

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TRABALHO DE FORMATURA

CONTRIBUIÇÃO A METODOLOGIA DE PCP  
EM UMA INDÚSTRIA VIDREIRA

AUTOR: Caio César Frozoni

ORIENTADOR: Prof. Max Barcellos Corrêa

\*\*\* 1 9 8 6 \*\*\*

## Agradecimentos

Quero expressar meu sincero agradecimento ao professor Max Barcellos Corrêa pela orientação prestada, sem a qual o presente trabalho não seria possível, à diretoria da Nadir Figueiredo Indústria e Comércio S.A. pela oportunidade de estágio, ao Eng. Ricardo Pedro Antunes Bueno pelo apoio recebido, e aos colegas do CPD pela amizade e incentivo durante a execução do trabalho.

**SUMÁRIO:**

Trata-se de uma revisão da metodologia de programação da produção de uma indústria vidreira, visando um melhor aproveitamento dos recursos produtivos disponíveis.

Procurou-se viabilizar procedimentos em microcomputador, através do uso de "planilhas eletrônicas" de cálculo, na tentativa de agilizar o processo de programação da produção.

Além do problema da programação da produção (planejamento a curto prazo), foi também abordado o problema da determinação da configuração ótima de máquinas para cada forno dada uma certa produção normal desejável, a partir de dados de previsão de vendas..

\*\*\* Í N D I C E \*\*\*

	pag.
Sumário .....	2
1 - Resumo .....	4
2 - Introdução .....	6
2.1 - Descrição da Empresa .....	6
2.2 - Dimensões da Empresa .....	6
2.3 - Posição no Mercado .....	7
2.4 - Linha de Produtos .....	7
2.4.1 - Linha Doméstica .....	8
2.4.2 - Linha Embalagem .....	9
3 - Processo Produtivo .....	11
3.1 - O Vidro .....	11
3.2 - O Ciclo das Matérias-Primas .....	15
3.3 - O Forno e o "Feeder" .....	16
3.4 - Os Processos de Fabricação .....	19
3.5 - O Ciclo do Produto .....	22
4 - Equipamentos .....	24
5 - O Estágio .....	26
6 - Objetivos do Trabalho .....	27
7 - Revisão da Literatura .....	29
8 - O Sistema Atual .....	31

8.1 - Descrição Abreviada do Sistema .....	31
8.2 - Inconvenientes do Sistema .....	32
9 - Programação da Produção: o Sistema Proposto .....	33
9.1 - Dados de Entrada .....	33
9.2 - Tratamento dos Dados .....	35
9.3 - Metodologia .....	50
10 - Configuração das Máquinas: o Sistema Proposto .....	66
10.1 - Apresentação do Problema .....	66
10.2 - Formulação através de Programação Linear .....	69
10.3 - Solução Simplificada para o Problema .....	73
11 - Conclusão .....	77
12 - Bibliografia .....	79
13 - Anexos .....	80
Anexo 1 - Planilha de Cálculo para o Tratamento dos Dados .....	81
Anexo 2 - Formulário usado para a Programação da Produção .....	84
Anexo 3 - Relatório de saída programa TEMPO MPS para a programação linear com variáveis binárias ...	85

## 1 - Resumo:

O presente trabalho se inicia com uma descrição da empresa e dos seus processos produtivos, enfocando apenas os aspectos necessários para que o leitor se enquadre no ambiente em que o mesmo foi desenvolvido.

Após uma rápida descrição do atual sistema de PCP, é apresentada e discutida uma metodologia alternativa visando agilizar o processo de programação da produção.

O conteúdo do trabalho pode ser dividido basicamente em dois assuntos: o problema da programação da produção e o da configuração de máquinas para cada forno.

Para a solução do primeiro problema, a programação, foram identificadas as seguintes condições:

- A) Quatro fornos para a fusão do vidro com diferentes capacidades (ton/dia).
- B) Quatro máquinas acopladas a cada forno, totalizando 16, instaladas em paralelo.
- C) Diferentes processos de fabricação fazendo com que cada tipo de produto deva ser fabricado em um determinado tipo de máquina, usando determinada quantidade de vidro.

Dadas as condições acima, foram desenvolvidos procedimentos baseados em regras heurísticas, já que uma modelagem matemática otimizante dificilmente seria conseguida dadas as restrições intrínsecas ao problema em questão.

Numa segunda etapa, foi tratado o problema da configuração

das máquinas, em que se procurou definir quais máquinas devem ser alocadas a cada forno.

Enquanto que no problema da programação procurou-se obter a melhor seqüência de produção para uma dada configuração, neste caso o objetivo foi determinar a melhor configuração para uma dada previsão de produção média mensal em um determinado período.

Sempre que possível, procurou-se implementar procedimentos em microcomputador através do uso de planilhas eletrônicas de cálculo dada a rapidez e precisão em cálculos repetitivos e flexibilidade para se testar várias alternativas.

## 2 - Introdução:

### 2.1 - Descrição da Empresa:

A Nadir Figueiredo Ind. Com. S/A e' um conjunto de unidades atuantes nos ramos de fabricação automática de artigos de vidro e fabricação de louças.

O presente trabalho foi desenvolvido na fábrica de artigos de vidro, situada 'a av. Morvan Dias de Figueiredo, no. 3535, no bairro de Vila Maria em São Paulo.

O principal artigo produzido e' o copo prensado, doméstico ou de embalagem, sendo também fabricados cinzeiros, saladeiras, potes, garrafas, etc.

O setor produtivo da fábrica consta das seções de composição e moagem, fornos, fabricação automática, escolha e decoração.

### 2.2 - Dimensões da Empresa:

Área construída: 21.720 m<sup>2</sup>

No. total de funcionários: 2.200

No. de fornos em operação: 4

Tecnologia empregada: prensagem e sopragem automáticos

Capacidade dos fornos: 262 toneladas diárias de extração

Tipos de máquinas: prensas, maqs. sopro e mistas

Volume da produção: 3.200.000 dúzias mensais

Faturamento mensal: da ordem de Cz\$ 55.000.000,00

Capital social: Cz\$ 104.000.000,00

Origem do Capital: totalmente nacional

Obs: As informações citadas na página anterior se referem apenas 'a unidade Vila Maria da Nadir Figueiredo Ind. Com. S/A.

### 2.3 - Posição no mercado:

Segundo a edição especial "Maiores e Melhores" da revista EXAME, o setor de Minerais Não-Metálicos teve um desempenho em 1985 que superou todas as expectativas dos empresários da área.

Dentro deste setor, a Nadir Figueiredo foi a empresa que apresentou o maior crescimento de vendas, calculado em 33% em relação ao ano anterior.

Com isso, a empresa passa a ocupar o 17o. lugar entre as 20 maiores em termos de receita operacional bruta.

### 2.4 - Linha de Produtos:

Para efeito de comercialização, os produtos fabricados pela empresa podem ser classificados de acordo com o mercado a que se destinam. Dentro desta classificação, identificam-se duas classes de produtos: a linha Doméstica e a linha Embalagem.

A primeira delas é composta por produtos de utilização individual normal como copos, pratos, cinzeiros, saladeiras, etc. A segunda engloba os produtos destinados 'a utilização como embalagem: potes, garrafas, garrações, etc.

Basicamente, são produzidos dois tipos de vidro na Nadir Figueiredo: o vidro N (Nadir), de utilização geral, e o vidro cristalino (de melhor qualidade), usado exclusivamente em alguns produtos da linha doméstica.

Apresentamos a seguir uma rápida descrição a respeito das diversas famílias que compõem a linha de produtos da empresa:

#### 2.4.1 - Linha Doméstica:

##### a) Prensados - vidro N:

Composta de produtos destinados ao uso doméstico tais como copos, pratos, cinzeiros, saladeiras, etc., fabricados em vidro de qualidade intermediária (vidro N) pelo processo de prensagem.

##### b) Copo 2010 e 2001 - vidro N:

São os principais produtos da linha doméstica e, dado o elevado volume de produção, são tratados como uma família separada, contando inclusive com uma prensa especial (dupla duplex) em operação durante 24 horas por dia destinada exclusivamente à sua fabricação.

##### c) Prensados - vidro cristalino:

São produtos fabricados em vidro de melhor qualidade (vidro cristalino) destinados ao uso doméstico e produzidos pelo processo de prensagem.

##### d) Prensados - vidro cristalino temperado:

São produtos também fabricados em vidro cristalino pelo processo de prensagem destinados ao uso doméstico, recebendo, porém, um tratamento térmico que confere ao produto maior resistência ao impacto.

##### e) Soprados - vidro N:

São produtos com características geométricas tais que

impedem a sua fabricação pelo processo de prensagem. É composta principalmente por produtos tais como copos para chope, etc., produzidos pelo processo de sopragem automática em uma máquina denominada H28.

**f) Processo IS - vidro N:**

Constam desta família produtos tais como copos, jarras, etc., fabricados em vidro N nas máquinas que utilizam o processo IS (vide item 3.4 b).

**2.4.2 - Linha Embalagem:**

**a) Prensados - vidro N:**

São produtos prensados, principalmente copos, fabricados em vidro N destinados ao uso como embalagem (requeijão, conservas, etc.).

**b) Garrações - vidro N:**

Conta apenas com dois itens cujo volume de produção é muito pequeno em comparação aos demais, motivo pelo qual não serão considerados durante o processo de programação.

**c) Garrafas (processo IS) - vidro N:**

São fabricadas em vidro N através de um processo misto de sopragem e prensagem em máquinas denominadas "IS".

**d) Potes (processo IS) - vidro N:**

São destinados ao uso como embalagem (maionese, conservas, etc.), sendo produzidos também em vidro N pelo processo de sopro-prensagem nas máquinas IS.

A classificação anterior, apesar de ser a mais correta do ponto de vista comercial, mostra-se pouco adequada ao desenvolvimento do presente trabalho. Sendo assim, desenvolveu-se uma nova maneira de agrupar os produtos tendo mais em vista o processo/equipamento através do qual o mesmo é produzido.

As famílias de produtos consideradas ao longo do trabalho são as seguintes:

- |                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| 1. Prensados Domésticos .....      | (DOM N)  |
| 2. Copos 2010/2001 .....           | (2010)   |
| 3. Soprados Automático .....       | (H28)    |
| 4. Prensados Cristalino .....      | (CRIS)   |
| 5. Prensados Temperado .....       | (TEMP)   |
| 6. Prensados Embalagem .....       | (EMB N)  |
| 7. Garrações .....                 | (GFAO)   |
| 8. Soprados IS: 8.1 Garrafas ..... | (GFA)    |
| 8.2 Potes .....                    | (POTE)   |
| 8.3 Soprados Domésticos ..         | (IS DOM) |

Obs: Para simplificar, as siglas entre parenteses serão usadas ao longo do trabalho para identificar cada família de produtos.

### 3 - Processo Produtivo:

#### 3.1 - O Vidro:

Como ocorre com outros materiais de uso comum na civilização moderna, o descobrimento do vidro é muito incerto. Acredita-se que a primeira obtenção do vidro tenha sido devida aos Fenícios. Entretanto, há referências de que, milhares anos antes de Cristo, os egípcios já obtinham jóias de vidro de delicada feitura e notável beleza.

A produção do vidro se deu de maneira artesanal até fins do século XIX, quando surge uma primeira adaptação mecânica ao método de fabricação, consistindo no estiramento de uma lâmina de vidro de modo contínuo.

Outros processos de laminado contínuo se seguiram, havendo paralelamente um aperfeiçoamento e automatização dos processos de moldagem de vidros não-planos de todos os tipos como garrafas, frascos, vidraria de laboratório, etc.

Apesar do desenvolvimento tecnológico e automatização dos processos produtivos, ainda hoje são usadas técnicas artesanais para produzir os mais belos e requintados objetos de vidro.

\* \* \*

Do ponto de vista da composição química, existe uma infinidade de tipos de vidro com as mais diversas características físico-químicas: há vidro mais leve que a cortiça ou quase tão pesado quanto o ferro, resistente como o aço ou tão frágil como a casca de ovo, resistente ao calor e ao ataque por ácidos, vidro

### 3 - Processo Produtivo:

#### 3.1 - O Vidro:

Como ocorre com outros materiais de uso comum na civilização moderna, o descobrimento do vidro é muito incerto. Acredita-se que a primeira obtenção do vidro tenha sido devida aos Fenícios. Entretanto, há referências de que, milhares anos antes de Cristo, os egípcios já obtinham jóias de vidro de delicada feitura e notável beleza.

A produção do vidro se deu de maneira artesanal até fins do século XIX, quando surge uma primeira adaptação mecânica ao método de fabricação, consistindo no estiramento de uma lâmina de vidro de modo contínuo.

Outros processos de laminado contínuo se seguiram, havendo paralelamente um aperfeiçoamento e automatização dos processos de moldagem de vidros não-planos de todos os tipos como garrafas, frascos, vidraria de laboratório, etc.

Apesar do desenvolvimento tecnológico e automatização dos processos produtivos, ainda hoje são usadas técnicas artesanais para produzir os mais belos e requintados objetos de vidro.

\* \* \*

Do ponto de vista da composição química, existe uma infinidade de tipos de vidro com as mais diversas características físico-químicas: há vidro mais leve que a cortiça ou quase tão pesado quanto o ferro, resistente como o aço ou tão frágil como a casca de ovo, resistente ao calor e ao ataque por ácidos, vidro

que transmite ou absorve radiação (raio X, ultravioleta, infravermelho) bem como vidro eletro-condutor ou isolante.

Podemos dizer que o vidro é uma substância amorfa de alta viscosidade à temperatura ambiente. O principal elemento que constitui a sua composição química é a sílica, atingindo cerca de 70% de seu peso.

Além deste componente, outros devem ser adicionados para garantir as propriedades requeridas do vidro, podendo-se classificá-los da seguinte maneira:

- . Vitrificantes
- . Fundentes
- . Estabilizantes
- . Acessórios:           Descorantes  
                                  Opacificantes  
                                  Corantes  
                                  Afinantes

Com a combinação dos diversos elementos, a moderna indústria vidreira já desenvolveu mais de 50.000 fórmulas para produzir vidros com características diversas. Entretanto, a combinação básica da maioria dos tipos de vidro que vemos no dia a dia em janelas, copos, garrafas, etc., contém os elementos mostrados na tabela 3.1.1.

Para obedecer aos padrões aceitáveis de qualidade requerida pela fabricação e comercialização, o vidro deve respeitar certas restrições químicas. Tais restrições químicas são calculadas em termos de porcentagens dos diversos óxidos no vidro.

Componente	Fórmula	Função	% aprox.
Areia (sílica)	SiO <sub>2</sub>	elemento vitrificante	70%
Calcario	CaO	resistência mecânica	10%
Barrilha	Na <sub>2</sub> O	baixar ponto de fusão	10%
Feldspato	NaO+K <sub>2</sub> O	brilho e transparência	10%

Tab. 3.1.1 - Principais matérias-primas para a fabricação do vidro (adaptada da ref. 1).

A porcentagem atual dos diversos óxidos na composição do vidro N e' a seguinte:

	Oxido	% atual
1	SiO <sub>2</sub>	70.60
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.96
3	CaOMgO	10.80
4	NaO+K <sub>2</sub> O	14.30
5	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.81
6	BaO	0.25
7	F <sub>2</sub>	0.26
8	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.07

Tab. 3.1.2 - Porcentagem atual dos óxidos na composição do vidro N (transcrita da ref. 1)

A tabela 3.1.3 mostra os diversos componentes do vidro produzido na Nadir Figueiredo e os respectivos intervalos de variação permitidos para a porcentagem em massa na composição.

A tabela 3.1.4, por sua vez, mostra a fração dos diversos componentes do vidro encontrada nas várias matérias-primas que entram no processo.

	Oxido	% max.	% min.
1	SiO <sub>2</sub>	72.900	66.910
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.750	1.580
3	CaOMgO	9.730	8.800
4	NaO+K <sub>2</sub> O	12.600	11.400
5	B <sub>2</sub> O	1.620	1.470
6	BaO	0.220	0.200
7	F <sub>2</sub>	0.240	0.210
8	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.058	0.000

Tab. 3.1.3 - Limites de variação da porcentagem de cada componente na composição do vidro (transcrita da ref. 1).

Matéria-Prima	1	2	3	4	5	6	7	8	Perda
Areia	99.25	0.45	-	-	-	-	-	0.07	0.23
Calcário	0.24	0.33	55.57	0.23	-	-	-	0.04	43.59
Dolomita	12.22	0.29	51.09	0.14	-	-	-	0.21	36.05
Feldspato	65.60	18.88	0.09	14.70	-	-	-	0.12	0.45
Barrilha	-	-	-	57.19	-	-	-	-	42.81
Bórax	-	-	-	29.25	66.72	-	-	-	4.03
Baritina	4.10	4.95	-	-	-	59.75	-	0.05	31.15
Fluorita	8.37	-	63.10	-	-	-	42.53	0.43	14.43
Salitre	0.30	0.15	0.15	36.20	-	-	-	-	63.20

Tab. 3.1.4 - Porcentagens dos diversos óxidos presentes em cada matéria-prima (transcrita da ref. 1).

### 3.2 - O Ciclo das Matérias-Primas:

Suscintamente podemos descrever o ciclo das matérias-primas da maneira como se segue.

Num primeiro momento, as matérias-primas são, conforme o caso, moídas, lavadas, peneiradas e secadas. Em seguida, são pesadas em balanças automáticas pré-reguladas e depois misturadas por equipamentos apropriados (torres de mistura) de modo a obter uma boa homogeneidade, que é fundamental para a qualidade do vidro.

Uma vez misturada na torre de mistura, a composição é levada por intermédio de elevadores de canecas até um silo de grande capacidade onde aguardará o momento de ser enfiada.

A mistura é transportada do silo principal até o forno em cacambas padronizadas, através de empilhadeiras. A enfiagem é feita por elevadores especiais acoplados aos fornos, descarregando as cacambas no interior de depósitos que alimentam os fornos através de transportadores de rosca.

A figura 3.2.1 representa esquematicamente o ciclo das matérias-primas.

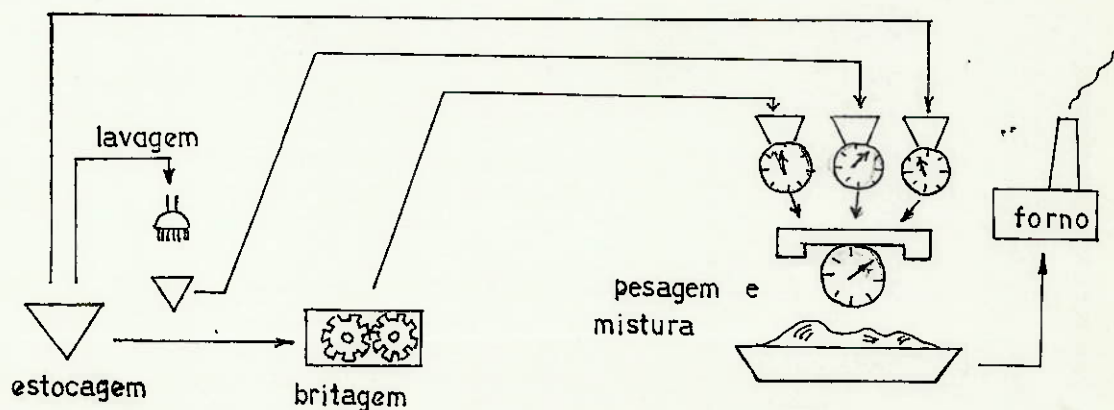


Fig. 3.2.1 - Representação esquemática do ciclo das matérias-primas (transcrita da ref. 2).

### 3.3 - O Forno e o "Feeder":

Forno de vidro é o local onde, sob a ação de energia calorífica, uma determinada mistura de matérias-primas sofre reações químicas, transformando-se no vidro fundido.

Basicamente, há dois tipos de fornos para a fabricação do vidro: os fornos contínuos e os fornos tipo "pote".

Pode-se descrever o forno contínuo como um tanque no qual o material tratado sofre transformações químicas por meio da transferência de calor que se faz diretamente da chama dos maçaricos, ou do arco elétrico que se forma entre dois eletrodos, no caso de fornos elétricos.

A temperatura é variável no espaço, isto é, ao longo do forno, mas constante no tempo e a alimentação do tanque é contínua.

Enquanto os "potes", recipientes onde se coloca a composição para fundir, existem desde os primórdios da indústria vidreira, os fornos contínuos são relativamente recentes.

Comparando-se com os "potes", os fornos contínuos oferecem uma vantagem quanto à economia de combustível que varia entre 25 e 50%. Tal economia se deve a quatro fatores principais:

- . Melhor utilização da superfície aquecida
- . Grande rendimento dos tanques
- . Continuidade do trabalho
- . Construção de grandes unidades

As vantagens industriais na operação com fornos contínuos os

tornaram os mais indicados para a fabricação de garrafas, vidros planos, bulbos elétricos e artigos domésticos em geral. Artigos de cristal, marcadorias finas de mesa, vidros ópticos e vidros especiais de laboratório continuam sendo feitos em "potes" em razão de um melhor controle sobre o processo permitido por esse tipo de forno.

Atualmente a Nadir Figueiredo (unidade Vila Maria) conta com quatro fornos em operação, sendo um deles destinado à produção do vidro cristalino, que apresenta uma composição diferente da do vidro N.

No total, os quatro fornos são capazes de fornecer algo da ordem de 260 toneladas diárias de vidro fundido.

A elaboração do vidro é realizada em três etapas:

1. **Fusão:** submetidas a uma temperatura de até 1500° C, as matérias-primas perdem suas propriedades individuais e formam o vidro fundido apresentando ainda um aspecto bastante heterogêneo.
2. **Afinagem:** o vidro se purifica das bolhas de gás, originadas durante as reações químicas da fusão, e outras impurezas como cacos de refratário, escórias, infundidos.
3. **Repouso:** o vidro adquire a necessária homogeneidade - para ser depois resfriado até a temperatura ideal de trabalho.

Esquemáticamente, podemos ilustrar a região onde ocorre cada etapa conforme a figura 3.3.1.

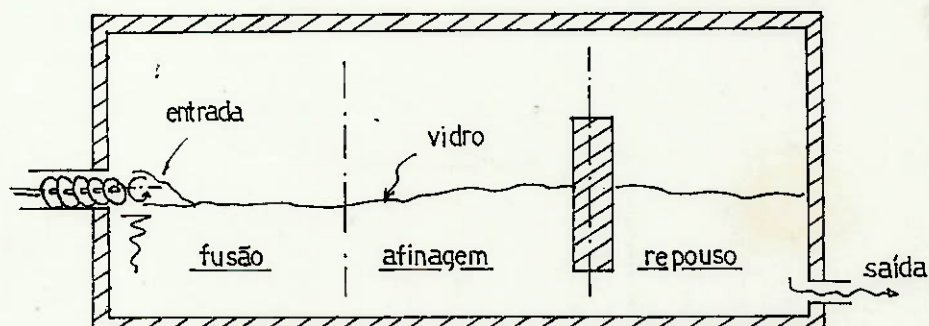


Fig. 3.3.1 - Representação esquemática do forno de fusão (adaptada da ref. 4).

A alimentação das máquinas é realizada por um equipamento intermediário denominado "feeder" que se localiza entre o forno e as máquinas.

Para chegar do forno ao "feeder" (alimentador) o vidro fundido passa por um canal e, durante este percurso, a temperatura do vidro deverá se aproximar da temperatura ideal de trabalho, que se situa entre 1000 e 1150° C.

A principal função do "feeder" é realizar a dosagem da "gota" de vidro que será transformada em uma nova peça do produto que está sendo fabricado.

Cada produto tem um peso definido (padrão). O "feeder", através do seu sistema de regulagem é capaz de gerar pesos bastante uniformes para cada produto.

### 3.4 - Os Processos de Fabricação:

#### a) Prensagem:

É o processo utilizado para a confecção da maioria dos artigos de vidro. Consiste na utilização de uma forma e um macho: a gota de vidro cai dentro da forma que dá as características externas do produto. Uma vez na forma, o vidro sofre a prensagem feita pelo macho, de dimensões um pouco menores que o espaço limitado pelas paredes da forma, de modo que o vidro sobe e preenche o espaço restante. A sequência de fabricação está esquematicamente representada pela figura 3.4.1.

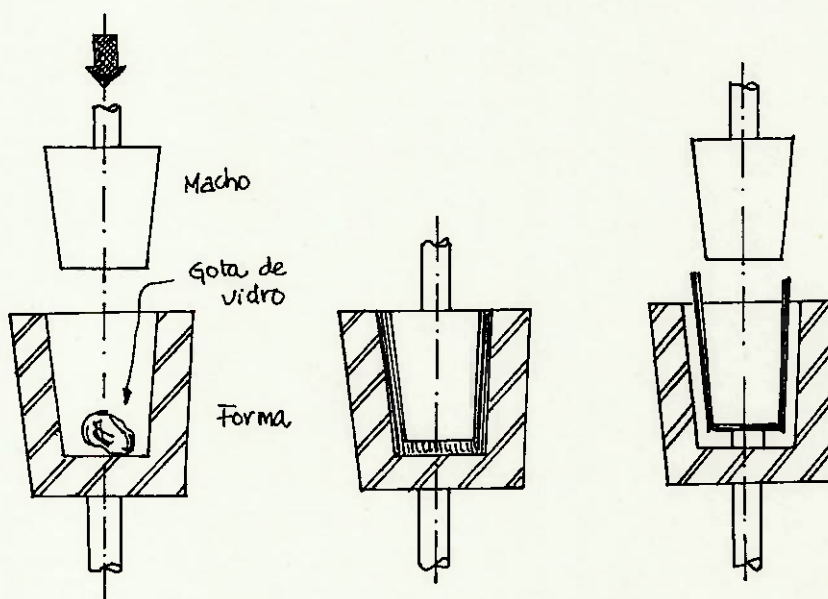


Fig. 3.4.1 - Sequência de fabricação pelo processo de prensagem (adaptada da ref. 2)

#### b) Processo I. S.:

Este processo é utilizado para a fabricação de garrafas, garrafões, potes e frascos em geral. O artigo de vidro é originado no momento em que a gota de vidro se infla no interior de um molde bipartido através da injeção de ar comprimido (sopro). Cos-

tuma-se dizer que o processo e' misto (sopro e prensagem) uma vez que a borda do artigo e' prensada (no momento em que o molde se fecha) e seu bojo e' soprado. Temos, na figura 3.4.2, uma representação simplificada do processo.

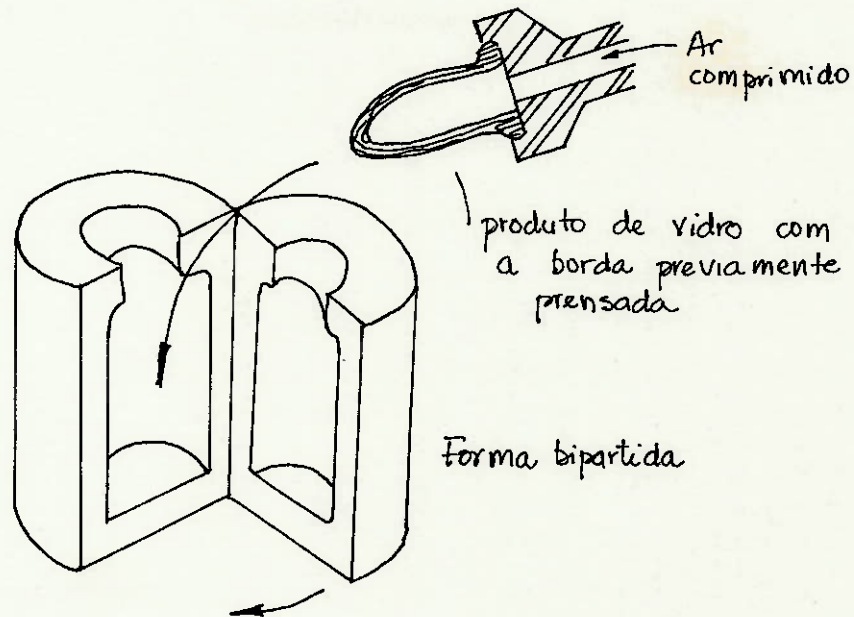


Fig. 3.4.2 - Representação simplificada do processo IS (adaptada do ref. 2)

### c) Processo Soprado Automático:

Neste processo são produzidos, principalmente, copos com paredes mais finas que os copos prensados, pois são soprados automaticamente. A gota de vidro cai incandescente, dentro de uma forma inteiraça, que gira rapidamente em torno de um eixo originando força centrífuga e, pelo sopro de ar dentro da forma, faz com que o vidro suba tomando a forma do molde. Após essa fase, o artigo já moldado passa para uma outra máquina acoplada e sincronizada com a primeira, que corta a boca do copo, que é um excesso de vidro inerente ao processo de produção. A figura 3.4.3 representa esquematicamente o processo.

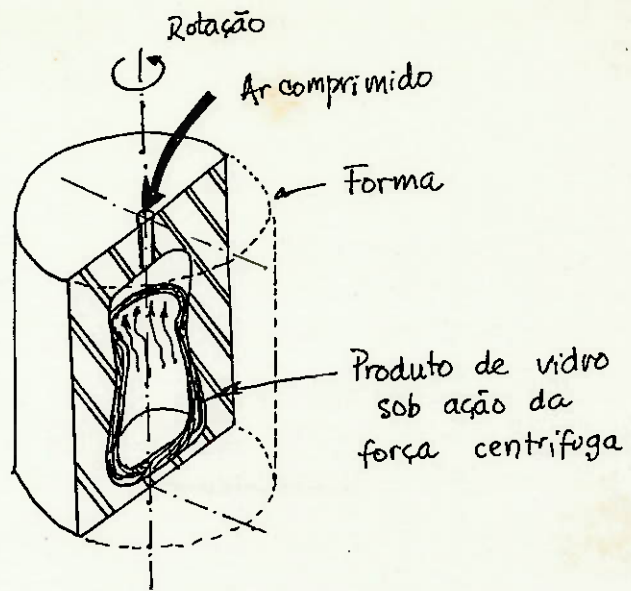


Fig. 3.4.3 - Representação esquemática do processo soprado automático (elaborada pelo autor).

### 3.5 - O Ciclo do Produto:

No item 3.2 foi descrito o ciclo da matéria-prima até o forno de fusão.

Uma vez fundido, o vidro é dosado pelo "feeder", que gera as gotas de darão origem a uma nova peça.

Após a prensagem (ou sopro, conforme o caso), o vidro, agora com características de produto acabado, é retirado da forma e posto na requeimadeira onde, por meio de fogo, retiram-se as rebarbas da borda do produto. Esta requeimadeira nada mais é que uma esteira que corre em frente a uma fileira de maçaricos. Quando os produtos estão passando em frente ao fogo, são girados para que se requeimem por igual.

Após a requeima é necessária uma homogeneização de temperatura para se eliminarem as tensões térmicas resultantes, o que ocorre em uma mufla elétrica responsável pelo resfriamento lento e gradual até próximo da temperatura ambiente.

Em seguida, as peças são submetidas à escolha manual seguindo critérios de qualidade previamente estabelecidos. Após esta etapa são feitos ensaios em amostras, consistindo de testes de choque térmico, mecânico, peso e capacidade.

Os produtos seguem então para o armazém de produtos acabados (APA) acondicionados em suas embalagens definitivas ou então em embalagens provisórias nos casos em que irão sofrer beneficiamento posterior.

Quando uma ordem de produção de beneficiamento é emitida, os produtos são transferidos do APA para as seções de decoração

(silk-screen) e/ou montagem de estojos. Daí, são devolvidos ao APA em estágio final, prontos para a comercialização.

A figura 3.5.1 descreve esquematicamente o processo descrito acima.

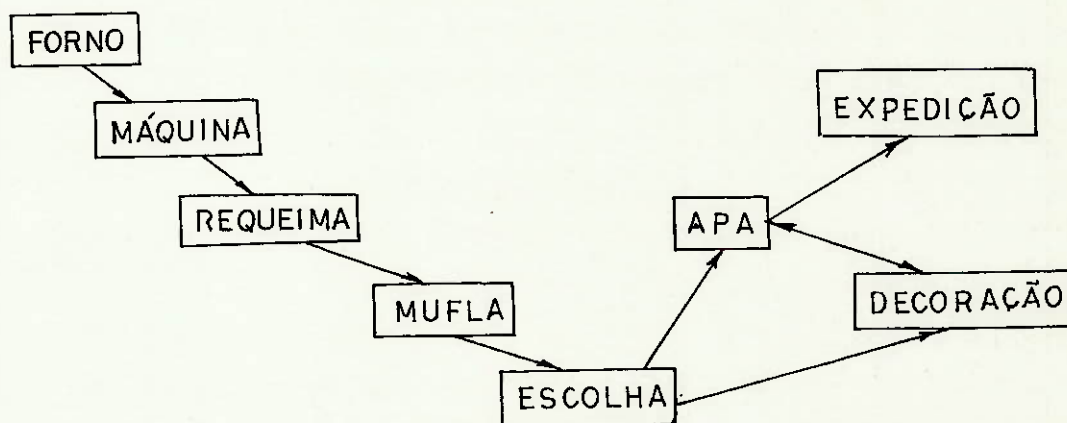


Fig. 3.5.1 - Descrição do fluxo de produção (elaborada pelo autor).

#### 4 - Equipamentos:

Para a fabricação de produtos de vidro, a Nadir Figueiredo (unidade Vila Maria) conta atualmente com os seguintes equipamentos:

##### a) Prensas:

Existem 3 tipos (simples, dupla e dupla-duplex) que diferem entre si apenas pela velocidade de produção. Dependendo das características próprias de cada produto, ele podera' ser fabricado apenas em prensa simples ou em prensa simples ou dupla indiferentemente.

A prensa dupla duplex (velocidade 4 vezes maior que a simples) e' reservada para a produção dos copos 2010 e 2001, que são os artigos de maior volume de produção, sendo as eventuais sobras de disponibilidade deste equipamento aproveitadas para a produção de outros artigos prensados.

Produtos prensados constituem as seguintes famílias de produtos: DOM N, 2010/2001, CRIS, TEMP e EMB N.

##### b) Máquinas IS:

Utilizadas na produção de artigos pelo processo IS, entre os quais garrafas, potes para embalagem, copos, etc. Atualmente a empresa conta com duas máquinas IS: uma simples (apenas uma peça por ciclo) e uma dupla (duas peças por vez).

##### c) Máquina Garrafão:

Utilizada na fabricação de garrafões, utilizando a mesma

tecnologia das máquinas IS.

d) Máquina H28:

Utilizada na fabricação de produtos através do processo de sopragem automática.

Ao longo do trabalho, para a identificação de cada tipo de máquina acima descrito, será usada a seguinte codificação:

S	.....	prensa simples
D	.....	prensa dupla
DD	.....	prensa dupla-duplex
H28	.....	máquina H28
ISS	.....	máquina IS simples
ISD	.....	máquina IS dupla

## 5 - O Estágio:

Conforme mencionado anteriormente, o estágio se desenvolveu na unidade Vila Maria da Nadir Figueiredo Ind. Com. S/A no período entre julho de 1985 a novembro de 1986.

Durante os oito primeiros meses, as atividades se desenvolveram na CPD da empresa, tendo sido diretamente relacionadas à área de análise de sistemas.

A partir de março foram iniciadas atividades relacionadas ao trabalho de formatura com a apresentação do problema a ser abordado.

Uma vez constatado um certo sub-aproveitamento da capacidade produtiva em uma época de demanda crescente, ficou clara a necessidade de aperfeiçoamento do sistema de programação da produção. A partir deste fato é que ficou definido o tema do trabalho.

## 6 - Objetivos do Trabalho:

Além dos objetivos específicos de um sistema de programação da produção, outros de caráter mais geral devem ser enumerados.

Como um dos principais objetivos, poderia ser destacada a conveniência de um procedimento formal. O emprego de procedimentos padronizados favorece a eliminação de falhas humanas, tornando mais provável uma solução satisfatória.

Um outro aspecto interessante da sistemática de programação da produção é a flexibilidade. Uma ferramenta de trabalho que permita uma rápida e eficiente comparação entre alternativas é extremamente útil, do ponto de vista quantitativo, na tomada de decisões relacionadas com programação da produção.

Dado o crescimento acelerado da demanda após o "Plano Cruzado", a capacidade produtiva deve ser aproveitada ao máximo. Sendo assim, o espírito que norteia este trabalho é o de encontrar a melhor utilização para os recursos produtivos existentes na fábrica, o que pode ser conseguido mediante uma programação mais eficiente.

Por outro lado, a eficiência da programação depende diretamente de um outro fator: a configuração de máquinas em cada um dos fornos.

Considerando que os fornos tem diferentes capacidades, que para cada tipo de máquina é designado um certo tipo de produto e que cada produto exige um certo fluxo de matéria-prima para a sua fabricação, a determinação da configuração ótima torna-se um problema bastante interessante sob todos os aspectos.

Resumindo, o objetivo do trabalho se concentra na formalização de um procedimento eficiente para a programação da produção e para a determinação da configuração ótima dos fornos para uma dada situação de mercado.

## 7 - Revisão da Literatura:

Na mesma empresa onde se desenvolveu o presente trabalho já havia sido feito, outro, em 1971, intitulado "Contribuição 'a Racionalização de uma Indústria Vidreira", de autoria de Reginaldo Appa, sob a orientação do professor Max Barcellos Corrêa.

Neste trabalho, além da proposta de um sistema de custeio e de racionalização da Seção de Composição e Moagem da empresa, o autor desenvolveu um estudo visando a determinação da extração de mínimo custo, considerando todos os insumos que participam do processo de fusão do vidro.

Dadas as mudanças econômicas observadas após a decretação do "Plano Cruzado", com um acelerado crescimento da demanda, surgiu a necessidade de se operar no nível máximo da capacidade produtiva. Sendo assim, a extração de mínimo custo, desejável quando se trabalha abaixo da capacidade máxima, deixa de ser interessante.

Em outra empresa do mesmo grupo, foi feito também em 1971 um trabalho de autoria de Loh Ning e Marcio Ardélio de Souza, orientado pelo mesmo professor, denominado "Planejamento e Controle da Produção".

O enfoque ali adotado é o de dividir os produtos em duas categorias que receberiam tratamentos diferenciados, programando-se os produtos de maior saída segundo regras heurísticas e os demais pelo sistema de estoque mínimo.

Em 1980, sob o título de "Sistema de Custos-Padrão e PCP Heurístico para uma Fábrica Manual de Vidros", foi publicado um trabalho de formatura de autoria de Fernando Rovner, orientado

pelo mesmo professor.

Neste trabalho, o autor aplicou regras heurísticas ao planejamento agregado e um critério de maior contribuição por tempo de fabricação para a determinação da pauta de produção mensal. Entretanto, dadas as diferenças entre processos produtivos e situação de mercado, adotou-se um enfoque diferente no presente trabalho.

## 9 - Programação da Produção: o Sistema Proposto

### 9.1 - Dados de Entrada:

O processo de programação da produção envolve duas variáveis fundamentais relacionadas com cada um dos produtos que se pretende produzir: a OCUPAÇÃO DE MÁQUINA (dias/mês) e a VELOCIDADE DE EXTRAÇÃO (fluxo de vidro necessário, em ton/dia).

Para a obtenção do Programa de Produção são necessários os seguintes dados de entrada:

- a) Pauta de Produção: relação de produtos que deverão ser fabricados em um determinado mês. Conforme será discutido adiante, os produtos fabricados em um mês podem não ser os mesmos no mês seguinte.
- b) Peso: expresso em gramas, é uma característica de projeto de cada item a ser produzido.
- c) Eficiência da Produção: representa a porcentagem de produtos aproveitáveis (sem defeito) em relação ao total produzido. Este valor foi tabelado para cada produto e representa uma média de valores históricos que foram sendo colhidos ao longo do tempo (últimos 3 meses).
- d) Tipo de Máquina: é uma característica de projeto do produto e representa uma informação que tem sentido apenas no caso de máquinas IS e prensas, assumindo os seguintes valores:
  - 1 - produto fabricado exclusivamente em máquina simples
  - 2 - produto fabricado exclusivamente em máquina dupla
  - 12 - máquina simples, podendo também ser produzido em má-

quina dupla

- 21 - maquina dupla, podendo tambem ser produzido em máqui-  
na simples
- 42 - prensa dupla-duplex, podendo tambem ser produzido em  
prensa dupla

Obs: dependo da conveniência, um produto de prensa simples, por exemplo, pode passar a ser produzido em prensa dupla ou vice-versa, desde que isso seja tecnicamente possível (tipo de produto 12 ou 21).

e) Velocidade de Fabricação: e' uma variável fixada em função da regulagem da máquina e que define o número de unidades produzidas por minuto. Cada produto tem um valor máximo definido para esta característica.

f) Previsão de Vendas Média Mensal: normalmente a empresa faz sua previsão de vendas a cada seis meses ("horizonte de planejamento") ou então quando alguma mudança relevante no mercado o justifique. A previsão de venda para cada produto neste período e' dividida por 6, obtendo-se o valor da previsão média mensal, o qual sera' usado no processo de programação, após a correção por um certo fator de sazonalidade calculado para cada mês.

## 9.2 - Tratamento dos Dados:

Os dados mencionados no item anterior foram coletados junto ao departamento de PCP da empresa e foram tratados da maneira como segue.

Conforme já foi mencionado, a preocupação inicial é a determinação da OCUPAÇÃO DE MÁQUINA para cada produto, bem como da VELOCIDADE DE EXTRAÇÃO. Para tanto, os dados colhidos foram lançados em uma planilha eletrônica, que realizou uma série de cálculos e permitiu comparação entre diversas alternativas com uma facilidade razoável. No anexo 1, encontra-se uma cópia da matriz utilizada no tratamento dos dados, na qual são apresentados dados fictícios de previsão de vendas.

As fórmulas empregadas para o cálculo da ocupação e velocidade de extração são apresentadas a seguir:

### a) Cálculo da OCUPAÇÃO DE MÁQUINA:

$$\text{OCUP (dias/mês)} = \frac{\text{prev(dz/mês)} * 12(\text{pç/dz}) * 1.05}{\text{efic}(\%) / 100 * \text{veloc}(\text{pç/min}) * 60(\text{min/h}) * 24(\text{h/dia})}$$

Simplificando, resulta:

$$\text{OCUP (dias/mes)} = \frac{5 * \text{prev}(\text{dz/mes}) * 1.05}{6 * \text{efic}(\%) * \text{veloc}(\text{pç/min})}$$

Onde: prev = previsão de vendas média mensal  
 efic = eficiência da produção  
 veloc = velocidade de fabricação do produto

Obs: Com base na experiência anterior, estimou-se a necessidade de uma folga de 5% no tempo de ocupação de máquina, prevendo-se paradas para troca de moldes e manutenção, na proporção de 4% e 1% respectivamente. Por este motivo, a fórmula anterior inclui a multiplicação pelo fator 1,05.

b) Cálculo da VELOCIDADE DE EXTRAÇÃO:

$$\text{VEXTR (ton/dia)} = \text{veloc(pc/min)} * \text{peso(g/pc)} * 10^{-6} \text{ (ton/g)} * 60 \text{ (min/h)} * 24 \text{ (h/dia)}$$

Simplificando, resulta:

$$\text{VEXTR (ton/dia)} = 0.00144 * \text{veloc(pc/min)} * \text{peso(g/pc)}$$

Onde:  $\text{veloc}$  = veloc. de fabricação do produto (pc/min)  
 $\text{peso}$  = peso de uma unidade do produto (g/pc)

c) Correções na Ocupação de Máquina:

A previsão de vendas mencionada no item 9.1.f normalmente não leva em consideração as limitações da capacidade produtiva: reflete apenas as quantidades que o mercado provavelmente será capaz de absorver no período para o qual tal previsão é feita.

Sendo assim, há períodos em que as quantidades previstas ocasionariam uma ocupação de máquina superior à capacidade instalada, ou seja, uma ocupação superior a 30 dias por mês em cada máquina.

Nestes casos, os produtos designados para uma máquina com

"sobrecarga" deverão ter suas quantidades previstas corrigidas por um certo fator multiplicativo (f) menor que 1:

$$f = 30 / \text{OCUP}$$

Onde: OCUP = ocupação de máquina que resultou maior que 30 dias por mês.

Por exemplo: Produtos DOM N (tabela 9.2.1)

cod.	dz/mes	dias/mes
2603	150 000	13.45
2710	95 000	7.24
2310	111 500	8.98
2052	39 000	6.25
TOTAL	395 500	35.92

Tab 9.2.1 - Exemplo ilustrativo da correção da ocupação de máquina (elaborada pelo autor).

Supondo haver duas máquinas capazes de fabricar os produtos mostrados na tabela (DOM N):

$$\text{OCUP unit.} = 71.84 : 2 = 35.92 \text{ dias/mês}$$

Neste caso, devemos multiplicar a coluna (dz/mes) por pelo fator (f):

$$f = 30 / 35.95$$

obtendo-se as quantidades previstas corrigidas, que levam a uma ocupação mensal de exatamente 30 dias por mês.

## 8 - O Sistema Atual:

### 8.1 - Descrição Abreviada do Sistema:

O planejamento e programação da produção tem como ponto de partida a previsão de vendas anuais para cada artigo que a empresa produz. A previsão média mensal é obtida dividindo-se por 12 esta previsão anual para cada artigo.

Constatada a ocorrência de uma sazonalidade considerável atuando no mercado consumidor de que a empresa participa, foram calculados os percentuais de sazonalidade para cada mês, os quais são periodicamente atualizados.

A partir do percentual de sazonalidade e da previsão de vendas média mensal são obtidos os chamados níveis de referência para cada produto em um determinado mês.

De posse dos níveis de referência de cada artigo para o mês a ser programado, as necessidades de produção (necessidades líquidas) são calculadas como a diferença entre nível de referência e saldo em estoque de cada artigo.

A partir da relação de necessidades líquidas, a pessoa encarregada elabora o programa de produção, tendo em vista as restrições de ocupação de máquina e capacidade de extração dos fornos.

No presente momento está sendo implantado pelo CPD da empresa um sistema que fornecerá ao departamento de PCP as relações de necessidades líquidas.

Com base nesta listagem será feita a programação própria-

mente dita. O encarregado da programação, pela experiência adquirida, ira' designar cada produto a ser programado a uma das máquinas disponíveis, definindo a seqüência de fabricação que julgar mais conveniente.

Uma vez elaborado, o programa de produção mensal estara' sujeito 'a aprovação pela diretoria industrial que podera' determinar as alterações que forem necessárias. Desta maneira, e' comum que o programa de produção seja revisto algumas vezes, ate' mesmo quando ja' esteja em produção.

Nesta fase, o processo de programacao e' totalmente manual, sendo executadas várias alternativas, sendo preenchidas quatro vias (uma para cada forno) do formulário apresentado no anexo no. 2 deste volume.

#### 8.2 - Inconvenientes do Sistema:

O sistema atual de programação da produção tem-se mostrado bastante lento e trabalhoso devido 'a grande quantidade de artigos com que a empresa trabalha. Espera-se, a curto prazo, que a implantação do sistema de cálculo de necessidades líquidas venha a reduzir o tempo de programação, uma vez que não mais sera' necessária uma quantidade razoável de cálculos manuais.

Outro ponto a ser observado e' o fato de o sistema ser totalmente informal, tornando a programação extremamente dependente das pessoas que com ela trabalham. Além disso, por ser um sistema manual, a flexibilidade e' bastante reduzida. O tempo relativamente longo que se leva para gerar uma nova solução para a programação mensal praticamente impede a comparação entre diversas alternativas.

#### d) Mudança de Máquina:

Ha' casos em que o problema anterior (excesso de ocupação prevista) pode ser contornado sem a necessidade de cortes nas quantidades a produzir (necessidades líquidas).

Por exemplo, quando a ocupação de prensas simples exceder 30 dias por mês em cada máquina e ocorrer sobra de disponibilidade de prensas duplas, pode-se passar a produzir o produto de prensa simples em prensa dupla, desde que isso seja possível (vide item 9.1, sub-item d). Desta forma, aproveita-se a sobra de uma máquina para compensar o excesso de ocupação em outra.

Quando esta mudança não for suficiente para compensar o excesso de ocupação de máquina, resta apenas a correção mencionada anteriormente no sub-item (c).

#### e) Periodicidade:

Uma vez calculada a OCUPAÇÃO DE MÁQUINA para cada um dos produtos, foram definidos alguns critérios para se calcular a periodicidade com que os mesmos serão fabricados.

Dado o custo de preparação de máquina decorrente da mudança de produto, deve-se procurar evitar a produção de lotes pequenos.

A determinação do tamanho do lote econômico de produção não foi considerada no presente trabalho. Foram adotados os valores atualmente empregados pelo departamento de PCP da empresa, os quais são mostrados na tabela 9.2.2.

Dados os valores do lote mínimo para cada máquina (menor ocupação permitida) e a ocupação de máquina requerida, e' possi-

Tipo de Máquina	Lote Mínimo
Prensa Dupla-duplex	7 dias
Prensa Dupla	4 dias
Prensa Simples	3 dias
Máquina H28	6 dias
Máquina IS Simples	5 dias
Máquina IS Dupla	5 dias

Tab. 9.2.2 - Convenção para lotes mínimos, em dias de produção (elaborada pelo autor).

vel calcular a periodicidade para cada produto.

Quando a ocupação de máquina requerida (calculada em função das quantidades previstas) resultar maior que o lote mínimo, a periodicidade será logicamente igual a 1 mês, ou seja, o tamanho do lote é suficiente para que o produto seja fabricado mensalmente.

Caso contrário, ocupação de máquina menor que o lote mínimo, o produto não mais será fabricado mensalmente.

Exemplificando:

Cod. Produto: ..... 2048  
 Necess. Produção Média Mensal: ..... 20 559 dz  
 Tipo de Máquina: ..... prensa dupla  
 Velocidade de Produção: ..... 71 pç/min  
 Eficiência da Produção: ..... 90 %

1. Com os dados acima, da fórmula 9.2 a) obtemos:

$$OCUP = 2.82 \text{ dias/mes (ocupação de máquina)}$$

2. Da tabela 9.2.2 (lotes mínimos), temos:

$$\text{Prensa Dupla} \Rightarrow \text{Lote mínimo} = 4 \text{ dias}$$

3. Como  $OCUP < \text{Lote Mínimo}$ , então:  $PER = 2 \text{ meses}$

$$\text{pois: } \text{OCUP}(\text{per}=2) = 2 * 2.82 = \begin{cases} 5.64 & \text{dias/mes (mês n)} \\ 0.00 & \text{dias/mes (mês n+1)} \end{cases}$$

**Conclusão:** como a ocupação de máquina resultou menor que o lote mínimo, o produto 2048 devera' ser fabricado a cada 2 meses (PER=2), com o dobro da ocupação de máquina inicial.

Dado que o horizonte adotado na programação e' de 6 meses, os valores mais convenientes para a periodicidade são os divisores de 6, ou seja: 1, 2, 3 e 6. Nos casos em que a periodicidade resultar 4 meses, sera' considerado PER = 6 meses.

#### f) Distribuição de Carga de Máquina:

Partindo-se do princípio de que nem todos os produtos serão fabricados mensalmente, e' necessario definir em que mês (ou meses) os produtos não-mensais serão produzidos. Em outras palavras, e' necessario definir a pauta de produção mensal.

No momento em que os produtos não-mensais são alocados aos seis meses que compõem o horizonte de programação, o ideal seria que a carga de máquina fosse distribuída da maneira mais uniforme possível ao longo desse período.

Com esta finalidade foi estabelecido o critério da MÍNIMA VARIACÃO DA EXTRAÇÃO MENSAL. Segundo este critério, para cada tipo de máquina, a variação da quantidade de vidro extraída (toneladas por mês) ao longo dos meses deve ser a menor possível.

A extração mensal (ton/mes) para cada produto e' obtida pelo produto da ocupação de máquina pela velocidade de extração (vide sub-itens "a" e "b"). Ou seja:

$$\text{EXTR (ton/mês)} = \text{OCUP (dias/mês)} * \text{VLEXTR (ton/dia)}$$

onde: EXTR = extração mensal  
 OCUP = ocupação de máquina  
 VLEXTR = velocidade de extração

Todos os cálculos até agora mencionados são rapidamente executados por uma "planilha eletrônica" de cálculo, especialmente desenvolvida para esse fim. A descrição detalhada da mesma será apresentada oportunamente.

A tabela 9.2.3 a seguir é uma apresentação parcial da planilha de cálculo mencionada acima, contendo apenas os valores calculados de interesse no momento.

COD	PER	OCUP	VLEXTR	EXTR	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
4450	2	3.77	6.00	22.61						
2505	2	2.17	6.96	15.10						
5205	1	4.50	6.53	29.39						
2089	3	2.36	8.99	21.23						
2689	2	2.02	10.07	20.33						
6203	2	3.18	7.41	23.54						
5368	3	2.46	10.01	24.65						
5868	1	3.43	13.32	45.68						
5768	1	2.78	14.12	39.27						

EXTRACAO MENSAL ACUMULADA:

Tab. 9.2.3 - Tabela para definição da distribuição de produtos ao longo dos meses (elaborada pelo autor).

Obs: COD = código do produto  
 PER = periodicidade  
 OCUP = ocupação de máquina (dias/mês)  
 VLEXTR = velocidade de extração (ton/dia)  
 EXTR = OCUP \* VLEXTR (ton/mês)

As colunas em branco (JAN ... JUN) devem ser preenchidas com os valores da coluna EXTR de acordo com a periodicidade (PER) de cada produto. Sendo assim, um produto com PER = 2 pode ser desig-

nado para JAN, MAR e MAI ou então para FEV, ABR e JUN. A melhor distribuição é aquela em que houver mínima variação relativa entre os totais das colunas (JAN ... JUN), ou seja, menor variação da extração mensal.

Para satisfazer ao critério de mínima variação da extração mensal, foram estabelecidas algumas regras práticas para o preenchimento da tabela:

f.1) O preenchimento é feito linha por linha, sendo obedecida a seguinte ordem:

1o.) Produtos com PER = 2

2o.) Produtos com PER = 3

3o.) Produtos com PER = 6

4o.) Produtos com PER = 1

f.2) Entre os produtos com mesma periodicidade, a prioridade no preenchimento deverá ser de acordo com a ordem decrescente de EXTR.

f.3) Após o preenchimento de cada linha, os totais das colunas dos meses devem ser calculados (extração mensal acumulada).

f.4) Uma vez calculadas as extrações mensais acumuladas, a próxima linha a ser preenchida deve ter valor diferente de zero para o mês de menor extração mensal acumulada (vide exemplo em seguida).

Como exemplo, reproduzimos a tabela 9.2.3, agora parcialmente preenchida (tab 9.2.4).

COD	PER	OCUP	VLEXTR	EXTR	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
4450	2	3.77	6.00	22.61		22.61		22.61		22.61
2505	2	2.17	6.96	15.10						
5205	1	4.50	6.53	29.39						
2089	3	2.36	8.99	21.23						
2689	2	2.02	10.07	20.33		20.33		20.33		20.33
6203	2	3.18	7.41	23.54	23.54		23.54		23.54	
5368	3	2.46	10.01	24.65						
5868	1	3.43	13.32	45.68						
5768	1	2.78	14.12	39.27						
EXTRACAO MENSAL ACUMULADA:					23.54	42.94	23.54	42.94	23.54	42.94

Tab. 9.2.4 - Tabela para definicao da distribuicao de produtos ao longo dos meses, parcialmente preenchida (elaborada pelo autor).

De acordo com as regras apresentadas, a próxima linha a ser preenchida é a do produto 2505, sendo incluído nos meses JAN, MAR, e MAI, que apresentam os menores valores de extração mensal acumulada.

Uma vez preenchida a tabela 9.2.3 para cada tipo de máquina, tem-se a relação de produtos que devem ser fabricados a cada mês. Num determinado mês, serão produzidos os produtos com valores diferentes de zero na coluna deste mês.

A seguir encontra-se a tabela 9.2.5 completa para o exemplo em questão e a tabela 9.2.6 com a relação de produtos para cada mês.

Como já foi dito, todo o tratamento dos dados envolvidos no processo de programação da produção é feito em uma planilha eletrônica de cálculo. Isto se justifica pela grande rapidez e precisão dos cálculos favorecendo enormemente a comparação entre diversas alternativas e análise de várias situações possíveis.

COD	PER	OCUP	VLEXTR	EXTR	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
4450	2	3.77	6.00	22.61		22.61		22.61		22.61
2505	2	2.17	6.96	15.10	15.10		15.10		15.10	
5205	1	4.50	6.53	29.39	29.39	29.39	29.39	29.39	29.39	29.39
2089	3	2.36	8.99	21.23			21.23			21.23
2689	2	2.02	10.07	20.33		20.33		20.33		20.33
6203	2	3.18	7.41	23.54	23.54		23.54		23.54	
5368	3	2.46	10.01	24.65	24.65			24.65		
5868	1	3.43	13.32	45.68	45.68	45.68	45.68	45.68	45.68	45.68
5768	1	2.78	14.12	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27	39.27
EXTRACAO MENSAL ACUMULADA:					177.63	157.28	174.21	181.93	152.98	178.51

Tab. 9.2.5 - Tabela para definicao da distribuicao de produtos ao longo dos meses, completamente preenchida (elaborada pelo autor).

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
2505	4450	2505	4450	2505	4450
5205	5205	5205	5205	5205	5205
6203	2689	2089	2089	6203	2089
5368	5868	6203	6203	5868	2689
5868	5768	5868	5868	5768	5868
5768		5768	5768		5768

Tab. 9.2.6 - Pauta de producao mensal obtida a partir da tab. 9.2.5 (elaborada pelo autor).

A referida planilha, contendo dados fictícios de previsão de vendas, pode ser encontrada no anexo no.1 deste volume. Apresentamos a seguir uma breve descrição do significado de cada coluna.

A coluna "PRODUTO" contém a relação de todos os produtos que compõem a linha de fabricação da empresa atualmente, agrupados por famílias (descritas no item 4.4).

As colunas "PESO", "EFIC" e "VELOC" contém dados fornecidos pelo departamento de PCP e podem ser alterados com o passar do tempo. O peso corresponde ao padrão para cada produto, a eficiência é uma média de valores históricos e a

velocidade depende da relação produto-máquina.

A coluna "MAQUIN" identifica as opções de máquina para cada produto conforme item 9.1(d).

A coluna "PREV86" contém os dados de previsão de vendas média mensal e são fornecidos periodicamente pelo departamento de vendas. Toda vez que tais dados forem alterados, o processo de programação sofrera' realimentação, sendo reprogramados os próximos seis meses.

A coluna "MQOCUP" fornece a ocupação de máquina para cada produto a partir da fórmula do item 9.2(a).

A coluna "PERIOD" mostra a periodicidade com que cada produto devera' ser fabricado, de modo a respeitar o tamanho do lote econômico (vide tabela 9.2.2).

A coluna "VLEXTR" fornece a velocidade de extração (fluxo de vidro) necessária para a fabricação de cada produto, dada pela fórmula do item 9.2(b).

Na última "página" da planilha e' apresentado um resumo geral contendo: o "balanço" da carga de máquina (dias por mês, para cada tipo de máquina), a configuração de máquinas (relação de máquinas alocadas a cada forno) e os totais de dúzias/mês, extração média mensal (ton/dia) e ocupação de máquina (dias/mes) para cada família de produtos.

Cada um dos três elementos que compõem o RESUMO FINAL e' descrito com maior detalhe a seguir:

## \* Balanço da Carga de Máquina:

maq DD	maq D	maq S	FAMÍLIA
40.06	32.09	39.08	DOM N
	127.41	41.06	EMB N
	- 0 -	70.40	CRIS (S)
		15.61	CRIS (D)
			TEMP
40.06	159.50	166.15	OCUP. PREV.
60.00	180.00	120.00	DISPONIB.
-19.94	-20.50	46.15	OCUP - DISP
		-79.76	SOBRA DD
		-41.00	SOBRA D
		-74.61	SOBRA
		27.37	H28
	4.37	15.36	GFA
	22.05	13.56	POTE
	4.37	1.68	IS DOM
	30.80	30.61	TOT IS

Tab. 9.2.7 - Exemplo do Balanço da Carga de Máquina (elaborada pelo autor)

Para o caso em estudo, os fatores que limitam a produção são a ocupação de máquina (30 dias por mês) e a capacidade dos fornos (toneladas por mês).

A finalidade do balanço da carga de máquina é identificar o eventual excesso de ocupação de máquina e a consequente necessidade de remanejar produtos de uma máquina para outra ou até mesmo os cortes a serem feitos nas quantidades previstas (vide item 9.2(c) e (d)).

Adotou-se a seguinte convenção: valores com sinal negativo significam sobra e com sinal positivo, falta de máquina.

A linha DISPONIB (dias/mes) representa 30 dias vezes o número

ro de máquinas disponíveis. No exemplo temos duas prensas dupla-duplex (60 dias/mês), seis prensas duplas (180 dias/mês) e quatro prensas simples (120 dias/mês).

O valor de SOBRA(DD) corresponde 'a sobra de prensa dupla-duplex (19.94 dias/mês) multiplicada por 4 pois um dia de prensa dupla-duplex corresponde a quatro dias de prensa simples. Analogamente, SOBRA(D) e' a sobra de prensa dupla (20.50 dias/mes) multiplicada por 2, pois um dia de prensa dupla equivale a dois dias de prensa simples.

Em se tratando de produtos prensados, um valor positivo na linha SOBRA (dias de prensa simples) significa necessidade de cortes nas quantidades previstas.

Para os produtos da familia H28 os cortes serão necessários quando a ocupação superar 30 dias/mes ja' que neste caso não ha' possibilidade de remanejamento, dada a existência de apenas uma máquina.

No caso de produtos IS (GFA, POTE, IS DOM), eventualmente o remanejamento sera' possível (produtos tipo 12 ou 21).

**\* Configuração de Máquinas:**

E' simplesmente uma tabela em que são mostradas as máquinas em cada forno, a capacidade nominal do forno (em ton/dia) e uma série de valores que correspondem a 95% desta capacidade, 94%, 93%, etc.

MAQ	F1	F2	F3	F4	TOTAL
1	S	S	H28	ISD	
2	D	DD	D	DD	
3	S	D	D	G	
4	S	D	D	ISS	
CAP.	35.00	80.00	69.00	82.00	266.00
.95	33.25	76.00	65.55	77.90	252.70
.94	32.90	75.20	64.86	77.08	250.04
.93	32.55	74.40	64.17	76.26	247.38
.92	32.20	73.60	63.48	75.44	244.72
.91	31.85	72.80	62.79	74.62	242.06
.90	31.50	72.00	62.10	73.80	239.40
.85	29.75	68.00	58.65	69.70	226.10

Tab. 9.2.8 - Exemplo da Configuração de Máquinas  
(transcrito da planilha de cálculo).

\* Totais por Família:

Esta tabela apresenta o total de dúzias a produzir para cada família de produtos bem como a extração média (EXTRAC) e ocupação de máquina (MQOCUP) cujos valores são também apresentados em termos de máquina simples e dupla nas quatro últimas colunas.

O total geral da coluna de extração média (EXTRAC) e' o parâmetro que determina se a capacidade de extração dos fornos foi excedida. O valor que se encontra logo abaixo deste total representa a porcentagem da capacidade de extração que esta' sendo requerida, dadas as quantidades previstas que constam na coluna "PREV" da planilha. Logicamente esta porcentagem deve ser menor que 100%.

Levando-se em conta as paradas para troca de moldes e manutenção, períodos em que a extração pode ser considerada igual a zero, o ideal seria que esta porcentagem sobre a extração máxima se situasse em torno de 95%.

+-----+ KG/DZ	+ PRODUCO EXTRAC MOCUP		MAQUINAS OCUP EXTRACAO TN/D				
	DZ/MES	TN/DIA	DI/MES	DUPLAS	SIMPLE	DUPLAS	SIMPLE
1.5299 CAT1	826424	41.57	40.06				
2.5670 CAT2	352767	29.77	71.17	32.09	39.08	19.49	10.28
4.2176 CAT3	119031	16.50	26.37				
3.4422 CAT4	179233	20.28	70.40	0.00	70.40	0.00	20.28
7.2070 CAT5	27042	6.41	15.61				
1.8597 CAT6	1.29E6	78.67	168.47	127.41	127.41	41.06	69.91
238.70 CAT7	1	.01	.01				
8.0405 CAT8	80834	21.37	19.74	4.37	15.36	5.69	15.68
3.2655 CAT9	330000	35.43	35.61	22.05	13.56	0.00	35.43
3.0563 CAT10	50832	5.11	6.06	4.37	1.68	1.37	3.74
TOTAL GERAL	3.25E6	255.11	453.49	190.29	267.49	67.61	155.32

% OCUP. ==> 95.91 %
---------------------

Tab. 9.2.9 - Exemplo de Totais por Família  
(transcr. da planilha de cálculo)

### 9.3 - Metodologia:

O sistema atual de programação da produção é totalmente manual e o programa é obtido por tentativas. Dados históricos sobre a eficiência da programação têm sugerido a possibilidade de melhoria, conforme mostrado na tabela 9.3.1, que se refere à média do período de outubro de 85 a abril de 86.

FORNO	EXTR. MÉDIA (ton/dia)	CAP. NOMINAL (ton/dia)	% CAP.
1	30.48	35	87.08
2	57.57	61	94.33
3	61.00	69	88.41
4	73.05	82	89.09
		média .....	89.73

Tab. 9.3.1 - Aproveitamento da capacidade de extração dos fornos (fornecida pelo depto. de PCP).

Dada uma média de aproveitamento da ordem de 90%, admite-se que seja possível atingir a casa dos 95%.

Sendo assim, foram feitas várias tentativas no sentido de se padronizar uma sistemática que permitisse o aproveitamento esperado.

#### a) Descrição do Método:

A ideia inicial foi a de se utilizar um processo geométrico em que cada ordem de produção a ser programada fosse representada por um retângulo de base proporcional à velocidade de extração (ton/dia) e altura proporcional à ocupação de máquina (dias/mes). Além disso, a área deste retângulo representaria a quantidade de vidro (toneladas) necessária para a produção do lote (vide figura

9.3.1).

Da mesma maneira, cada forno pode ser entendido como um retângulo de largura proporcional a sua capacidade de extração nominal (ton/dia) e comprimento proporcional a 30 dias por mês, conforme figura 9.3.2.

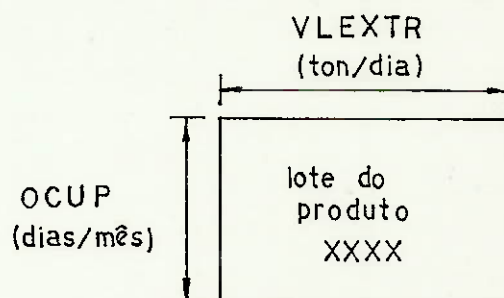


Fig. 9.3.1 - Retângulo representativo de um lote de produção (elaborada pelo autor).

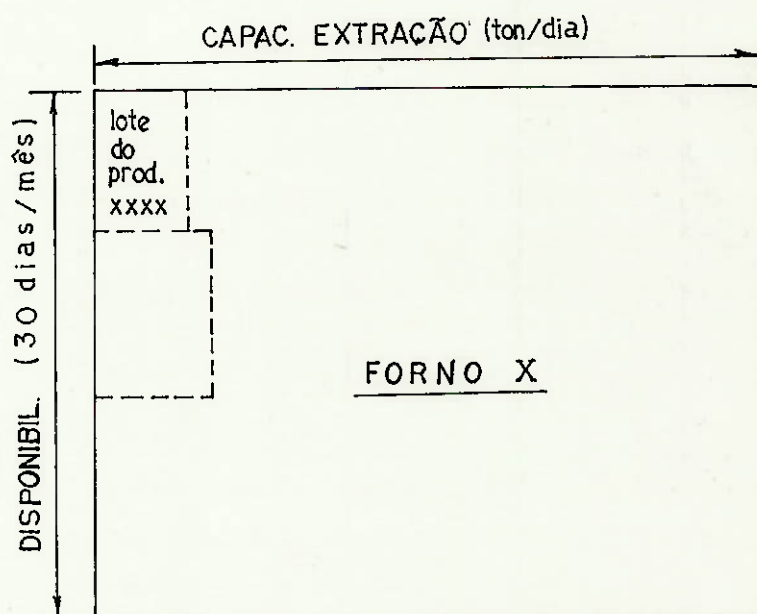


Fig. 9.3.2 - Retângulo representativo do forno (elaborada pelo autor).

Atraves deste enfoque geométrico, o processo de programação consiste em alocar os diversos retângulos (lotes de produção) a

cada um dos fornos da maneira mais conveniente, ou seja, de forma a maximizar o aproveitamento dos fornos. Em outras palavras, a programação da produção mensal corresponderia à montagem de um quebra-cabeças de peças retangulares (lotes a produzir) sobre um tabuleiro que representaria o forno. A figura 9.3.3 ilustra o método idealizado.

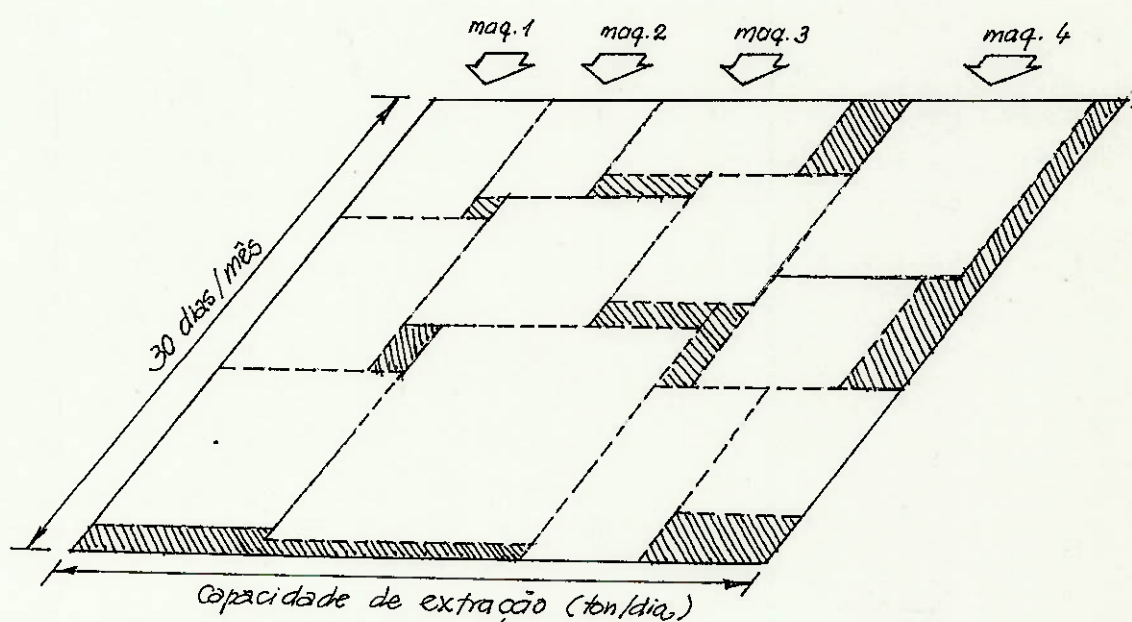


Fig. 9.3.3 - Representação do Método, adotando-se o enfoque geométrico (elaborada pelo autor).

Na figura anterior, os espaços hachurados representam o não-aproveitamento da capacidade do forno e devem ser minimizados através da alteração da forma dos retângulos.

Dado que um mecanismo de regulação da máquina permite variar continuamente a velocidade de produção (pc/min), resulta que a largura do retângulo pode ser variada.

Fixando-se as áreas (quantidades a produzir), uma variação

nas larguras dos retângulos implica em uma variação dos comprimentos no sentido oposto: aumentando-se a largura, deve-se diminuir o comprimento e vice-versa.

Graças a essa possibilidade de variação da forma do retângulo, cria-se uma liberdade a mais no sentido de maximizar a ocupação do forno. Entretanto, esta liberdade de alteração da forma dos retângulos é limitada: sempre que um retângulo tiver seu comprimento aumentado (reduzindo-se a velocidade de produção) significa que o lote exigirá uma ocupação de máquina maior. Com isso, a sobra de máquina vai sendo diminuída.

Do exposto, fica claro que a aplicação do método exige que se tenha sobra de máquina. Quando isto não ocorrer, será preciso reduzir as quantidades que se pretende produzir.

#### **b) Aplicação do Método:**

Quando se procede à programação da produção deve-se ter em mente que cada forno tem uma capacidade de extração limitada e é responsável pela alimentação de quatro máquinas.

Sendo assim, a somatória das velocidades de extração das quatro máquinas, a cada instante, não pode exceder a capacidade do forno sob pena de redução da vida útil do mesmo. Admite-se, entretanto, extrações acima da capacidade nominal do forno (no máximo 5%) durante intervalos de tempo da ordem de 1 ou 2 dias.

O ponto de partida para a programação propriamente dita é a obtenção da relação de produtos a ser fabricada por cada uma das 16 máquinas (4 por forno) em um determinado mês.

O procedimento descrito no item 9.2(f) - distribuição da

carga de máquina - e' usado para obter esta relação de produtos a serem fabricados por tipo de máquina. Entretanto, no caso de produtos prensados, ha' mais de uma máquina de cada tipo. Com isso, surgem dois problemas a serem considerados.

**PROBLEMA 1:** Formar sug-grupos de produtos prensados que serão destinados a cada máquina de um determinado tipo.

Uma vez formados os sub-grupos, esta' definida, para cada um deles, a quantidade de vidro necessaria para a fabricação dos lotes que os compõem. Como se trata de ocupar várias máquinas, instaladas em fornos de diferentes capacidades, existem diversas maneiras de se fazer tal ocupação. Sendo assim, temos o seguinte problema:

**PROBLEMA 2:** Designar, da melhor maneira possível, cada sub-grupo para ocupar uma determinada máquina.

A figura 9.3.4, mostrada em seguida, representa os dois tipos de problemas aqui levantados.

A etapa (1) mostrada na próxima figura tem a seguinte finalidade: dado um conjunto de produtos a serem produzidos em um certo tipo de prensa, desmembrá-lo em tantos sub-grupos, quantas forem as máquinas disponíveis. Para tanto, foi desenvolvido o seguinte procedimento:

1o.) Ordenar os produtos de cada tipo de prensa (simples, dupla e dupla-duplex) por velocidade de extração.

2o.) Calcular a ocupação por máquina (OC/MQ) dividindo-se a ocupação total pelo número de máquinas disponíveis.

3o.) Designar produtos ao primeiro sub-grupo de acordo com a ordem crescente de velocidade de extracção até que a ocupação acumulada atinja o valor de "OC/MQ". A partir daí, designar produtos ao segundo sub-conjunto e assim sucessivamente até que todos os produtos tenham sido designados.

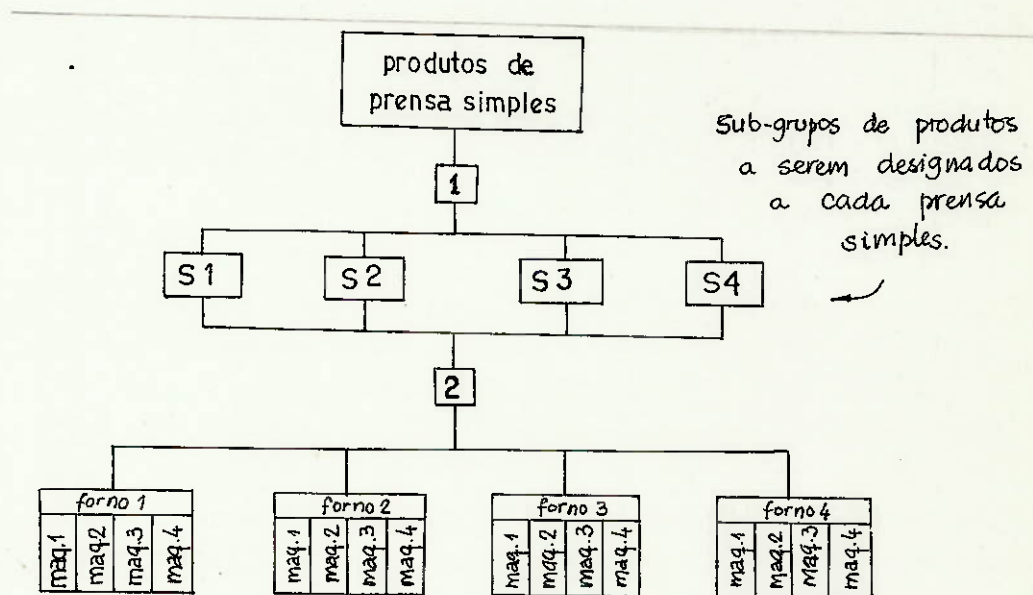


Fig. 9.3.4 - Esquema da distribuição dos lotes de produtos prensados (elaborada pelo autor).

A figura 9.3.5 ilustra o procedimento descrito para um caso em que os produtos devam ser distribuídos entre quatro máquinas.

Existe um motivo pelo qual foi escolhido o procedimento an-

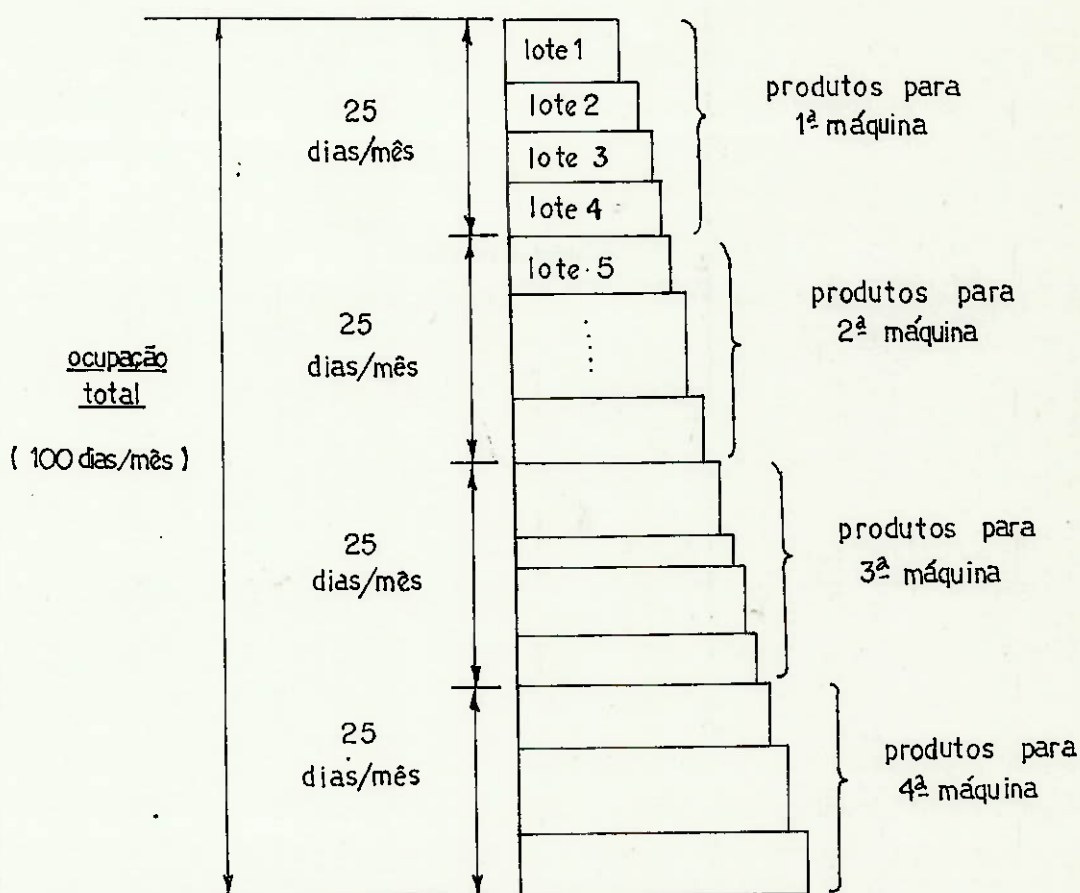


Fig. 9.3.5 - Ilustração do procedimento para designar produtos a várias máquinas (elaborada pelo autor).

terior. O "feeder" que faz a alimentação da máquina tem um componente cujo orifício é que determina o tamanho da gota de vidro. Se o próximo produto a ser fabricado tiver uma extração muito maior (ou muito menor) que a daquele que está em produção, o orifício do "feeder" deverá ser trocado. Visando minimizar as trocas deste orifício é que os produtos deverão ser agrupados da maneira descrita.

Uma vez executada a etapa (1) da figura 9.3.4, temos a relação de produtos para cada uma das 16 máquinas. Entretanto, para os produtos de prensa falta definir, por exemplo, se um determi-

nado grupo de produtos designado a uma prensa dupla vai ser produzido na máquina do forno 1, 2 ou 3, já que os três contam com prensa dupla (PROBLEMA 2).

Para se tomar esta decisão, será definida uma faixa de largura correspondente média das velocidades de extração (VLEXTR) dos produtos de cada sub-grupo, conforme o exemplo da figura 9.3.6 logo a seguir.

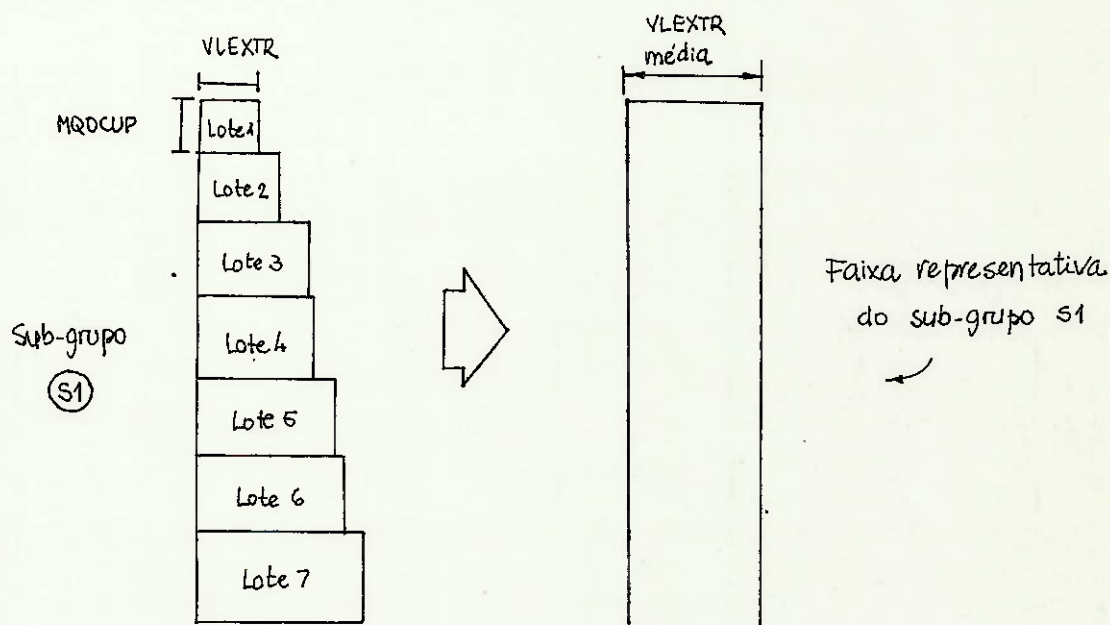


Fig. 9.3.6 - Exemplo da definição das faixas representativas dos diversos sub-grupos (elaborada pelo autor).

As faixas definidas de acordo com o exemplo da figura serão usadas como referência no momento em que se atribui cada sub-grupo a máquina de um determinado forno.

A idéia da atribuição dos sub-grupos às diversas máquinas pode ser representada pela figura 9.3.7.

Como se pode ver pela figura, os produtos destinados às

máquinas H28, ISS e ISD já têm definida sua ocupação no forno

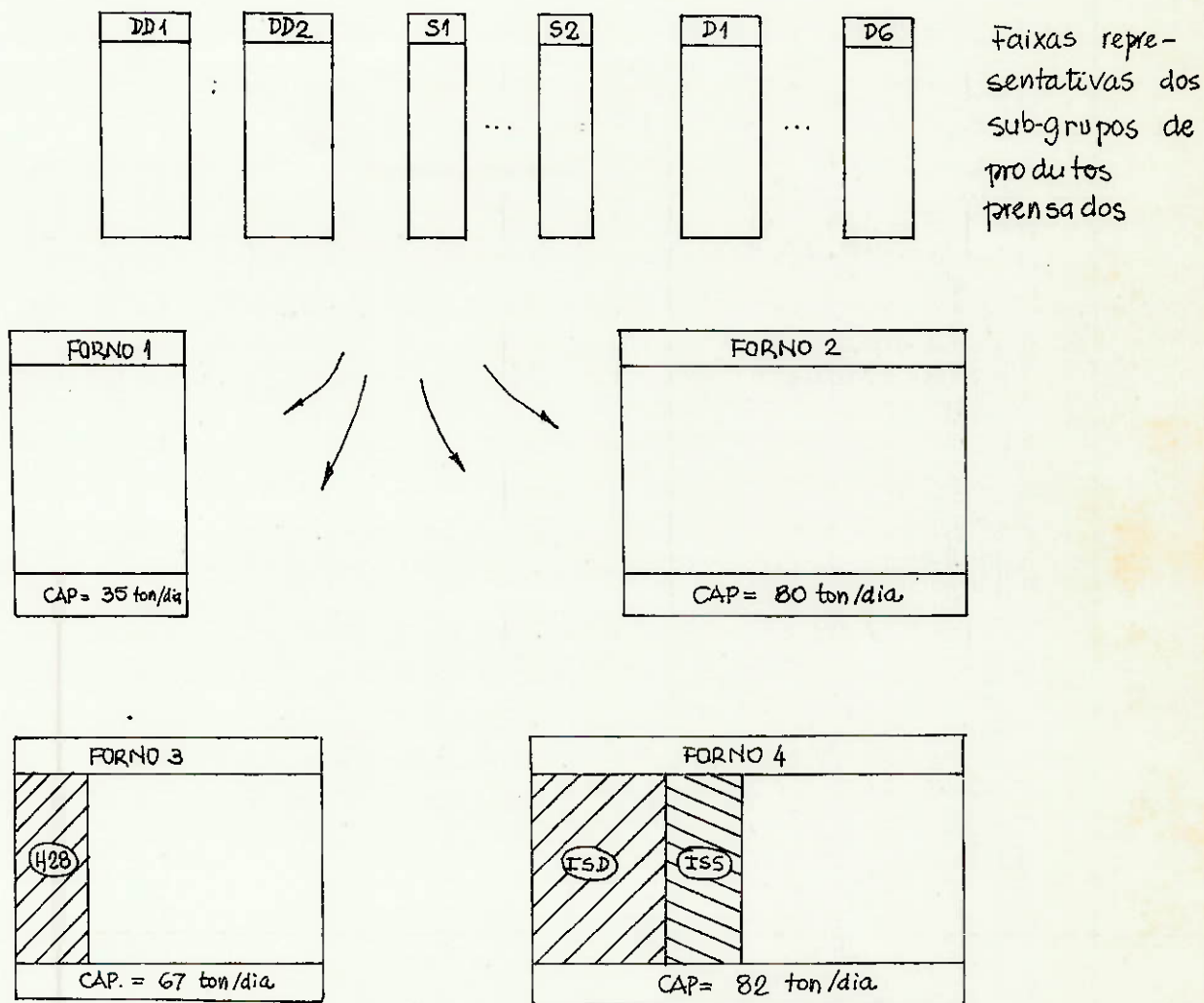


Fig. 9.3.7 - Esquema da atribuição dos diversos sub-grupos de produtos prensados às máquinas de cada forno (elaborada pelo autor).

(faixas hachuradas na figura), isto pelo fato de tais máquinas serem únicas.

No caso de produtos prensados, como se dispõe de várias máquinas, diversas alternativas de ocupação dos fornos são possíveis. Resta saber qual delas proporciona o máximo de aproveitamento da capacidade de extração dos fornos.

Para a solução deste problema (etapa "2" da figura 9.3.4)

foram estabelecidas duas regras práticas, descritas a seguir.

REGRA 1: Designar faixas de maior largura em primeiro lugar, seguindo uma ordem decrescente de largura de faixa e respeitando o tipo de máquina a que se destinam.

REGRA 2: 'A medida que as faixas vão sendo alocadas 'as máquinas, logicamente o "espaço" disponível nos fornos vai diminuindo. Alocada uma certa faixa, a próxima deve ser designada 'a máquina do forno que contar com mais "espaço" desocupado.

Apresentamos em seguida a tabela 9.3.2 onde são mostradas extrações médias mensais (ton/dia) hipotéticas para cada sub-grupo de produtos prensados.

MAQ.	EXTR. MEDIA MENSAL (ton/dia)		MAQ.	EXTR. MEDIA MENSAL (ton/dia)
DD1	23.56	P R E N S A D O S	S4	32.02
DD2	18.01		S3	24.06
D1	2.88		DD1	23.56
D2	5.77		DD2	18.01
D3	8.65		D6	17.30
D4	11.53		S2	16.04
D5	14.41		D5	14.41
D6	17.30		D4	11.53
S1	8.02		D3	8.65
S2	16.04		S1	8.02
S3	24.06		D2	5.77
S4	32.02		D1	2.88
H28	16.50		ISD	54.85
ISS	7.06		H28	16.50
ISD	54.85	ISS	7.06	
GFAO	1.25	GFAO	1.25	

(a)

(b)

Tab. 9.3.2 - a) Extrações médias mensais hipotéticas dos diversos sub-grupos de produtos.

b) Por ordem decrescente de extração média.  
(elaborada pelo autor).

Nota: DD = prensa dupla-duplex  
D = prensa dupla  
S = prensa simples  
H28 = máquina H28  
ISS = máquina IS simples  
ISD = máquina IS dupla  
GFAO = máquina garrafao

A seguir, a tabela 9.3.3 mostra a solução do problema de designação dos diversos sub-grupos para a atual configuração de máquinas, aplicando-se as regras práticas estabelecidas.

FORNO 1 Cap. = 35 ton/dia				FORNO 2 Cap. = 80 ton/dia			
MAQ	SEQ	EXTR	SOBRA	MAQ	SEQ	EXTR	SOBRA
(S)	6	24.06	10.94	(S)	5	32.02	47.98
(S)	10	16.04	- 5.10	(DD)	7	23.56	24.42
(S)	14	8.02	-13.12	(D)	12	11.53	18.89
(D)	16	2.88	-16.00	(D)	13	8.65	10.24
FORNO 3 Cap. = 67 ton/dia				FORNO 4 Cap. = 82 ton/dia			
MAQ	SEQ	EXTR	SOBRA	MAQ	SEQ	EXTR	SOBRA
(H28)	1	16.50	50.50	(ISD)	2	54.85	27.15
(D)	9	17.30	33.20	(ISS)	3	7.06	20.09
(D)	11	14.41	18.79	(GFAO)	4	1.25	18.84
(D)	15	5.77	13.02	(DD)	8	18.01	0.83

Tab. 9.3.3 - Exemplo de designação dos diversos sub-grupos de produtos às respectivas máquinas, usando os valores de extração média mensal da tabela 9.3.2 (elaborada pelo autor).

Nota: MAQ = configuração atual do forno

EXTR = extração média mensal prevista para o sub-grupo que deverá ocorrer por MAQ.

SEQ = sequência de preenchimento da tabela, dada pelas regras práticas (1) e (2).

SOBRA = capacidade do forno menos EXTR acumulada.

Obs: Podemos observar pelo exemplo da tabela 9.3.3 que houve "sobra negativa" no forno 1, indicando extração exigida além da capacidade do mesmo. Isto poderia ter sido evitado através do remanejamento de alguns produtos de prensa simples do referido forno para as prensas duplas dos fornos 2 e 3 que estão com folga. Entretanto, trata-se apenas de um exemplo.

Apresentamos a seguir uma recapitulação das várias etapas ate' agora desenvolvidas:

1. Definição das quantidades a produzir para cada produto, a partir da previsão de vendas média mensal.
2. Cálculo da ocupação de máquina (dias), velocidade de extração (ton/dia) e periodicidade para cada produto através do uso da planilha de cálculo que foi apresentada anteriormente.
3. Análise do Resumo Geral da planilha de cálculo, verificando a ocorrência de excesso de ocupação de máquina.
4. Remanejamento de produtos para máquinas (prensas e/ou maquinas IS) com sobra de ocupação, caso se verifique a ocorrência de máquinas com sobrecarga

de ocupação.

5. Correções (cortes) nas quantidades previstas caso haja excesso de ocupação de máquina mesmo após o remanejamento.
6. Distribuição de carga de máquina, de acordo com a periodicidade dos diversos produtos, definindo-se a pauta de produção mensal para cada tipo de máquina.
7. Definição das sub-grupos de produtos prensados a serem produzidos por cada uma das máquinas de cada tipo (prensas simples, duplas e duplas-duplex).
8. Cálculo da velocidade de extração média dos produtos de cada sub-grupo, obtendo-se as faixas representativas dos lotes a serem produzidos.
9. Designação dos sub-grupos a cada máquina, baseada na largura das faixas representativas, conforme o procedimento descrito.

Uma vez cumpridas as etapas anteriores, temos, para cada máquina de cada forno, a relação dos produtos que deverão ser fabricados.

A partir daí, o problema será determinar a sequência de fabricação dos produtos de cada máquina de tal forma que a capacidade do forno (ton/dia) não seja excedida e que, ao mesmo tempo, permita o melhor aproveitamento desta capacidade de extração.

Não se trata, entretanto, de um problema simples de sequenciação. As quatro máquinas sendo alimentadas por um mesmo forno

devem ser consideradas em conjunto durante o processo de sequen-  
 ciação de forma que a soma dos fluxos de vidro individuais não  
 ultrapasse a capacidade do forno.

Dada a variedade de formas possíveis para os retângulos re-  
 presentativos dos lotes de produção, não foi possível encontrar  
 um modelo matemático que conduzisse 'a disposição ótima dos re-  
 tângulos dentro dos limites do retângulo representativo do forno.

A partir desse fato, a solução foi desenvolver uma ferra-  
 menta de trabalho que facilitasse o processo de obtenção da solu-  
 ção por tentativas.

Com esta finalidade foi contruída uma planilha de cálculo,  
 que sera' mostrada em seguida.

* TABELA 1 *					* TABELA 2 *						
PCPDET	COD PROD	QUANT DZ/MES	MAQUIN DI/MES	VELEXTAS TN/DIA	OCUP ACUM	DIA	EXTR MAQ1	EXTR MAQ2	EXTR MAQ3	EXTR MAQ4	EXTR TOT
	3405	32638	8	5.26	8	1	5.26	33.12	19.48	20.39	78.25
	2110	14192	3	6.80	11	2	5.26	33.12	19.48	20.39	78.25
	1800	69938	20	8.91	31	3	5.26	33.12	19.48	20.39	78.25
					31	4	5.26	33.12	19.48	20.39	78.25
					31	5	5.26	33.12	19.48	20.39	78.25
					31	6	5.26	33.12	19.48	20.39	78.25
MEDMAQ1				7.76		7	5.26	33.12	19.48	20.39	78.25
	2010	662991	31	33.12	31	8	5.26	33.12	19.48	20.39	78.25
					31	9	6.80	33.12	19.48	20.39	79.79
					31	10	6.80	33.12	19.48	20.39	79.79
					31	11	6.80	33.12	19.48	20.39	79.79
					31	12	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
					31	13	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
MEDMAQ2				33.12		14	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
	2601	205766	31	19.48	31	15	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
					31	16	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
					31	17	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
					31	18	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
					31	19	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
					31	20	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
MEDMAQ3				19.48		21	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
	3210	85997	11	20.39	11	22	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
	3210	156358	20	19.37	31	23	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
					31	24	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
					31	25	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
					31	26	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
					31	27	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
MEDMAQ4				19.73		28	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
MED GER				80.10		29	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
						30	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88
						31	8.91	33.12	19.48	19.37	80.88

Os dados de entrada são a ocupação (em dias) e a velocidade de extração (em ton/dia) para cada lote de cada máquina em um determinado forno.

Como se pode ver, a referida planilha é composta basicamente por dois elementos:

**TABELA 1:** em que cada coluna representa uma máquina e cada linha contém os valores de ocupação (OCUP) e velocidade de extração (VLEXTR) dos respectivos produtos.

**TABELA 2:** em que cada coluna representa uma máquina e as linhas representam os 30 dias do mês.

Preenchendo-se a tabela 1, o computador se encarrega de preencher automaticamente a tabela 2, fornecendo, para cada dia do mês, a diferença entre a capacidade de extração do forno e a soma das velocidades de extração de cada máquina.

Logicamente, quando a diferença entre capacidade e soma de extrações for negativa significa que está sendo excedida a capacidade do forno, o que deve ser evitado. Neste caso, a sequência dos produtos em cada máquina da tabela 1 deve ser trocada até que se consigam os menores desvios possíveis entre capacidade e soma de extrações para cada forno.

Um outro procedimento alternativo para se chegar à melhor solução por tentativas também foi testado.

Foram recortados retângulos de cartolina com dimensões proporcionais à ocupação e velocidade de extração de cada produto.

Em seguida, buscou-se por tentativas a melhor disposição dos retângulos dentro dos limites de 30 dias e capacidade de extração do forno.

Dada uma melhor visualização do problema permitida por este método, boas soluções para o problema de programação podem ser obtidas. Porém, a confecção dos retângulos representativos dos lotes de produção mostrou-se um tanto demorada, tornando preferível o emprego da planilha de cálculo.

## 10 - Configuração de Máquinas: o Sistema Proposto

### 10.1 - Apresentação do Problema:

Dando sequência ao trabalho, passaremos agora a tratar o problema da configuração das máquinas em cada forno. Novamente, aqui, será usado o enfoque geométrico com que foi tratado o problema da programação da produção.

Neste caso, o problema a ser enfrentado é o seguinte: dada a existência de quatro fornos com diferentes capacidades, obter a configuração (disposição das máquinas em cada forno) que permita maximizar a ocupação destes fornos, tendo em vista as velocidades de extração que os produtos de cada máquina irão exigir.

Enquanto que no problema da programação da produção procurou-se obter a melhor sequência de produção para uma dada configuração, neste caso o objetivo é obter a melhor configuração para uma dada previsão de produção média mensal em um determinado período.

Logicamente, uma mudança de configuração das máquinas em cada forno exigirá paralização das máquinas que forem trocadas de posição. Dessa forma, a configuração adotada deverá permanecer inalterada durante um período mínimo de seis meses.

Dada uma previsão de vendas para um período de seis meses, por exemplo, a configuração das máquinas será definida em termos destes dados de previsão.

A sequência de procedimentos para se chegar à solução do problema pode ser descrita como se segue:

- a) Previsão de vendas no período para o qual se pretende determinar a configuração ideal.
- b) No caso de prensados, especificar quais produtos devem ser fabricados em cada máquina.
- c) Obtenção das faixas representativas dos produtos de cada máquina (extração média).
- d) Pesquisa da configuração ideal entre as diversas alternativas possíveis.

A previsão de vendas, como já se mencionou, é normalmente realizada a cada seis meses pelo departamento de vendas, que fornece dados correspondentes à média mensal (dúzias) para cada produto.

A formação dos sub-grupos de produtos prensados (etapa "b" acima) a serem designados a cada máquina pode ser feita da maneira descrita no caso da programação (vide figura 9.3.3).

A obtenção das faixas representativas dos produtos de cada máquina também será feita como no caso da programação, conforme a figura 9.3.4.

Esquemáticamente, podemos representar o problema conforme a figura 10.2.1.

De posse dos dados de extração média de cada máquina e da capacidade de extração dos fornos, o problema se resume no preenchimento da tabela 10.2.1.

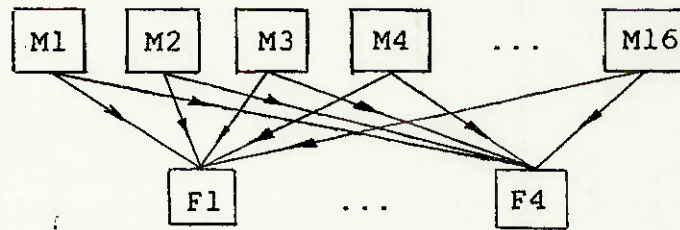


Fig. 10.2.1 - Representação do problema da configuração das máquinas (elaborada pelo autor).

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
F1	X			X					X					X		
F2		X			X						X					X
F3							X	X		X			X			
F4			X			X						X			X	

Tab. 10.1.1 - Tabela representativa da solução do problema da configuração das máquinas (elaborada pelo autor)

Pelo exemplo de solução acima apresentado temos que o forno 1 receberá as máquinas M1, M4, M9 e M14. Analogamente, o forno 2 receberá as máquinas M2, M5, M12 e M16, etc.

Observa-se que cada forno deverá receber quatro máquinas, isto devido à existência de quatro "feeders" em cada forno.

## 10.2 - Formulação através de Programação Linear:

Uma vez cumpridas as etapas iniciais mencionadas no item anterior, passaremos à formulação do problema lançando mão da programação linear com variáveis binárias (zero ou um).

Temos os seguintes dados de entrada:

- a) Capacidades de extração (em ton/dia) de cada um dos quatro fornos.
- b) Extração média de cada uma das 16 máquinas, calculadas a partir da extração individual dos produtos a serem fabricados em cada uma delas.

Para a formulação do problema foi adotada a seguinte convenção:

$F_i$  ( $i = 1, \dots, 4$ ) = capacidade de extração do forno "i" (ton/dia)

$M_j$  ( $j = 1, \dots, 16$ ) = extração média (ton/dia) dos produtos designados 'a máquina "j"

$X_{ij}$  = variável binária associada ao forno "i" e 'a máquina "j"

Obs: O significado das variáveis binárias  $X_{ij}$  é o seguinte:

$X_{ij} = 0 \Rightarrow$  máquina "j" não deve ser alocada ao forno "i"

$X_{ij} = 1 \Rightarrow$  máquina "j" deve ser alocada ao forno "i"

Sendo assim, a solução do problema consiste em obter a matriz  $(X_{ij})$  composta pelas variáveis binárias  $X_{ij}$  que ira' fornecer a configuração que maximiza a ocupação dos fornos.

A função objetivo a ser maximizada deve representar a ocupação global dos fornos, sendo apresentada a seguir:

FUNÇÃO OBJETIVO:

$$\text{Max } Z, Z = \sum_{i=1}^4 \left( \sum_{j=1}^{16} X_{ij} * M_j \right)$$

As restrições a serem satisfeitas são do seguinte tipo:

(1)  $\sum_{j=1}^{16} X_{ij} * M_j < E_i$

(2)  $\sum_{i=1}^4 X_{ij} < 1$  para cada "j"

(3)  $X_{ij} = 0$  ou  $1$

As restrições do tipo (1) exigem que a soma das extracões

médias das máquinas alocadas a um determinado forno não ultrapasse a capacidade de extração de tal forno.

As restrições do tipo (2) impedem que uma mesma máquina seja alocada a mais de um forno.

As restrições do tipo (3) exigem que as variáveis sejam binárias, assumindo valores 0 (zero) ou 1 (um).

A solução fornecida pelo modelo, da maneira como foi formulada, é apenas uma aproximação da realidade, devendo ser utilizada apenas como uma orientação. Sendo assim, uma análise coerente e decisões complementares são necessárias para que se obtenha a melhor solução.

De acordo com a formulação empregada, a solução obtida poderá conter vetores  $X_{ij}$  nulos para determinadas máquinas "j". Isto significa que não foi possível designar alguma máquina "j" a nenhum dos quatro fornos sem que a capacidade de extração dos mesmos fosse ultrapassada.

Este fato ocorre dado o aspecto binário com que o problema é tratado. Deve-se ter em mente que a extração média requerida por uma máquina é um valor tomado como referência para representar os produtos que a mesma irá produzir. Sendo assim, uma solução em que a soma das extrações médias ultrapasse a capacidade do forno não deve ser descartada já que durante a programação tem-se um certo grau de liberdade para se evitarem extrações acima da capacidade do forno.

Nos casos em que não for possível designar uma ou mais máquinas mesmo tendo-se soma de extrações médias requeridas menor que soma de capacidades de extração haverá necessariamente sobra

de capacidade em um ou mais fornos. Deve-se, então, designar as máquinas que foram desprezadas pelo modelo aos fornos em que ocorreu maior sobra de capacidade.

Logicamente, os fornos que receberem máquinas adicionais (não previstas na solução do modelo binário) terão sua capacidade ultrapassada, o que devera' ser corrigido durante o processo de programação da produção.

No anexo 3, apresentamos o relatório de saída do programa TEMPO MPS da Burroughs utilizado para resolver o problema de programação linear com variáveis binárias conforme o modelo apresentado.

Como se trata apenas de um exemplo, admitiu-se a existência de apenas 3 fornos e 12 máquinas visando reduzir o tempo de processamento.

Os dados utilizados são mostrados na tabela 10.2.2.

EXTR. MÉDIA (ton/dia)		CAP. EXTRACÇÃO (ton/dia)	
M1	54.85	F1	82
M2	32.02	F2	80
M3	24.06	F3	81
M4	21.79		
M5	19.78		
M6	17.30		
M7	16.50		
M8	14.41		
M9	11.53		
M10	7.06		
M11	2.88		
M12	1.25		

Tab. 10.2.2 - Dados fictícios de extração média para a programação linear (elaborada pelo autor)

### 10.3 - Solução Simplificada do Problema:

A obtenção da solução do problema da configuração das máquinas através do modelo de programação linear com variáveis binárias geralmente é dificultado por duas razões: dificuldade de acesso ao software capaz de resolver o problema, e o custo de obtenção desta solução já que a mesma pode requerer um tempo razoável de processamento em computador de grande porte.

Por estas razões, muitas vezes pode ser mais conveniente uma solução simplificada e de baixo custo, mesmo que não seja obtida através de algum processo otimizador.

Sendo assim, foi adaptada ao problema da configuração dos fornos uma regra prática já apresentada anteriormente: trata-se do algoritmo utilizado para a designação dos vários sub-grupos de produtos prensados 'as prensas disponíveis para sua fabricação, conforme ilustrado na figura 9.3.7 .

A diferença entre a regra aqui apresentada e aquela do item 9.3 é que neste caso as extrações médias de cada máquina são usadas como parâmetros para definir sua localização e naquele item tais parâmetros foram usados para designar os sub-grupos de prensados 'as máquinas cuja localização era pré-determinada.

Suponhamos a situação mostrada na tabela 10.3.1 como exemplo:

Dado que a soma das capacidades de extração dos fornos (264 ton/dia) é maior que a soma das extrações médias requeridas pelas máquinas (216.91 ton/dia), conclui-se que em princípio será possível satisfazer a condição de não ultrapassar a capacidade de cada forno.

CAP. EXTRAÇÃO (ton/dia)		EXTRAÇÃO MÉDIA (ton/dia)	
F1	82	M1	54.85
F2	80	M2	32.02
F3	67	M3	24.06
F4	35	M4	21.79
$\Sigma = 264$		M5	19.78
(a)		M6	17.30
		M7	16.50
		M8	16.04
		M9	14.41
		M10	11.53
		M11	8.65
		M12	8.02
		M13	7.06
		M14	5.77
		M15	2.88
		M16	1.25
		$\Sigma = 261.91$	
		(b)	

Tab. 10.3.1 - (a) Capacidades de extração dos fornos  
(b) Extração média requerida pelas máquinas (elaboradas pelo autor).

Entretanto, e' de se esperar que isto dificilmente ocorrerá na prática. Mas, como já foi dito, uma sobrecarga do forno em termos da extração média requerida por cada uma de suas máquinas poderá ser compensada durante a programação da produção.

A regra prática para se obter uma sugestão para a configuração dos fornos e' a seguinte:

1. Ordenar as máquinas por ordem decrescente de extração média requerida.
2. Alocar sucessivamente as máquinas de maior extração média ao forno de maior capacidade de extração.
3. Cada vez que uma máquina for alocada a um

forno, deve-se subtrair de sua capacidade a extração da máquina que acabou de ser alocada, sendo considerada a partir daí a capacidade restante.

Para a situação apresentada nas tabelas 10.3.1 (a) e (b), foi construída a tabela 10.3.2 obtendo-se uma configuração de máquinas conforme o procedimento acima descrito

FORNO 1 Cap. = 35 ton/dia			FORNO 2 Cap. = 82 ton/dia		
MAQ	EXTR. MEDIA	CAP. RESULTANTE	MAQ	EXTR. MEDIA	CAP. RESULTANTE
M6	17.30	17.70	M1	54.85	27.15
M10	11.53	6.17	M7	16.50	10.65
M14	5.77	0.40	M11	8.65	2.00
M16	1.25	-0.85	M15	2.88	-0.88
FORNO 3 Cap. = 67 ton/dia			FORNO 4 Cap. = 80 ton/dia		
MAQ	EXTR. MEDIA	CAP. RESULTANTE	MAQ	EXTR. MEDIA	CAP. RESULTANTE
M3	24.06	42.94	M2	32.02	47.98
M5	19.78	23.16	M4	21.79	26.19
M9	14.41	8.75	M8	16.04	10.15
M13	7.06	1.69	M12	8.02	2.13

Tab. 10.3.2 - Sugestão para configuração dos fornos obtida a partir dos dados das tabs. 10.3.1 (elaborada pelo autor).

Na tabela anterior, nota-se que os fornos 3 e 4 apresentam extração média requerida menor que sua capacidade nominal, ocorrendo o contrário com os fornos 1 e 2.

Este fato não impede que a solução obtida para a configuração de máquinas seja adotada. Deve-se considerar que as quantida-

des a produzir sofrerão flutuações durante o período de validade da configuração obtida e que e' inviável refazê-la a cada mês.

Dessa forma, deve-se encarar a configuração obtida como aquela que melhor satisfaz às necessidades médias de produção durante o período para o qual e' válida, tendo-se em vista a utilização de valores de previsão de demanda que poderão não se confirmar na prática.

Os eventuais desvios entre extração média requerida e capacidade de extração do forno deverão ser compensados mes a mes durante a programação da produção.

## 11 - Conclusão:

Uma vez apresentada a metodologia para o tratamento do problema da programação da produção, deve ficar claro que a mesma não conduz automaticamente 'a melhor solução possível.

Dado o grande número de fatores envolvidos na obtenção da solução para o problema, seria muito difícil, como já' foi dito, encontrar um modelo matemático que representasse fielmente a realidade.

Partindo deste princípio, pode-se dizer que a sistemática idealizada pode trazer benefícios consideráveis ao processo de programação no sentido de uma padronização dos procedimentos e automatização de uma série de cálculos rotineiros que normalmente são realizados.

Logicamente, algumas decisões de caráter qualitativo devem ser tomadas pelo programador para a obtenção do programa final. Entretanto, espera-se que as planilhas de cálculo desenvolvidas sejam ferramentas de trabalho úteis para a comparação entre diversas alternativas.

\* \* \*

Com relação 'a formulação apresentada para o problema da configuração de máquinas em cada forno, deve-se observár que a solução fornecida deve passar por uma análise antes de ser implantada.

No modelo de solução por programação linear, cada máquina e' representada pela extração média requerida para a fabricação dos lotes de produtos a ela designados. Sendo assim, para uma confi-

guração fornecida pelo modelo, pode ocorrer que em determinados instantes a capacidade de extração do forno seja ultrapassada.

Deve-se ter em conta que uma configuração de máquinas e' proposta para um período de tempo relativamente longo e, nesse período, espera-se que esta seja a melhor possível, considerando valores de previsão de vendas média mensal.

## 12 - Bibliografia:

- 1) Appa, R. & Outros - "Contribuição 'a Racionalização de uma Indústria Vidreira" - (1971) - Trabalho de Formatura - Depto. Eng. Produção - EPUSP.
- 2) Tooley, F. V. - "Handbook of Glass Manufacture" - (1953) - Ogden Publishing Co.
- 3) "O Vidro" - (1985) - Apostila da Secção de Treinamento da Nadir Figueiredo Ind. Com. S/A.
- 4) Bueno Neto, P. R. - "Programação Linear com Variáveis Intêiras" - (1985) - Fundação Carlos Alberto Vanzolini
- 5) Bronson, R. - "Pesquisa Operacional" - (1985) - Mc Graw Hill do Brasil Ltda.

13 - Anexos:

1986 - PLANILHA DE CALCULO - TRATAMENTO DOS DADOS - PCP -

PRODUTO	PESO	EFIC	VELOC	MAQUIN	PREV86	EXTRAC	MOOCUP	PERIOD	VLEXTR	MAQUINAS	OCUP	EXTRACAO	TN/D
					MD MES	TN/DIA	DI/MES	MES	TN/DIA	DUPLAS	SIMPLE	DUPLAS	SIMPLE
1001	115	90	200	421	612911	30.90	28.66	1	33.12				
1002	114	90	182	421	213513	10.67	11.41	1	29.88	0.00	11.41	0.00	10.67
*TOT/CAT1					826424	41.57	40.06						
2001	144	90	78	21	34755	2.19	4.33	1	16.17	4.33	0.00	2.19	0.00
2002	159	90	71	21	20559	1.43	2.82	2	16.26	2.82	0.00	1.43	0.00
2003	94	86	43	12	9080	.39	2.15	2	5.82	0.00	2.15	0.00	.39
2004	57	86	41	12	12368	.32	3.07	1	3.37	0.00	3.07	0.00	.32
2005	148	89	73	21	45186	2.96	6.09	1	15.56	6.09	0.00	2.96	0.00
2006	118	91	39	12	1110	.06	.27	6	6.63	0.00	.27	0.00	.06
2007	105	92	45	12	10713	.48	2.26	2	6.80	0.00	2.26	0.00	.48
2008	105	92	40	12	5979	.27	1.42	3	6.05	0.00	1.42	0.00	.27
2009	182	90	34	12	21958	1.75	6.28	1	8.91	0.00	6.28	0.00	1.75
2010	205	88	66	21	45431	4.18	6.84	1	19.48	6.84	0.00	4.18	0.00
2011	310	85	53	21	28735	4.13	5.58	1	23.66	5.58	0.00	4.13	0.00
2012	269	93	30	12	24529	2.80	7.69	1	11.62	0.00	7.69	0.00	2.80
2013	197	89	71	21	77710	6.79	10.76	1	20.14	10.76	0.00	6.79	0.00
2014	673	74	14	1	697	.25	.59	6	13.57	0.00	.59	0.00	.25
2015	664	85	14	1	930	.29	.68	6	13.39	0.00	.68	0.00	.29
2016	1012	70	11	1	612	.35	.70	6	16.03	0.00	.70	0.00	.35
2017	79	86	40	12	3043	.11	.77	6	4.55	0.00	.77	0.00	.11
2018	121	93	38	1	4429	.23	1.10	3	6.62	0.00	1.10	0.00	.23
2019	147	90	37	1	2532	.16	.67	6	7.83	0.00	.67	0.00	.16
2020	119	92	38	12	10056	.51	2.52	2	6.51	0.00	2.52	0.00	.51
2021	119	95	40	12	4998	.25	1.15	3	6.85	0.00	1.15	0.00	.25
2022	106	88	41	12	15650	.74	3.80	1	6.26	0.00	3.80	0.00	.74
2023	286	58	19	1	1586	.31	1.26	3	7.82	0.00	1.26	0.00	.31
2024	406	70	22	1	3474	.79	1.97	2	12.86	0.00	1.97	0.00	.79
2025	314	80	21	1	701	.11	.37	6	9.50	0.00	.37	0.00	.11
2026	294	80	21	1	701	.10	.37	6	8.89	0.00	.37	0.00	.10
*TOT/CAT2					352767	29.77	71.17			32.09	39.08	19.49	10.28
3001	175	75	63	1	16032	1.48	2.97	3	15.88				
3002	175	75	65	1	4269	.39	.77	6	16.38				
3003	241	65	56	1	6396	.94	1.54	6	19.43				
3004	233	75	56	1	11585	1.42	2.41	3	18.79				
3005	278	80	54	1	34095	4.67	6.91	1	21.62				
3006	283	75	51	1	7473	1.11	1.71	6	20.78				
3007	161	74	55	1	5595	.48	1.20	6	12.75				
3008	295	65	51	1	33586	6.01	8.87	1	21.66				
*TOT/CAT3					119031	16.50	26.37						
4001	182	78	34	12	18794	1.73	6.20	1	8.91	0.00	6.20	0.00	1.73
4002	124	85	37	12	6388	.37	1.78	2	6.61	0.00	1.78	0.00	.37
4003	194	80	35	12	12932	1.24	4.04	1	9.78	0.00	4.04	0.00	1.24
4004	270	67	26	12	13710	2.18	6.89	1	10.11	0.00	6.89	0.00	2.18
4005	213	79	33	12	4586	.49	1.54	2	10.12	0.00	1.54	0.00	.49
4006	148	83	38	12	3045	.21	.84	6	8.10	0.00	.84	0.00	.21
4007	286	75	26	12	2806	.42	1.26	3	10.71	0.00	1.26	0.00	.42
4008	285	82	24	12	2887	.40	1.28	3	9.85	0.00	1.28	0.00	.40
4009	1076	60	13	1	501	.35	.56	6	20.14	0.00	.56	0.00	.35
4010	248	89	27	1	3544	.39	1.29	3	9.64	0.00	1.29	0.00	.39
4011	422	74	14	1	1387	.31	1.17	3	8.51	0.00	1.17	0.00	.31
4012	244	89	23	1	6644	.72	2.84	2	8.08	0.00	2.84	0.00	.72
4013	650	67	13	1	403	.15	.40	6	12.17	0.00	.40	0.00	.15
4014	1066	52	10	1	69	.06	.12	6	15.35	0.00	.12	0.00	.06
4015	192	69	31	12	3037	.33	1.24	3	8.57	0.00	1.24	0.00	.33
4016	136	76	37	12	2762	.19	.86	6	7.25	0.00	.86	0.00	.19

4017	289	65	28	12	3540	.62	1.70	2	11.65	0.00	1.70	0.00	.62
4018	227	86	27	12	2279	.24	.86	6	8.83	0.00	.86	0.00	.24
4019	167	85	33	12	933	.07	.29	6	7.94	0.00	.29	0.00	.07
4020	249	89	26	12	1572	.17	.59	6	9.32	0.00	.59	0.00	.17
4021	340	73	21	12	1908	.35	1.09	3	10.28	0.00	1.09	0.00	.35
4022	839	65	13	1	56	.03	.06	6	15.71	0.00	.06	0.00	.03
4023	192	85	27	1	326	.03	.12	6	7.46	0.00	.12	0.00	.03
4024	302	65	19	1	224	.04	.16	6	8.26	0.00	.16	0.00	.04
4025	75	75	42	1	1964	.08	.55	6	4.54	0.00	.55	0.00	.08
4026	356	78	18	1	0	0.00	0.00	6	9.23	0.00	0.00	0.00	0.00
4027	191	90	24	1	1065	.09	.43	6	6.60	0.00	.43	0.00	.09
4028	181	73	32	1	4245	.42	1.59	2	8.34	0.00	1.59	0.00	.42
4029	176	86	31	1	3084	.25	1.01	3	7.86	0.00	1.01	0.00	.25
4030	114	60	32	1	2023	.15	.92	6	5.25	0.00	.92	0.00	.15
4031	48	60	38	1	2023	.06	.78	6	2.63	0.00	.78	0.00	.06
4032	139	67	32	1	2982	.24	1.22	3	6.41	0.00	1.22	0.00	.24
4033	38	68	44	1	10311	.23	3.02	1	2.41	0.00	3.02	0.00	.23
4034	118	77	42	1	4608	.28	1.25	3	7.14	0.00	1.25	0.00	.28
4035	95	73	42	1	3000	.15	.86	6	5.75	0.00	.86	0.00	.15
4036	39	62	43	1	7608	.19	2.50	2	2.41	0.00	2.50	0.00	.19
4037	85	75	41	1	3485	.16	.99	6	5.02	0.00	.99	0.00	.16
4038	157	64	36	1	3569	.35	1.36	3	8.14	0.00	1.36	0.00	.35
4039	49	72	43	1	7054	.19	1.99	2	3.03	0.00	1.99	0.00	.19
4040	76	70	32	1	0	0.00	0.00	6	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00
4041	116	80	27	1	0	0.00	0.00	6	4.51	0.00	0.00	0.00	0.00
4042	175	70	28	1	0	0.00	0.00	6	7.06	0.00	0.00	0.00	0.00
4043	171	80	26	1	0	0.00	0.00	6	6.40	0.00	0.00	0.00	0.00
4044	278	75	23	1	6569	.96	3.33	1	9.21	0.00	3.33	0.00	.96
4045	463	75	22	1	9038	2.20	4.79	1	14.67	0.00	4.79	0.00	2.20
4046	488	75	22	1	11515	2.96	6.11	1	15.46	0.00	6.11	0.00	2.96
4047	668	85	15	1	757	.23	.52	6	14.43	0.00	.52	0.00	.23
*TOT/CAT4	-----				179233	20.28	70.40			0	70.40	0	20.28
5001	211	82	32	1	4756	.48	1.59	2	9.72				
5002	116	81	40	1	2118	.12	.57	6	6.68				
5003	216	86	30	1	3188	.32	1.08	3	9.33				
5004	320	70	23	1	3076	.55	1.67	2	10.60				
5005	297	74	25	1	2530	.40	1.20	3	10.69				
5006	471	45	22	1	5174	2.14	4.57	1	14.92				
5007	490	50	22	1	6200	2.40	4.93	1	15.52				
*TOT/CAT5	-----				27042	6.41	15.61						
6001	177	90	76	21	150000	11.64	19.19	1	19.37	19.19	0.00	11.64	0.00
6002	108	90	182	241	150000	7.10	8.01	1	28.30	8.01	0.00	7.10	0.00
6003	107	90	86	21	50000	2.35	5.65	1	13.25	5.65	0.00	2.35	0.00
6004	79	86	40	12	0	0.00	0.00	6	4.55	0.00	0.00	0.00	0.00
6005	94	88	41	12	83333	3.51	20.21	1	5.55	0.00	20.21	0.00	3.51
6006	171	77	72	21	10000	.88	1.58	3	17.73	1.58	0.00	.88	0.00
6007	172	84	75	21	100000	8.08	13.89	1	18.58	13.89	0.00	8.08	0.00
6008	171	85	75	21	60000	4.76	8.24	1	18.47	8.24	0.00	4.76	0.00
6009	122	85	90	21	208333	11.80	23.83	1	15.81	23.83	0.00	11.80	0.00
6010	173	77	73	21	50000	4.43	7.78	1	18.19	7.78	0.00	4.43	0.00
6011	118	87	90	241	250000	13.38	27.94	1	15.29	27.94	0.00	13.38	0.00
6012	120	86	90	21	100000	5.50	11.30	1	15.55	11.30	0.00	5.50	0.00
6013	87	84	46	12	2956	.12	.67	6	5.76	0.00	.67	0.00	.12
6014	117	76	46	12	13331	.81	3.34	1	7.75	0.00	3.34	0.00	.81
6015	85	83	43	12	9999	.40	2.45	2	5.26	0.00	2.45	0.00	.40
6016	151	77	38	12	3055	.24	.91	6	8.26	0.00	.91	0.00	.24
6017	243	83	28	12	2889	.33	1.09	3	9.80	0.00	1.09	0.00	.33
6018	188	75	34	12	2777	.27	.95	6	9.20	0.00	.95	0.00	.27
6019	165	85	36	12	39993	3.06	11.44	1	8.55	0.00	11.44	0.00	3.06
*TOT/CAT6	-----				1.29E6	78.67	168.47			127.41	41.06	69.91	8.75

7001	9150	46	1.444	1	1	.01	.01		19.03				
7002	5401	54	1.923	1	0	0.00	0.00		14.96				
*TOT/CAT7 -----					1	.01	.01						
8001	418	87	69	21	30000	5.69	4.37	2	41.53	4.37	0.00	5.69	0.00
8002	424	83	64	2	0	0.00	0.00	6	39.08	0.00	0.00	0.00	0.00
8003	957	85	28	1	9167	4.07	3.37	2	38.59	0.00	3.37	0.00	4.07
8004	849	85	27	1		0.00	0.00	6	33.01	0.00	0.00	0.00	0.00
8005	306	81	86	2		0.00	0.00	6	37.90	0.00	0.00	0.00	0.00
8006	157	75	111	2		0.00	0.00	6	25.09	0.00	0.00	0.00	0.00
8007	565	80	38	1	41667	11.61	11.99	1	30.92	0.00	11.99	0.00	11.61
*TOT/CAT8 -----					80834	21.37	19.74			4.37	15.36	5.69	15.68
9001	200	82	118	2	80000	7.70	7.23	1	33.98	7.23	0.00	0.00	7.70
9002	308	84	64	1	83333	12.05	13.56	1	28.39	0.00	13.56	0.00	12.05
9003	173	85	120	2		0.00	0.00	6	29.89	0.00	0.00	0.00	0.00
9004	203	90	114	2	50000	4.45	4.26	2	33.32	4.26	0.00	0.00	4.45
9005	200	82	118	2	116667	11.23	10.55	1	33.98	10.55	0.00	0.00	11.23
9006	297	85	64	1		0.00	0.00	6	27.37	0.00	0.00	0.00	0.00
*TOT/CAT9 -----					330000	35.43	35.61			22.05	13.56	0.00	35.43
1001	130	85	130	21	22672	1.37	1.80	3	24.34	1.80	0.00	1.37	0.00
1002	193	85	94	2	23550	2.11	2.58	2	26.12	2.58	0.00	0.00	2.11
1003	717	80	30	1	4610	1.63	1.68	3	30.97	0.00	1.68	0.00	1.63
*TOT/CAT10 -----					50832	5.11	6.06			4.37	1.68	1.37	3.74
*TOT GER* =====						3.25E6	255.11	453.49					

CARGA MAQUINA				
MQ DD	MQ D	MQ S		
40.06	32.09 127.41	39.08 41.06	CAT1 CAT6	P R E N S A D O S
60.00 -19.94	-39.87		DISP(DD)	
	180		DISP(D)	
	-60.37	-120.7		
		70.40	CAT4	
		15.61	CAT5	
		120	DISP(S)	
		-74.60	TOTPR(S)	
		26.37	CAT3	
		.01	CAT7	
	4.37	15.36	CAT8	
	22.05	13.56	CAT9	
	4.37	1.68	CAT10	

MAQ	F1	F2	F3	F4	TOTAL
1	S	S	H2B	ISD	
2	D	DD	D	DD	
3	S	D	D	G	
4	S	D	D	ISS	
CAP.	35.00	80.00	69.00	82.00	266.00
.95	33.25	76.00	65.55	77.90	252.70
.94	32.90	75.20	64.86	77.08	250.04
.93	32.55	74.40	64.17	76.26	247.38
.92	32.20	73.60	63.48	75.44	244.72
.91	31.85	72.80	62.79	74.62	242.06
.90	31.50	72.00	62.10	73.80	239.40
.85	29.75	68.00	58.65	69.70	226.10

KG/DZ	PRODUCA DZ/MES	EXTRAC TN/DIA	MOOCUP DI/MES	MAQUINAS OCUP		EXTRACAO TH/D		
				DUPLAS	SIMPLE	DUPLAS	SIMPLE	
1.5299	CAT1	826424	41.57	40.06				
2.5670	CAT2	352767	29.77	71.17	32.09	39.08	19.49	10.28
4.2176	CAT3	119031	16.50	26.37				
3.4422	CAT4	179233	20.28	70.40	0.00	70.40	0.00	20.28
7.2070	CAT5	27042	6.41	15.61				
1.8597	CAT6	1.29E6	78.67	168.47	127.41	127.41	41.06	69.91
238.70	CAT7	1	.01	.01				
8.0405	CAT8	80834	21.37	19.74	4.37	15.36	5.69	15.68
3.2655	CAT9	330000	35.43	35.61	22.05	13.56	0.00	35.43
3.0563	CAT10	50832	5.11	6.06	4.37	1.68	1.37	3.74
TOTAL GERAL	3.25E6	255.11	453.49		190.29	267.49	67.61	155.32

↓

% OCUP. ==> 95.91 %
---------------------



\*\*\*\*\*  
B 6 0 0 / 0 7 0 0 Y E M P 0  
\*\*\*\*\*

(35900: 1017:0)  
VERSION = 31.720.000  
RELEASED: 00EC. 79  
DATE : 11/25/86  
TIME : 12:35:51  
\*\*\*\*\*

0000  
0001  
0002  
0003  
0004  
0005  
0006  
0007  
0008  
0009  
0010  
0011

\*\*\*\*\*  
ZDATA="DADUS"  
ZNAME="CCP/MAO"  
INPUT(CAPU)  
3DDUIT  
ZOBJ="UCF GRMS"  
ZQRS="RESTA"  
SETUP(MAX)  
PRIMAL  
MXINT  
JUTPUT  
PAGE  
EXIT  
\*\*\*\*\*

05900 TEMPO CONF/MAG  
VERSION: 31.720.000

INPUT TIME--PROCESSOR = 0.01 ELAPSED = 0.01

ZNAME = CONF/MAG

1-RUN SECTION.

2-COLUMNS SECTION.

3-RHS SECTION.

RESTYR

NEW ENTRY CONF/MAG ENTERED ON ZPROF (OR ZGOLF)

PROBLEM STATISTICS: 19 ROWS, 53 VARIABLES.  
163 ELEMENTS, DENSITY = 15.59809 PERCENT.  
THESE STATISTICS INCLUDE ONE SLACK VARIABLE FOR EACH ROW.

NUMBER OF INTEGER VARIABLES = 35

0 MINOR ERRORS 0 MAJOR ERRORS.

BCOOUT TIME--PROCESSOR = 0.03 ELAPSED = 0.38

NAME DADS

- L FORN01
- L FORN02
- L FORN03
- L MAG1
- L MAG2
- L MAG3
- L MAG4
- L MAG5
- L MAG6
- L MAG7
- L MAG8
- L MAG9
- L MAG10
- L MAG11
- L MAG12
- L MPAR01
- L MPAR02
- L MPAR03
- N UCFOVANDS

COLUMNS	*MARKET*	*SIVORG*
START		
X11	54.85000	1.00000
X12	54.75000	1.00000
X13	32.92000	1.00000

FORN01  
MAG01  
MAG02  
MAG03

CONF/NAO

86900 TEMPO  
VERSION: 51-720-000

X12	OCFCRNJS	32-02000	NMAGF1	1-00000
X13	FORAC1	24-16000	MA03	1-00000
X14	OCFCRNJS	24-06000	NMAGF1	1-00000
X15	FORAC1	21-75000	MA04	1-00000
X16	OCFCRNJS	21-75000	NMAGF1	1-00000
X17	FORAC1	19-70000	MA05	1-00000
X18	OCFCRNJS	19-70000	NMAGF1	1-00000
X19	FORAC1	17-30000	MA06	1-00000
X20	OCFCRNJS	17-30000	NMAGF1	1-00000
X21	FORAC1	16-50000	MA07	1-00000
X22	OCFCRNJS	16-50000	NMAGF1	1-00000
X23	FORAC1	14-41000	MA08	1-00000
X24	OCFCRNJS	14-41000	NMAGF1	1-00000
X25	FORAC1	11-53000	MA09	1-00000
X26	OCFCRNJS	11-53000	NMAGF1	1-00000
X27	FORAC1	7-06000	MA10	1-00000
X28	OCFCRNJS	7-06000	NMAGF1	1-00000
X29	FORAC1	2-80000	MA11	1-00000
X30	OCFCRNJS	2-80000	NMAGF1	1-00000
X31	FORAC1	1-25000	MA12	1-00000
X32	OCFCRNJS	1-25000	NMAGF1	1-00000
X33	FORAC1	54-85000	MA13	1-00000
X34	OCFCRNJS	54-85000	NMAGF1	1-00000
X35	FORAC1	32-02000	MA14	1-00000
X36	OCFCRNJS	32-02000	NMAGF1	1-00000
X37	FORAC1	24-06000	MA15	1-00000
X38	OCFCRNJS	24-06000	NMAGF1	1-00000
X39	FORAC1	21-75000	MA16	1-00000
X40	OCFCRNJS	21-75000	NMAGF1	1-00000
X41	FORAC1	19-70000	MA17	1-00000
X42	OCFCRNJS	19-70000	NMAGF1	1-00000
X43	FORAC1	17-30000	MA18	1-00000
X44	OCFCRNJS	17-30000	NMAGF1	1-00000
X45	FORAC1	16-50000	MA19	1-00000
X46	OCFCRNJS	16-50000	NMAGF1	1-00000
X47	FORAC1	14-41000	MA20	1-00000
X48	OCFCRNJS	14-41000	NMAGF1	1-00000
X49	FORAC1	11-53000	MA21	1-00000
X50	OCFCRNJS	11-53000	NMAGF1	1-00000
X51	FORAC1	7-06000	MA22	1-00000
X52	OCFCRNJS	7-06000	NMAGF1	1-00000
X53	FORAC1	2-80000	MA23	1-00000
X54	OCFCRNJS	2-80000	NMAGF1	1-00000
X55	FORAC1	1-25000	MA24	1-00000
X56	OCFCRNJS	1-25000	NMAGF1	1-00000
X57	FORAC1	54-85000	MA25	1-00000
X58	OCFCRNJS	54-85000	NMAGF1	1-00000
X59	FORAC1	32-02000	MA26	1-00000
X60	OCFCRNJS	32-02000	NMAGF1	1-00000
X61	FORAC1	24-06000	MA27	1-00000
X62	OCFCRNJS	24-06000	NMAGF1	1-00000
X63	FORAC1	21-75000	MA28	1-00000
X64	OCFCRNJS	21-75000	NMAGF1	1-00000
X65	FORAC1	19-70000	MA29	1-00000
X66	OCFCRNJS	19-70000	NMAGF1	1-00000
X67	FORAC1	17-30000	MA30	1-00000
X68	OCFCRNJS	17-30000	NMAGF1	1-00000
X69	FORAC1	16-50000	MA31	1-00000
X70	OCFCRNJS	16-50000	NMAGF1	1-00000
X71	FORAC1	14-41000	MA32	1-00000
X72	OCFCRNJS	14-41000	NMAGF1	1-00000
X73	FORAC1	11-53000	MA33	1-00000
X74	OCFCRNJS	11-53000	NMAGF1	1-00000
X75	FORAC1	7-06000	MA34	1-00000
X76	OCFCRNJS	7-06000	NMAGF1	1-00000
X77	FORAC1	2-80000	MA35	1-00000
X78	OCFCRNJS	2-80000	NMAGF1	1-00000
X79	FORAC1	1-25000	MA36	1-00000
X80	OCFCRNJS	1-25000	NMAGF1	1-00000
X81	FORAC1	54-85000	MA37	1-00000
X82	OCFCRNJS	54-85000	NMAGF1	1-00000
X83	FORAC1	32-02000	MA38	1-00000
X84	OCFCRNJS	32-02000	NMAGF1	1-00000
X85	FORAC1	24-06000	MA39	1-00000
X86	OCFCRNJS	24-06000	NMAGF1	1-00000
X87	FORAC1	21-75000	MA40	1-00000
X88	OCFCRNJS	21-75000	NMAGF1	1-00000
X89	FORAC1	19-70000	MA41	1-00000
X90	OCFCRNJS	19-70000	NMAGF1	1-00000
X91	FORAC1	17-30000	MA42	1-00000
X92	OCFCRNJS	17-30000	NMAGF1	1-00000
X93	FORAC1	16-50000	MA43	1-00000
X94	OCFCRNJS	16-50000	NMAGF1	1-00000
X95	FORAC1	14-41000	MA44	1-00000
X96	OCFCRNJS	14-41000	NMAGF1	1-00000
X97	FORAC1	11-53000	MA45	1-00000
X98	OCFCRNJS	11-53000	NMAGF1	1-00000
X99	FORAC1	7-06000	MA46	1-00000
X100	OCFCRNJS	7-06000	NMAGF1	1-00000
X101	FORAC1	2-80000	MA47	1-00000
X102	OCFCRNJS	2-80000	NMAGF1	1-00000
X103	FORAC1	1-25000	MA48	1-00000
X104	OCFCRNJS	1-25000	NMAGF1	1-00000
X105	FORAC1	54-85000	MA49	1-00000
X106	OCFCRNJS	54-85000	NMAGF1	1-00000
X107	FORAC1	32-02000	MA50	1-00000
X108	OCFCRNJS	32-02000	NMAGF1	1-00000
X109	FORAC1	24-06000	MA51	1-00000
X110	OCFCRNJS	24-06000	NMAGF1	1-00000
X111	FORAC1	21-75000	MA52	1-00000
X112	OCFCRNJS	21-75000	NMAGF1	1-00000
X113	FORAC1	19-70000	MA53	1-00000
X114	OCFCRNJS	19-70000	NMAGF1	1-00000
X115	FORAC1	17-30000	MA54	1-00000
X116	OCFCRNJS	17-30000	NMAGF1	1-00000
X117	FORAC1	16-50000	MA55	1-00000
X118	OCFCRNJS	16-50000	NMAGF1	1-00000
X119	FORAC1	14-41000	MA56	1-00000
X120	OCFCRNJS	14-41000	NMAGF1	1-00000
X121	FORAC1	11-53000	MA57	1-00000
X122	OCFCRNJS	11-53000	NMAGF1	1-00000
X123	FORAC1	7-06000	MA58	1-00000
X124	OCFCRNJS	7-06000	NMAGF1	1-00000
X125	FORAC1	2-80000	MA59	1-00000
X126	OCFCRNJS	2-80000	NMAGF1	1-00000
X127	FORAC1	1-25000	MA60	1-00000
X128	OCFCRNJS	1-25000	NMAGF1	1-00000
X129	FORAC1	54-85000	MA61	1-00000
X130	OCFCRNJS	54-85000	NMAGF1	1-00000
X131	FORAC1	32-02000	MA62	1-00000
X132	OCFCRNJS	32-02000	NMAGF1	1-00000
X133	FORAC1	24-06000	MA63	1-00000
X134	OCFCRNJS	24-06000	NMAGF1	1-00000

CONF/MAC

B5990 TEMPO  
VERSION= 31.720-000

X35	CCFCFMS	14.70000	NHAGF3	1.00000
X34	FORMS	21.79000	MA24	1.00000
X34	CCFCFMS	21.79000	NHAGF3	1.00000
X35	FORNS	19.70000	MA35	1.00000
X35	CCFCFMS	19.70000	NHAGF3	1.00000
X36	FORNS	17.30000	MA27	1.00000
X36	CCFCFMS	17.30000	NHAGF3	1.00000
X37	FORNS	16.50000	MA27	1.00000
X37	CCFCFMS	16.50000	NHAGF3	1.00000
X38	FORNS	14.41000	MA27	1.00000
X38	CCFCFMS	14.41000	NHAGF3	1.00000
X39	FORNS	11.53000	MA27	1.00000
X39	CCFCFMS	11.53000	NHAGF3	1.00000
X310	FORNS	7.05000	MA10	1.00000
X310	CCFCFMS	7.05000	NHAGF3	1.00000
X311	FORNS	2.00000	MA11	1.00000
X311	CCFCFMS	2.00000	NHAGF3	1.00000
X312	FORNS	1.25000	MA17	1.00000
X312	CCFCFMS	1.25000	NHAGF3	1.00000
END	*PARSER*			

RMS	FORM1	82.00000	FORM2	80.00000
RESTR	FORNS	57.00000	MA01	1.00000
RESTR	MA02	1.00000	MA03	1.00000
RESTR	MA04	1.00000	MA05	1.00000
RESTR	MA06	1.00000	MA07	1.00000
RESTR	MA08	1.00000	MA09	1.00000
RESTR	MA10	1.00000	MA11	1.00000
RESTR	MA12	1.00000	MA01	1.00000
RESTR	MA02	4.00000	MA01	4.00000
ENDATA				

SETUP TIME--PROCESSOR = 0.94 ELAPSED = 0.44

PROBLEM STATISTICS	FORM	FIXED	ROUNDED	NORMAL
ROWS :	19	0	0	10
COLUMNS:	36	0	36	0

MAFIX ON DISK : RECORD LENGTH = 519 WORDS. NUMBER OF RECORDS = 0  
INVERSE MEMORY ALLOCATION = 3120 WORDS. RECORD LENGTH = 1560 WORDS.

NUMBER OF INTEGER VARIABLES = 36  
PRIMAL TIME--PROCESSOR = 0.35 ELAPSED = 0.54  
ZOBJ = CCFORMS ZPHS = RESTR

CONF/HAG

65900 TEMPJ  
VERSION: 51.720.000

22. X210	70	1.00
23. X211	71	1.00
26. X32	74	1.00
29. X35	77	1.00
36. X312	84	1.00

EXIT MXINI ON INTEGER SOLUTION DEMAND

MXINI TIME--PROCESSOR = 0.26 ELAPSED = 1.96

\*\* RETURN TO MXINI FROM DEMAND EXIT \*\*  
 BRANCH TREE STATUS: 16 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 17 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 15 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 17 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 16 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 15 ACTIVE NODES

INTEGER SOLUTION

MODE \*\* 93 \*\* OPTIMIZED INTEGER NODE 223.4300  
 FIFTH INTEGER SOLUTION OBJECTIVE = 223.430  
 CUTOFF AGAIN AT 223.430 POSTPONE AT 223.430  
 ACTIVE INTEGER VARIABLES

NAME	NUMBER	ACTIVITY
2. X12	50	1.00
6. X16	54	1.00
7. X17	55	1.00
8. X18	56	1.00
13. X24	61	1.00
21. X29	69	1.00
22. X210	70	1.00
23. X211	71	1.00
27. X33	75	1.00
28. X34	76	1.00
29. X35	77	1.00
36. X312	84	1.00

EXIT MXINI ON INTEGER SOLUTION DEMAND

MXINI TIME--PROCESSOR = 0.31 ELAPSED = 2.38

\*\* RETURN TO MXINI FROM DEMAND EXIT \*\*  
 END BRANCH & BOUND

OUTPUT TIME--PROCESSOR = 0.31 ELAPSED = 2.38

CONF/MAD

88908 IEMPO  
VERSION: 31.720.000

O U T P U T

PROBLEM IDENTIFICATION  
PROBLEM NAME = CONF/MAD  
FUNCTIONAL NAME = QCFORM05  
RESTRAINT NAME = RLSIP  
SOLUTION STATUS = OPTIMAL  
ITERATION NUMBER = 219  
FUNCTIONAL VALUE = 223.43000

CCNF/M40

36900 TEMP3  
VERSION: 31-720-000

ROWS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	SLACK ACTIVITY	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	DUAL ACTIVITY
1	F0MND1	BS	80-23000	1-77000	NONE	82-00000	-
2	F0MR02	BS	76-32000	3-68000	NONE	80-00000	-
3	F0MJJ3	BS	66-88000	0-12000	NONE	67-00000	-54-83000
4	F0M1	UL	1-00000	-	NONE	1-00000	-32-02000
5	M402	UL	1-00000	-	NONE	1-00000	-24-06000
6	M403	UL	1-00000	-	NONE	1-00000	-21-79000
7	M404	UL	1-00000	-	NONE	1-00000	-19-78000
8	M405	UL	1-00000	-	NONE	1-00000	-17-30000
9	M406	UL	1-00000	-	NONE	1-00000	-16-50000
10	M407	UL	1-00000	-	NONE	1-00000	-14-41000
11	M408	UL	1-00000	-	NONE	1-00000	-11-53000
12	M409	UL	1-00000	-	NONE	1-00000	-7-06000
13	M410	UL	1-00000	-	NONE	1-00000	-2-88000
14	M411	UL	1-00000	-	NONE	1-00000	-1-25000
15	F0I2	UL	1-00000	-	NONE	4-00000	-
16	M40F1	UL	4-00000	-	NONE	4-00000	-
17	M40F2	BS	4-00000	-	NONE	4-00000	-
18	M40F3	UL	4-00000	-223-43000	NONE	4-00000	1-00000
19	CCFORN05	BS	223-43000	-	NONE	NONE	-

CONF/MAC

86930 IERPU  
VERSION: 31-720-000

COLUMNS SECTION

	NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
A	49	X11	IV	1.00000	54.85000	-	1.00000	-
A	50	X12	IV	1.00000	32.02000	-	1.00000	-
A	51	X13	IV	-	24.00000	-	1.00000	-
A	52	X14	IV	-	21.79000	-	1.00000	-
A	53	X15	IV	-	19.78000	-	1.00000	-
A	54	X16	IV	1.00000	17.30000	-	1.00000	-
A	55	X17	IV	1.00000	15.56000	-	1.00000	-
A	56	X18	IV	1.00000	14.41000	-	1.00000	-
A	57	X19	IV	-	11.53000	-	1.00000	-
A	58	X110	IV	-	7.08000	-	1.00000	-
A	59	X111	IV	-	2.80000	-	1.00000	-
A	60	X112	IV	-	1.275000	-	1.00000	-
A	61	X21	IV	1.00000	54.85000	-	1.00000	-
A	62	X22	IV	-	32.02000	-	1.00000	-
A	63	X23	IV	-	24.06000	-	1.00000	-
A	64	X24	IV	-	21.75000	-	1.00000	-
A	65	X25	IV	-	19.75000	-	1.00000	-
A	66	X26	IV	-	17.30000	-	1.00000	-
A	67	X27	IV	-	15.50000	-	1.00000	-
A	68	X28	IV	-	14.41000	-	1.00000	-
A	69	X29	IV	1.00000	11.53000	-	1.00000	-
A	70	X30	IV	1.00000	7.08000	-	1.00000	-
A	71	X31	IV	1.00000	2.80000	-	1.00000	-
A	72	X32	IV	1.00000	1.27500	-	1.00000	-
A	73	X31	IV	-	54.85000	-	1.00000	-
A	74	X32	IV	-	32.02000	-	1.00000	-
A	75	X33	IV	-	24.06000	-	1.00000	-
A	76	X34	IV	1.00000	21.79000	-	1.00000	-
A	77	X35	IV	1.00000	19.78000	-	1.00000	-
A	78	X36	IV	-	17.30000	-	1.00000	-
A	79	X37	IV	-	16.50000	-	1.00000	-
A	80	X38	IV	-	14.41000	-	1.00000	-
A	81	X39	IV	-	11.53000	-	1.00000	-
A	82	X310	IV	-	7.08000	-	1.00000	-
A	83	X311	IV	-	2.80000	-	1.00000	-
A	84	X312	IV	1.00000	1.27500	-	1.00000	-