |
| 7*  | 720.000  | 720.000   | 0.000     |
| 8*  | 180.000  | 53.707    | 126.293   |
| 9*  | 360.000  | 251.239   | 108.761   |
| 10* | 180.000  | 40.254    | 139.746   |
| 11* | 180.000  | 150.413   | 29.587    |
| 12* | 270.000  | 192.708   | 77.292    |
| 13* | 180.000  | 67.332    | 112.668   |
| 14* | 180.000  | 6.547     | 173.453   |
| 15* | 180.000  | 121.305   | 58.695    |
| 16* | 180.000  | 180.000   | 0.000     |
| 17* | 1080.000 | 352.633   | 727.367   |
| 18* | 1440.000 | 354.009   | 1085.991  |
| 19* | 360.000  | 116.863   | 243.137   |
| 20* | 1080.000 | 1080.000  | 0.000     |
| 21* | 180.000  | 53.624    | 126.306   |
| 22* | 180.000  | 75.539    | 104.461   |

CP RE USAGE OBJECT CODE# 2160 BYTES.ARRAY AREA# 5600 BYT

DIAGNOSTICS NUMBER OF ERRORS# 0. NUMBER OF WARNINGS#

COMPILE TIME# 0.00 SEC.EXECUTION TIME# 0.00 SEC. NATFIV -



ANEXO C

RELATORIO 03

PO - OTIMIZACAO RECURSO 02

FUNCAO OBJETIVA OTIMA 94251.0625

SOLUCAO OTIMA

| VARIÁVEL | VALOR   |
|----------|---------|
| 9        | 7.0193  |
| 15       | 17.5033 |
| 35       | 28.7875 |
| 44       | 8.7212  |
| 45       | 11.6777 |
| 47       | 14.8214 |

TH0217T

| TRC BACK | ROUTINE CALLED FROM ISN | REG. 14  | REG. 15  | REG. 0   |
|----------|-------------------------|----------|----------|----------|
|          | TRCOM                   | 000F2A40 | 000F4458 | 00000000 |
|          | MAIN                    | 400C0122 | 000F2810 | EA000030 |

ENTRY POINT# 000F2810

\*\*\*\*\*



ANEXO C

RELATORIO 02

POA-OTIMIZACAO RECURSO 02 F 03

FUNCION OBJETIVA OTIMA - 96045.5625

SOLUCAO OTIMA

| VARIÁVEL | VALOR   |
|----------|---------|
| 0        | 12.0816 |
| 15       | 10.4010 |
| 25       | 28.7875 |
| 44       | 27.9658 |
| 47       | 12.3643 |

TH02171

| TRACEBACK ROUTINE CALLED FROM ISM | REG. 14  | REG. 15  | REG. 0   |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|
| TBCDM                             | 000E2A40 | 000E4460 | 00000000 |
| MAIN                              | 400C0122 | 000E2810 | EA000030 |

ENTRY POINT# 000E2810

\*\*\*\*\*



ANEXO C

RELATORIO 1

POS-OTIMIZACAO RECURSO 02.03 F. 07

FUNCAO OBJETIVA OTIMA 120127.0000

SOLUCAO OTIMA

VARIAVEL

VALOR

|    |         |
|----|---------|
| 35 | 95.4254 |
| 44 | 27.9658 |
| 47 | 12.3643 |

TH02171

|                                   |          |          |      |
|-----------------------------------|----------|----------|------|
| TRACEBACK ROUTINE CALLED FROM ISM | REG. 14  | REG. 15  | REG. |
| TRCON                             | 000E2240 | 000E3040 | 0000 |
| MAIN                              | 400C0122 | 000E2010 | E400 |

ENTRY POINT# 000E2010



ANEXO C

RELATORIO 11

PRO-OPTIMIZACAO RECURSO 02.03.07 F. 16

ELICAO OBJETIVA OTIMA 224965.7500

SOLUCAO OTIMA

| VARIAVEL | VALOR   |
|----------|---------|
| 25       | 7.2515  |
| 28       | 64.8431 |
| 45       | 1.0949  |
| 47       | 89.6000 |

IHC2171

|                                   |          |          |          |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|
| TRACEBACK ROUTINE CALLED FROM ISN | REG. 14  | REG. 15  | REG. 0   |
| TBCOM                             | 000F2A40 | 000F4468 | 00000000 |
| MATN                              | 400C0122 | 000F2110 | EA000030 |

ENTRY POINT# 000F2810



ANEXO C

RELATORIO 12

PRO-OPTIMIZACAO RECURSOS 02.03.07.16 F 20

FUNCAO OBJETIVA OTIMA 312710.6875

SOLUCAO OTIMA

| VARIÁVEL | VALOR   |
|----------|---------|
| 9        | 11.9905 |
| 15       | 30.3449 |
| 28       | 83.1836 |
| 35       | 33.7373 |
| 44       | 1.0950  |
| 47       | 89.6000 |

THC2171

|                                   |          |          |    |
|-----------------------------------|----------|----------|----|
| TRACEBACK ROUTINE CALLED FROM ISM | REG. 14  | REG. 15  | RE |
| TRCOM                             | 000E2A40 | 000E4468 | 00 |
| MAIN                              | 400C0122 | 000E2810 | FA |

ENTRY POINT# 000E2810







A EXD C

RELATORIO 14

UTILIZACAO POS-OTIMIZACAO RECURSOS 02.03

QUANTIDADES DE PRODUTOS

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 21.5000 | 21.2000 | 18.4000 | 12.3000 | 16.0000 | 13.5000 |
| 1.2000  | 8.2000  | 21.0816 | 7.3000  | 11.3000 | 11.2000 |
| 10.1000 | 6.0000  | 16.6010 | 8.3000  | 7.9000  | 5.8000  |
| 6.1000  | 6.3000  | 5.7000  | 5.9000  | 6.4000  | 5.6000  |
| 0.9000  | 10.5000 | 8.1000  | 7.3000  | 7.8000  | 8.6000  |
| 21.4000 | 20.1000 | 24.1000 | 22.6000 | 50.1875 | 9.1000  |
| 9.3000  | 9.2000  | 2.3000  | 2.1000  | 1.8000  | 1.6000  |
| 1.4000  | 37.7658 | 9.7000  | 8.8000  | 30.7643 |         |

LICORO ORTIDO 454033.7000

|     | RECURSO  | UTILIZADO | DIFERENCA |
|-----|----------|-----------|-----------|
| 1*  | 180.000  | 57.219    | 122.781   |
| 2*  | 540.000  | 374.986   | 165.014   |
| 3*  | 540.000  | 408.279   | 131.721   |
| 4*  | 1080.000 | 1080.000  | 0.000     |
| 5*  | 720.000  | 410.669   | 309.331   |
| 6*  | 1980.000 | 1429.536  | 550.464   |
| 7*  | 720.000  | 720.000   | 0.000     |
| 8*  | 180.000  | 52.263    | 127.737   |
| 9*  | 360.000  | 283.948   | 76.052    |
| 10* | 180.000  | 36.790    | 143.210   |
| 11* | 180.000  | 180.000   | 0.000     |
| 12* | 270.000  | 220.083   | 49.917    |
| 13* | 180.000  | 73.942    | 106.058   |
| 14* | 180.000  | 6.702     | 173.298   |
| 15* | 180.000  | 144.368   | 35.132    |
| 16* | 180.000  | 180.000   | 0.000     |
| 17* | 1080.000 | 366.689   | 713.311   |
| 18* | 1440.000 | 453.574   | 986.426   |
| 19* | 360.000  | 102.445   | 257.555   |
| 20* | 1080.000 | 1080.000  | 0.000     |
| 21* | 180.000  | 47.069    | 132.931   |
| 22* | 180.000  | 96.865    | 83.135    |

CORE USAGE OBJECT CODE# 1976 BYTES.ARRAY AREA# 5600 BYTES

DIAGNOSTICS NUMBER OF ERRORS# 0. NUMBER OF WARNINGS#

COMPILE TIME# 0.37 SEC. EXECUTION TIME# 2.00 SEC. WATERIV - J



ANEJO C

RELATORIO 15

UTILIZACION POS-OPTIMIZACION RECURSOS 02.03 F 07

QUANTIDADES DE PRODUCTOS

|         |         |         |         |          |         |
|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| 21.5000 | 21.2000 | 18.4000 | 12.3000 | 16.0000  | 13.3000 |
| 1.8000  | 8.2000  | 9.0000  | 7.3000  | 11.3000  | 11.2000 |
| 10.1000 | 6.0000  | 6.2000  | 8.3000  | 8.9000   | 5.1000  |
| 6.1000  | 6.3000  | 5.7000  | 5.9000  | 6.4000   | 5.6000  |
| 0.9000  | 10.5000 | 8.1000  | 7.3000  | 7.8000   | 8.6000  |
| 21.4000 | 20.1000 | 24.1000 | 22.6000 | 116.8254 | 9.1000  |
| 9.3000  | 9.2000  | 2.3000  | 2.1000  | 1.8000   | 1.6000  |
| 1.4000  | 37.7658 | 9.7000  | 8.8000  | 30.7643  |         |

LUCRO OBTIDO 478115.1000

|     | RECURSO  | UTILIZADO | DIFFERENCIA |
|-----|----------|-----------|-------------|
| 1*  | 180.000  | 59.436    | 120.564     |
| 2*  | 540.000  | 418.241   | 121.759     |
| 3*  | 540.000  | 402.721   | 137.279     |
| 4*  | 1080.000 | 970.628   | 109.372     |
| 5*  | 720.000  | 410.669   | 309.331     |
| 6*  | 1980.000 | 1700.603  | 279.397     |
| 7*  | 900.000  | 869.935   | 30.065      |
| 8*  | 180.000  | 61.927    | 118.073     |
| 9*  | 360.000  | 264.134   | 95.866      |
| 10* | 180.000  | 30.905    | 149.095     |
| 11* | 180.000  | 180.000   | 0.000       |
| 12* | 270.000  | 220.083   | 49.917      |
| 13* | 180.000  | 73.942    | 106.058     |
| 14* | 180.000  | 6.702     | 173.298     |
| 15* | 180.000  | 135.444   | 44.556      |
| 16* | 180.000  | 180.000   | 0.000       |
| 17* | 1080.000 | 374.811   | 705.189     |
| 18* | 1440.000 | 453.574   | 986.426     |
| 19* | 360.000  | 102.445   | 257.555     |
| 20* | 1080.000 | 1080.000  | 0.000       |
| 21* | 180.000  | 47.069    | 132.931     |
| 22* | 180.000  | 96.865    | 83.135      |

CORE USAGE            OBJECT CODE#            1984 BYTES.ARRAY AREA#            5600 BYT

DIAGNOSTICS            NUMBER OF ERRORS#            0. NUMBER OF WARNINGS#

COMPILE TIME#            0.34 SEC.EXECUTION TIME#            1.27 SEC.    WATFIV -



UTILIZACAO POS-OTIMIZACAO RECURSOS 12.03.07 E 16

QUANTIDADES DE PRODUTOS

|         |         |         |         |          |         |
|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| 21.5000 | 21.2000 | 18.4000 | 12.3000 | 16.0000  | 13.5000 |
| 1.2000  | 8.2000  | 9.0000  | 7.3000  | 11.3000  | 11.2000 |
| 10.1000 | 6.0000  | 6.2000  | 8.3000  | 8.9000   | 5.8000  |
| 6.1000  | 6.3000  | 5.7000  | 5.9000  | 6.4000   | 5.6000  |
| 8.1515  | 10.5000 | 8.1000  | 72.1431 | 7.8000   | 8.6000  |
| 21.4000 | 20.1000 | 24.1000 | 22.6000 | 21.4000  | 9.1000  |
| 9.3000  | 9.2000  | 2.3000  | 2.1000  | 1.8000   | 1.6000  |
| 1.4000  | 9.8000  | 10.7949 | 8.8000  | 108.0000 |         |

LUCRO OBTIDO 582954.3000

|             | RECURSO  | UTILIZADO | DIFERENCA |
|-------------|----------|-----------|-----------|
| 1* RECURSO  | 180.000  | 53.094    | 126.906   |
| 2* RECURSO  | 540.000  | 360.055   | 179.945   |
| 3* RECURSO  | 540.000  | 369.681   | 170.319   |
| 4* RECURSO  | 1080.000 | 849.052   | 230.948   |
| 5* RECURSO  | 720.000  | 459.059   | 260.941   |
| 6* RECURSO  | 1980.000 | 1476.367  | 503.633   |
| 7* RECURSO  | 900.000  | 801.435   | 98.565    |
| 8* RECURSO  | 180.000  | 56.080    | 123.920   |
| 9* RECURSO  | 360.000  | 236.189   | 123.811   |
| 10* RECURSO | 180.000  | 36.221    | 143.779   |
| 11* RECURSO | 180.000  | 132.165   | 47.835    |
| 12* RECURSO | 270.000  | 270.000   | 0.000     |
| 13* RECURSO | 180.000  | 115.589   | 64.411    |
| 14* RECURSO | 180.000  | 10.628    | 169.372   |
| 15* RECURSO | 180.000  | 105.886   | 74.114    |
| 16* RECURSO | 360.000  | 359.999   | 0.001     |
| 17* RECURSO | 1080.000 | 366.500   | 713.500   |
| 18* RECURSO | 1440.000 | 237.801   | 1202.199  |
| 19* RECURSO | 360.000  | 359.640   | 0.360     |
| 20* RECURSO | 1080.000 | 1080.000  | 0.000     |
| 21* RECURSO | 180.000  | 165.240   | 14.760    |
| 22* RECURSO | 180.000  | 50.647    | 129.353   |

CORE USAGE            OBJECT CODE#            1984 BYTES.ARRAY AREA#            5600 BYT

DIAGNOSTICS            NUMBER OF ERRORS#            0. NUMBER OF WARNINGS#

COMPILE TIME#            0.35 SEC.EXECUTION TIME#            1.82 SEC. WATEIV -



UTILIZACAO POS-OTIMIZACAO RECURSOS 02.03.07.16 F 23

QUANTIDADES DE PRODUTOS

|         |         |         |         |          |         |
|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| 21.5000 | 21.2000 | 18.4000 | 12.3000 | 16.0000  | 13.5000 |
| 1.8000  | 8.2000  | 20.9905 | 7.3000  | 11.3000  | 11.2000 |
| 10.1000 | 6.0000  | 36.5449 | 8.3000  | 8.9000   | 5.3000  |
| 6.1000  | 6.3000  | 5.7000  | 5.9000  | 6.4000   | 5.6000  |
| 0.9000  | 10.5000 | 8.1000  | 90.4836 | 7.8000   | 8.6000  |
| 21.4000 | 20.1000 | 24.1000 | 22.6000 | 55.1373  | 8.1000  |
| 9.3000  | 9.2000  | 2.3000  | 2.1000  | 1.8000   | 1.6000  |
| 1.4000  | 10.8950 | 9.7000  | 8.8000  | 108.0000 |         |

LUCRO OBTIDO 670779.3000

|     | RECURSO          | UTILIZADO | DIFFERENCA |
|-----|------------------|-----------|------------|
| 1*  | RECURSO 180.000  | 62.568    | 117.432    |
| 2*  | RECURSO 540.000  | 448.526   | 91.474     |
| 3*  | RECURSO 540.000  | 375.197   | 164.803    |
| 4*  | RECURSO 1080.000 | 1080.000  | 0.000      |
| 5*  | RECURSO 720.000  | 502.160   | 217.840    |
| 6*  | RECURSO 1980.000 | 1725.497  | 254.503    |
| 7*  | RECURSO 900.000  | 900.000   | 0.000      |
| 8*  | RECURSO 180.000  | 69.605    | 110.395    |
| 9*  | RECURSO 360.000  | 255.853   | 104.147    |
| 10* | RECURSO 180.000  | 49.789    | 130.211    |
| 11* | RECURSO 180.000  | 132.166   | 47.834     |
| 12* | RECURSO 270.000  | 270.000   | 0.000      |
| 13* | RECURSO 180.000  | 107.048   | 72.952     |
| 14* | RECURSO 180.000  | 9.758     | 170.242    |
| 15* | RECURSO 180.000  | 115.239   | 64.761     |
| 16* | RECURSO 360.000  | 359.999   | 0.001      |
| 17* | RECURSO 1080.000 | 438.612   | 641.388    |
| 18* | RECURSO 1440.000 | 237.802   | 1202.198   |
| 19* | RECURSO 360.000  | 359.640   | 0.360      |
| 20* | RECURSO 1260.000 | 1260.000  | 0.000      |
| 21* | RECURSO 180.000  | 165.240   | 14.760     |
| 22* | RECURSO 180.000  | 50.647    | 129.353    |

CODE USAGE OBJECT CODE# 1984 BYTES, AREA# 560

DIAGNOSTICS NUMBER OF ERRORS# 0. NUMBER OF WARNIN

COMPLETE TIME# 0.36 SEC. EXECUTION TIME# 1.32 SEC. WATE



B I B L I O G R A F I A

- 1 - ACKOFF, Russel L./SASIENE, Maurice W.: Pesquisa Operacional; Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.; Rio de Janeiro; 1974.
- 2 - BAKER, Kenneth R.: Introduction to Sequencing and Scheduling; John Wiley and Sons, Inc; New York; 1974.
- 3 - BATTERSBY, A.: Network Analysis for Planning and Scheduling; St. Martin's Press, Inc; 1967.
- 4 - BUFFA, Elwood S.: Modern Production Management; John Wiley and Sons, Inc; New York; 1969.
- 5 - DANØ, Sven: Linear Programming in Industry; Springer-Verlag; New York; 1974.
- 6 - DANTZIG, G.: Linear Programming and Extensions; Princeton University Press; Princeton, N.J.; 1963.
- 7 - HABERKORN, Ernesto M.: Introdução à Análise de Sistemas; Editora Atlas S.A.; São Paulo; 1976.
- 8 - HADLEY, G.: Linear Programming; Addison - Wesley; U.S.A.; 1962.
- 9 - JOHNSON, Lynwood A./MONTGOMERY, Douglas C.: Operations Research in Production Planing, Scheduling, and Inventory Control; John Wiley ans Sons, Inc; New York; 1974.
- 10 - KAUFMANN, Arnold: Methods and Models of Operations Research; Prentice-Hall, Inc; New Jersey; 1963.
- 11 - KUESTEK, James L./MIZE, Joe H.: Optimization Techniques with FORTRAN; McGraw-Hill Book Company; New York; 1973.

- 12 - MCGARRAH, Robert E; Production and Logistics Management; John Wiley and Sons; New York; 1963.
- 13 - MILLER, Harry: Organização e Métodos; Fundação Getúlio Vargas; 1975.
- 14 - NADDOR, E.: Inventory Systems, John Wiley and Sons; New York; 1965.
- 15 - NILAND, Powell: Production Planning Scheduling and Inventory Control; MacMillan, Company; New York; 1970.
- 16 - OPTNER, Stanford L.: Análise de Sistemas Empresariais ; Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.; Rio de Janeiro; 1971.
- 17 - O'SHAUGHNESSY, John: Organização de Empresas; Editora Atlas S.A.; São Paulo; 1973.
- 18 - PUCCINI, Abelardo de Lima: Introdução à Programação Linear; Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.; Rio de Janeiro; 1975.
- 19 - SASIENI, M./A. YASPAN/L.FRIEDMAN; Operations Research Methods and Problems; John Wiley and Sons, Inc; New York, 1959.
- 20 - SIMONNARD, M.A.: Linear Programming; Prentice-Hall, Inc; New Jersey; 1966.
- 21 - STARR, Martin K.: Production Management; Systems and Synthesis; Prentice-Hall, Inc; New Jersey; 1972.
- 22 - WAGNER, Harvey M.: Principles of Operations Research; Prentice-Hall, Inc; New Jersey; 1975.
- 23 - ZIONTS, Stanley: Linear and Integer Programming; Prentice Hall, Inc; New Jersey; 1974.