

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

UM MODELO DE MANUTENÇÃO DE ESTOQUE DE MATÉRIA-PRIMA

AFRÂNIO PIAUIENSE DE SOUZA

CAMPINA GRANDE, abril de 1980



S729m Souza, Afrânio Piauiense de.
Um modelo de manutenção de estoque de matéria-prima /
Afrânio Piauiense de Souza. - Campina Grande, 1980.
122 f.

Dissertação (Mestrado em Sistemas e Computação) -
Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e
Tecnologia, 1980.
"Orientação : Prof. Dr. Hans Hermann Weber".
Referências.

1. Companhia de Materiais Elétricos S/A - Programa de
Produção. 2. Manutenção de Estoque. 3. Matéria-Prima -
Estoque. 4. Dissertação - Sistemas e Computação. I. Weber,
Hans Hermann. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina
Grande (PB). III. Título

CDU 621.311.15:658.787(043)

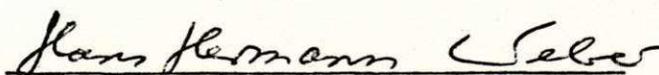
UM MODELO DE MANUTENÇÃO DE ESTOQUE DE MATÉRIA-PRIMA

AFRÂNIO PIAUIENSE DE SOUZA

Tese submetida ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Computação - Opção Pesquisa Operacional do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Sistemas e Computação.

Aprovado por:

COMISSÃO EXAMINADORA



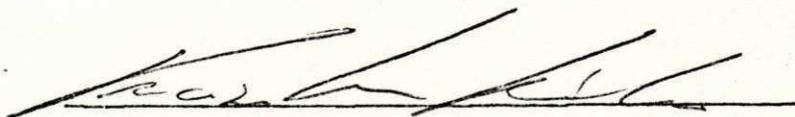
Prof. HANS HERMANN WEBER - Ph.D.

- Presidente -



Prof. EDSON PACHECO PALADINI - M.Sc.

- Examinador -



Prof. FRANCISCO SOARES MÁSCULO - M.Sc.

- Examinador -

Aos meus Pais,

pela valiosa educação que me estimularam

A minha Esposa

Luiza e

aos meus filhos

Mércia e Sidrack

pela compreensão e
dedicação.

SUMÁRIO

Apesar de se ter notícia da existência de vários roteiros e modelos de resolução de problemas de estoque, é certo que muito mais está sendo feito em benefício do desenvolvimento dessa área. Um desses roteiros foi descrito neste trabalho, visando sanar falhas constantes ocorridas no sistema que se desenvolve na Companhia de Materiais Elétricos S/A, porque a carência da matéria-prima vem prejudicando o processo produtivo.

Portanto, os objetivos específicos deste trabalho tratam da elaboração de um programa de produção, com vistas à comercialização dos produtos acabados e do estabelecimento de um sistema que mantenha atualizado o nível de estoque das matérias-primas. O alcance desses objetivos é de suma importância para a Companhia de Materiais Elétricos S/A, porque na atual conjuntura industrial com um ininterrupto crescimento e explosão de produtos dos mais variados tipos, o que realmente se valoriza é o poder da entrega imediata, observando os limites de aceitação do consumidor. Em razão disso, a política aqui abordada envolve o arranjo de um processo que determina as quantidades requeridas de matérias-primas, tanto para as tarefas de abastecimento da produção, como para a manutenção dos níveis de estoque. A adaptação desenvolvida e integrada ao modelo e que objetiva o uso de determinadas restrições, é simples e com o mínimo de pré-requisitos.

Na verdade, este é um trabalho que deve ter o propósito de mostrar uma nova linha de ação para a solução de problemas de estoque; em que se realizam pesquisas de produção, de manufatura de peças componentes e da própria estocagem

da matéria-prima. O assunto é tratado com objetividade e facilitado pela compreensão das idéias aqui expostas, pelo menos foi esta a intenção que se teve quando do preparo do manuscrito.



ABSTRACT

Because one often hears of the existence of several plans and models for the solution of problems involving stocking of primary materials, it is obvious that much has been done in benefit to develop this area. This paper describes one such plan which seeks to correct the constant presence of errors found in the system developed by the Company of Electrical Materials, S/A, errors chiefly due to a lack of primary resources which, of course, limits the entire productive process.

However, the specific objective of this paper is the elaboration of a program of production which views the commercialization of the final product, as well as the establishment of a system which will keep the storage level of primary resources up to date. These objectives are of major importance for the Company of Electrical Materials, S/A, because in the present industrialization, with its uninterrupted growth and its ability to produce the greatest variety of articles, it is of major value to have the power to respond immediately to the demand of the consumer.

Because of this, the policy here adopted involves the arrangement of a process which determines the required quantities of primary resources, both those which must be supplied for actual production as well as those needed to maintain the required level of material in stock. The adaptation which has been developed and integrated as a model, and which uses certain restrictions, is simple and has a minimum number of pre-requisites.

It is evident that this type of paper must have as its chief objective the demonstration of a new line of action for the solution of problems related to the storage of primary resources, and that it should indicate the results of research relating to production, to the manufacture of component parts, and to the actual process of stocking. The subject is treated objectively and facilitated by the comprehension of the ideas presented here. At least, this was the author's intention when preparing this work.

ÍNDICE

SUMÁRIO

ABSTRACT

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	01
CAPÍTULO 2 - Aspecto Geral da Companhia	
2.1 - Característica da Companhia	03
2.2 - Avaliação da Situação Atual	04
2.3 - Identificação do Problema	16
2.4 - Análise do Produto	18
CAPÍTULO 3 - Programa Ótimo de Produção	
3.1 - Previsão de Demanda	21
3.2 - Definição do Problema de Produção	29
3.3 - Análise da Situação das Máquinas	32
3.4 - Programa de Produção	33
3.5 - Cálculo das Necessidades de Consumo da Materia-Prima	34
CAPÍTULO 4 - Estoque da Matéria-Prima	
4.1 - Necessidade de Estocagem	42
4.2 - Quadro de Faixa Econômica	43
4.3 - O Outro Método	47
4.4 - Determinação das Datas dos Pedidos de Reposição	52
4.5 - Adaptação do Multiplicador de Lagrange.	56
CAPÍTULO 5 - Estudo Comparativo dos Custos	
5.1 - Esboço Gráfico dos Custos	61
5.2 - Resultados Computacionais	65
CAPÍTULO 6 - Comparação Entre a Situação Atual e a Proposta	
6.1 - Análise Generalizada	70
6.2 - Estimativa dos Resultados	72

CAPÍTULO 7 - Conclusões	74
APÊNDICES	
APÊNDICE A	78
APÊNDICE B	78
APÊNDICE C	89
APÊNDICE D	95
APÊNDICE E	102
APÊNDICE F	121
Agradecimentos	123
Referências Bibliográficas	124

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Manter um estoque de matéria-prima a custo mínimo, de tal forma a eliminar a ociosidade na produção e o atraso na colocação do pedido de fornecimento, imputa o cumprimento de várias etapas de trabalho, envolvendo vasta literatura científica, além do conhecimento da estrutura funcional da organização. A primeira, refere-se a análise da situação da Companhia; onde são abordados aspectos como a identificação do problema e a definição dos objetivos. A segunda, consiste na coleta de dados; onde foram captadas informações abrangendo setores, execuções e condições, que vão desde os estoques de matéria-prima até a expedição e estocagem de produtos acabados. A terceira, apresenta-se como o esqueleto da Companhia, onde as representações gráficas das ocorrências importantes, contribuíram sobremaneira para a definição apurada do problema. A quarta, trata da realização dos estudos de viabilidades técnica e econômica, ou seja análises das máquinas, cálculos das capacidades e das necessidades da matéria-prima, resultando o programa ótimo de produção.

A etapa imediata, cobre a parte referente ao estoque da matéria-prima propriamente dito. Nessa parte se fez um estudo também importante. Através do comportamento gráfico dos estoques, foram indicadas as datas de pedido e recebimento da matéria-prima, apresentando valores dos estoques máximo, médio e de reserva. Em seguida, são abordadas as fases do modelo de faixa econômica utilizando, inclusive o multiplicador de Lagrange como adaptação ao modelo clássico do lote econômico, contendo restrições do espaço físico para armazenamento, a título de sugestão. Na etapa seguinte, é apresentado um estudo

comparativo dos custos, realizando uma série de variações fundamentada na idéia de limite. Finalmente na última etapa, é feita uma síntese comparativa entre a situação atual e a proposta.

Em linhas gerais foi sobre este algoritmo que se trabalhou para conseguir a montagem de uma política de manutenção de estoque de matéria-prima. Tudo isto foi feito, porque também se acredita que

"Toda organização industrial deve executar duas coisas. Uma é produzir algo; a outra é comercializar o que produz" (Mayer, 1977 - p. 15).

Portanto, as páginas que se seguem representam estudos e experiências, como pequena contribuição para a Companhia de Materiais Elétricos S.A. Nelas estão evidenciadas tão somente uma síntese de dados, cálculos e de esclarecimentos significativos sobre o uso correto da matéria-prima. Entende-se que as técnicas utilizadas neste trabalho, são de razoável compreensão e de perfeita adaptabilidade, porque conhecendo como se conhece a flexibilidade dos dados aqui trabalhados é fácil admitir que os passos desenvolvidos podem ser seguidos, tal qual um guia de modelos similares.

CAPÍTULO 2

ASPECTO GERAL DA COMPANHIA

2.1 - Características da Companhia

A Companhia de Materiais Elétricos S/A, é uma empresa de médio porte, fabricante de materiais elétricos que opera estritamente nas linhas de porcelana e baquelite. Atualmente, a maior participação no valor bruto anual de suas vendas pertence ao produto soquete (em porcelana), que se constitui no artigo padrão para o desenvolvimento do presente trabalho, em virtude do mesmo atingir uma demanda muito maior, em relação aos demais produtos da linha.

A política adotada com respeito ao planejamento da produção, refere-se à produção de itens padronizados em lotes de repetição freqüente, com um plano móvel, ou seja um plano elaborado para um período de quatro (04) meses, sendo revisado e atualizado mensalmente. O reforço disso, é a confiança no equipamento de que dispõe, tendo, na qualidade do produto, o principal fator condicionante do controle da produção.

O critério que a Companhia estabelece em relação às compras, é a emissão de pedidos de compras a fornecedores do Rio de Janeiro, São Paulo e Maranhão, com os prazos de recebimentos fixados em sessenta (60) dias. Mesmo assim, a Companhia não utiliza necessariamente a compra especulativa.

Via de regra, as compras que a Companhia realiza são:

- Matérias-primas (minérios de porcelana, látão, ferro, chumbo e borracha).
- Componentes (parafusos, ilhós e arruelas).

Paralelamente a isto, a direção da Companhia sabe que depende de estoques, para o desenvolvimento da produção e a conseqüente distribuição dos seus produtos. Portanto, ela mantém também um sistema manual de controle de estoque, ajustado às necessidades dos programas de produção.

2.2 - Avaliação da Situação Atual

Através de visitas empreendidas as instalações da Companhia, as comparações e deduções, antes teóricas, passaram mais sentido diante da realidade. Foi ali, que se começou a montagem da estrutura deste trabalho. Foram conseguidas informações que variam desde as atividades dos setores administrativos, aos trabalhos desenvolvidos nos centros de máquinas.

Constatou-se, por exemplo, que apesar da Companhia adotar um Programa de Vendas, com o planejamento para quatro (04) meses, associado a um Programa de Produção, que visa a um planejamento da produção e à previsão da matéria-prima necessária, ainda assim existem falhas no sistema. A justificativa disso, é que apenas os quatro (04) primeiros períodos são considerados firmes, haja vista as estimativas de vendas, para esse curto período, partirem de clientes já selecionados. Isto significa, que somente a partir de quantidades requeridas diretamente ao departamento de vendas, é que saem informações objetivando a atualização do seu plano de produção. Enquanto isso, os oito (08) períodos restantes, em comparação com a previsão do ano anterior, vão depender da estabilidade do mercado e de outros fatores decisivos e que estão sujeitos a mudanças. Tudo faz crer que é nesse período firme e de curta duração que reside a desvantagem do plano. É desvantajoso porque quando o departamento de vendas emite a ordem de atualização, o plano já está em execução parcial. Isto conduz, naturalmente a um desequilíbrio entre produção e vendas. Tal fato se reflete por uma das seguintes razões:

- Se a produção prevista é alta, e a ordem emitida para atualização do plano implicar em redução dessa produção, o resultado em alguns períodos pode ser satisfatório,

especialmente durante os meses em que as vendas atingem um baixo volume, mas em geral o nível dos estoques aumenta, desequilibrando, ainda mais, a balança das previsões.

- Se, por outro lado, a produção prevista é baixa, e a ordem emitida pelo departamento de vendas constar de um considerável aumento dessa produção, haverá carência de matéria-prima necessária ao cumprimento da programação, caso não exista um bom nível de estoque de segurança. Neste caso, normalmente a Companhia perde a oportunidade de obter grandes lucros.

Como se ver, a variação dos níveis de estoque, pode conduzir a situações indesejáveis.

Também foi observado o funcionamento dos processos de utilização, com respeito aos produtos acabados, semi-acabado e a matéria-prima. O fluxo de informação desses processos, está representado no Cursograma da fig. 2.1.

Ainda com respeito a Avaliação da Situação Atual, foi feita uma exposição percentual em forma de Histograma (Fig. 2.2), para mostrar a carga estática das máquinas. Essas máquinas estão distribuídas em centros de operações, com vistas a dar cumprimento ao que estabelece o planejamento da produção.

Na elaboração do Histograma, todo o equipamento envolvido nas atividades da Companhia foi listado na seguinte ordem:

- Nome da máquina e o número respectivo;
- Total de horas disponíveis;
- Total de horas necessárias para a realização das operações;
- Percentual de carregamento das máquinas.

No estabelecimento do percentual de carregamento foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Percentual} = \frac{\text{horas necessárias}}{\text{horas disponíveis}} \times 100 \quad (2 - 1)$$

Fig. 2.1
CURSOGRAMA DOS PROCESSOS DE UTILIZAÇÃO

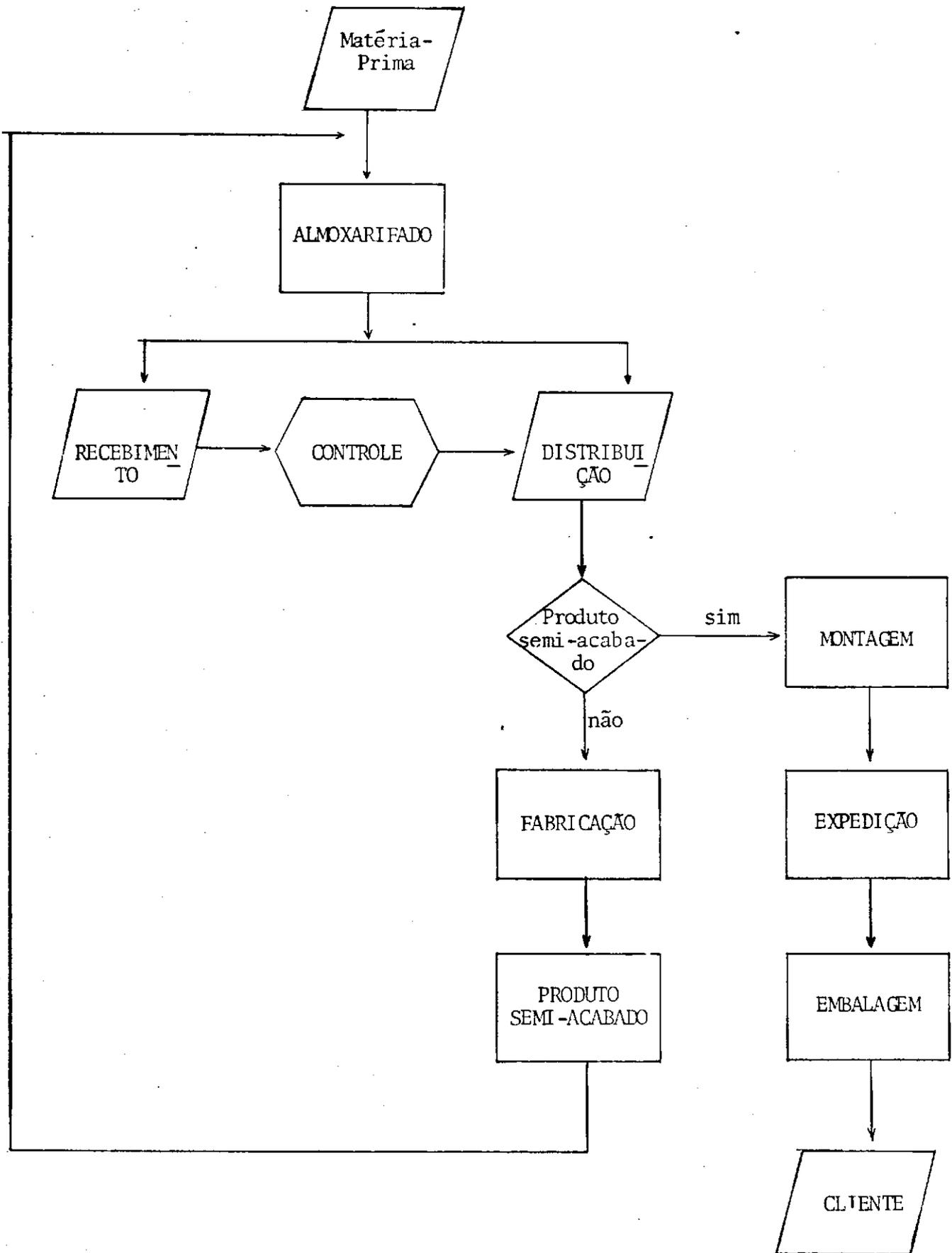
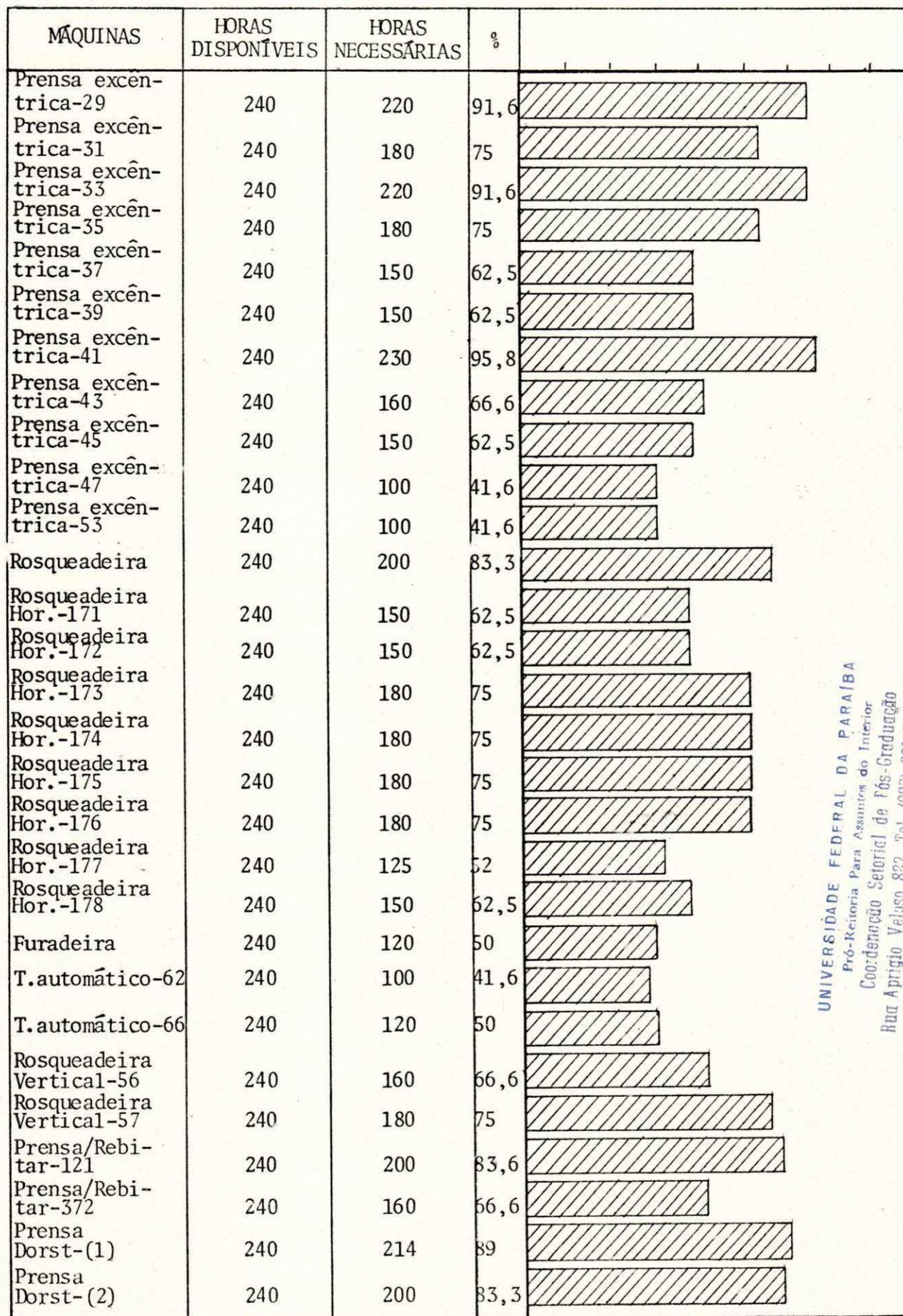


Fig. 2.2



O objetivo dessa representação, foi mostrar a importância da observação sobre o carregamento das máquinas, como teórica de acompanhamento e controle da produção. Quando se trabalha com a carga estática das máquinas, o controle é rápido e simplificado, porque as sobrecargas são identificadas e torna possível uma distribuição mais racional.

2.2.1 - O Ponto de Nivelamento entre Receita e Despesa

"O diagrama do equilíbrio se compõe na realidade de dois diagramas, um superposto ao outro, os quais, para maior claridade, são estudados em separados" (Greene, 1971, p. 91).

Assim, utilizando essa experiência, resolveu-se também apresentar este estudo em duas etapas. Na primeira etapa, a receita é esquematizada graficamente, valendo-se, exclusivamente da quantidade vendida anual e do preço unitário do produto, de acordo com a fig. 2.3. Na segunda etapa, a despesa mostrada na fig. 2.4, é calculada a partir da quantidade produzida anual e dos custos fixo e variável (ver apêndice A).

Supondo, inicialmente, que produção e vendas são zero e que as vendas incrementam-se em forma linear com a produção, construiu-se os seguintes gráficos:

Cálculo da Receita

Receita = quantidade vendida x preço unitário

Receita = 1.990.815 x 4,61

Receita = Cr\$ 9.177.657,15

Cálculo da Despesa

Despesa = (Custo fixo) + (quantidade produzida x custo variável)

Despesa = 4.563.104 + (2.037.100 x 2,00)

Despesa = 4.563.104 + 4.074.200

Despesa = Cr\$ 8.637.304,00

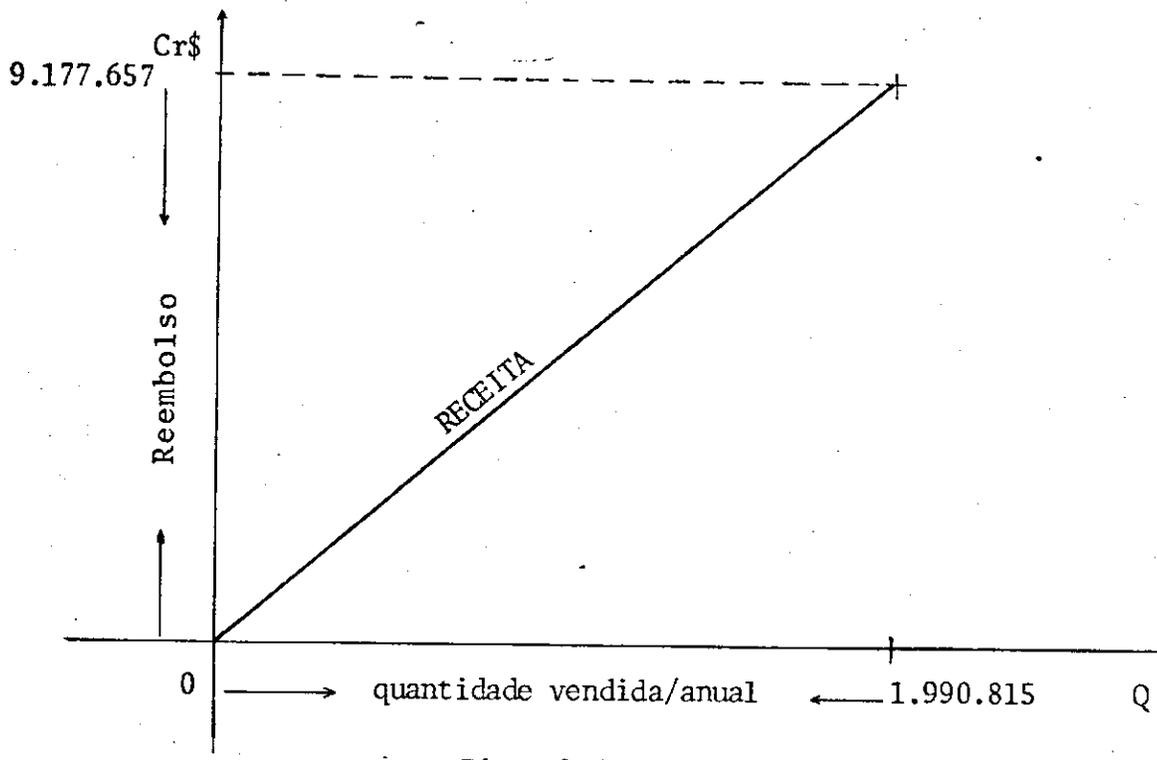


Fig. 2.3

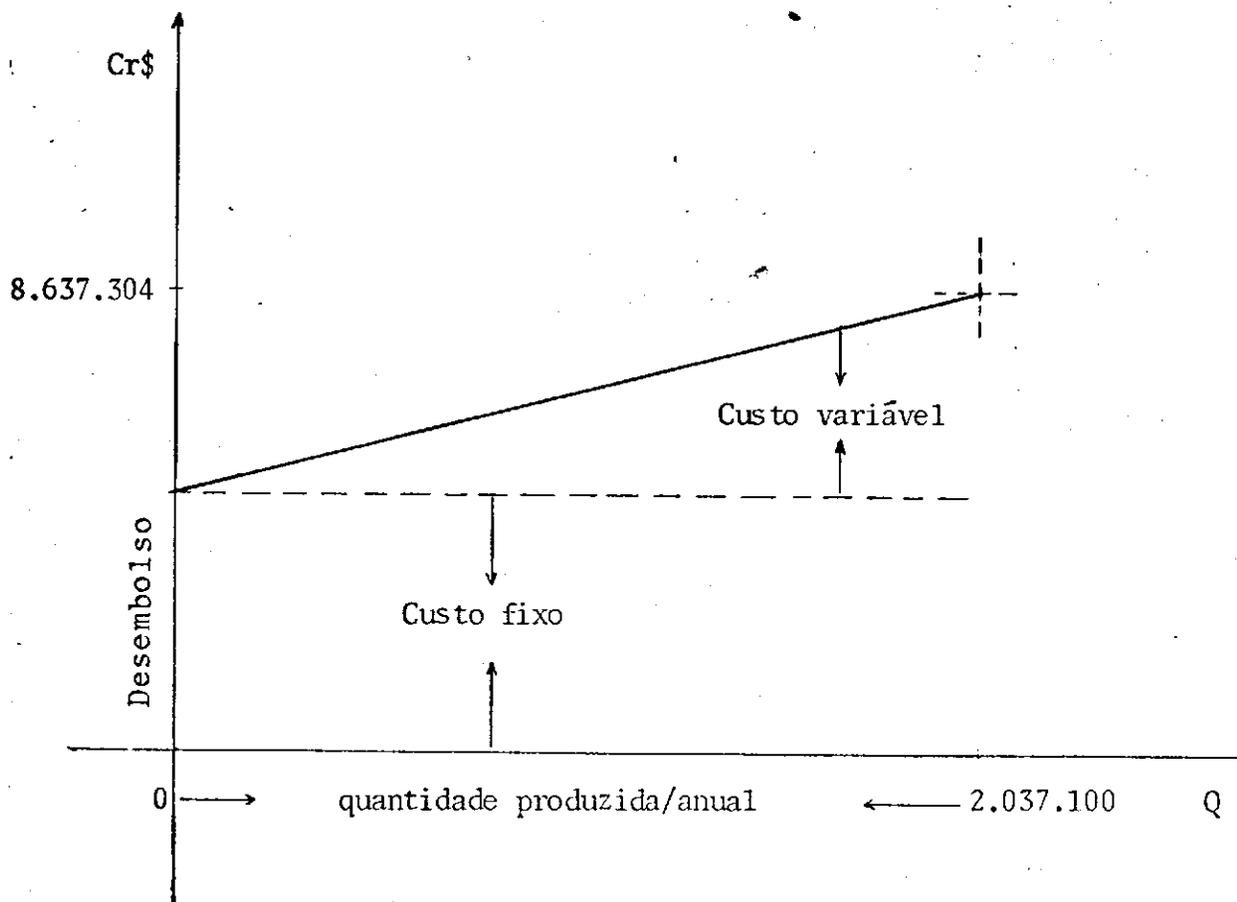
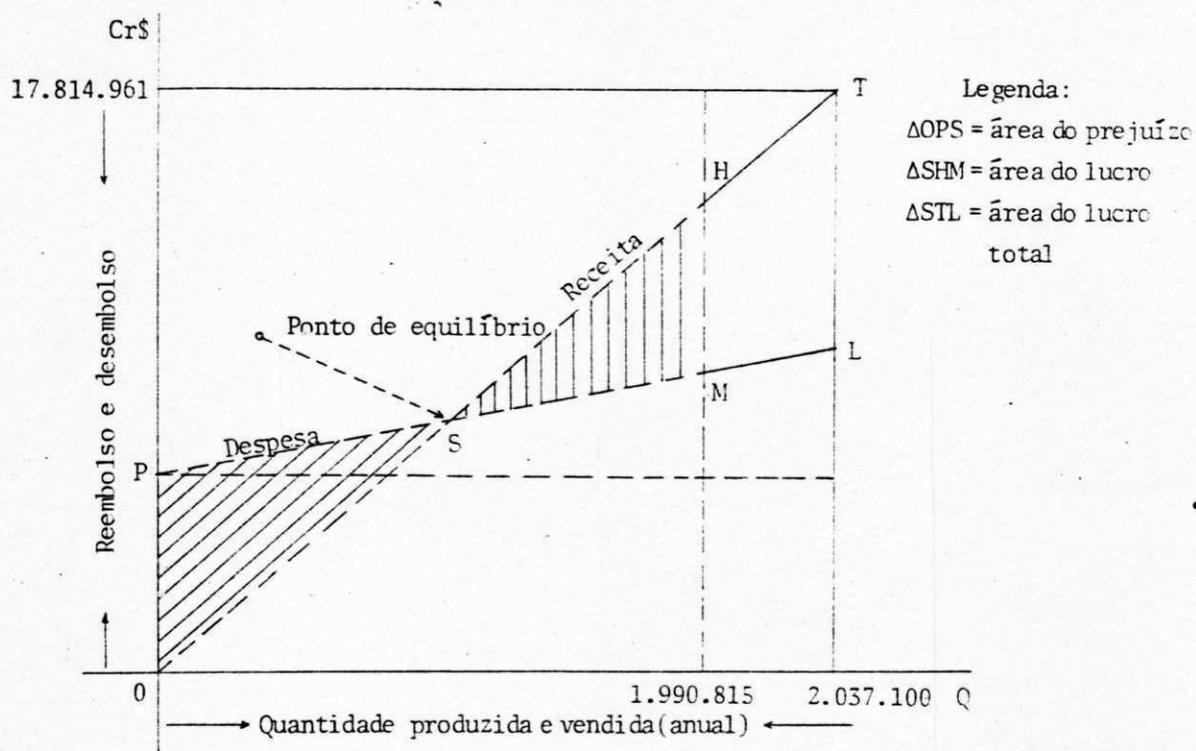


Fig. 2.4

Fig. 2.5



Com as disposições gráficas nestes moldes, realizou-se a respectiva superposição, resultando a representação da Fig. 2.5.

Observa-se que o custo fixo permanece com os desníveis da produção, enquanto que o custo variável aumenta proporcionalmente. Dessa forma, a conclusão que se teve foi a seguinte:

Para que não existisse lucro, nem prejuízo, a quantidade anual de produção deveria ter sido no máximo

$$P.N = \frac{CF}{PU - CV}, \text{ onde}$$

P.N. é o ponto de nivelamento

CF o custo fixo

PU o preço unitário

CV o custo variável, ou seja:

$$P.N = \frac{4.563.104}{4,61 - 2,00}$$

$$P.N = \frac{4.563.104}{2,61}$$

$$P.N = 1.748.316 \text{ unidades.}$$

Dessa quantidade, resultaria uma despesa de $4.563.104 + 1.748.316 \times 2,00 = \text{Cr\$ } 8.059.736,00$ e, como neste caso Receita = Despesa, então a quantidade anual de vendas deveria ser no mínimo $4,61 \times q = 8.059.736$, ou

$$q = 1.748.316 \text{ unidades.}$$

Nessa condições, haveria realmente um equilíbrio entre Receita e Despesa.

Se a Companhia tivesse produzido e vendido durante o ano, toda a quantidade do equilíbrio, isto é, 1.748.316 unidades, haveria um lucro anual de zero.

Em contrapartida, a Companhia produziu 2.037.100 unidades e vendeu 1.990.815 unidades, o que totaliza um lucro anual de Cr\$ 736.601,55, que se calcula da seguinte maneira:

Custo por unidade produzida = (custo fixo + quantidade produzida x custo variável) / quantidade produzida.

$$\text{Custo por unidade produzida} = (4.563.104 + 2.037.100 \times 2,00) / 2.037.100$$

$$\text{Custo por unidade produzida} = (8.637.304) / (2.037.100)$$

$$\text{Custo por unidade produzida} = \text{Cr\$ } 4,24$$

$$\text{Lucro de venda direta} = \text{quantidade vendida} \times (\text{preço} - \text{custo por unidade})$$

Lucro de venda direta = $1.990.815 \times (4,61 - 4,24)$

Lucro de venda direta = Cr\$ 736.601,55.

Isso resultaria um lucro médio mensal de Cr\$ 61.383,46. Esse lucro, naturalmente foi acrescido em outro período, por um valor correspondente a 46.285 unidades que foram estocadas e que renderam um lucro de Cr\$ 11.571,25, que se calcula do seguinte modo:

Lucro de quantidade estocada = quantidade estocada
x (preço - custo por unidade - custo de estoque por unidade)

Lucro de quantidade estocada = $46.285 \times (4,61 - 4,24 - 0,12)$

Lucro de quantidade estocada = Cr\$ 11.571,25.

Mesmo assim, somando-se esta diferença de lucro ao lucro obtido pela venda direta, obtém-se:

Lucro de venda direta	Cr\$ 736.601,55
Lucro de quantidade estocada	<u>Cr\$ 11.571,25</u>
Lucro total	Cr\$ 748.172,80

Como se pode ver, o ideal para a Companhia de Materiais Elétricos S/A, seria vender toda quantidade produzida, porque assim resultaria um:

Lucro anual = $(2.037.100 \times 4,61) - 4.563.104 + 2.037.100 \times 2,00$

Lucro anual = 9.391.031 - 8.637.304

Lucro anual = Cr\$ 753.727,00. Como isso normalmente é difícil, a Companhia deve produzir para estoque, que custa aqui Cr\$ 5.554,20 extra.

2.2.2 - Níveis de Estoque

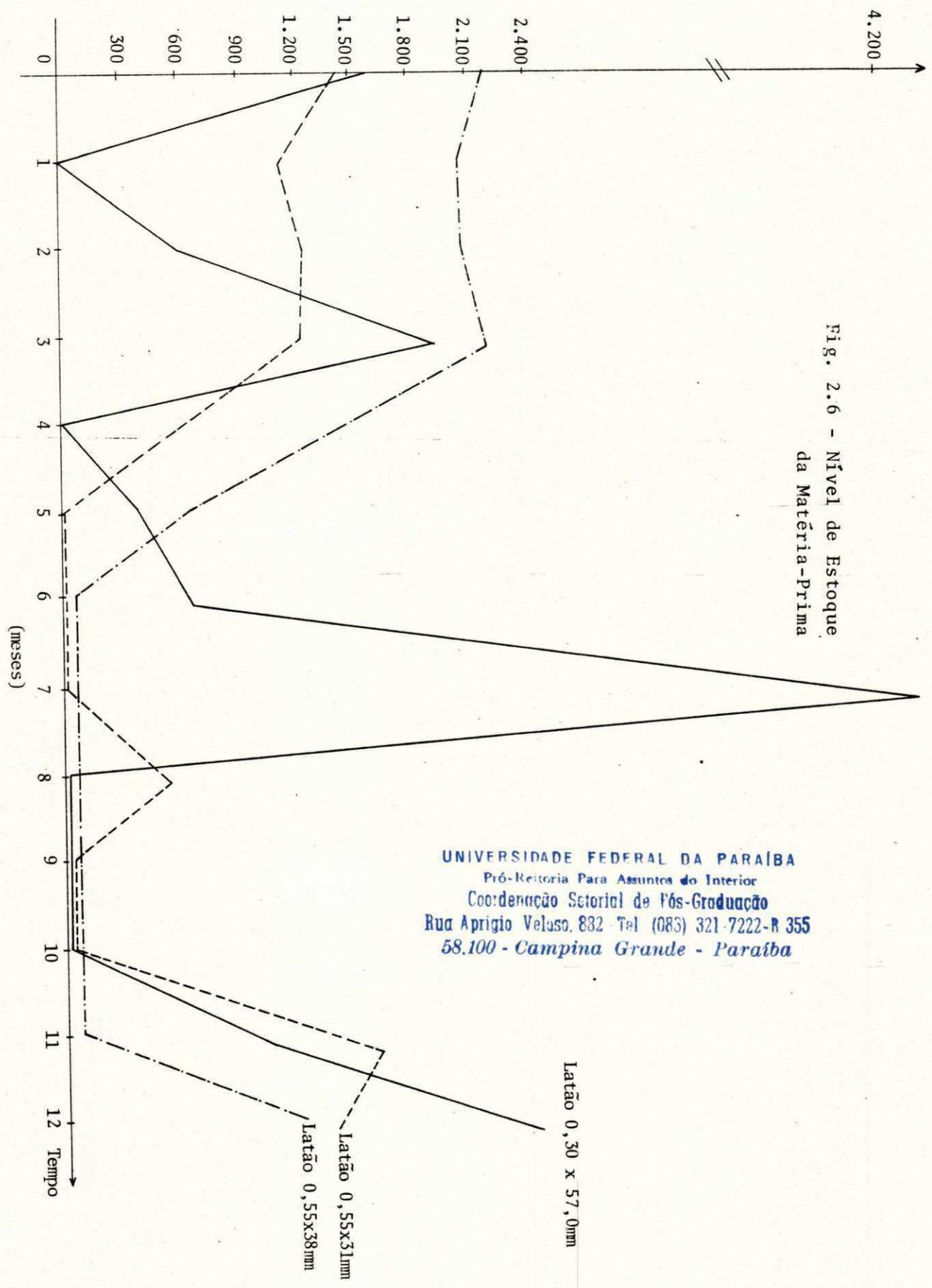
O que se pretendeu dar aqui foi uma visualização gráfica de pontos inerentes ao estoque que envolve o produto soquete. Com base nas informações obtidas (ver apêndice B), uma avaliação mais profunda da atual situação pa

ra o contexto do aspecto geral da Companhia, pode ter início com o estoque de matéria-prima. A fig. 2.6 mostra o comportamento das matérias-primas que compõem o produto e, identifica os períodos onde ocorreram deficiências no reabastecimento.

Observando-se a representação, constata-se que do 5º ao 7º e do 9º ao 10º períodos, a matéria-prima latão 0,55 x 31,0mm nada apresentou em estoque. Da mesma forma, não foram estocados o latão 0,55 x 38,0mm e o latão 0,30 x 57,0mm, respectivamente do 6º ao 11º e do 8º ao 10º períodos. Isto significa que houve carência prolongada das matérias-primas, necessárias ao cumprimento da programação. Como consequência, a produção foi reduzida e, os níveis de estoque do produto acabado foram insignificantes. No final do 1º e 4º períodos faltou o latão 0,30 x 57,0mm, o que impossibilitou um alcance maior na produção do soquete. A causa dessa ocorrência, reside no fato de que o latão 0,30 x 57,0mm entra na composição de 05 (cinco) outros produtos e, de acordo com informações obtidas, houve um atraso substancial no reabastecimento da matéria-prima em questão.

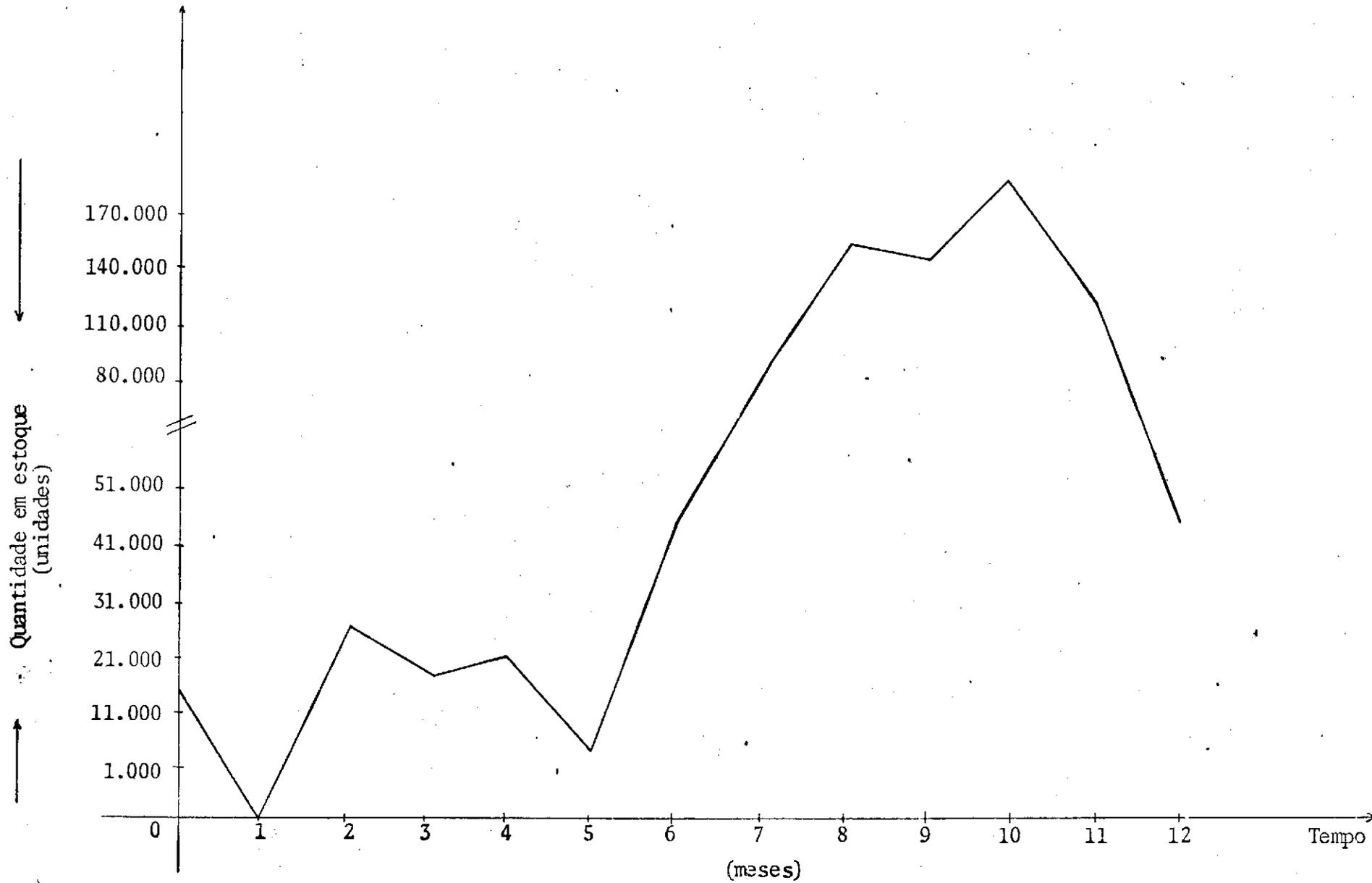
Paralelamente a isto, na representação gráfica da fig. 2.7, nota-se que no início do 1º período existia um estoque de 11.600 unidades do soquete e no final desse mesmo período o estoque zerou. A partir do 2º período houve uma tentativa para assegurar um bom nível de estoque, que pudesse suprir a demanda nos períodos sazonais. As influências sazonais (meses de maior volume de vendas) acontecem somente a partir do 7º período, ocasiões em que a Companhia necessita de um bom nível de estoque do produto acabado, para ajudar o abastecimento do mercado consumidor. No entanto, nos 05 (cinco) primeiros períodos o nível do estoque de acabado teve pouca representatividade. A causa principal, foi a falta da matéria-prima latão 0,30 x 57,0mm, no final do 1º e 4º períodos (situação também vista, através da fig. 2.6). A partir do 5º período o desnível do estoque de acabados começou a surgir porque já ali predominava a idéia de recuperar o tempo de produção perdido e até algumas vendas não realizadas.

Fig. 2.6 - Nível de Estoque da Matéria-Prima



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel (083) 321-7222-R 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba

Fig. 2.7 - Nível de Estoque do Produto Acabado



Disso tudo, concluiu-se que não houve um controle efetivo do estoque das matérias-primas, o que ocasionou, em linhas gerais, uma produção diminuta do soquete justamente nos períodos sazonais, quando sempre faltou um ou outro tipo de matéria-prima.

2.3 - Identificação do Problema

Com base nas análises feitas até então, chegou-se à conclusão de que na parte referente à estocagem da matéria-prima havia um problema sério. Em alguns períodos, de acordo com dados obtidos, apesar da Companhia desenvolver uma produção normal, existia carência de matérias-primas e, em outros períodos um extraordinário nível de estoque. O fato é que, nos moldes como se processa o controle de Estoque, tem havido paradas no processo produtivo devido a falta de matérias-primas.

Muitos têm sido os estudos e pesquisas na área, objetivando o melhoramento das condições de combate às deficiências na programação de estoques, reduzindo ou definindo a taxa de casos perniciosos. Não se sabe, entretanto, até que ponto todas essas experiências contribuíram de forma decisiva, porque cada problema em si tem a sua estrutura modelar e, como tal varia de indústria para indústria. Então, o problema existia. Significava que algo mais deveria ser conhecido, sobre a natureza e as circunstâncias em que se desvolvem os armazenamentos.

O estabelecimento de uma Política de Manutenção de Estoque de Matéria-Prima, tem sido um forte passo na escalada para a resolução de problemas dessa natureza.

2.3.1 - Definição dos Objetivos

A identificação do problema, relativamente à falta de estoque de matéria-prima serviu para se iniciar uma análise mais apurada em outros setores de atividades da Companhia, tais como: o planejamento da produção e a compra da matéria-prima.

Dessa forma, para o estabelecimento de uma política de estoque, capaz de suprir as necessidades da produção, basicamente foram tomados, como diretrizes, dois objetivos específicos. O primeiro consta da elaboração de um programa de produção que minimiza os custos de estoque, com vistas à comercialização dos produtos acabados. Esse passo, resulta em eficiência de produtividade e facilita o atendimento da demanda, porque sempre existirá o produto acabado em estoque. Assim, estando a programação da produção funcionando normalmente, não haverá dificuldades com as possíveis paradas do processo produtivo e o plano terá atualização quase que automática.

O segundo objetivo refere-se à escolha de um modelo, que mantenha atualizados os níveis de estoque da matéria-prima. Esse modelo envolve a aquisição de matérias-primas, naturalmente através de um processo que determina quantidades ótimas e exerce um controle nos locais de armazenamentos para responder por um bom percentual de entrega dos produtos acabados. Com isso, os erros das projeções e análises das vendas serão compensados, permitindo uma utilização mais econômica do equipamento e da mão-de-obra, especialmente nos casos de flutuações da demanda.

2.3.2 - Referências de Dados

Como todo trabalho prático, a utilização de dados inerentes ao problema a ser resolvido, é uma necessidade imperiosa. Também aqui, houve essa necessidade de escolha e seleção de dados, capazes de transformar o assunto em informações valiosas. Tudo isto, porque coletar dados é talvez a tarefa mais árdua para uma pesquisa de cunho científico. Qualquer informação errônea ou incompleta, pode representar prejuízos incalculáveis para o trabalho que está sendo desenvolvido. Apesar de uma boa formulação de questionários, sempre existem falhas porque as idéias afluem, as opções se amontoam e as decisões oscilam. Às vezes são escolhidos dados desnecessários e, noutros casos, dados significativos escapam.

Diante das circunstâncias e da firme decisão de atingir os objetivos propostos e o que é mais importante dentro de uma linhagem de relacionamento aceitável, é que foram colhidos dados referentes ao planejamento da produção, da fabricação de componentes e dos setores de armazenamentos (ver apêndice C). O resultado apresentou informações suficientes de cada subsistema para a formulação de modelos que fossem adaptáveis às atuais atividades da Companhia.

2.4 - Análise do Produto

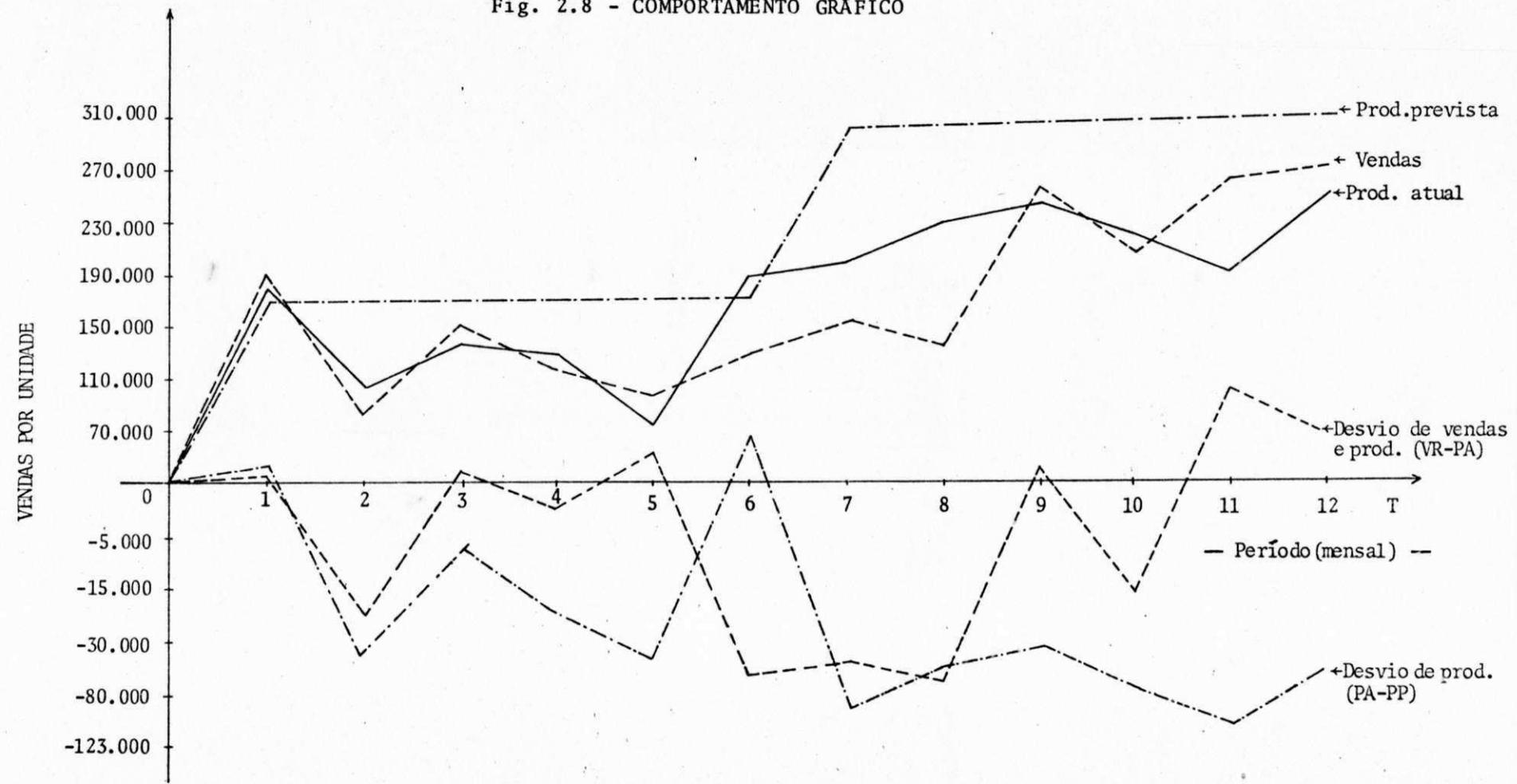
Realizar a análise de um produto é tarefa imprescindível na formulação de qualquer modelo. O pessoal que trabalha no ramo, normalmente obtém informações mais detalhadas, porque conversa com o operariado e discute a viabilidade de implantação do novo modelo. É esse pessoal que pode sentir de perto, a necessidade do público consumidor, observando e analisando inclusive os efeitos do setor de propagandas. Tudo isso, representa uma comunicação muito íntima, entre os que trabalham em indústrias e os que delas dependem.

Por essa razão, o produto soquete foi aqui analisado sob dois aspectos: o primeiro refere-se a sua representação gráfica; em que se pode ver seguramente todas as ocorrências de sua produção e vendas. O segundo é o da amostragem não gráfica, em que se utiliza o método do cálculo organizado, a partir de peças padronizadas. Neste caso, se tem condições de analisar não um único produto, mas todos aqueles que têm peças em comum. Em conseqüência, os efeitos desse tipo de análise servirão de modelos para os demais produtos da linha.

A fig. 2.8 mostra a análise gráfica do produto, situando a trajetória das produções atual e prevista, período a período (os dados relativos à figura encontram-se no Quadro 2.1 do apêndice D). A análise não gráfica que se constitui objeto deste trabalho, será tratada no capítulo seguinte.

Na fig. 2.8 constata-se que a produção prevista difere da real, o que representa um ponto básico para uma

Fig. 2.8 - COMPORTAMENTO GRÁFICO



reformulação da programação. Observa-se que no fim do 1º período não existia estoque, porque a Companhia vendeu a quantidade produzida mais o estoque disponível. Para os períodos sazonais (a partir do 7º período), o comportamento da produção apenas manteve-se regular.

Por outro lado, os índices de correção que apontam o desequilíbrio entre produção e vendas indicam que, embora a produção real tivesse alcançado uma boa aproximação da produção prevista, ainda assim existiria alguma divergência com relação às vendas reais. No entanto essa divergência serviria de estoque e a programação estaria atingindo um dos objetivos da Companhia. Entretanto, se a produção real tivesse sido igual à prevista, a diferença em benefício do estoque seria da ordem de 602.900 unidades.

Como se pode ver, apenas nos períodos 1 e 6 a produção real superou a prevista e, as vendas mantiveram-se razoáveis, porque foram superiores às quantidades produzidas nos períodos 1, 3, 5, 9, 11 e 12.

As causas das divergências foram as seguintes:

a) Do 2º ao 4º período houve um pequeno desarranjo no equipamento e, em consequência a programação não foi cumprida;

b) Do 7º período em diante faltou matéria-prima, o que ocasionou novo desequilíbrio da produção;

Foi com base nesta análise que se estabeleceu a necessidade da elaboração de um plano de produção, que pudesse atender a demanda esperada, com custos mínimos para os armazenamentos. Para tanto, foram feitos estudos sobre receita e despesa, a fim de situar a posição das vendas com respeito às quantidades produzidas e sobre os níveis de estoques, relativamente ao produto acabado e à matéria-prima.

Concluiu-se que a luta em benefício do ajuste da produção às vendas, sem uma política adequada, torna cada vez mais difícil o cumprimento de um plano de produção.

CAPÍTULO 3

PROGRAMA ÓTIMO DE PRODUÇÃO

3.1 - Previsão de Demanda

Nesta parte foi iniciada uma seqüência de passos que conduziram, naturalmente ao estabelecimento do Programa Ótimo de Produção.

Preliminarmente, é feita, aqui, uma breve colocação sobre previsão de vendas.

"A previsão de vendas é uma avaliação sujeita a erros e baseada em informações incompletas, do que acontecerá no futuro. Uma previsão sem uma estimativa do seu erro é incompleta. Nem todos os administradores conhecem as características, as hipóteses, as qualidades e as limitações dos métodos utilizados para prever. Daí a explicação para a frequência com que a previsão é feita informalmente. Até que ponto é compensador investir dinheiro para melhorar a previsão, depende de quanto será necessário para reduzir o seu erro e das possibilidades de aumento do lucro conseqüente, através de economia em estoques, redução das flutuações de produção, etc.

A previsão de vendas não é importante de per si, mas tão somente pelo fornecimento de informações para decisões administrativas. Daí a importância do conhecimento do erro, das hipóteses e limitações da previsão.

Toda previsão deve ser sujeita a controle. É errônea a idéia de ter-se uma previsão para o ano em curso, ou para os próximos seis meses. A previsão deve ser considerada como válida até o dia em que representa a realidade com aproximação razoável, e deve ser gradualmente estendida ao futuro" (Zaccarelli, 2^a edição, p. 108).

Pelo exposto, entendeu-se que estes conceitos básicos estão bem posicionados com respeito aos propósitos da previsão. E foi com a visão destes conceitos, por serem aceitáveis e realistas, que se delineou o campo de previsão de demanda para este trabalho.

Quando é feita uma estimativa dos valores futuros, também se está realizando uma previsão. Naturalmente que essa estimativa envolve muitos fatores, que vão desde a antecipação qualitativa do futuro produto até o grau de aceitação que o mesmo poderá ter no mercado consumidor. Assim, dispor-se a realizar uma previsão é incorporar-se a análise profunda do que pode ocorrer; dos riscos exagerados, causados pela subjetividade das estimativas.

Embora se possa realizar previsões de curto e longo alcances, respectivamente, para um ano, ou para cinco ou dez anos, é melhor optar por previsões de curto alcance, haja vista existir melhor aproximação com o real. Neste trabalho achou-se por bem utilizar os dados da demanda do período corrente para conseguir a próxima previsão. Para esse cálculo, foi utilizado o método da constante de regularização ou aproximação exponencial. Essa constante chamada α (alfa), foi definida como sendo a fração de discrepância da demanda prevista, ou seja a proporção do erro total previsto, o qual seria atribuído para uma variação.

3.1.1 - Modelo Simplificado de Demanda

Sejam,

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel (083) 321-7222-R 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba

DP_t - próxima demanda prevista para o período t

DA_{t-1} - demanda atual no período $t - 1$

DP_{t-1} - demanda prevista no período $t-1$

α - constante de regularização.

Então,

$$DP_t = \alpha \cdot DA_{t-1} + (1 - \alpha) \cdot DP_{t-1}$$

com $0 < \alpha < 1$ e $DP_1 = 0$, $DP_2 = DA_1 (3 - 1)$. (Mize, 1971, p.68).

A equação (3 - 1) também pode ser escrita como:

$$DP_t = DP_{t-1} + \alpha \cdot (DA_{t-1} - DP_{t-1}) \quad \forall t > 2$$

onde,

$$\alpha \cdot (DA_{t-1} - DP_{t-1})$$

pode ser interpretado como a correção da previsão de $t-1$ ao período t , e significa que ela é feita na mesma direção com o desvio. Em razão da definição de DP_{t-1} , nota-se que existe uma aproximação exponencial em t .

Isso representa um modelo bastante simplificado e muitas vezes razoável. O modelo serviu para uma série de testes computacionais, visando exclusivamente decidir junto ao planejamento da produção da Companhia, a melhor correção ou o mais viável ajuste de tendência.

Diversos resultados foram obtidos fazendo α variar entre 0 e 1, constatando-se grandes divergências em alguns períodos, especialmente naqueles considerados como sendo de alto volume de vendas. Em razão disso, foi decidido adotar nos cálculos o resultado do teste com $\alpha = 0,01$, em virtude dos valores obtidos estarem muito próximo daqueles que traduzem a realidade da Companhia. O programa FORTRAN documentado no apêndice F, foi utilizado para essa variação de α .

3.1.2 - Interpretação e Justificativa do Modelo

A aproximação exponencial em t , é uma técnica de previsão muitas vezes adequada para prever a futura demanda do mercado. O termo exponencial tem uma origem

puramente matemática, em que o uso repetido de uma constante de aproximação, tende a operar de maneira equivalente a um multiplicador exponencial. Um computador pode ser usado para previsões, período a período de vários produtos diferentes os quais são obtidos em poucos minutos.

Dessa forma, a aproximação exponencial representa um método que desenvolve a previsão de vendas para o próximo período, através da média ponderada das vendas no período corrente a uma média ponderada das previsões de vendas no período corrente, onde os valores ponderados devem totalizar 1. Se o peso para as vendas correntes é fixado em 0,1, então o fator peso das previsões feitas no corrente período de deverá ser 0,9.

A justificativa para o uso de $(1 - \alpha)$. DP_{t-1} no modelo, prende-se ao fato de que, sendo α muito grande, perto de 1, por exemplo, qualquer flutuação das vendas correntes será fortemente refletida na previsão para o próximo período. Entretanto, sendo $\alpha = 0.01$ (conforme foi escolhido), e, neste caso fixado perto de zero, as vendas correntes sofrem relativamente pequeno impacto na previsão das vendas do próximo período.

A aplicação dos dados reais da Companhia no modelo $DP_t = \alpha \cdot DA_{t-1} + (1 - \alpha) \cdot DP_{t-1}$ com $\alpha = 0.01$, relativamente aos períodos de 1977 e 1978 (ver apêndice D), forneceu os seguintes resultados considerando $DP_1 = 0$, $DP_2 = DA_1$:

QUADRO 3.1
PROGNÓSTICO PARA TODO 78 COM OS DADOS DE 77

PERÍODO(t)	77 DEMANDA ATUAL (DA_t)	78 DEMANDA PREVISTA (DP_t)	78 DEMANDA ATUAL (DA_t)	DIVERGÊNCIA $DA_t - DP_t$
1	167.150	-	196.410	-
2	79.250	167.150	220.000	52.850
3	141.300	166.271	180.000	14.529
4	112.230	166.021	240.500	84.479
5	105.750	165.483	250.410	84.927
6	136.050	164.886	280.270	25.384
7	147.135	164.598	270.000	21.522
8	142.900	164.423	200.000	1.377
9	237.050	164.208	238.000	96.222
10	191.900	164.936	276.320	36.384
11	252.700	165.206	280.000	114.794
12	277.350	166.081	286.500	113.419

QUADRO 3.2
 PROGNÓSTICO PARA 78 MÊS A MÊS COM OS DADOS DE 78

PERÍODO(t)	78 DEMANDA ATUAL (DA _t)	78 DEMANDA PREVISTA (DP _t)	DA78 - DP78
1	196.410	-	-
2	220.000	196.410	23.590
3	180.800	196.646	-15.846
4	240.500	196.488	44.012
5	250.410	196.928	53.482
6	280.270	197.463	82.807
7	270.000	198.290	71.710
8	200.000	199.007	993
9	238.000	199.017	38.983
10	276.320	199.407	76.913
11	280.000	200.176	79.824
12	286.500	166.081	120.419

Comparando as ocorrências constantes dos Quadros 3.1 e 3.2, observa-se que houve uma boa redução nos índices de desvios entre as demandas previstas para 78 e a prevista em 78, com exceção dos períodos 6,7 e 10. Contudo, esta condição não irá refletir satisfatoriamente os resultados esperados para a demanda de 79, havendo, portanto, a necessidade de um ajuste de tendência capaz de aproximar mais os valores da demanda prevista em 78, daqueles que apresentarão a realidade futura.

3.1.3 - Ajuste de Tendência

Considerou-se como sendo o ajuste da tendência aparente em cada período a equação:

$$T_t = |DA_{t-1} - DA_{t-2}| \quad V_t > 2 \quad (3 - 2)$$

onde:

- T_t - ajuste de tendência no período t
- DA_{t-1} - demanda atual de 78 no período t-1
- DA_{t-2} - demanda atual de 78 no período t-2

A equação foi utilizada em módulo, para evitar decrêscimos no ajuste da demanda esperada, o que fatalmente aconteceria nos períodos 4, 8 e 9.

Para o cálculo da demanda esperada em 79, é suficiente adicionar o ajuste de tendência (T_t) à demanda prevista em 78. Dessa forma tem-se:

$$DE_t = DP_t + T_t \text{ com } t > 2 \quad (3 - 3)$$

onde,

DE_t — demanda esperada no período t

DP_t — demanda prevista no período t

O Quadro 3.3 apresenta os resultados obtidos para a demanda esperada, combinando as equações (3 - 2) e (3 - 3).

QUADRO 3.3

PERÍODO(t)	AJUSTE/TENDÊNCIA (T_t)	DEMANDA PREVISTA (DP_t) 78	DEMANDA ESPERADA (DE_t) 79
1	-	-	-
2	-	196.410	196.410
3	23.590	196.646	220.236
4	39.200	196.488	235.688
5	59.700	196.928	256.628
6	9.910	197.463	207.373
7	29.860	198.290	228.150
8	10.270	199.007	209.277
9	70.000	199.017	269.017
10	38.000	199.407	237.407
11	38.320	200.176	238.496
12	3.680	200.974	204.654

3.1.4 - Comparação dos Resultados

Determinando os desvios verificados entre as demandas satisfeita em 78 e a esperada em 79 (ver Quadro 3.4), foi possível realizar uma comparação dos resultados obtidos com a realidade anterior. Se se fizer, por exemplo, a

comparação dos desvios constantes do Quadro 3.2 com os que estão apresentados no Quadro 3.4, é fácil notar a melhoria que houve na redução dos índices de desvios em benefício da demanda esperada.

Como os resultados obtidos para a demanda esperada, excluindo os do 5º e 9º períodos, não chegam a alcançar a quantidade de 241.000 unidades do produto período a período, foi fixado esse teto como limite superior para os cálculos das capacidades. Isso é aceitável, porque haverá compensação de unidades de um período a outro. A razão da fixação da média mensal, é decorrente da instabilidade da demanda e a dificuldade na determinação das necessidades de consumo dos vários itens.

QUADRO 3.4

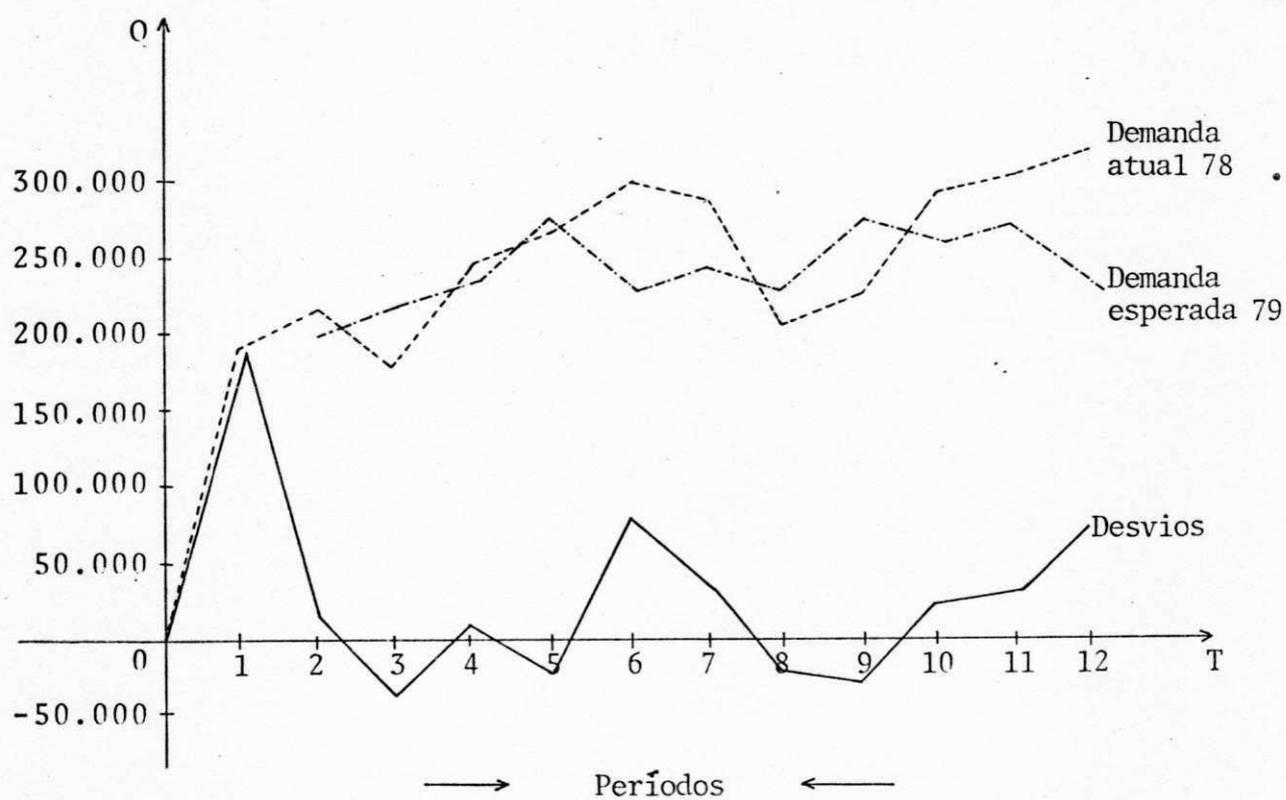
PERÍODO(t)	DEMANDA ATUAL (DA _t) 78	DEMANDA ESPERADA (DE _t) 79	DESVIO DA _t - DE _t + 1
1	196.410	-	196.410
2	220.000	196.410	23.590
3	180.800	220.236	-39.436
4	240.500	235.688	4.812
5	250.410	256.628	-6.218
6	280.270	207.373	72.897
7	270.000	228.150	41.850
8	200.000	209.277	-9.277
9	238.000	269.017	-31.017
10	276.320	237.407	38.913
11	280.000	238.496	41.504
12	286.500	204.654	81.846

Dessa forma, o valor limite de 241.000 unidades, representa uma média semanal em torno de 60.000 unidades do produto.

A representação gráfica da fig. 3.1, estabelece a análise conclusiva da situação, através de uma melhor visualização dos resultados obtidos. Observa-se, por exemplo, que os desvios são bem representativos nos períodos

3, 5, 8 e 9. Isso significa que o desvio negativo nestes períodos favorece a demanda esperada e o ajuste gradual controla a demanda nos períodos sazonais.

Fig. 3.1



3.2 - Definição do Problema de Produção

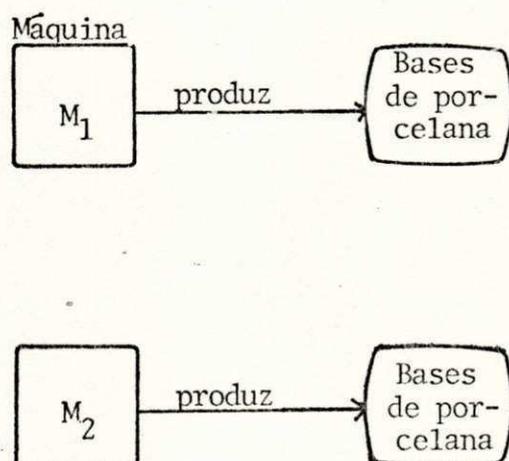
A produção de uma unidade do produto soquete depende de quatro peças de fabricação própria e, as operações são realizadas em doze máquinas. Cada máquina responde por um tempo de processamento, por unidade de peça a um custo fixo. A média semanal de requerimentos que satisfaz a demanda e atualiza o estoque de reserva é cerca de 60.000 unidades do produto, conforme observação sobre os resultados do Quadro 3.4. Os demais dados que complementam a definição do problema, tais como: razão de produção por unidade, capacidade de produção, custo de utilização de máquinas por unidade e as operações realizadas, podem ser vistos nos Quadros 3.4 e 3.5 do apêndice D.

3.2.1 - Esquema do Produto

Como parte da resolução do problema, já agora definido, foi necessário ter uma idéia da formação do produto para se avaliar as operações envolvidas e a dependência do equipamento. Na verdade, esquematizar o produto é descrever os mínimos detalhes da sua fabricação, analisando as fases de processamento, objetivando auxiliar o cálculo das capacidades. A fig. 3.2 representa um esquema do produto soquete, que serve também para evidenciar a dependência que há em cada produção da linha.

Fig. 3.2

Esquema do Produto



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação
 Rua Aprígio Veloso, 832 Tel. (033) 321 7222-R 355
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

Fig. 3.2(A)

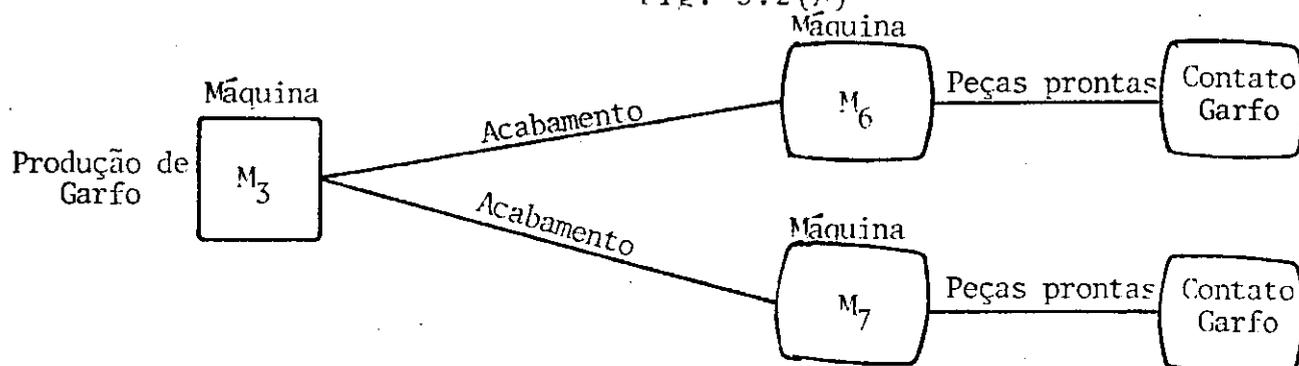


Fig. 3.2(B)

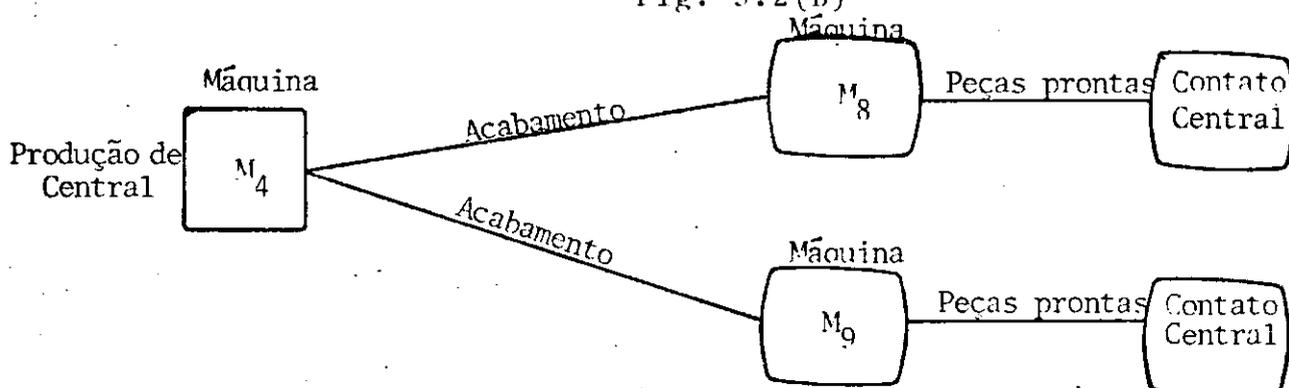
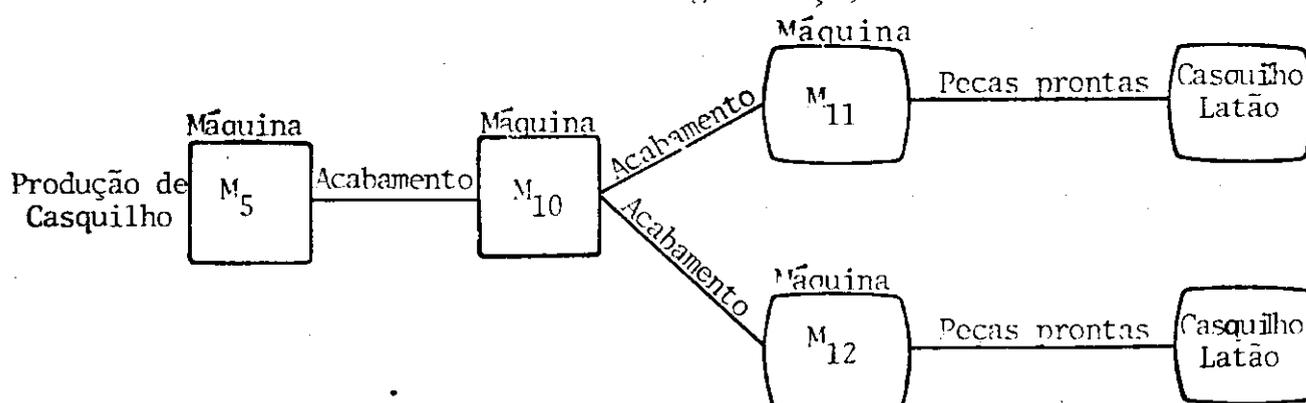


Fig. 3.2(C)



3.2.2 - Definição das Variáveis

De acordo com os dados do problema, definiu-se as variáveis da seguinte maneira:

- X_1 — bases de porcelana
- X_{11} — bases de porcelana na máquina 1
- X_{12} — bases de porcelana na máquina 2
- X_2 — contato garfo (máquina 3)

- X₂₆ — contato garfo na máquina 6
- X₂₇ — contato garfo na máquina 7
- X₃ — contato central (máquina 4)
- X₃₈ — contato central na máquina 8
- X₃₉ — contato central na máquina 9
- X₄ — casquilho latão (máquinas 5 e 10)
- X₄₁₁ — casquilho latão na máquina 11
- X₄₁₂ — casquilho latão na máquina 12

3.2.3 - Cálculo das Capacidades

No cálculo das capacidades, as operações em paralelas foram denominadas de produção, para se referir à fabricação da peça propriamente dita e as operações sequenciais receberam o nome de acabamento, para tratar sobre as operações de estamparia, rosqueamento etc, a que cada peça tem de ser submetida.

Capacidades para o período de uma semana:

Produção das bases:

$$3,5X_{11} \leq 210.000 \therefore X_{11} \leq 60.000 \text{ representa a capacidade de } M_1$$

$$1,8X_{12} \leq 196.364 \therefore X_{12} \leq 109.091 \text{ representa a capacidade de } M_2$$

Então, $X_1 = X_{11} + X_{12} \leq 169.091$ que representa a máxima produção de bases de porcelana nas máquinas M_1 e M_2 .

Produção de contatos garfos

$$0,4X_2 \leq 108.000 \therefore X_2 \leq 270.000 \text{ representa a capacidade de } M_3.$$

$$3,0X_{26} \leq 144.000 \therefore X_{26} \leq 48.000 \text{ representa a capacidade de } M_6.$$

$3,0X_{27} \leq 144.000 \therefore X_{27} \leq 48.000$ representa capacidade de de M_7 .

Então, $X_2 = X_{26} + X_{27} \leq 96.000$ que representa a máxima capacidade de acabamento nas máquinas M_6 e M_7 .

Produção de contatos centrais

$0,7X_3 \leq 189.000 \therefore X_3 \leq 270.000$ representa a capacidade de de M_4

$3,3X_{38} \leq 171.000 \therefore X_{38} \leq 51.818$ representa a capacidade de M_8 .

$3,3X_{39} \leq 171.000 \therefore X_{39} \leq 51.818$ representa a capacidade M_9

Então, $X_3 = X_{38} + X_{39} \leq 103.636$ que representa a capacidade de acabamento nas máquinas M_8 e M_9 .

Produção de Casquilhos

$1,3X_4 \leq 170.182 \therefore X_4 \leq 130.909$ representa a capacidade de de M_5 .

$1,2X_4 \leq 163.636 \therefore X_4 \leq 136.364$ representa a capacidade de de M_{10} .

$3,0X_{411} \leq 144.000 \therefore X_{411} \leq 48.000$ representa a capacidade de M_{11} .

$3,0X_{412} \leq 144.000 \therefore X_{412} \leq 48.000$ representa a capacidade de M_{12} .

Como as máquinas 11 e 12 trabalham em paralelo, tem-se que, $X_4 = X_{411} + X_{412} \leq 96.000$ representa a capacidade de acabamento do casquilho nessas máquinas.

Conforme o problema, as capacidades aqui calculadas são todas suficientes, não tendo, neste caso, nada a ser otimizado. No entanto, observando o esquema do produto, constata-se que as máquinas M_1 e M_2 fabricam o mesmo

tipo de componente (base de porcelana) e a custos de produção distintos. Pode-se, então, verificar se há necessidade de ambas as máquinas continuarem produzindo.

3.3 - Análise da Necessidade das Máquinas M_1 e M_2

O custo de produção de uma unidade de base de porcelana na máquina (M_1) é Cr\$ 0,21 e na máquina (M_2) é Cr\$ 0,18.

Neste caso a situação pode ser vista de dois modos:

a) todas as peças são produzidas em M_1 , então $60.000 \times 0,21 = \text{Cr\$ } 12.600,00$;

b) todas as peças são produzidas em M_2 , então $60.000 \times 0,18 = \text{Cr\$ } 10.800,00$.

Portanto, sendo o custo total em M_1 igual a Cr\$ 12.600,00 e o custo em M_2 igual a Cr\$ 10.800,00 significa que todas as peças devem ser produzidas na máquina M_2 , onde reside naturalmente o menor custo.

Diante da situação exposta, não houve dificuldades para se estabelecer o Programa de Produção.

3.4 - Programa de Produção

Considerando um estoque inicial de 46.285 unidades do produto acabado, de acordo com informações contidas no último período do Quadro 2.1, combinadas com os dados do Quadro 2.2 do apêndice D, relativamente sobre o custo de manutenção por unidade anual em estoque, os custos e as capacidades de produção normais e extras, foi elaborado o programa de produção obedecendo às seguintes equações:

$$(3 - 4) \quad E_r + \sum_{h=1}^t (CP_h - DE_h) \geq 0 \quad \forall t = 1, \dots, \dots \dots \dots 12$$

onde E_r — Estoque de reserva

CP_h — Capacidade de Produção no período h

DE_h — Demanda esperada no período h .

Os resultados do programa de produção estão apresentados nos quadros 3.6 e 3.7.

Uma justificativa para o plano de produção, é a de que se trata de um programa básico para o acompanhamento e controle da produção com a atualização do estoque do produto acabado. Sendo a demanda esperada mais ou menos constante em quase todos os períodos e se o nível de estoque é baixo nos períodos sazonais, o estoque de reserva compensará as faltas da produção real. Isto significa que haverá um equilíbrio entre produção e vendas, vez que as oscilações são mínimas período a período.

Uma outra justificativa se prende ao fato de que o plano servirá de base, para a determinação das quantidades de matéria-prima necessárias à produção.

Em outra situação, se não for válida a produção somente para satisfazer a demanda com o estoque igual a zero, então o problema deve ser resolvido através da técnica de programação linear. Neste caso o problema seria:

$$\text{Min } z = \sum_{t=1}^{12} [(2,00X_{1t} + 2,27X_{2t}) + 0,01y_t]$$

sujeito a:

$$\begin{array}{rcl} X_{1t} & \leq & 260.000 \quad \forall t \\ X_{2t} & \leq & 60.000 \quad \forall t \\ X_{1t} + X_{2t} + Y_t - DE_t & = & Y_{t+1} \quad \forall t \\ X_{1t}, X_{2t}, y_t & \geq & 0 \end{array}$$

onde,

X_{1t} — produção normal no período t

X_{2t} — produção extra no período t

y_t — estoque no começo do período t.

QUADRO 3.6 - PROGRAMA DE PRODUÇÃO

PERÍODO	FONTE	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5	PERÍODO 6	PERÍODO 7	PERÍODO 8	PERÍODO 9	PERÍODO 10	PERÍODO 11	PERÍODO 12	ESTOQUE 13	FOLGA 14	CAPACIDADE
0	Estoque	46285												0	0	46285
1	Prod. normal Prod. extra	15125												0 0	109875 60000	260000 60000
2	Prod. normal Prod. extra		196410											0 0	63590 60000	260000 60000
3	Prod. normal Prod. extra			220236										0 0	39764 60000	260000 60000
4	Prod. normal Prod. extra				235688									0 0	24312 60000	260000 60000
5	Prod. normal Prod. extra					256628								0 0	3372 60000	260000 60000
6	Prod. normal Prod. extra						207373							0 0	52627 60000	260000 60000
7	Prod. normal Prod. extra							228150						0 0	31850 60000	260000 60000
8	Prod. normal Prod. extra								218294					9017 0	41706 60000	260000 60000
9	Prod. normal Prod. extra									260000				0 0	0 60000	260000 60000
10	Prod. normal Prod. extra										237407			0 0	22593 60000	260000 60000
11	Prod. normal Prod. extra											238496		0 0	21504 60000	260000 60000
12	Prod. normal Prod. extra												204654	0 0	55346 60000	260000 60000
		196410	196410	220236	235688	256628	207373	228150	209277	269017	237407	238496	204654	0	1186539	3886285

QUADRO 3.7
PROGRAMA DE PRODUÇÃO

PERÍODO	PRODUÇÃO NORMAL	PRODUÇÃO EXTRA	DEMANDA ESPERADA	ESTOQUE NO FIM DO PERÍODO
1	150.125	0	196.410	0
2	196.410	0	196.410	0
3	220.236	0	220.236	0
4	235.688	0	235.688	0
5	256.628	0	256.628	0
6	207.373	0	207.373	0
7	228.150	0	228.150	0
8	218.294	0	209.277	9.017
9	260.000	0	269.017	0
10	237.407	0	237.407	0
11	238.496	0	238.496	0
12	204.654	0	204.654	0
TOTAL	2.653.461	0	2.699.746	0

3.5 - Cálculo das Necessidades de Consumo da Matéria-Prima

Para a realização do cálculo das necessidades de consumo da matéria-prima foi necessário pesquisá-la sob dois aspectos: Minérios de Porcelana; e latão, ferro, chumbo e borracha.

. Minérios de Porcelana

Sendo a linha de porcelana composta de dez produtos, resolveu-se efetuar toda uma série de cálculos visando atingir a quantidades específicas partindo, naturalmente do seu consumo médio diário. Para esses cálculos teve-se de considerar o seguinte:

- Consumo médio diário de porcelana;
- Produção diária de cada produto;
- Peso de cada base de porcelana;
- Cálculo do peso dos minérios.

De posse das informações obtidas sobre o consumo médio diário dos minérios (ver Quadro 3.8 do apêndice D), foi possível a introdução de uma sequência de cálculos objetivando a separação do consumo médio diário da porcelana por produto.

Dessa forma, para se obter o consumo médio diário de porcelana relativo a cada produto, foi multiplicado em cada caso o peso da base pela respectiva produção média diária (ver Quadro 3.9 do apêndice D). Os resultados desse consumo estão apresentados no Quadro 3.10, onde o produto A refere-se ao soquete.

Para determinar o peso (em gramas) de cada minério, que entra na composição de uma unidade de produto, utilizou-se a seguinte equação:

$$P_m = \frac{C_{dm} \times P_p}{C_{dp}} \quad (3 - 5)$$

onde,

P_m — peso do minério (em gramas) que entra na composição de uma unidade do produto;

C_{dm} — consumo médio do minério (em gramas)

P_p — peso da base de porcelana (em gramas)

C_{dp} — consumo médio diário de toda porcelana (em gramas), significando que C_{dm} é dividido pelo número médio de porcelana, porque ele é C_{dp}/P_p .

Os resultados obtidos, conforme cálculos efetuados (ver apêndice E) foram os constantes do Quadro 3.11.

Determinado o consumo médio diário de cada minério, foram estabelecidos os planos médios mensais de produção, a partir da multiplicação do período de produção pela respectiva produção média diária (de acordo com informações contidas no Quadro 3.9 do apêndice D). O objetivo do estabelecimento dos planos médios mensais de produção, foi justamente auxiliar a determinação das necessidades de consumo dos minérios de porcelana.

QUADRO 3.10

PRODUTO	CONSUMO DE PORCELANA (DIÁRIO)
A	452,900 Kg
B	394,771 Kg
C	303,094 Kg
D	166,530 Kg
E	230,958 Kg
F	149,976 Kg
G	218,240 Kg
H	384,000 Kg
I	384,000 Kg
J	20,736 Kg

Para o cálculo dessas necessidades de consumo é suficiente multiplicar o peso do minério envolvido em cada produto pelo respectivo plano médio mensal de produção.

QUADRO 3.11

PESO DOS MINÉRIOS

PRODUTO	MINÉRIO				
	ARGILA (EM GRAMAS)	CAULIM (EM GRAMAS)	QUARTZO (EM GRAMAS)	FELDSPATO (EM GRAMAS)	TALCO (EM GRAMAS)
A	12,93	15,98	9,89	15,21	0,30
B	31,80	39,29	24,32	37,45	0,74
C	63,47	78,40	48,53	74,67	1,49
D	29,89	36,93	22,86	35,17	0,80
E	36,28	44,82	27,74	42,69	0,85
F	10,47	12,93	8,00	12,31	0,24
G	91,40	112,91	69,89	107,53	2,15
H	137,10	169,36	104,84	161,30	3,22
I	137,10	169,36	104,84	161,30	3,22
J	7,40	9,14	5,66	8,71	0,17
TOTAL	557,84	689,12	426,57	656,34	13,08

A título de ilustração está apresentado no Quadro 3.12 o resultado da quantidade necessária ao cumprimento da programação, com respeito ao minério argila. A repetição do processo, relativamente aos outros minérios apresentou os resultados do Quadro 3.13.

QUADRO 3.12

MINÉRIO: ARGILA

PRODUTO	PESO DO MINÉRIO (GRAMAS)	PLANO MÉDIO MENSAL DE PRODUÇÃO	QUANT. NECESSÁRIA (Kg)
A	12,93	241.000	3.116,13
B	31,80	78.000	2.480,40
C	63,47	30.000	1.904,10
D	29,89	35.000	1.046,15
E	36,28	40.000	1.451,20
F	10,47	90.000	942,30
G	91,40	15.000	1.371,00
H	137,10	17.600	2.412,96
I	137,10	17.600	2.412,96
J	7,40	17.600	130,24
		TOTAL	17.267,44

QUADRO 3.13

OUTROS RESULTADOS

MINÉRIO	QUANTIDADE NECESSÁRIA (Kg)
Caulim	21.332,82
Feldspato	20.317,26
Quartzo	13.204,37
Talco	403,40

De um modo geral, dispendo-se dos pesos de n minérios de porcelana e dos planos médios mensais de produção de m produtos, não há dificuldades em determinar as quantidades necessárias de cada minério, ou seja,

$$\sum_{i=1}^m x_i P_{ij} = \beta_j V_j \quad (3 - 6)$$

onde,

x_i — plano médio mensal de produção para o produto i

P_{ij} — peso do minério j no produto i

β_j — quantidade necessária do minério j .

. Latão, Ferro, Chumbo e Borracha

Concluída a parte referente aos minérios, foram feitos os cálculos das quantidades necessárias do outro tipo de matéria-prima, ou seja latão, ferro, chumbo e borracha, considerando o seguinte:

- peso de cada componente envolvida em uma unidade do produto acabado;
- quantidade de componentes em cada unidade do produto acabado;
- quantidade requerida do produto;
- matéria-prima necessária à fabricação da componente.

Os dados e a determinação dessas quantidades estão relacionados no apêndice E. O Quadro 3.14 mostra os resultados obtidos.

QUADRO 3.14 - NECESSIDADES DE CONSUMO (MENSAL)

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	QUANT. NECESSÁRIA	ITEM	ESPECIFICAÇÃO	QUANT. NECESSÁRIA
1	Latão em bobina mole 0,30 x 57mm	2.589,0 Kg	18	Latão em bobina 1/2" D 0,95 x 31,5mm	270,0 Kg
2	Latão em bobina mole 0,30 x 68,5mm	360,0 Kg	19	Latão em bobina 1/2" D 1,00 x 60mm	503,0 Kg
3	Latão em bobina mole 0,30 x 52mm	562,0 Kg	20	Latão em bobina 1/2" D 1,00 x 39mm	104,0 Kg
4	Latão em bobina mole 0,30 x 40mm	95,0 Kg	21	Latão em bobina 3/4" D 0,45 x 41mm	164,0 Kg
5	Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 52mm	122,0 Kg	22	Latão em bobina 1/2" D 0,75 x 26,5mm	107,0 Kg
6	Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 31mm	844,0 Kg	23	Latão em bobina 1/4" D 1,25 x 40mm	513,0 Kg
7	Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 28mm	166,0 Kg	24	Latão em bobina 1/2" D 1,25 x 38mm	196,0 Kg
8	Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 38mm	609,0 Kg	25	Latão em vergalhão quadrado de 3/16	100,0 Kg
9	Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 26,5mm	44,0 Kg	26	Latão em vergalhão quadrado de 1/4	304,0 Kg
10	Latão em bobina 1/2" D 0,71 x 56,5mm	402,0 Kg	27	Chumbo	204,0 Kg
11	Latão em bobina 1/2" D 0,86 x 120mm	384,0 Kg	28	Chapa de fibra vermelha de 1/8	430,0 Kg
12	Latão em bobina 1/2" D 0,89 x 84mm	765,0 Kg	29	Chapa de fenolite 0,80mm	76,0 Kg
13	Latão em bobina 1/2" D 0,89 x 55mm	679,0 Kg	30	Chapa de ferro nº 24	18,0 Kg
14	Latão em bobina 1/2" D 0,89 x 32mm	213,0 Kg	31	Chapa de ferro nº 20	16,0 Kg
15	Latão em bobina 1/2" D 0,95 x 70mm	268,0 Kg	32	Ferro em bobina 1,24 x 37mm	435,0 Kg
16	Latão em bobina 1/2" D 0,95 x 29mm	280,0 Kg	33	Borracha preta industrial	500,0 Kg
17	Latão em bobina 1/2" D 0,95 x 33,8mm	72,0 Kg			

CAPÍTULO 4

ESTOQUE DA MATÉRIA-PRIMA

4.1 - Necessidade de Estocagem

Foi tratado no item 2.2.2 (Níveis de Estoque), que os baixos índices de estoque das matérias-primas reduzem a produção de acabados e prejudicam a demanda, especialmente nos períodos de alto volume de vendas. Entretanto, o plano de produção elaborado no capítulo anterior, oferece condições de atendimento à demanda, porque os estoques das matérias-primas serão mantidos, conforme resultados obtidos para as necessidades de consumo, apresentadas nos Quadros 3.12, 3.13 e 3.14.

"A falta de estoque resulta em não realização de uma venda, pode-se dizer que o custo de não ter estoque é igual ao lucro não realizado" (Motta, 1974 p. 240).

Isto representa a necessidade que se tem de estoques, para o desenvolvimento da produção e distribuição de mercadorias. Em geral, numa empresa de produção a dependência de estoques é completa. No entanto, se sabe também que essa dependência custa dinheiro, visto que os custos de manutenção de estoque não são muito diferentes dos custos de administração, fabricação, aquisição, manutenção de equipamentos, etc. Mesmo assim, os estoques devem existir para compensar as faltas na produção anterior e garantir as próximas entregas.

O que se constatou através da fig. 2.6, foi um problema de carência de estoques, ocasionado por atrasos

no recebimento das matérias-primas, ou devido ao descontrole na emissão de ordens de compras. A ocorrência de um caso ou outro dificultou o cumprimento do programa estabelecido. Mas a falta da matéria-prima foi, sem dúvidas, a causa maior dos desequilíbrios entre produção e vendas.

As influências sazonais da demanda traduzem uma necessidade de estocagem muito importante. Em razão disso, o cuidado que se teve na determinação de quantidades para manter atualizados os estoques de matéria-prima, reflete uma enorme preocupação em satisfazer a demanda nos períodos sazonais, haja vista existir a oportunidade da obtenção de bons lucros por parte da Companhia.

Portanto, o objetivo seguinte foi montar um esquema para controlar o estoque de matérias-primas, que teve como característica principal, a determinação de lotes de compra a custo mínimo com a fixação das datas dos pedidos de reposição, a fim de melhorar o nível da dependência de estoques. Contornou-se a situação dando ao estoque a melhor quantidade de matérias-primas, para garantir a produção prevista.

A aquisição de uma estrutura montada e a necessidade de estocagem que tem a Companhia, justificam a utilização de modelos que se refiram inclusive a compra da matéria-prima necessária à produção. A estocagem permite muitas vezes uma utilização mais racional do equipamento, sobretudo quando a natureza for tal que exista flutuação na demanda. Afinal, se a direção da Companhia precisa decidir quais os níveis de estoque que podem ser economicamente armazenados, de modo a cumprir com os programas de produção, evidentemente que ela tem de exercer um efetivo controle sobre a matéria-prima.

4.2 - Quadro de Faixa Econômica

A denominação Faixa Econômica não representa apenas quantidades econômicas quaisquer, mas sim quantidades muito próximas da ótima. Essas quantidades, referentes à matéria-prima foram determinadas de princípio, utilizando o método

do da indução; em que se partiu do particular para o geral. Esse método auxiliou bastante a consecução dos objetivos do presente trabalho, porque deu margem a uma análise concreta da situação, através da qual ficou evidenciado o lote de faixa econômica. A decisão do estabelecimento desse roteiro, surgiu em virtude da dificuldade que existe no desenvolvimento de um modelo matemático apropriado.

O método que se utilizou é simples, porém bastante demorado e cansativo. Em razão disso, mais adiante foi desenvolvido um método mais simples ainda, que dará resultados idênticos. A verdade é que, para iniciar os cálculos das quantidades econômicas, foram usadas as expressões dos custos de aquisição e de estocagem do lote a ser adquirido, como forma de conseguir um custo total anual mínimo.

Considerou-se

$$C_A \cdot \frac{D}{q} \text{ e } C_E \cdot \frac{q}{2}$$

respectivamente as expressões dos custos de aquisição e de estocagem do lote q ; onde,

C_A — valor pago a cada lote de matéria-prima, incluídas as despesas com emissão de ordens de fornecimento, taxas administrativas, impostos, fretes, etc.

D — demanda anual;

q — quantidade do lote;

C_E — custo de manutenção de uma unidade em estoque por um ano.

Na aplicação do método inicial tomou-se para os cálculos, quantidades do item I (latão em bobina 0,30x57mm) por se tratar de um dos tipos de matéria-prima mais solicitada, especialmente pelo produto A (ver Quadro 3.14). De acordo com as informações expressas no apêndice B, as variáveis aqui descritas assumem os seguintes valores:

$$C_A = \text{Cr\$ } 79,67$$

$$C_E = \text{Cr\$ } 0,12$$

$$D = 31.068 \text{ unidades}$$

A manipulação sucessiva destes valores nas expressões já referidas, apresentaram os resultados do Quadro 4.1.

QUADRO 4.1

FAIXA ECONÔMICA

LOTE Kg	CUSTO/AQUISIÇÃO Cr\$	CUSTO/ESTOCAGEM Cr\$	CUSTO INCREMENTAL Cr\$
1.284	1.927,71	77,04	2.004,75
2.568	963,85	154,08	1.117,93
3.852	642,57	231,12	873,69
5.136	481,92	308,16	790,08
6.423	385,36	385,38	770,74
7.704	321,28	463,24	783,52
8.988	275,38	539,28	814,66
10.272	240,96	616,32	857,28

Neste Quadro, os resultados obtidos para o custo incremental anual, representam o somatório dos custos de aquisição e estocagem, ou seja:

$$K = C_A \cdot \frac{D}{q} + C_E \cdot \frac{q}{2} \quad (4 - 1)$$

onde K é a função do custo anual.

4.2.1 - Interpretação e Justificativa da Faixa Econômica

Os resultados do Quadro 4.1 mostram que o menor custo incremental anual é Cr\$ 770,74, valor correspondente à soma dos custos de aquisição e estocagem do lote de 6.423,0 Kg. Isto significa que o lote de compra é ótimo, porque é realmente o de menor custo. Entretanto, os cus-

tos incrementais anterior e posterior indicam também boa aproximação do ótimo. Isto quer dizer que quaisquer dos lotes de limitadores são também de faixa econômica. A afirmação prende-se ao fato de que, se se preferir o lote de 5.136,0 Kg ao invés de 6.423,0 Kg, ocorrerá uma diferença a menos de 1.287,0 Kg e de um aumento na ordem de Cr\$ 19,34 no custo incremental anual. Por outro lado, se a preferência incidir sobre o lote de 7.704,0 Kg ocorrerá uma diferença a mais de 1.281,0 Kg e de apenas Cr\$ 12,78 no custo incremental anual, em relação ao ótimo. Como se pode ver, as diferenças de custos são relativamente pequenas, o que induzem serem os lotes de faixa econômica. Ainda assim, para maior segurança considerou-se como sendo o ótimo, aquele de faixa econômica dentro do intervalo.

A justificativa para o uso do Quadro de Faixa Econômica, é que se pode analisar o tamanho dos lotes de compra de um determinado item, detectando quantidades próximas da ótima, as quais servem de margem opcional para o caso da compra especulativa.

4.2.2 - Quantidade Fixa

Levando em conta o tipo de produção da Companhia, foi admitido ser uma constante a taxa de utilização do item em questão. Então, o resultado ótimo obtido no Quadro 4.1 pode ser visto e tratado pela Companhia, dentro do método de quantidade fixa com período de reabastecimento constante.

Para se resolver o problema, em termos de quantidade fixa, foram considerados ainda, como sendo constantes, os preços unitários das matérias-primas. Reunindo essas restrições, os riscos assumidos na garantia da produção e na atualização dos níveis de estoque são mínimos, porque a distribuição da matéria-prima torna-se mais racional entre todos os artigos da linha.

4.3 - O Outro Método

No item 4.2 foi mencionada a existência de um outro método mais simples, para a determinação de quantidades econômicas com resultados idênticos.

Um conhecimento de cálculo permite determinar o ponto do mínimo custo de outra maneira. Assim, partindo novamente da função custo total anual

$$K = C_A \cdot \frac{D}{q} + C_E \cdot \frac{q}{2} \quad (4 - 1)$$

achou-se a primeira derivada da função em relação a q, resultando:

$$-\frac{C_A \cdot D}{q^2} + \frac{C_E}{2} = 0 \quad \text{que resolvendo vem:}$$

$$\frac{q^2}{C_A \cdot D} = \frac{2}{C_E}$$

donde se concluiu que o custo total K alcança um mínimo quando,

$$q = + \sqrt{\frac{2C_A \cdot D}{C_E}} \quad (4 - 2)$$

Deve-se notar que a equação (4 - 2) representa apenas uma fórmula simplificada para a determinação do lote ótimo, dando o mesmo resultado, quando da aplicação das expressões no quadro de faixa econômica.

Por outro lado, a equação simplificada do custo total anual foi deduzida substituindo a equação (4 - 2) em (4 - 1), ou seja:

$$K = C_A \cdot \frac{D}{q} + C_E \cdot \frac{q}{2}$$

$$K = C_A \cdot \frac{D}{\frac{\sqrt{2C_A \cdot D}}{C_E}} + C_E \cdot \frac{\sqrt{\frac{2C_A \cdot D}{C_E}}}{2}$$

$$K = \frac{2C_A \cdot D + \sqrt{\frac{2C_A D}{C_E}} \cdot \sqrt{\frac{2C_A \cdot D}{C_E}} \cdot C_E}{2 \sqrt{\frac{2C_A \cdot D}{C_E}}}$$

$$K = \frac{2C_A \cdot D + \frac{2C_A \cdot D}{C_E} \cdot C_E}{2 \sqrt{\frac{2C_A \cdot D}{C_E}}}$$

$$K = \frac{2C_A \cdot D}{\sqrt{\frac{2C_A \cdot D}{C_E}}}$$

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação
 Rua Aprígio Veloso, 832 - Tel (083) 321-7222-R 355
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

$$K^2 = 2C_A \cdot D \cdot C_E \quad \therefore \quad K = \sqrt{2C_A \cdot D \cdot C_E}$$

(4 - 3)

Então as equações,

$$q = + \sqrt{\frac{2C_A \cdot D}{C_E}} \quad (4 - 2) \text{ e}$$

$$K = \sqrt{2C_A \cdot D \cdot C_E} \quad (4 - 3)$$

determinam de maneira mais simples o tamanho do lote e o custo total anual mínimo a ele associado.

Para ilustrar a autenticidade do modelo clássico, foram considerados os mesmos dados relativos ao item 1, de acordo com o apêndice B. Dessa forma,

$$q = \frac{\sqrt{2 \times 79,67 \times 31.068}}{0,12}$$

$$q = \frac{\sqrt{495037,1}}{0,12}$$

$$q = \sqrt{41253125} \therefore q = 6.423,0 \text{ Kg}$$

o que representa para a Companhia a realização de aproximadamente 5 lotes de 6.423,0 Kg por ano, para satisfazer a uma necessidade de consumo na faixa de 31.068,0 Kg.

$$K = \sqrt{2 \times 79,67 \times 31.068 \times 0,12}$$

$$K = \sqrt{594045,01} \therefore K = \text{Cr\$ } 770,74$$

Portanto, concluiu-se que o uso dessas equações elimina a necessidade da aproximação por tentativa e tem a vantagem adicional de economizar tempo e esforço mais satisfatoriamente.

4.3.1 - Custo Incremental Anual

Foi mostrado anteriormente que o custo incremental anual, representa o somatório dos custos de aquisição e estocagem da matéria-prima, como resultado da equação (4 - 1).

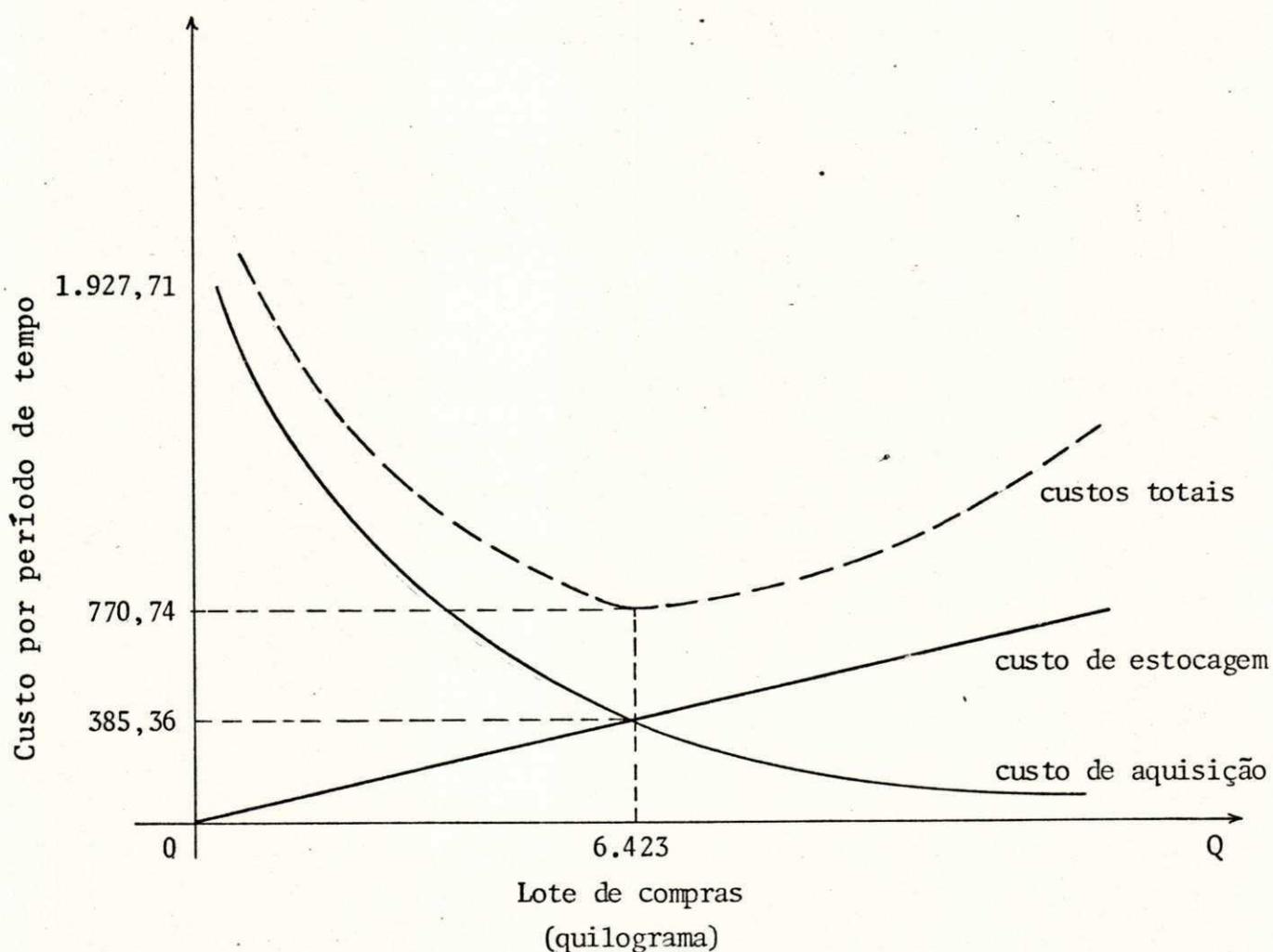
Observando o Quadro 4.1, pode-se ver que a obtenção de lotes maiores reduz o custo de aquisição (evidenciando a compra especulativa), mas também eleva o custo de estocagem. E nesta balança de aumenta e reduz, está o custo incremental anual mínimo; em que os custos de aquisição e estocagem tentam igualarem-se. Foi exatamente do ponto de equilíbrio, ou seja quando

$$C_A \cdot \frac{D}{q} = C_E \cdot \frac{q}{2} \quad (4 - 4)$$

que a quantidade de 6.423,0 Kg atingiu a categoria de ideal, para representar o tamanho do lote econômico, relativamente ao item 1.

A fig. 4.1 esclarece melhor as influências do custo incremental anual, no que se refere ao posicionamento do tamanho do lote. Uma extensão desses detalhes será vista adiante no Capítulo 5, quando se desenvolverá um estudo comparativo dos custos.

Fig. 4.1 - Análise do Custo Incremental



A representação gráfica em questão mostra que o custo de manutenção do item em estoque é crescente, por ser diretamente proporcional ao tamanho do lote. Sig

nifica que quanto maior o lote de compras, maior será o seu custo de estocagem. Em contrapartida, observa-se que o custo de aquisição é decrescente, por ser inversamente proporcional ao tamanho do lote. A existência dessa proporcionalidade causa, em dado instante, uma interseção entre a curva do custo de aquisição e a reta do custo de estocagem. Esse ponto de interseção representa o equilíbrio ótimo, ou seja, o lote de maior faixa econômica. Mas, isso somente é verdade se os custos de estocagem por unidade são lineares e a função dos custos de aquisição por unidade é uma hipérbole.

Dispondo do custo incremental anual no valor de Cr\$ 770,74 foi feito o cálculo, para obtenção do custo global anual, do seguinte modo:

$$K_G = K(q) + V_L \quad (4 - 5)$$

onde

K_G — custo global anual

$K(g)$ — custo incremental anual do lote q

V_L — valor anual (consumo médio anual x preço unitário)

Então, calculando V_L tem-se:

$$V_L = 12 \times 2.589,0 \text{ KG} \times 63,00$$

$$V_L = \text{Cr\$ } 1.957.284,00$$

Portanto, o custo global anual será:

$$K_G = 770,74 + 1.957.284,00$$

$$K_G = 1.958.054,74$$

Concluiu-se que o modelo clássico é adaptável à situação da Companhia, sendo possível inclusive a determinação do período ótimo de reabasteci-

mento para evitar excesso ou carência de estoque da matéria-prima. Entretanto, antes mesmo de fixar datas para os períodos de reabastecimento, foi determinado o tempo de consumo (TC) de um lote do item, dividindo-se o lote de faixa mais econômica pelo consumo médio mensal do item.

Então,

$$TC = \frac{6.423,0 \text{ Kk}}{2.589,0 \text{ Kg/ms}}$$

TC = 2,4 meses de consumo.

4.4 - Determinação das Datas dos Períodos de Reposição

Sendo a demanda média mensal do produto A (soquete) de 241.000 unidades, com o recebimento de matéria-prima para reposição na faixa de 60 dias, a Companhia não pode deixar de manter estoques de reserva.

Supondo 0,95 de probabilidade de não ocorrência da falta do produto, significa que existem 95 possibilidades em 100 de que a demanda média esperada seja menor ou igual a 241.000 unidades. Das 5 possibilidades restantes 3 são de que a demanda esperada ultrapasse as previsões e atinja a 280.000 unidades e, 2 na faixa de 319.000 unidades. Então, a probabilidade de ocorrer uma falta de 39.000 unidades (cerca de 418,96 Kg do item 1) é 0,03 e, a ocorrência de uma falta de 78.000 unidades (cerca de 837,92 Kg do item 1) teria uma probabilidade de 0,02.

Por outro lado, se a Companhia mantiver um estoque médio mensal de 39.000 unidades ou 418,96 Kg da matéria-prima, estará capacitada a atender qualquer demanda igual ou inferior a 280.000 unidades, durante o período de um mês. Como neste caso o período de reabastecimento é de 60 dias, haverá necessidade de um estoque de reserva na ordem de 837,92 Kg da matéria-prima, o que corresponde a 78.000 unidades do produto.

Se existe um estoque de reserva de 837,92 Kg, então os custos esperados são:

Custos esperados = custos de estocagem x a probabilidade em que a demanda é menor ou igual a 241.000 unidades.

$$\text{Custos esperados} = 0,12 \times 837,92 \times 0,95$$

$$\text{Custos esperados} = \text{Cr\$ } 95,52$$

Se não existe um estoque de reserva, então existirá um esperado lucro perdido de:

Esperado lucro perdido = lucro x probabilidade em que a demanda é 78.000 unidades maior que 241.000 unidades.

$$\text{Esperado lucro perdido} = 1,08 \times 78.000 \times 0,05$$

Esperado lucro perdido = Cr\$ 4.212,00, onde 1,08 é o lucro por unidade. Isto indica que a manutenção de um estoque de reserva na ordem de 837,92 Kg é melhor que o estoque zero.

Nessas condições, foi possível determinar as datas dos pedidos de reposição da matéria-prima, considerando as seguintes variáveis:

Er - estoque de reserva

Em - estoque médio

Emáx - estoque máximo

α - ângulo de consumo

Cm - consumo médio

Q - quantidade requerida

As equações utilizadas foram:

$$Em = Er + Q/2 \text{ e } Emáx = Q + Er$$

Como o estoque de reserva calculado é

Er = 837,92 Kg e o lote econômico Q = 6.423,0 Kg tem-se que:

$$Em = 837,92 + 6.423 : 2$$

$$Em = 4.042,42 \text{ Kg}$$

e
$$Emáx = 6.423 + 837,92$$

$$Emáx = 7.260,92 \text{ Kg.}$$

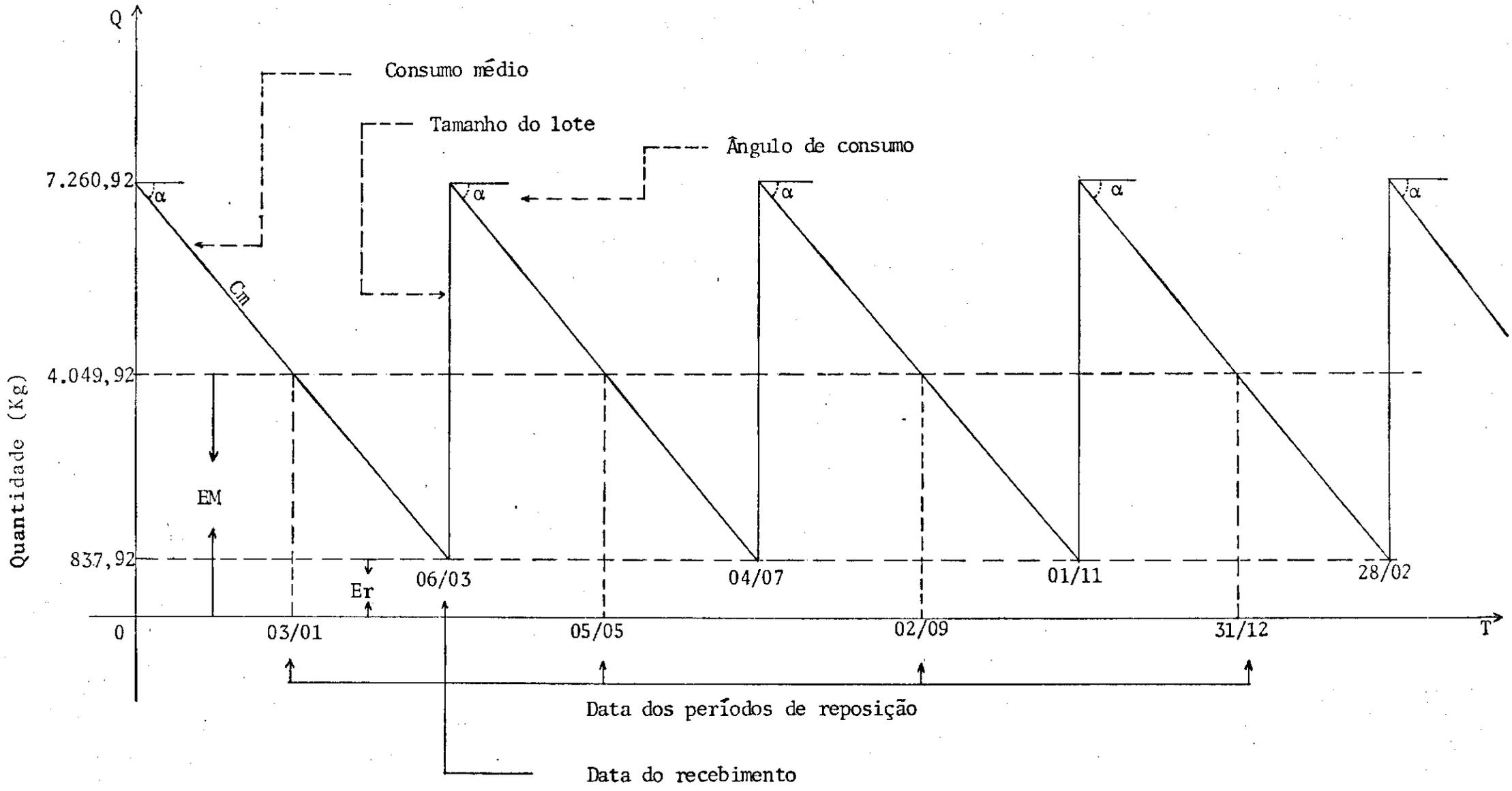


Fig. 4.2 - Datas das Encomendas

Usando estes resultados na representação gráfica da fig. 4.2, chegou-se à conclusão sobre as datas dos pedidos de reposição.

Numa rápida visualização da fig. 4.2 é fácil ver, quão importantes são os níveis de estoque como garantia de atendimento da demanda esperada. A análise do comportamento gráfico, com respeito ao estoque de matéria-prima, apresentou os seguintes detalhes:

- Quando o consumo médio atinge a quantidade existente como estoque de reserva (E_r), ocorre o recebimento de um novo pedido de matéria-prima e, o estoque novamente se eleva ao nível de estoque máximo ($E_{máx}$). Dessa forma, as oscilações entre recebimento da matéria-prima e o consumo médio continuam, ao longo do intervalo de tempo, descrevendo em consequência as datas dos pedidos de reposição.

- Sessenta (60) dias antes da matéria-prima atingir o nível do estoque de reserva, é emitida uma nova ordem de fornecimento, o que garante um parcelamento de 120 dias entre dois pedidos consecutivos.

- Com 37 dias de consumo (C_m) o estoque médio é alcançado e, os 3.211,50 Kg que restam do lote econômico de 6.423,0 Kg, são consumidos até o nível do estoque de reserva.

- Entre dois pedidos consecutivos decorrem 74 dias, o que corresponde ao consumo integral do lote de 6.423,0 Kg. Dessa forma, o controle das datas de compra e recebimento da matéria-prima torna-se garantido e, o sistema total ganha uma razoável política de manutenção de estoque de matéria-prima.

4.5 - Adaptação do Multiplicador de Lagrange

A resolução de um determinado problema de compra de matéria-prima, mesmo utilizando o modelo clássico, nem sempre é tão simples. Muitas das vezes há necessidade de recorrer a métodos extras, porque o caso vem de exigir algumas condições, que restringem consideravelmente o campo de ação do modelo. Então, considerando que cada produto da Companhia

é constituído de vários itens, tornam-se por demais penosos os cálculos da determinação de lotes econômicos, principalmente, se existe pelo menos uma restrição a considerar.

No Apêndice E foram determinadas quantidades para 38 itens, que compõem os produtos da linha de porcelana. Os cálculos do tamanho do lote de cada item, foram feitos através de um programa de computador para maior eficiência e facilitar possíveis adaptações.

"O custo médio anual de um sistema de estoque de n itens, pode ser escrito como a soma dos custos médio anual para os itens individuais", Johnson, 1974 p. 57.

Sejam:

$i = 1, 2, \dots, 38$

K_i - uma função do custo médio anual do item i

D_i - demanda anual do item i

C_{ai} - custo de aquisição de um lote do item i

T - intervalo de tempo de um ano

Q_i - tamanho do lote do item i

C_E - custo de manutenção em estoque de 1 Kg de item anual.

Então,

$$K = \sum_{i=1}^{38} K_i = \sum_{i=1}^{38} \left(C_{ai} \cdot \frac{D_i}{Q_i} + C_E \cdot \frac{Q_i}{2} \right). \quad (4 - 6)$$

Como restrição desta função K , pode-se expressar uma função g das mesmas variáveis de decisão, isto é, minimizar K sujeito a:

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação
 Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel (083) 321-7222-R 355
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

$g(Q_1, Q_2, \dots, Q_{38}) \leq M$, onde M representa o volume total de armazenamento (cm^3)

Este tipo de restrição pode ser tratado pelo método dos multiplicadores de Lagrange, caso a escolha da quantidade de custo mínimo não satisfaça a restrição.

$$\sum_{i=1}^{38} \text{cm}^3_i \cdot Q_i \leq M \quad (4 - 7)$$

Portanto, tem-se:

$$L = K(Q_1, Q_2, \dots, Q_{38}) + \lambda(g(Q_1, Q_2, \dots, Q_{38}) - M)$$

onde λ é um multiplicador de Lagrange.

Dessa forma

$$L = \sum_{i=1}^{38} \left(C_{AI} \cdot \frac{D_i}{Q_i} + C_E \cdot \frac{Q_i}{2} \right) + \lambda \left(\sum_{i=1}^{38} \text{cm}^3_i \cdot Q_i - M \right) \quad (4 - 8)$$

Agora, derivando (4 - 8) em relação a Q_i e igualando a zero vem:

$$-\frac{C_{Ai} \cdot D_i}{Q_i^2} + \frac{C_E}{2} + \lambda \text{cm}^3_i = 0$$

$$Q_i^2 (C_E + 2\lambda \text{cm}^3_i) = 2 C_{Ai} \cdot D_i$$

$$Q_i = \sqrt{\frac{2 C_{Ai} \cdot D_i}{C_E + 2\lambda \text{cm}^3_i}} \quad v_i = 1, \dots, n \quad (4 - 9)$$

substituindo (4 - 9) em (4 - 7) tem-se:

$$\sum_{i=1}^{38} C_m^3 i \cdot \sqrt{\frac{2C_{Ai} \cdot D_i}{C_E + 2\lambda C_m^3 i}} \leq M \text{ ou}$$

$$\sum_{i=1}^{38} \sqrt{\frac{2C_{Ai} \cdot D_i \cdot C_m^3 i}{C_E + 2\lambda}} \leq M \quad \forall = 1, \dots, 38$$

(4 - 10)

4.5.1 - Como Funciona a Adaptação

Este tipo de adaptação, usando multiplicadores de Lagrange é bastante flexível, porque a restrição a ser considerada aqui pode ser uma outra como, por exemplo, a quantidade de recursos disponíveis para a manutenção de itens em estoque, orçamento de compra etc.

Para o presente caso, em que se considera como restrição a capacidade de espaço físico para armazenamento, adota-se o seguinte procedimento:

1. Calcular $Q_i = + \sqrt{\frac{2C_{Ai} \cdot D_i}{C_E}}$ para $i = 1, 2, \dots, 38$

2. Testar Q_i na restrição de capacidade de armazenamento $\sum_{i=1}^{38} C_m^3 i \cdot Q_i \leq M$. Se a condição for satisfeita pare. Caso contrário continue com o procedimento.

3. Determinar λ através de (4 - 10), ou seja:

$$\sum_{i=1}^{38} \sqrt{\frac{2C_{Ai} \cdot D_i \cdot C_m^3 i}{C_E + 2\lambda}} = M$$

A determinação de λ neste caso torna-se fácil, porque os custos de estocagem/unidade é o mesmo para todos os itens. Para custos de estocagem distintos, a determinação de λ é bastante complexa, porque aqui haverá necessidade de se atribuir o melhor valor para λ , de modo a satisfazer a restrição.

4. Listar os novos lotes econômicos, resultantes de (4 - 9), que certamente satisfarão a restrição (4 - 7).

Para o algoritmo com passos de 1 a 4, foi elaborado um programa FORTRAN, o qual encontra-se documentado no apêndice F.

CAPÍTULO 5

ESTUDO COMPARATIVO DOS CUSTOS

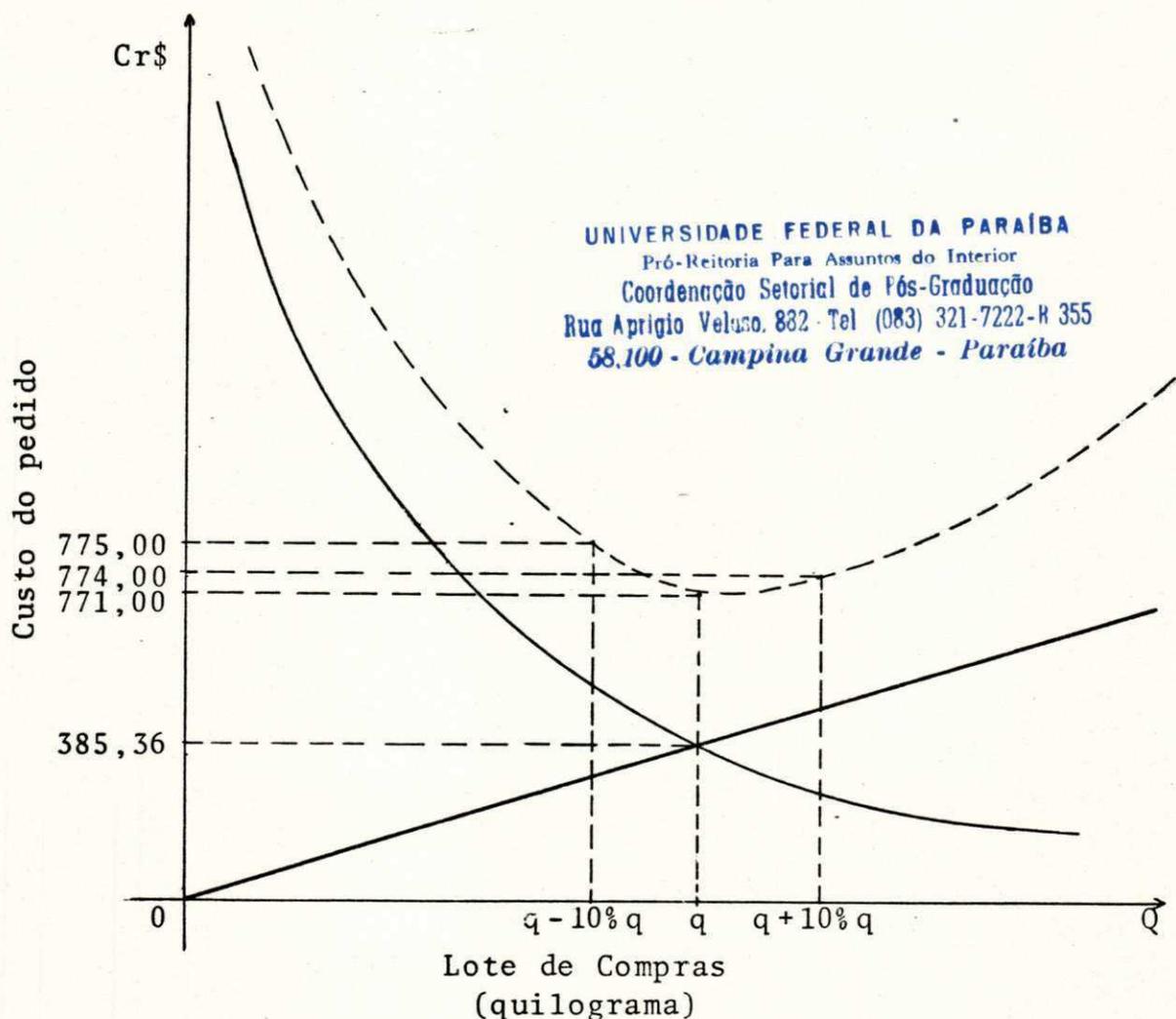
5.1 - Esboço Gráfico dos Custos

Apesar de ser a comparação de custos uma tarefa difícil, neste Capítulo foi feita uma extensão da análise sobre o gráfico da fig. 4.1. Tal prolongamento se reveste de uma importância bem maior, porque realiza toda uma série de variações, para culminar com o Estudo Comparativo dos Custos. Essas variações vão desde as quantidades ótimas, aos custos das quantidades opcionais.

Dentro da enorme expectativa que um Estudo Comparativo dos Custos sugere, verificou-se como o aumento ou a redução no nível do estoque pode resultar em custos exagerados de armazenamento. O que está representado através da fig. 5.1, é uma análise de diferentes custos, porque a Companhia sempre precisa avaliar não somente os custos de produção (mão-de-obra, componentes, manutenção do equipamento, armazenamento do produto acabado, etc), mas também aqueles custos relacionados com o estoque da matéria-prima e que são carentes de maior atenção e de melhor controle.

Quando se considera q como sendo a quantidade ótima da matéria-prima a ser adquirida, é fácil ver que a linha perpendicular correspondente a essa quantidade e que intercepta as representações dos custos de aquisição e estocagem, não pode sofrer nenhum deslocamento, sob pena de fugir das condições de optimalidade.

Fig. 5.1 - Análise de Custos



5.1.1 - Uma Idéia de Limite

Sobre este assunto, é evidente que existe uma tendência de aproximação das condições de optimalidade. Mas, observando a fig. 5.1 surge a pergunta: como se pode analisar a variação das quantidades e dos custos ótimos dos 38 itens? Considerando o seguinte raciocínio: se o lote de compras q é variável, também será variável o seu custo $c(q)$. No caso do item 1, a medida em que a quantidade q (no eixo das abscissas) se aproxima da quantidade ótima, o custo respectivo $c(q)$ no eixo das ordenadas também se aproxima do ótimo. Nesses termos, fica estabelecido um intervalo de variação do lote ótimo. Neste trabalho utilizou-se uma variação percentual, para identificar melhor a variação do custo nas vizinhanças de $c(q)$ ótimo.

Assim, os extremos do intervalo são as expressões

$$q - 10\%q \text{ e } q + 10\%q.$$

Isto significa que

$$q \in [q - 10\%q, q + 10\%q].$$

Os custos relativos a essas quantidades sofrerão uma variação no intervalo

$$c(q - 10\%q) \leq c(q) \leq c(q + 10\%q).$$

como era de se esperar.

Portanto, no estudo do gráfico em questão os valores que foram obtidos para a variação dos custos sugere a idéia de limite.

5.1.2 - Variação das Quantidades e dos Custos Ótimos

Conhecendo as quantidades ótimas de compra das matérias-primas, relativamente a cada um dos 38 itens, a idéia de limite causará, sem dúvidas, variações que se situam nas vizinhanças dessas quantidades. As variações tomadas à esquerda e à direita de q , atingem resultados de custos mais elevados.

Mesmo assim, e com base em resultados computacionais (será tratado adiante), concluiu-se que enquanto a quantidade q varia cerca de 10% em torno da quantidade ótima, o custo total sofre um desvio máximo da ordem de 0,5%. Para maior compreensão dessas variações, foi descrito o seguinte exemplo referente ao item 1:
sejam:

$$q = 6.423,0 \text{ Kg} \text{ e } c(q) = \text{Cr\$ } 770,74$$

então,

Quan- tidade	{	Variação à esquerda	$q - 10\%q = 6.423,0 \text{ Kg} - 642,0\text{Kg}$
			$q - 10\%q = 5.780,0 \text{ Kg}$
	}		$q + 10\%q = 6.423,0 \text{ Kg} + 642,0\text{Kg}$
		Variação à direita	$q + 10\%q = 7.065,0 \text{ Kg}$

Utilizando em ambos os casos a equação (4 - 3) tem-se:

Custo	{	Variação à esquerda: $C(q - 10\%q) = \text{Cr\$ } 775,00$
		Variação à direita: $C(q + 10\%q) = \text{Cr\$ } 774,00$

Resumindo vem:

A variação da quantidade q pela esquerda e pela direita causa uma variação de custo para mais, respectivamente na ordem de Cr\$ 4,00 e Cr\$ 3,00. Então, para uma variação de 10% no lote econômico, de quanto será o percentual de variação do custo ótimo?

Como a máxima variação do custo é de Cr\$ 4,00, tem-se:

$$PV = \frac{4,00 \times 100}{770,74}$$

$PV = 0,5\%$, onde PV representa o percentual de variação.

Em vista do valor dessa aproximação, pode-se sintetizar o percentual de variação do custo ótimo, na fórmula usualmente escolhida, ou seja:

$$V [c(q)] = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{c(q_1) + c(q_2)}{c(q)} \right] - 1 \quad (5 - 1)$$

onde $c(q)$ — custo ótimo
 $c(q_1)$ — custo de $q - 10\%q$
 $c(q_2)$ — custo de $q + 10\%q$

Utilizando na equação (5 - 1), os resultados das variações de custos obtidos anteriormente, determinou-se

$$V [c(q)] \approx 0,5\%.$$

5.2 - Resultados Computacionais

Nesta parte, são apresentados os resultados computacionais referentes aos 38 itens, que compõem os produtos da linha de porcelana. Para melhor detalhamento do assunto, objetivando uma visão mais geral do que expressa o modelo de compras, a apresentação será vista sob dois aspectos:

5.2.1 - As Variações em Torno do Lote Econômico com suas Respectivas Variações de Custo

Este aspecto é mostrado nas tabelas 5.1 e 5.2, onde se encontram também listados o lote econômico e o custo ótimo de cada um dos itens.

5.2.2 - A Variação dos Custos Ótimos

Na tabela 5.3 estão apresentados os resultados que dizem respeito à variação dos custos ótimos, relativamente aos custos expressos nas tabelas 5.1 e 5.2 como que para solidificar o relato anterior, sobre o valor da aproximação obtido a partir da equação (5 - 1), ou seja:

$$V [c(q)] \approx 0,5\%.$$

O comportamento destes dois aspectos em termos quantitativos, contém resultados que servem de resumo para o Estudo Comparativo dos Custos, e que foram obtidos através de um Programa FORTRAN documentado no apêndice F.

TABELA 5.1

ITEM	LOTE ÓTIMO (Kg)	CUSTO ÓTIMO (Cr\$)	VARIÇÃO DO LOTE (Kg)		VARIÇÃO DO CUSTO (Cr\$)		TEMPO DE CONSUMO (MESES)
			Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	
1	6.423	771	5.780	7.065	775	774	02.4
2	2.430	292	2.186	2.672	293	293	06.7
3	3.058	367	2.752	3.364	369	369	05.4
4	1.198	144	1.078	1.318	145	144	12.6
5	1.341	161	1.206	1.474	162	162	10.7
6	3.529	424	3.176	3.882	426	425	04.0
7	1.293	155	1.164	1.422	156	156	11.0
8	3.006	361	2.705	3.306	363	362	04.9
9	0 785	094	0 706	0 863	095	095	17.7
10	2.450	294	2.204	2.694	296	295	06.0
11	2.282	274	2.053	2.509	275	275	06.0
12	3.221	386	2.898	3.542	389	388	04.2
13	2.974	357	2.676	3.271	359	359	04.4
14	1.641	197	1.476	1.804	198	198	07.8
15	2.010	241	1.808	2.210	243	242	07.5
16	1.973	237	1.775	2.170	238	238	06.9
17	1.047	126	0 942	1.151	126	126	14.6
18	2.024	243	1.822	2.226	244	244	07.5
19	2.872	345	2.584	3.159	347	346	05.8

TABELA 5.2

ITEM	LOTE ÓTIMO (Kg)	CUSTO ÓTIMO (Cr\$)	VARIAÇÃO DO LOTE (Kg)		VARIAÇÃO DO CUSTO (Cr\$)		TEMPO DE CONSUMO (MESES)
			Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	
20	1.224	147	1.101	1.346	148	148	11.7
21	1.537	184	1.383	1.690	185	185	09.3
22	1.182	142	1.063	1.300	143	142	11.0
23	2.313	278	2.082	2.544	279	279	04.5
24	1.547	186	1.392	1.702	187	187	07.8
25	1.137	136	1.022	1.250	137	137	11.0
26	1.992	239	1.793	2.191	240	240	06.4
27	1.501	180	1.350	1.650	181	181	07.3
28	2.317	278	2.085	2.548	280	279	05.4
29	1.068	128	0.960	1.174	129	129	14.0
30	0.512	061	0.460	0.562	062	062	28.4
31	0.457	055	0.411	0.503	055	055	27.3
32	1.346	162	1.211	1.480	162	162	03.1
33	1.973	237	1.775	2.170	238	238	03.9
34	2.588	311	2.329	2.847	312	312	00.15
35	3.193	383	2.873	3.512	385	385	00.15
36	3.044	365	2.739	3.348	367	367	00.15
37	1.977	237	1.779	2.174	239	238	00.15
38	0.057	007	0.051	0.062	007	007	00.14

TABELA 5.3

ITEM	VARIAÇÃO DO CUSTO	ITEM	VARIAÇÃO DO CUSTO
1	0.0050	20	0.0050
2	0.0050	21	0.0050
3	0.0050	22	0.0050
4	0.0050	23	0.0050
5	0.0050	24	0.0050
6	0.0050	25	0.0050
7	0.0050	26	0.0050
8	0.0050	27	0.0050
9	0.0050	28	0.0050
10	0.0050	29	0.0050
11	0.0050	30	0.0050
12	0.0050	31	0.0050
13	0.0050	32	0.0050
14	0.0050	33	0.0050
15	0.0050	34	0.0050
16	0.0051	35	0.0050
17	0.0050	36	0.0050
18	0.0050	37	0.0050
19	0.0050	38	0.0048

5.2.3 - Possíveis conseqüências para a Política de Compras

Os resultados das Tabelas 5.1 e 5.2, expressam a variação de $c(q)$ para variações de q . Dessa forma, se os valores dos custos de armazenamento forem elevados, as variações de q em torno de q ótimo, acarretam variações muito sensíveis de $c(q)$ em torno do custo ótimo. Analisando o comportamento desses custos, são possíveis as seguintes conseqüências:

De um modo geral:

- Se o tamanho do lote aumenta, o preço de compra por unidade diminui (caso da compra especulativa).

Essa redução do preço de compra por unidade pode até ser maior que o crescimento do custo de estocagem. Isso significa que o custo incremental anual não será ótimo, mas a sua aproximação torna-se bem razoável.

- Ocorrendo aumento da quantidade q , haverá um nível de estoque suficiente para garantir a produção.

- Se a quantidade q é aumentada de 10% o crescimento no custo incremental anual é de apenas 0,5%.

- Se os lotes de compra são adquiridos com base nesta política, podem ser controlados em termo de custos e facilitam o suprimento durante os períodos sazonais.

CAPÍTULO 6

COMPARAÇÃO ENTRE A SITUAÇÃO ATUAL E A PROPOSTA

6.1 - Análise Generalizada

A comparação feita, entre o trabalho proposto e a situação em que se desenvolvem as atividades da Companhia é bastante clara. Neste trabalho foram utilizadas técnicas racionais, visando ao atendimento da demanda com a otimização de custos. Esse é um aspecto importante, porque uma Companhia que produz material elétrico em geral não dispõe de meios mais avançados de pesquisa na linha de produção, satisfazendo-se naturalmente com a entrega imediata dos produtos. Por essa razão, deve dispor de instrumentos que acionados possam suprir a demanda no ato. Essa é considerada a maior vantagem da produção programada, vez que o produto pode permanecer no mercado e a Companhia torna-se mais respeitável entre alguns dos fortes competidores. Seguindo esta linha de ação a comparação entre as duas situações pode ser vista a partir de análises por partes.

6.1.1 - Comparação da Previsão de Demanda

No sistema atual a previsão de demanda, para os quatro (04) primeiros meses, depende, inicialmente das informações do departamento de vendas. Nesse sistema sempre tem ocorrido previsões de vendas maiores que as esperadas, o que resultam custos de estocagem em excesso e a deterioração da matéria-prima. No sistema proposto, existe um plano de produção antecipado para satisfazer a demanda em todos os períodos e atualizar os níveis de estoque. Para a previsão da demanda, foi usado um método que ajusta a tendência da na-

tureza do mercado, equilibrando os riscos de custos de armazenamento durante o período da programação.

6.1.2 - Análise do Plano de Produção

Na situação atual, as modificações necessárias ao plano de produção são feitas quando este já está em execução. Isto significa que um aumento ou redução no processo produtivo descontrola o estoque das matérias-primas. Na situação proposta, não ocorrerá descontrole no estoque, porque a programação antecipada baseia-se em quantidades fixas, satisfazendo a demanda com estoque zero. Além disso, havendo conveniência a Companhia pode modificar o seu plano de produção, adotando o modelo de programação linear sugerido na p. 34.

6.1.3 - Utilização de Máquinas

Atualmente a Companhia utiliza duas (02) máquinas, na produção de bases de porcelana para o produto A. De acordo com os cálculos efetuados, chegou-se à conclusão de que apenas uma das máquinas pode resolver o problema satisfatoriamente.

6.1.4 - Deduções sobre o Estoque

O plano de compras tem sido orientado no sentido de satisfazer aos constantes pedidos de fornecimento, o que permite um conhecimento freqüente do estoque, porém sem um efetivo controle, porque o plano de produção está sempre sendo alterado. No entanto, isso tem prejudicado a produção e contribuído para a perda da clientela, porque, às vezes, a matéria-prima não é recebida no prazo previsto e o cliente é simplesmente notificado, com a garantia de que a sua encomenda será colocada em outra oportunidade, juntamente com outros pedidos pendentes. Normalmente o cliente desiste da encomenda e, dificilmente volta a fazer novos pedidos. Com a utilização do modelo que o trabalho propõe, será exercido um controle sobre o estoque, haja vista a estrutura montada, relativamente à determinação das datas dos pedidos de reposição.

6.1.5 - Comparação dos Custos

Atualmente são bem poucos os custos que têm despertado o interesse da administração da Companhia. Uma análise sobre custos, aparentemente nada representa para a Companhia em termos de decisão. No entanto, pode significar um bom lucro ou uma má situação. Em vista disso, o trabalho apresenta informações coerentes sobre alguns custos obtidas através de uma série de cálculos, com o objetivo de facilitar as ações administrativas, mostrando as influências desses custos quando analisados minuciosamente. Paralelamente a isto, o trabalho propõe um estudo sobre o incremento do custo anual, a partir da idéia de limite em que a variação do custo é tomada dentro de um pequeno intervalo.

6.2 - Estimativa dos Resultados

Em termos quantitativos pode-se comparar as duas situações, considerando os seguintes aspectos:

- Quantidades produzidas;
- Quantidades vendidas;
- Estoque resultante do equilíbrio receita despesa.

Para abordar estes aspectos, tentou-se uma avaliação do ponto de vista do lucro anual. Os resultados dessa avaliação constam do Quadro 6.1, onde se pode constatar o nível de diferença em benefício do trabalho proposto. Nesse quadro são analisados o lucro atual e os níveis de lucros que poderiam ser alcançados pela Companhia.

Os resultados mostram que a faixa do lucro total anual na atual situação atingiu a Cr\$ 748.172,80, enquanto que na situação proposta o lucro provável total anual será na ordem de Cr\$ 2.373.151,54 que se calcula como segue:

$$\text{Custo por unidade produzida} = (\text{custo fixo} + (\text{quantidade produzida} \times \text{custo variável})) / (\text{quantidade produzida})$$

$$\text{Custo por unidade produzida} = 4.563.104 + (2.653.461 \times 2,00 / (2.653.461))$$

$$\text{Custo por unidade produzida} = \text{Cr\$ } 3,72$$

$$\text{Lucro de venda} = \text{lucro do estoque em } t + \text{lucro da produ\c{c}\~{a}\~{o} em } t$$

$$\text{Lucro de venda} = 11.571,25 + 2.653.461 \times (4,61 - 3,72)$$

$$\text{Lucro de venda} = \text{Cr\$ } 2.373.151,54$$

QUADRO 6.1
ESTIMATIVA DOS RESULTADOS

ESPECIFICAÇÃO	SITUAÇÃO ATUAL NO PERÍODO t		SITUAÇÃO PROPOSTA NO PERÍODO t + 1	
	Quant/Unid.	Lucro Atual	Quant/Unid.	Lucro Atual
Produção	2.037.100			
Venda	1.990.815	736.601,55		
Estoque fim de t	46.285	11.571,25		
TOTAL		748.172,80		
Produção			2.653.461	2.361.580,29
Estoque começo de t			46.285	11.571,25
Venda			2.699.746	
TOTAL				2.373.151,54

Mas note-se que isto é apenas uma estimativa, que somente poderá ser aplicada com uma faixa para a decisão definitiva.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente trabalho teve o propósito de organizar a estrutura de manutenção do estoque de matérias-primas, visando eliminar os erros das projeções e análises das vendas que representam situações de embaraços no suprimento da demanda.

Através dos levantamentos feitos e que constam do Capítulo 2, chegou-se a realizar várias análises objetivando a obtenção de informes que pudessem resolver o problema existente na Companhia de Materiais Elétricos S/A, envolvendo o estoque da matéria-prima. Foi nessa parte do trabalho que se constatou o descontrole entre vendas, produção e estoque. Os estudos realizados sobre o problema indicaram um único diagnóstico: a falta da matéria-prima necessária ao processo produtivo.

A análise feita sobre o ponto de nivelamento entre receita e despesa, serviu de base para a implantação de programas mais rentáveis, porque o lucro total anual alcançou apenas a cifra de Cr\$ 736.601,55, o que corresponde em média a Cr\$ 61.383,46 mensais. A esse respeito, foram adotados outros critérios. A tendência de uniformizar a quantidade de produção, estabeleceu condições de equilíbrio nas vendas, especialmente nos períodos onde há maior incidência de flutuação na demanda.

Outra consideração importante dentro destas conclusões, diz respeito ao comportamento qualitativo da matéria-prima adquirida. Minérios de porcelana, por exemplo, são às vezes armazenados em locais sujeitos às chuvas e a outros fe-

nômenos da natureza, representando custos de estocagens e prejuízos pelo maltrato do material. Afora isto, existem ocorrências com outras matérias-primas em estoque tais como o latão, ferro, chumbo e borracha, que possuem medidas rígidas para se ajustarem à produção e, que por isto mesmo são pendentes de enganos grosseiros causados pelas firmas fornecedoras. Neste ponto, concluiu-se que o estabelecimento de uma política de compras, com emissões de ordens quantidades fixas resolveria o problema, evitando os altos custos por estocagem e a deteriorização das matérias-primas, com a vantagem da ocorrência de menor probabilidade de enganos grosseiros.

Como consequência, surgem outras condições que devem ser tratadas com conveniência, a fim de oferecerem maior amplitudes de resolução ao problema ressentido pela Companhia. Uma condição de estrutura efetivamente básica, apoia-se num estudo comparativo dos custos, onde foi dado o enfoque de limites para que a direção da Companhia pudesse especular as conveniências de uma possível adoção.

Os resultados computacionais analisados sequencialmente dão uma amostra do que pode acontecer com o uso incorreto da matéria-prima. Ficou claro que o método aleatório, não espelha os moldes de uma política de manutenção; onde as compras avulsas e em descompassos confundem a produção, boicotando as condições mínimas de entrega com o estorvo criado nos locais de armazenamento.

A determinação do nível de lotes de compra mais econômico é um fator útil para a Companhia, porque alguns custos diminuem com o aumento do tamanho do lote de compra, enquanto outros crescem. Observando, por exemplo, os resultados do Quadro de Faixa Econômica no Capítulo 4, constata-se que o custo total varia muito pouco com um acréscimo do lote de obtenção, em relação à quantidade ótima. Neste caso, mesmo havendo algum erro na quantificação dos custos, com respeito à quantidade ótima, a influência sobre o custo total é quase sem expressão. Isto significa que a Companhia deve ter diversos valores para os lotes de compra de um determinado item, porque isto oferece uma escolha de alternativa em torno do custo mínimo.

De outro lado, a análise das "faixas econômicas" mostra que os desvios do lote ótimo não influenciam muito os custos, o que torna provável ser o modelo proposto (com aqueles resultados) bem melhor que o atualmente utilizado pela Companhia. Isto também significa que o lucro obtido na situação atual é na verdade um valor mínimo, mas naturalmente com uma maior probabilidade de alcançar valores bem mais representativos.

O método da análise do Quadro de Faixa Econômica, com vistas à manutenção de níveis de estoques satisfatórios, deixa margens até para as compras especulativas em que os custos podem ser comparados e, conseqüentemente decidido sobre qual lote deve ser adquirido.

Esta é uma questão razoável, porque as diferenças dos custos são relativamente pequenas, conforme ainda o que esclarece a análise do capítulo 5, onde foi utilizado um outro método de variação dos custos. Portanto, a determinação dessas faixas conduz, em cada caso, a uma aproximação da quantidade ótima e, com isso, a Companhia dispõe de uma variedade de quantidades e valores para os níveis de estoques.

A análise das faixas econômicas mostra, também, que quando o consumo das matérias-primas não é igual ao consumo esperado, porque as vendas do produto acabado são mais ou menos as vendas esperadas, então uma variação do lote de compra não vai influenciar muito os custos de manutenção das matérias-primas. Nessas condições, existirá uma quantidade em estoque, embora com custos de manutenção desprezíveis. Neste caso, quando da inspeção do estoque, se for constatado que o estoque atual é mais ou menos igual ao estoque esperado, a decisão deve ser somente a de trocar o próximo lote ou a data de compra do lote correspondente. Dessa forma, os custos de manutenção não irão crescer muito e, em consequência os custos de compra, produção e eventualmente os custos de manutenção dos produtos acabados, serão mais reduzidos.

Na verdade, se existe algum desvio entre as situações atual e esperada, o que é bastante provável, ainda assim

o modelo oferece a possibilidade de uma adaptação flexível e razoável.

Finalmente se pode sugerir, como perspectivas futuras, o desenvolvimento de um trabalho semelhante dando prioridade, por exemplo ao tempo de processamento das máquinas, com a utilização do sistema do produto; em que se evidenciam as técnicas de PERT e outras. Também, talvez seja interessante desenvolver-se um trabalho que promova um relacionamento entre os produtos e toda capacidade produtiva das máquinas, tendo por base as técnicas do sistema de carga. Para quaisquer das sugestões, os benefícios advindos da implantação dos sistema, devem ser basicamente os seguintes:

- . atendimentos pleno da demanda;
- . controle das possíveis paradas no processo produtivo;
- . melhores condições de aplicação do capital de giro.

Com a implantação de um sistema nesse nível, serão cumpridos os programas de produção porque as deficiências da matéria-prima em estoque podem ser controladas e a direção da Companhia poderá tomar decisões futuras com maior precisão.

APÊNDICES

A finalidade principal dos apêndices que se seguem é apresentar informações complementares sobre produtos, produção, fabricação, estoques, máquinas e matéria-prima.

Os dados condensados nos apêndices foram coletados de diversos setores da Companhia de Materiais Elétricos S.A., com o objetivo de facilitar possíveis consultas, quando referenciadas no contexto do trabalho.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel (083) 321-7222-R 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba

APÊNDICE A

Relação de quantidades produzida e vendida, preço unitário, custos fixo e variável do produto A

Produção anual	=	2.037.100 unidades
Vendas anual	=	1.990.815 unidades
Preço unitário	=	Cr\$ 4,61
Custo fixo	=	Cr\$ 2,24
Custo variável	=	Cr\$ 2,00

APÊNDICE B

Nesta parte, estão listados o estoque do produto A o estoque das matérias-primas período a período. Também são apresentados os custos de aquisição e manutenção em estoque além do preço unitário da matéria-prima.

NÍVEL DE ESTOQUE DO PRODUTO A

PERÍODO	INICIAL	FINAL
Nov/77	11.600	0
Dez/77	0	25.000
Jan/78	25.000	15.650
Fev/78	16.650	16.970
Mar/78	16.970	1.370
Abr/78	1.370	46.120
Mai/78	46.120	85.335
Jun/78	85.335	162.435
Jul/78	162.435	157.435
Ago/78	157.435	177.785
Set/78	177.785	102.785
Out/78	120.785	46.285

DADOS DO ESTOQUE

MATÉRIA-PRIMA

PERÍODO	LATÃO EM BOBINA 1/2" D 0,89 x 84mm		LATÃO EM BOBINA 1/2" D 1,00 x 60mm		NEOLITE EM CHAPA DE 0,80mm		LATÃO EM BOBINA 1/2" D 0,95 x 70mm	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
Nov/77	1.141 Kg	1.141 Kg	419 Kg	419 Kg	359 Kg	296,5 Kg	815 Kg	269 Kg
Dez/77	1.141 Kg	408	419 Kg	-	296,5 Kg	256,5 Kg	269 Kg	269 Kg
Jan/78	408 Kg	408 Kg	-	-	256,5 Kg	38,5 Kg	269 Kg	518 Kg
Fev/78	408 Kg	408 Kg	-	-	38,5 Kg	238,5 Kg	518 Kg	463 Kg
Mar/78	408 Kg	408 Kg	-	-	238,5 Kg	238,5 Kg	463 Kg	91 Kg
Abr/78	408 Kg	408 Kg	-	-	238,5 Kg	199 Kg	91 Kg	382 Kg
Mai/78	408 Kg	408 Kg	-	-	119 Kg	199 Kg	382 Kg	1.075 Kg
Jun/78	408 Kg	-	-	-	119 Kg	-	1.075 Kg	-
Jul/78	-	-	-	607 Kg	-	96 Kg	-	633,5 Kg
Ago/78	-	-	607 Kg	247 Kg	96 Kg	96 Kg	633,5 Kg	633,5 Kg
Set/78	-	324 Kg	247 Kg	247 Kg	247 Kg	96 Kg	7 Kg	633,5 Kg
Out/78	324 Kg	447 Kg	247 Kg	-	7 Kg	-	633,5 Kg	172 Kg
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL

NÍVEL DO ESTOQUE

DADOS DO ESTOQUE

MATÉRIA-PRIMA

PERÍODO	LATÃO EM BOBINA 1/2" D 0,55 x 300mm		LATÃO EM BOBINA 1/2" D 0,71 x 56,5mm		FERRO EM CHAPA Nº 24		LATÃO EM BOBINA 1/2" D 0,86 x 120 mm	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
Nov/77	1.292,5 Kg	1.233 Kg	749,5 Kg	749,5 Kg	226 Kg	216,5 Kg	-	820 Kg
Dez/77	1.233 Kg	978,5 Kg	749,5 Kg	825 Kg	216,5 Kg	216,5 Kg	820 Kg	820 Kg
Jan/78	978,5 Kg	1.369,5 Kg	825 Kg	825 Kg	216,5 Kg	196,5 Kg	820 Kg	897 Kg
Fev/78	1.369,5 Kg	1.248,5 Kg	825 Kg	825 Kg	196,5 Kg	196,5 Kg	897 Kg	897 Kg
Mar/78	1.248,5 Kg	1.159 Kg	825 Kg	825 Kg	196,5 Kg	196,5 Kg	897 Kg	897 Kg
Abr/78	1.159 Kg	1.052,5 Kg	728,5 Kg	728,5 Kg	196,5 Kg	196,5 Kg	897 Kg	897 Kg
Mai/78	1.052,5 Kg	343,5 Kg	728,5 Kg	728,5 Kg	196,5 Kg	196,5 Kg	897 Kg	897 Kg
Jun/78	343,5 Kg	-	728,5 Kg	728,5 Kg	196,5 Kg	196,5 Kg	897 Kg	437,5 Kg
Jul/78	-	-	728,5 Kg	-	196,5 Kg	-	437,5 Kg	-
Ago/78	-	-	-	342,5 Kg	-	174,5 Kg	437,5 Kg	437,5 Kg
Set/78	-	216,5 Kg	342,5 Kg	342,5 Kg	174,5 Kg	174,5 Kg	437,5 Kg	75,5 Kg
Out/78	216,5 Kg	151 Kg	342,5 Kg	342,5 Kg	174,5 Kg	163,5 Kg	75,5 Kg	75,5 Kg
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL

NÍVEL DO ESTOQUE

DADOS DO ESTOQUE

MATÉRIA-PRIMA

PERÍODO	LATÃO EM BOBINA 1/2" D 0,55 x 31mm		LATÃO EM BOBINA 1/2" D 0,55 x 38mm		LATÃO EM BOBINA MOLE 0,30 x 57mm		LATÃO EM BOBINA MOLE 0,30 x 300mm	
Nov/77	1.586 Kg	1.053,5 Kg	2.263,5 Kg	1.803,5 Kg	1.666 Kg	-	376 Kg	560,5 Kg
Dez/77	1.053,5 Kg	1.244,5 Kg	1.803,5 Kg	1.803,5 Kg	-	640 Kg	560,5 Kg	476 Kg
Jan/78	1.244,5 Kg	1.244,5 Kg	1.803,5 Kg	1.916 Kg	640 Kg	1.783,5 Kg	476 Kg	442 Kg
Fev/78	1.244,5 Kg	640 Kg	1.916 Kg	1.367 Kg	1.783,5 Kg	-	442 Kg	245 Kg
Mar/78	640 Kg	-	1.367 Kg	509 Kg	-	150,5 Kg	245 Kg	-
Abr/78	-	-	509 Kg	509 Kg	150,5 Kg	553,5 Kg	-	204,5 Kg
Mai/78	-	-	509 Kg	-	553,5 Kg	4.774 Kg	204,5 Kg	188 Kg
Jun/78	-	579,5 Kg	-	-	4.774 Kg	-	188 Kg	731 Kg
Jul/78	579,5 Kg	-	-	-	-	-	731 Kg	-
Ago/78	-	-	-	-	-	-	-	229,5 Kg
Set/78	-	1.649 Kg	-	-	-	1.213,5 Kg	229,5 Kg	549,5 Kg
Out/78	1.649 Kg	1.594 Kg	-	1.100 Kg	1.213,5 Kg	2.820 Kg	549,5 Kg	487,5 Kg
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL

NÍVEL DO ESTOQUE

DADOS DO ESTOQUE

MATÉRIA-PRIMA

PERÍODO	LATÃO EM BOBINA 1/2" D 0,95 x 29mm		LATÃO EM VERGALHÃO QUADRADO 3/16		FIBRA VERVELHA EM CIAPA DE 1/8		LATÃO EM BOBINA 1/2" D 0,95 x 31,5mm	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
Nov/77	240,5 Kg	240,5 Kg	-	-	436 Kg	436 Kg	621,5 Kg	621,5 Kg
Dez/77	240,5 Kg	160,5 Kg	-	485 Kg	436 Kg	-	621,5 Kg	352,5 Kg
Jan/78	160,5 Kg	125 Kg	485 Kg	485 Kg	-	167 Kg	352,5 Kg	352,5 Kg
Fev/78	125 Kg	-	485 Kg	485 Kg	167 Kg	167 Kg	352,5 Kg	-
Mar/78	-	-	485 Kg	485 Kg	167 Kg	167 Kg	-	-
Abr/78	-	-	485 Kg	485 Kg	167 Kg	876 Kg	-	564 Kg
Mai/78	-	-	485 Kg	485 Kg	876 Kg	876 Kg	564 Kg	120 Kg
Jun/78	-	-	325,5 Kg	325,5 Kg	876 Kg	557 Kg	120 Kg	120 Kg
Jul/78	-	-	325,5 Kg	-	557 Kg	-	120 Kg	-
Ago/78	-	-	-	325,5 Kg	-	325,5 Kg	-	120 Kg
Set/78	-	-	325,5 Kg	325,5 Kg	325,5 Kg	325,5 Kg	120 Kg	120 Kg
Out/78	-	-	325,5 Kg	236 Kg	325,5 Kg	112,5 Kg	120 Kg	-
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL

NÍVEL DO ESTOQUE

DADOS DO ESTOQUE

MATÉRIA-PRIMA

PERÍODO	LATAO EM BOBINA 1/2" D 0,95 x 300mm		BORRACHA PRETA INDUSTRIAL - 0555		FERRO EM BOBINA DE 1,24 x 37mm		BORRACHA PRETA INDUSTRIAL - 0556	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
Nov/77	1.050,5 Kg	249 Kg	937 Kg	668,9 Kg	961 Kg	961 Kg	937 Kg	668,9 Kg
Dez/77	249 Kg	116 Kg	668,9 Kg	6.652 Kg	961 Kg	898 Kg	668,9 Kg	6.652 Kg
Jan/78	116 Kg	205,5 Kg	6.652 Kg	668,9 Kg	898 Kg	1.892 Kg	6.652 Kg	668,9 Kg
Fev/78	205,5 Kg	-	668,9 Kg	668,9 Kg	1.892 Kg	1.449 Kg	668,9 Kg	668,9 Kg
Mar/78	-	-	668,9 Kg	668,9 Kg	1.449 Kg	1.449 Kg	668,9 Kg	668,9 Kg
Abr/78	-	444 Kg	668,9 Kg	502 Kg	1.449 Kg	1.449 Kg	668,9 Kg	502 Kg
Mai/78	444 Kg	349,5 Kg	502 Kg	502 Kg	1.449 Kg	1.372 Kg	502 Kg	502 Kg
Jun/78	349,5 Kg	260,5 Kg	376 Kg	376 Kg	1.372 Kg	403,5 Kg	502 Kg	376 Kg
Jul/78	260,5 Kg	-	376 Kg	-	403,5 Kg	-	376 Kg	-
Ago/78	-	135 Kg	-	173,5 Kg	-	403,5 Kg	-	173,5 Kg
Set/78	135 Kg	135 Kg	173,5 Kg	7 Kg	403,5 Kg	403,5 Kg	173,5 Kg	7 Kg
Out/78	135 Kg	135 Kg	7 Kg	646 Kg	403,5 Kg	108 Kg	7 Kg	646 Kg
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL

CUSTO E PREÇO UNITÁRIO

MATÉRIA-PRIMA(MP) COMPONENTES (C)	CUSTO DE AQUISIÇÃO -Cr\$	PREÇO UNITÁRIO Cr\$
1. Latão em bobina mole 0,30 x 57mm (MP)	79,67	63,00
2. Latão em bobina 1/2" D 0,95 x 29mm (MP)	69,53	60,00
3. Latão em vergalhão quadrado 3/16 (MP)	64,59	32,00
4. Latão em bobina 1/2" D 0,95 x 31,5mm (MP)	75,90	55,00
5. Arruela de ferro 0594 (C)	0,63	0,41
6. Parafuso de latão natural 75274 (C)	0,31	0,20
7. Ilhós de latão 6527 (C)	0,18	0,14
8. Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 31mm	73,10	56,80
9. Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 38mm (MP)	74,20	56,80
10. Parafuso de ferro 75179 (C)	0,05	0,04

CUSTO E PREÇO UNITÁRIO

MATERIAL-PRIMA (MP) COMPONENTES (C)	CUSTO DE AQUISIÇÃO-Cr\$	PREÇO UNITÁRIO Cr\$
11. Ilhós de ferro 6515 (C)	0,04	0,04
12. Minério de Porcelana (MP)	0,35	0,78
13. Ferro em bobina de 1,24 x 37mm (MP)	20,83	16,44
14. Latão em bobina 1/2" D 0,95 x 33,8mm (MP)	76,10	50,18
15. Borracha Preta Industrial 0555 (MP)	38,94	27,40
16. Borracha Preta Industrial 0556 (MP)	38,94	27,40
17. Latão em bobina mole 0,30 x 68,5mm (MP)	82,00	56,00
18. Parafuso de latão 7582 (C)	0,15	0,09
19. Parafuso de ferro latonado 7598 (C)	0,08	0,04
20. Parafuso de ferro zincado 75109 (C)	0,05	0,04

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação
 Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel (083) 321-7222-R 355
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

CUSTO E PREÇO UNITÁRIO

MATÉRIA-PRIMA (MP) COMPONENTES (C)	CUSTO DE AQUISIÇÃO-Cr\$	PREÇO UNITÁRIO Cr\$
21. Parafuso de ferro latonado 75176 (C)	0,05	0,04
22. Latão em bobina mole 0,30 x 52mm (MP)	70,66	56,00
23. Latão em bobina mole 0,30 x 40mm (MP)	83,22	62,10
24. Chumbo	55,48	37,20
25. Latão em bobina 1/4" D 1,25 x 40mm (MP)	65,29	48,00
26. Latão em bobina 1/4" D 1,25 x 38mm (MP)	52,16	36,00
27. Vergalhão em latão quadrado de 1/4 (MP)	57,44	38,60
28. Chapa de ferro nº 20 (MP)	65,40	47,28
29. Fibra vermelha em chapa de 1/8 (MP)	62,43	55,84
30. Ferro em chapa nº 24 (MP)	72,73	11,00

CUSTO E PREÇO UNITÁRIO

MATÉRIA-PRIMA (MP) COMPONENTES (C)	CUSTO DE AQUISIÇÃO-Cr\$	PREÇO UNITÁRIO Cr\$
31. Latão em bobina 1/2" D 0,71 x 56,5mm (MP)	74,65	60,00
32. Latão em bobina 1/2" D 0,86 x 120mm (MP)	62,00	57,41
33. Latão em bobina 1/2" D 0,89 x 84mm (MP)	67,79	57,41
34. Latão em bobina 1/2" D 1,00 x 60mm (MP)	82,00	57,41
35. Latão em bobina 1/2" D 0,89 x 55mm (MP)	65,14	57,41
36. Latão em bobina 1/2" D 0,95 x 70mm (MP)	75,36	58,00
37. Neolite em chapa de 0,80mm (MP)	104,41	117,20
38. Rebite de cobre natural 8128 (C)	0,07	0,17
39. Parafuso de ferro 75166 (C)	0,08	0,06
40. Parafuso de latão 7517 (C)	0,05	0,17

CUSTO E O PREÇO UNITÁRIO

MATÉRIA-PRIMA (MP) COMPONENTES (C)	CUSTO DE AQUISIÇÃO-Cr\$	PREÇO UNITÁRIO Cr\$
41. Latão em bobina 1/2" D 1,00 x 39mm (MP)	72,00	41,10
42. Latão em bobina 1/2" D 0,75 x 26,5mm (MP)	72,00	48,60
43. Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 26,5mm (MP)	70,00	46,00
44. Latão em bobina 1/2" D 0,89 x 32mm (MP)	63,20	48,00
45. Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 28mm (MP)	72,11	49,00
46. Latão em bobina 3/4" D 0,45 x 41mm (MP)	61,08	46,28

Custo de manutenção em estoque por unidade anual = Cr\$ 0,12

APÊNDICE C

A título de referências são apresentadas a seguir, algumas relações de dados que foram coletados entre os períodos de nov/77 a out/78, relacionados com cinco (05) produtos, escolhidos como padrão.

Produtos Padrão:

- soquete para fogão	código 140.99.001
- soquete	código 140.99.002
- soquete para tempo	código 140.99.003
- fusível rolha 30 Amp.	código 140.99.009
- chave de dois polos	código 140.99.010

Dados da Produção:

- Estimativa de vendas
- Estimativa de produção
- Vendas reais
- Produção real
- Custos por unidade, em cada período sobre:
 - produção
 - mão-de-obra
 - componentes
 - estocagem
- Capacidades por unidade, em cada período sobre:
 - produção
 - mão-de-obra
 - componentes
- Preço unitário do produto
- Custo variável do produto
- Processo de abastecimento
- Processo de utilização.

Dados de Fabricação:

- Ordem de fabricação
- Montagem
- Embalagem
- Operações como:
 - Rosquear
 - Furar e recortar
 - Estampar e dobrar
 - Repuxar
 - Recuperar peças
 - Tornear
 - Retificar
 - Fendear

Informações sobre Máquinas:

- Horas disponíveis
- Horas necessárias
- Tempo padrão (em horas p/lote de 100 peças)

Dados do Estoque

- Nível do estoque sobre:
 - Produto acabado (com início e término do período)
 - Matéria-prima (com início e término do período)

Aplicação das matérias-primas, que entram na composição dos produtos.

- Quantidade de matéria-prima
- Peso padrão (em quilograma p/lote de 100 peças)
- Custos referentes à matéria-prima e componentes:
 - Manutenção em estoque
 - Aquisição
- Preço unitário:
 - Matéria-prima
 - Componentes

- Consumo mensal:
 - matéria-prima
 - componentes
- Prazo de entrega
- Fontes fornecedoras
- Processo de utilização
- Capacidade de estoque

Relação de matérias-primas e componentes, por produto:

- Produto: Soquete para fogão código 140.99.001

Matérias-primas:

- Latão em bobina mole 0,30 x 57mm
- Latão em bobina 1/2 D 0,95 x 29mm
- Latão em bobina 1/2 D 0,95 x 31,5mm
- Latão em vergalhão quadrado 3/16

Componentes fabricadas:

- Base de porcelana
- Anel de porcelana
- Tampa de porcelana
- Casquilho latão
- Contato terminal de latão
- Contato garfo de latão
- Borne de latão

Componentes adquiridas a terceiro:

- Arruela de ferro (0594)
- Parafuso de latão natural (75274)
- Ilhós de latão (6527)

- Produto: Soquete código 140.99.002

Matérias-primas:

- Latão em bobina 1/2 D 0,55 x 31mm
- Latão em bobina 1/2 D 0,55 x 38mm
- Latão em bobina mole 0,30 x 57mm

Componentes fabricadas:

- Base de porcelana
- Casquilho latão
- Contato central de latão
- Contato garfo de latão

Componentes adquiridas a terceiro:

- Parafuso de ferro (7598)
- Ilhós de ferro (6515)
- Produto: Soquete para tempo

Matérias-primas:

- Ferro em bobina de 1,24 x 37mm
- Latão em bobina 1/2 D 0,95 x 300mm
- Borracha preta industrial
- Latão em bobina mole 0,30 x 300mm

Componentes fabricadas:

- Base de porcelana
- Anel de porcelana
- Miolo de porcelana
- Casquilho latão
- Arruela de borracha (grande)
- Arruela de borracha (pequena)
- Arruela de ferro
- Porca de latão
- Terminal de latão.

Componentes adquiridas a terceiro:

- Parafuso de latão natural (7582)
- Parafuso de ferro latonado (7598)
- Parafuso de ferro zincado (75109)
- Parafuso de ferro latonado (75176)
- Produto: Fusível rolha 30 Amp código 140.99.009

Matérias-primas:

- Latão em bobina mole 0,30 x 300mm

Componentes fabricadas:

- Base de porcelana
- Contato de latão
- Casquilho latão
- Fio de chumbo

Componentes adquiridas a terceiro:

- Não existem
- Produto: Chave de dois polos código 140.99.010

Matérias-primas:

- Latão em bobina mole 0,30 x 57mm
- Latão em bobina 1/2 D 0,55 x 300mm
- Latão em bobina 1/2 D 0,71 x 56,5mm
- Latão em bobina 1/2 D 0,86 x 120mm
- Latão em bobina 1/2 D 0,89 x 84mm
- Latão em bobina 1/2 D 1,00 x 60mm
- Latão em bobina 1/2 D 0,89 x 55mm
- Latão em bobina 1/2 D 0,95 x 70mm
- Neolite em chapa de 0,80mm
- Ferro em chapa nº 24
- Fibra vermelha em chapa de 1/8

Componentes fabricadas:

- Base de porcelana
- Arruela de latão
- Arruela de fibra
- Arruela de ferro
- Cabo de fibra
- Casquilho latão
- Contato garra de latão
- Contato garfo de latão
- Ponte condutora de latão
- Suporte de latão
- Terminal de latão

Componentes adquiridas a terceiro:

- Rebite de cobre natural (5918)
- Parafuso de ferro (75166)
- Parafuso de latão (7517)
- Parafuso de ferro latonado (7598)
- Parafuso de ferro (75199)

Máquinas Utilizadas na Indústria

- Rosqueadeira	Nº 062
- Rosqueadeira horizontal	Nº 171
- Rosqueadeira horizontal	Nº 172
- Rosqueadeira horizontal	Nº 173
- Rosqueadeira horizontal	Nº 174
- Rosqueadeira horizontal	Nº 175
- Rosqueadeira horizontal	Nº 176
- Rosqueadeira horizontal	Nº 177
- Rosqueadeira vertical	Nº 178
- Rosqueadeira vertical	Nº 056
- Prensa excêntrica 12 toneladas	Nº 029
- Prensa excêntrica 12 toneladas	Nº 031
- Prensa excêntrica 12 toneladas	Nº 033
- Prensa excêntrica 12 toneladas	Nº 035
- Prensa excêntrica 20 toneladas	Nº 037
- Prensa excêntrica 20 toneladas	Nº 039
- Prensa excêntrica 20 toneladas	Nº 041
- Prensa excêntrica 30 toneladas	Nº 043
- Prensa excêntrica 45 toneladas	Nº 045
- Prensa excêntrica 45 toneladas	Nº 047
- Prensa excêntrica 45 toneladas	Nº 053
- Furadeira	Nº 804
- Torno automático	Nº 062
- Torno automático	Nº 066
- Torno automático	Nº 070
- Retífica	Nº 073
- Fendeadeira	Nº 076

APÊNDICE D

QUADRO 2.1

Produto: Soquete (A)

Código 140.99.002

77 PERÍODO t	VENDA	PRODUÇÃO	78 PERÍODO t	VENDA	PRODUÇÃO
1	167.150	155.150	1	196.410	170.000
2	79.250	104.250	2	220.000	260.000
3	141.300	131.950	3	180.800	225.000
4	112.230	113.550	4	240.500	248.000
5	105.750	90.150	5	250.410	256.000
6	136.050	180.800	6	280.270	240.500
7	147.135	186.350	7	270.000	138.200
8	142.900	220.000	8	200.000	250.000
9	237.050	232.050	9	238.000	245.120
10	292.900	212.300	10	276.320	258.000
11	252.700	177.350	11	280.000	260.000
12	277.350	232.800	12	286.500	260.000

QUADRO 2.1 A

Produto: Soquete para fogão (B)
PLANEJADA

Código 140.99.001
ATUAL

PERÍODO	ESTIMATIVA DE VENDAS	ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO	VENDA	PRODUÇÃO	CORREÇÃO
Nov/77	20.000	20.000	17.250	18.350	-1.650
Dez/77	20.000	20.000	14.200	13.700	-6.300
Jan/78	20.000	20.000	16.750	16.600	-3.400
Fev/78	20.000	20.000	24.800	27.700	+7.700
Mar/78	20.000	20.000	14.850	31.050	+11.050
Abr/78	20.000	20.000	9.600	14.600	-5.400
Mai/78	25.000	25.000	21.900	15.106	-9.894
Jun/78	30.000	30.000	3.550	20.350	-9.650
Jul/78	50.000	50.000	-	22.500	-27.500
Ago/78	50.000	50.000	44.800	21.500	-28.500
Set/78	50.000	50.000	48.650	30.000	-20.000
Out/78	50.000	50.000	16.250	-	-50.000

QUADRO 2.1 B

Produto: Soquete para tempo (C)
PLANEJADA

Código 140.99.003
ATUAL

PERÍODO	ESTIMATIVA DE VENDAS	ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO	VENDA	PRODUÇÃO	CORREÇÃO
Nov/77	5.000	5.000	7.961	7.800	+2.800
Dez/77	5.000	5.000	6.250	7.525	+2.525
Jan/78	5.000	5.000	10.975	13.077	+8.077
Fev/78	5.000	5.000	6.575	6.325	+1.325
Mar/78	5.000	5.000	8.825	8.425	+3.425
Abr/78	5.000	5.000	5.675	5.180	+180
Mai/78	10.000	10.000	3.065	3.600	-6.400
Jun/78	15.000	15.000	16.900	16.250	+1.250
Jul/78	15.000	15.000	6.950	8.025	-6.975
Ago/78	15.000	15.000	17.150	17.850	+2.850
Set/78	15.000	15.000	18.200	17.175	+2.175
Out/78	15.000	15.000	3.225	3.000	-12.000

QUADRO 2.1 C

Produto: Fusível rolha 30 Amp (D)
PLANEJADA

Código 140.99.009
ATUAL

PERÍODO	ESTIMATIVA DE VENDAS	ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO	VENDA	PRODUÇÃO	CORREÇÃO
Nov/77	60.000	60.000	27.700	26.450	-33.550
Dez/77	60.000	60.000	23.880	23.999	-36.001
Jan/78	60.000	60.000	7.120	12.000	-48.000
Fev/78	60.000	60.000	10.100	2.400	-57.600
Mar/78	60.000	60.000	40.000	36.300	-23.700
Abr/78	60.000	60.000	24.800	23.000	-37.000
Mai/78	60.000	60.000	29.400	33.200	-26.800
Jun/78	60.000	60.000	40.000	43.900	-16.100
Jul/78	60.000	60.000	45.300	49.000	-11.000
Ago/78	60.000	60.000	39.800	29.300	-30.700
Set/78	60.000	60.000	33.800	38.100	-21.900
Out/78	60.000	60.000	8.300	-	-60.000

QUADRO 2.1 D

Produto: Chave de dois polos (E)
PLANEJADA

Código 140.99.010
ATUAL

PERÍODO	ESTIMATIVA DE VENDAS	ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO	VENDA	PRODUÇÃO	CORREÇÃO
Nov/77	8.000	8.000	8.488	8.444	+444
Dez/77	8.000	8.000	14.106	19.008	+11.008
Jan/78	8.000	8.000	5.592	8.244	+244
Fev/78	8.000	8.000	5.088	4.872	-3.128
Mar/78	8.000	8.000	1.872	552	-7.448
Abr/78	8.000	8.000	5.028	6.687	-1.313
Mai/78	10.000	10.000	7.310	5.700	-4.300
Jun/78	10.000	10.000	4.308	5.100	-4.900
Jul/78	10.000	10.000	2.700	4.980	-5.020
Ago/78	10.000	10.000	17.740	10.000	-
Set/78	10.000	10.000	7.496	5.948	-4.052
Out/78	10.000	10.000	2.004	2.016	-7.984

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel: (083) 321-7222-R 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba

QUADRO 2.2

ESPECIFICAÇÃO	PRODUÇÃO NORMAL	PRODUÇÃO EXTRA
Capacidade (unidades/mês)	<u>260.000</u>	<u>60.000</u>
Custo de mão-de-obra por unidade (Cr\$)	1,02	1,21
Custo de componentes por unidade (Cr\$)	<u>0,98</u>	<u>1,06</u>
Custo de produção por unidade (Cr\$)	<u>2,00</u>	<u>2,27</u>
Custo de manutenção em estoque por unidade anual (Cr\$)	0,12	0,12

QUADRO 3.4

MÁQUINA	Nº	RAZÃO DE PROD. POR UNIDADE	CAPACIDADE DE PROD. SEG/SEMANA
Prensa Dorst com uma cavidade	1	3,5 seg	210.000 unidades
Prensa Dorst com duas cavidades	2	1,8 seg	196.364 unidades
Prensa excêntrica nº 31	3	0,4 seg	108.000 unidades
Prensa excêntrica nº 35	4	0,7 seg	189.000 unidades
Rosqueadeira nº 41	5	1,3 seg	170.182 unidades
Rosqueadeira horizontal nº 174	6	3,0 seg	144.000 unidades
Rosqueadeira horizontal nº 175	7	3,0 seg	144.000 unidades
Rosqueadeira horizontal nº 176	8	3,3 seg	171.000 unidades
Rosqueadeira horizontal nº 177	9	3,3 seg	171.000 unidades
Rosqueadeira nº 49	10	1,2 seg	163.636 unidades
Prensa excêntrica nº 29	11	3,0 seg	144.000 unidades
Prensa excêntrica nº 33	12	3,0 seg	144.000 unidades

UFFP/RIBR/TEC/PAI

QUADRO 3.5

MÁQUINA	CUSTO DE PROD. POR UNIDADE	OPERAÇÕES
Prensa Dorst com uma cavidade	Cr\$ 0,21	Base de porcelana
Prensa Dorst com duas cavidades	Cr\$ 0,18	Base de porcelana
Prensa excêntrica nº 31	Cr\$ 0,20	Contato garfo
Prensa excêntrica nº 35	Cr\$ 0,14	Contato central
Rosqueadeira nº 41	Cr\$ 0,49	Estampar e repuxar
Rosqueadeira horizontal nº 174	Cr\$ 0,02	Rosquear (garfo)
Rosqueadeira horizontal nº 175	Cr\$ 0,02	Rosquear (garfo)
Rosqueadeira horizontal nº 176	Cr\$ 0,02	Rosquear (central)
Rosqueadeira horizontal nº 177	Cr\$ 0,02	Rosquear (central)
Rosqueadeira nº 49	Cr\$ 0,02	Rosquear (casquilho)
Prensa excêntrica nº 49	Cr\$ 0,04	Furare e cortar (casquilho)
Prensa excêntrica nº 29	Cr\$ 0,04	Furare e cortar (casquilho)
Prensa excêntrica nº 33	Cr\$ 0,04	Furare e cortar (casquilho)

QUADRO 3.8

CONSUMO DE MINÉRIOS

MINÉRIO	CONSUMO MÉDIO DIÁRIO
Argila	772,72 Kg
Caulim	954,54 Kg
Feldspato	909,09 Kg
Quartzo	590,90 Kg
Talco	18,18 Kg

QUADRO 3.9

PRODUTO	PERÍODO/ PROD.	PROD. MÉDIA DIÁRIA (UNIDADES)	PESO DA BASE (GRAMAS)	PESO DAS COMPONENTES (GRAMAS)
A	24	10.000	45,29	7,37
B	22	3.545	111,36	16,63
C	22	1.364	222,21	47,85
D	22	1.591	104,67	11,69
E	22	1.818	127,04	16,64
F	22	4.091	36,66	9,04
G	22	582	320,00	105,52
H	22	800	480,00	165,00
I	22	800	480,00	169,52
J	22	800	25,92	178,41

APÊNDICE E

Cálculo dos Pesos dos Minérios

Produto A

$$1. \quad P_m = \frac{772720 \times 45,29}{2.705205}$$

$$P_m = 12,93 \text{ gramas de argila}$$

$$2. \quad P_m = \frac{954540 \times 45,29}{2.705205}$$

$$P_m = 15,98 \text{ gramas de caulim}$$

$$3. \quad P_m = \frac{909900 \times 45,29}{2.705205}$$

$$P_m = 15,21 \text{ gramas de Feldspato}$$

$$4. \quad P_m = \frac{590900 \times 45,29}{2.705205}$$

$$P_m = 0,89 \text{ gramas de Quartzo}$$

$$5. \quad P_m = \frac{18180 \times 45,29}{2.705205}$$

$$P_m = 0,30 \text{ gramas de Talco}$$

Como se pode notar, o peso total determinado para os minérios, excede em 9,02 gramas do peso da base de porcelana, o que corresponde em média 1,80 gramas por minério. Tal dife-

rença, prende-se ao fato de que a base já se constitui uma peça acabada, enquanto que o minério é ainda material bruto.

De modo análogo, pode-se determinar e listar os pesos destes minérios, envolvidos nos demais produtos da linha.

Produto B

1. $P_m = 31,80$ gramas de argila
- $P_m = 39,29$ gramas de caulim
- $P_m = 37,45$ gramas de feldspato
- $P_m = 24,32$ gramas de quartzo
- $P_m = 0,74$ gramas de talco.

Produto C

1. $P_m = 63,47$ gramas de argila
2. $P_m = 78,40$ gramas de caulim
3. $P_m = 74,67$ gramas de feldspato
4. $P_m = 48,53$ gramas de quartzo
5. $P_m = 1,49$ gramas de talco

Produto D

1. $P_m = 29,89$ gramas de argila
2. $P_m = 36,93$ gramas de caulim
3. $P_m = 35,17$ gramas de feldspato
4. $P_m = 22,86$ gramas de quartzo
5. $P_m = 0,70$ gramas de talco.

Produto E

1. $P_m = 36,28$ gramas de argila
2. $P_m = 44,82$ gramas de caulim
3. $P_m = 42,69$ gramas de feldspato
4. $P_m = 27,74$ gramas de quartzo
5. $P_m = 0,85$ gramas de talco

Produto F

1. $P_m = 10,47$ gramas de argila
2. $P_m = 12,93$ gramas de caulim
3. $P_m = 12,31$ gramas de feldspato
4. $P_m = 8,00$ gramas de quartzo
5. $P_m = 0,24$ gramas de talco

Produto G

1. $P_m = 91,40$ gramas de argila
2. $P_m = 112,91$ gramas de caulim
3. $P_m = 107,53$ gramas de feldspato
4. $P_m = 69,89$ gramas de quartzo
5. $P_m = 2,15$ gramas de talco

Produto H

1. $P_m = 137,10$ gramas de argila
2. $P_m = 169,36$ gramas de caulim

3. $P_m = 161,30$ gramas de feldspato
4. $P_m = 104,84$ gramas de quartzo
5. $P_m = 3,22$ gramas de talco

Produto I

1. $P_m = 137,10$ gramas de argila
2. $P_m = 169,39$ gramas de caulim
3. $P_m = 161,30$ gramas de feldspato
4. $P_m = 104,84$ gramas de quartzo
5. $P_m = 3,22$ gramas de talco

Produto J

1. $P_m = 7,40$ gramas de argila
2. $P_m = 9,14$ gramas de caulim
3. $P_m = 8,71$ gramas de feldspato
4. $P_m = 5,66$ gramas de quartzo
5. $P_m = 0,17$ gramas de talco

Percentuais de Minérios

Para o cálculo dos percentuais de minérios, existentes em uma unidade de base de porcelana, foi usada a seguinte fórmula:

$$T_p = \frac{P_p \times 100}{P_a}, \text{ onde } T_p \text{ é o percentual da base de por}$$

celana. P_a é o peso de uma unidade do produto acabado.

Como se obtém o valor de P_a ?

O P_a é obtido somando-se o peso de uma unidade de base, com o peso das componentes, apresentados no Quadro 3.9, do apêndice D.

Conhecido o percentual de porcelana em uma unidade de base, pode-se determinar a porcentagem correspondente ao minério.

Somente a título de ilustração, foi feita a composição percentual do produto (A). Para tanto, tem-se a seguinte fórmula:

$$P = \frac{P_m \times T_p}{P_p}$$

então temos:

$$T_p = \frac{45,29 \times 100}{52,66}$$

$$T_p = 86,00\%$$

$$1. \quad P = \frac{12,93 \times 86}{45,29}$$

$$P = 24,55\% \text{ de argila}$$

$$2. \quad P = \frac{15,98 \times 86}{45,29}$$

$$P = 30,34\% \text{ de caulim}$$

$$3. \quad P = \frac{15,21 \times 86}{45,29}$$

$$P = 28,88\% \text{ de feldspato}$$

$$4. \quad P = \frac{9,89 \times 86}{45,29}$$

P = 18,77% de quartzo

$$P = \frac{0,30 \times 86}{45,29}$$

P = 0,56% de talco

Necessidade de Latão, Ferro, Chumbo e Borracha

Produto A

1. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,55 x 31mm
 Componente: contato garfo
 Peso da componente: 3,5 gramas
 Nº de componentes: 01
2. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,55 x 38mm
 Componente: contato central
 Peso da componente: 2,5 gramas
 Nº de componentes: 01
3. Matéria-prima: latão em bobina mole de 0,30 x 57mm
 Componente: casquilho latão
 Peso da componente: 8,0 gramas
 Nº de componentes: 01

Produto B

1. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,95 x 29mm
 Componente: contato terminal
 Peso da componente: 3,7 gramas
 Nº de componentes: 01

2. Matéria-prima: latão em bobina mole de 0,30 x 57mm
Componente: casquilho latão
Peso da componente: 3,86 gramas
Nº de componentes: 01
3. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,95 x 31,5mm
Componente: contato garfo
Peso da componente: 3,5 gramas
Nº de componentes: 01
4. Matéria-prima: latão em vergalhão quadrado de 3/16
Componente: borne
Peso da componente: 1,4 gramas
Nº de componentes: 01

Produto C

1. Matéria-prima: latão em bobina mole de 0,30 x 68,5mm
Componente: casquilho latão
Peso da componente: 12,0 gramas
Nº de componentes: 01
2. Matéria-prima latão 1/2" D 0,95 x 33,8mm
Componente: contato terminal
Peso da componente: 1,2 gramas
Nº de componentes: 02
3. Matéria-prima: ferro em bobina de 1,24 x 37mm
Componente: arruela de ferro zincada
Peso da componente: 13,0 gramas
Nº de componentes: 01
4. Matéria-prima: borracha preta industrial
Componente: arruela de borracha (grande)
Peso da componente: 11,12 gramas
Nº de componentes: 01

5. Matéria-prima: borracha preta industrial
Componente: arruela de borracha (pequena)
Peso da componente: 5,55 gramas
Nº de componentes: 01

Produto D

1. Matéria-prima: latão em bobina mole de 0,30 x 57mm
Componente: casquilho latão
Peso da componente: 3,86 gramas
Nº de componentes: 01
2. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,55x26,5mm
Componente: contato central
Peso da componente: 1,28 gramas
Nº de componentes: 01
3. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,75 x 26,5mm
Componente: contato garfo
Peso da componente: 3,07 gramas
Nº de componentes: 01

Produto E

1. Matéria-prima: latão em bobina 3/4" D 0,45 x 41mm
Componente: contato mola
Peso da componente: 2,05 gramas
Nº de componentes: 02
2. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,55 x 28mm
Componente: contato garra
Peso da componente: 1,45 gramas
Nº de componentes: 02

3. Matéria-prima: latão em bobina 3/4" D 0,89 x 32mm
Componente: contato dobrado
Peso da componente: 2,66 gramas
Nº de componentes: 02

Produto F

1. Matéria-prima: latão em bobina mole de 0,30 x 52mm
Componente: casquilho latão
Peso da componente: 6,25 gramas
Nº de componentes: 01
2. Matéria-prima: chumbo
Componente: fio de chumbo
Peso da componente: 1,74 gramas
Nº de componentes: 01
3. Matéria-prima: latão em bobina mole de 0,30 x 40mm
Componente: contato bucha
Peso da componente: 1,05 gramas
Nº de componentes: 01

Produto G

1. Matéria-prima: latão em bobina mole de 0,30 x 57mm
Componente: casquilho latão
Peso da componente: 3,86 gramas
Nº de componentes: 02
2. Matéria-prima: fibra vermelha de 1/8
Componente: cabo de fibra
Peso da componente: 8,96 gramas
Nº de componentes: 01

3. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,55 x 52mm
Componente: arruela
Peso da componente: 1,45 gramas
Nº de componentes: 02
4. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,71 x 56,5mm
Componente: suporte
Peso da componente: 4,79 gramas
Nº de componentes: 02
5. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,86 x 120mm
Componente: ponte
Peso da componente: 8,0 gramas
Nº de componentes: 02
6. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,89 x 84mm
Componente: contato garra
Peso da componente: 9,11 gramas
Nº de componentes: 02
7. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 1,00 x 60mm
Componente: contato faca
Peso da componente: 5,99 gramas
Nº de componentes: 02
8. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,89 x 55mm
Componente: contato garfo
Peso da componente: 1,23 gramas
Nº de componentes: 02
9. Matéria-prima: fenolite em chapa de 0,80mm
Componente: arruela
Peso da componente: 0,89 gramas
Nº de componentes: 02
10. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,95 x 70mm
Componente: terminal
Peso da componente: 8,92 gramas
Nº de componentes: 02

11. Matéria-prima: chapa de ferro nº 24
Componente: arruela retangular
Peso da componente: 0,28 gramas
Nº de componentes: 02

Produto H

1. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,30 x 57mm
Componente: casquilho latão
Peso da componente: 1,23 gramas
Nº de componentes: 03
2. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,89 x 55mm
Componente: contato garfo (terminal garfo)
Peso da componente: 8,92 gramas
Nº de componentes: 03
3. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,86 x 120mm
Componente: ponte
Peso da componente: 8,0 gramas
Nº de componentes: 01
4. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,55 x 52mm
Componente: arruela
Peso da componente: 1,45 gramas
Nº de componentes: 03
5. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,89 x 84mm
Componente: contato garra
Peso da componente: 9,11 gramas
Nº de componentes: 03
6. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 1,00 x 60mm
Componente: contato faca
Peso da componente: 5,99 gramas
Nº de componentes: 03

7. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,71 x 56,5mm
Componente: suporte
Peso da componente: 4,79 gramas
Nº de componentes: 03
8. Matéria-prima: chapa de ferro nº 24
Componente: arruela retangular
Peso da componente: 0,19 gramas
Nº de componentes: 03
9. Matéria-prima: chapa de fenolite de 0,80mm
Componente: arruela de fibra
Peso da componente: 0,89 gramas
Nº de componentes: 03
10. Matéria-prima: chapa de fibra vermelha de 1/8
Componente: cabo de fibra
Peso da componente: 16,39 gramas
Nº de componentes: 01
11. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 0,89 x 55mm
Componente: contato terminal
Peso da componente: 8,92 gramas
Nº de componentes: 03

Produto I

A composição deste produto é semelhante a do produto H. Existe apenas uma alteração. Possui somente 02 casquilhos latão, mas em compensação tem um contato neutro. Assim, temos:

Matéria-prima: todas do produto H
Componente a menos: 01 casquilho latão
Componente a mais: 01 contato neutro
Peso do contato neutro: 5,75 gramas

Produto J

1. Matéria-prima: latão em bobina 1/4" D 1,25 x 40mm
Componente: contato com duas unhas
Peso da componente: 3,82 gramas
Nº de componentes: 04
2. Matéria-prima: latão em bobina 1/4" D 1,25 x 40mm
Componente: contato com quatro unhas
Peso da componente: 5,2 gramas
Nº de componentes: 02
3. Matéria-prima: chumbo
Componente: fio de chumbo
Peso da componente: 2,35
Nº de componentes: 01
4. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 1,25 x 38mm
Componente: balancim
Peso da componente: 4,73 gramas
Nº de componentes: 02
5. Matéria-prima: vergalhão em latão quadrado de 1/4
Componente: haste com rosca
Peso da componente: 15,21 gramas
Nº de componentes: 01
6. Matéria-prima: latão em bobina 1/2" D 1,25 x 38mm
Componente: porca quadrada
Peso da componente: 0,34 gramas
Nº de componentes: 01
7. Matéria-prima: chapa de ferro nº 20
Componente: arruela
Peso da componente: 0,41 gramas
Nº de componentes: 02

Como Obter as Necessidades de Latão, Ferro, Chumbo e Borracha

1. Multiplicar o peso das componentes de cada produto, pelo seu respectivo plano de produção;

2. Juntar as quantidades de mesma matéria-prima varrendo todos os produtos;

3. Numerar os blocos, denominando-os de itens:

Dessa maneira, o consumo médio mensal de ferro, latão, chumbo e borracha, apresenta-se como segue:

ITEM 1

Latão em bobina mole de 0,30 x 57mm	116,0 Kg
Latão em bobina mole de 0,30 x 57mm	135,0 Kg
Latão em bobina mole de 0,30 x 57mm	300,0 Kg
Latão em bobina mole de 0,30 x 57mm	66,0 Kg
Latão em bobina mole de 0,30 x 57mm	44,0 Kg
Latão em bobina mole de 0,30 x 57mm	1.928,0 Kg
T o t a l	2.589,0 Kg

ITEM 2

Latão em bobina mole de 0,30 x 68,5mm	360,0 Kg
---------------------------------------	----------

ITEM 3

Latão em bobina mole de 0,30 x 52mm	562,0 Kg
-------------------------------------	----------

ITEM 4

Latão em bobina mole de 0,30 x 40mm	95,0 Kg
-------------------------------------	---------

ITEM 5

Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 52mm	44,0 Kg
Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 52mm	78,0 Kg
T o t a l	<u>122,0 Kg</u>

ITEM 6

Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 31mm	844,0 Kg
------------------------------------	----------

ITEM 7

Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 28mm	166,0 Kg
------------------------------------	----------

ITEM 8

Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 38mm	609,0 Kg
------------------------------------	----------

ITEM 9

Latão em bobina 1/2" D 0,55 x 26,5mm	44,0 Kg
--------------------------------------	---------

ITEM 10

Latão em bobina 1/2" D 0,71 x 56,5mm	144,0 Kg
Latão em bobina 1/2" D 0,71 x 56,5mm	258,0 Kg
T o t a l	<u>402,0 Kg</u>

ITEM 11

Latão em bobina 1/2" D 0,86 x 120mm	240,0 Kg
Latão em bobina 1/2" D 0,86 x 120mm	144,0 Kg
T o t a l	<u>384,0 Kg</u>

ITEM 12

Latão em bobina 1/2" D 0,89 x 84mm	274,0 Kg
Latão em bobina 1/2" D 0,89 x 84mm	491,0 Kg
T o t a l	<u>765,0 Kg</u>

ITEM 13

Latão em bobina 1/2" D 0,89 x 55mm	38,0 Kg
Latão em bobina 1/2" D 0,89 x 55mm	481,0 Kg
Latão em bobina 1/2" D 0,89 x 55mm	160,0 Kg
T o t a l	<u>679,0 Kg</u>

ITEM 14

Latão em bobina 1/2" D 0,89 x 32mm	213,0 Kg
------------------------------------	----------

ITEM 15

Latão em bobina 1/2" D 0,95 x 70mm	268,0 Kg
------------------------------------	----------

ITEM 16

Latão em bobina 1/2" D 0,95 x 29mm	280,0 Kg
------------------------------------	----------

ITEM 17

Latão em bobina 1/2" D 0,95 x 33,8mm	72,0 Kg
--------------------------------------	---------

ITEM 18

Latão em bobina 1/2" D 0,95 x 31,5mm	270,0 Kg
--------------------------------------	----------

ITEM 19

Latão em bobina 1/2" D 1,00 x 60mm	180,0 Kg
Latão em bobina 1/2" D 1,00 x 60mm	323,0 Kg
T o t a l	<u>503,0 Kg</u>

ITEM 20

Latão em bobina 1/2" D 1,00 x 39mm	104,0 Kg
------------------------------------	----------

ITEM 21

Latão em bobina 3/4" D 0,45 x 41mm	164,0 Kg
------------------------------------	----------

ITEM 22

Latão em bobina 1/2" D 0,75 x 26,5mm	107,0 Kg
--------------------------------------	----------

ITEM 23

Latão em bobina 1/4" D 1,25 x 40mm	305,0 Kg
Latão em bobina 1/4" D 1,25 x 40mm	208,0 Kg
T o t a l	<u>513,0 Kg</u>

ITEM 24

Latão em bobina 1/2" D 1,25 x 38mm	189,0 Kg
Latão em bobina 1/2" D 1,25 x 38mm	7,0 Kg
T o t a l	<u>196,0 Kg</u>

ITEM 25

Latão em vergalhão quadrado de 3/16	100,0 Kg
-------------------------------------	----------

ITEM 26

Latão em vergalhão quadrado de 1/4	304,0 Kg
------------------------------------	----------

ITEM 27

Chumbo	156,0 Kg
Chumbo	47,0 Kg
T o t a l	<u>203,0 Kg</u>

ITEM 28

Chapa de fibra vermelha de 1/8	135,0 Kg
Chapa de fibra vermelha de 1/8	295,0 Kg
T o t a l	<u>430,0 Kg</u>

ITEM 29

Chapa de fenolite de 0,80mm	28,0 Kg
Chapa de fenolite de 0,80mm	48,0 Kg
T o t a l	<u>76,0 Kg</u>

ITEM 30

Chapa de ferro nº 24	10,0 Kg
Chapa de ferro nº 24	8,0 Kg
T o t a l	<u>18,0 Kg</u>

ITEM 31

Chapa de ferro nº 20	16,0 Kg
----------------------	---------

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
 Coordenação Setorial de Administração
 Rua Aprígio Veloso 827 - Tel. (31) 7222-R 355
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

ITEM 32

Ferro em bobina de 1,24 x 37mm	435,0 Kg
--------------------------------	----------

ITEM 33

Borracha preta industrial	333,0 Kg
---------------------------	----------

Borracha preta industrial	167,0 Kg
---------------------------	----------

T o t a l	<u>500,0 Kg</u>
-----------	-----------------

APENDICE F

**
PROGRAMA EXPERIMENTAL

T E S T E D E P R E V I S A O

**
DEFINICAO DAS VARIÁVEIS

1 CONTADOR E VALOR DE ALFA E N, M, K ESTIMATIVA DE VENDAS
SL, SK PREVISAO DE DEMANDA

**
**
**

PARA CADA ESTIMATIVA DE VENDA O PROGRAMA DETERMINA OS VALORES
PARA AS VARIÁVEIS DE ALFA ENTRE ZERO E UM, A FIM DE DECIDIR A
MELHOR APPROXIMACAO.

```

I=1
R=0.01
L=1
 2  FORMAT(16)
  WRITE(6,21)
21  FORMAT(/ 1X,19HESTIMATIVA DE VENDA,5X,19HPREVISAO DE DEMANDA/)
 5  SL=R*N+(1.-R)*M
  WRITE(6,3)N,SL
 3  FORMAT(6X,16,14X,E10.2)
  IF(R-1.)4,1,4
 4  R=R+0.11
  GO TO 5
 1  N=SL
  I=I+1
  R=0.01
  READ(5,6)K
 6  FORMAT(16)
  WRITE(6,22)
22  FORMAT(/ 1X,19HESTIMATIVA DE VENDA,5X,19HPREVISAO DE DEMANDA/)
10  SK(L)=R*N+(1.-R)*M
  WRITE(6,7)K,SK(L)
 7  FORMAT(6X,16,14X,E10.2)
  IF(R-1.)8,9,8
 8  R=R+0.11
  L=L+1
  GO TO 10
 9  H=SK(L-9)
  S=H
  I=I+1
20  R=0.01
  READ(5,13)M
13  FORMAT(16)
  WRITE(6,23)
23  FORMAT(/ 1X,19HESTIMATIVA DE VENDA,5X,19HPREVISAO DE DEMANDA/)
  L=L+1
18  SK(L)=R*K+(1.-R)*S
  WRITE(6,15)M,SK(L)
15  FORMAT(6X,16,14X,E10.2)
  IF(R-1.)14,16,14
14  R=R+0.11
  L=L+1
  GO TO 18
16  P=SK(L-9)
  S=P
  J=M
  K=J
  IF(I 12)11,12,11
11  I=I+1
  GO TO 20
12  STOP
  END

```

C
C
C
C
C
C
C
C
C

REFINICAO DAS VARIAVETS
A CUSTO DE AQUISICAO E DEMANDA ANUAL E PT VOLUME OCUPADO
O TAMANHO DO LOTE PRIMEIRO E Y TAMANHO DO LOTE SEGUNDO
C CUSTO INCREMENTAL E T VARIACAO DO CUSTO

```

INTEGER N, I, J, K
REAL E, F, H, SI, XI, N, M
DIMENSION A(40), D(40), RT(40), Q(40), V(40), S(40), Y(40), C(40), T(40),
IN(40), W(40), Z(40), P(40)
READ(2,42)M
42 FORMAT(F5.2)
READ(2,40)(A(I), D(I), RT(I), I=1, 38)
40 FORMAT(3F8.6)
WRITE(5,32)
32 FORMAT(/ 18X, 13HVALORES LIDOS)
WRITE(5,2)
2 FORMAT(1H1, 4X, 'C./AQUISICAO', 8X, 'DEM./ANUAL', 13X, 'VOLUME/OCUPADO')
WRITE(5,3)(A(I), D(I), PT(I), I=1, 38)
3 FORMAT(8X, //, 3(F14.6, 8X))
E=0.12
I=1
XI=0.0
6 IF(I=38)4, 4, 5
4 Q(I)=SQRT((2*A(I)*D(I))/E)
C(I)=SQRT(2*A(I)*D(I)*E)
C
CALCULO DAS VARIACOES DO LOTE
P(I)=Q(I)-0.1*Q(I)
N(I)=Q(I)+0.1*Q(I)
C
CALCULO DAS VARIACOES DO CUSTO
W(I)=(A(I)*D(I))/P(I)+(E*P(I))/2.
Z(I)=(A(I)*D(I))/N(I)+(E*N(I))/2.
C
RESULTADO DA VARIACAO
T(I)=(W(I)+Z(I))/(2*C(I))-1.
V(I)=RT(I)*Q(I)
XI=XI+V(I)
I=I+1
GO TO 6
5 IF(XI=M)7, 7, 8
7 WRITE(5,9)
9 FORMAT(/8X, 29HTESTE DA CAPAC. DE ARMAZENAGEM)
WRITE(5,10)XI, M
10 FORMAT(12X, //, F8.2, 11X, I3)
WRITE(5,11)
11 FORMAT(/ 6X, 32HPRIMEIRO LOTE DE FAIXA ECONOMICA)
WRITE(5,12)(Q(I), I=1, 38)
12 FORMAT(8X, //, 2(F10.0, 12X))
WRITE(5,13)
13 FORMAT(/ 8X, 17HCUSTO INCREMENTAL)
WRITE(5,14)(C(I), I=1, 38)
14 FORMAT(8X, //, 2(F10.0, 12X))
WRITE(5,15)
15 FORMAT(/ 1X, 58HVARIACAO DE 0.1 A DIREITA E A ESQUERDA DA QUANTIDADE
1E OTIMA)
WRITE(5,16)(P(I), N(I), I=1, 38)
16 FORMAT(8X, I8, 12X, I8)
WRITE(5,17)
17 FORMAT(/ 8X, 31HVARIACAO DO CUSTO OTIMO DO LOTE)
WRITE(5,18)(T(I), I=1, 38)
18 FORMAT(8X, F10.4, 12X, F10.4)
GO TO 19
8 SI=0.0
J=1
22 IF(J=38)20, 20, 21
20 S(J)=SQRT(2*A(J)*D(J)*RT(J))
SI=SI+S(J)
J=J+1
GO TO 22
21 F=SI/M
H=(F**2-E)/2.
K=1
25 IF(K=38)23, 23, 24
23 Y(K)=SQRT((2*A(K)*D(K))/(E+2*H*RT(K)))
C(K)=(A(K)*D(K))/Y(K)+(E*Y(K))/2.
K=K+1
GO TO 25
24 WRITE(5,26)
26 FORMAT(/ 6X, 31HSEGUNDO LOTE DE FAIXA ECONOMICA)
WRITE(5,27)(Y(K), K=1, 38)
27 FORMAT(8X, //, 2(F10.0, 12X))
WRITE(5,28)
28 FORMAT(/ 8X, 17HCUSTO INCREMENTAL)
WRITE(5,29)(C(K), K=1, 38)
29 FORMAT(8X, //, 2(F10.0, 12X))
WRITE(5,30)
30 FORMAT(/12X, 30HTESTE ANTERIOR DA CAPAC. DE ARMAZENAGEM)
WRITE(5,31)XI, M
31 FORMAT(12X, //, F8.2, 11X, I3)
19 CALL EXIT
END

```

0000005
0000006
0000007
0000008

0000010
0000011
0000012
0000013
0000014
0000015
0000016
0000018
0000019
0000020

0000022
0000023
0000024

0000025
0000026

0000027
0000028
0000029
0000030
0000031
0000032
0000033
0000037
0000038
0000039
0000040
0000041
0000042
0000043
0000044
0000045
0000046

0000048
0000049
0000050
0000051
0000052
0000053
0000054
0000055
0000056
0000057
0000058
0000059
0000060
0000061
0000062
0000063
0000064
0000065
0000066
0000067
0000068
0000069
0000070
0000071
0000072
0000073
0000074
0000075
0000076
0000077
0000078

0000080
0000081
0000082
0000083

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel (083) 321-7222-R. 355
58100 - Campina Grande - Paraíba

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Hans Hermann Weber da Universidade de Wurzburg (Alemanha) e Departamento de Sistemas e Computação da UFPb (Campina Grande), pela orientação do presente trabalho com sabedoria, estímulo e compreensão.

Ao Prof. Valmir Miranda, Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da Fundação Universidade Federal do Piauí, que me proporcionou a oportunidade de cursar Pesquisa Operacional e ingressar no magistério superior.

Ao Tribunal de Contas do Estado do Piauí, pelo apoio e estímulo que me proporcionou, durante a execução deste trabalho.

À Secretaria de Educação do Estado do Piauí, que facilitou a realização deste trabalho.

Ao Gerente, Chefes de Departamento e ao Operariado em geral da Companhia de Materiais Elétricos S/A, pela paciência e compreensão no detalhamento dos dados.

À Prof^a Irmã Patrícia Gaughan, do Departamento de Letras da Fundação Universidade Federal do Piauí, pela gentileza da versão dada ao sumário deste trabalho.

Ao Técnico Irisvaldo de Carvalho Vieira, pelos valiosos serviços de datilografia e composição deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - BUFFA, Elwood S, - Administração da Produção, edição 1975 - Livros Técnicos e Científicos Editora S/A; Rio de Janeiro.
- 2 - NADDOR, Eliezer - Inventory Systems, edição 1976 - John Wiley & Sons, Inc; New York.
- 3 - RUSSOMANO, Vitor Henrique - Planejamento e Acompanhamento da Produção, edição 1976 - Livraria Pioneira Editora; São Paulo.
- 4 - ZACCARELLI, Sergio Baptista - Programação e Controle da Produção, edição 1976 - Livraria Pioneira Editora, São Paulo.
- 5 - MAYER, R. Raymund - Administração da Produção, edição 1977 - Editora Atlas S/A - São Paulo.
- 6 - JOHNSON, Lynwood A, - Operations Research in Production Planning, Scheduling and Inventory Control, edição 1974 - John Wiley & Sons, Inc, New York.
- 7 - MIZE, Joe H. - Operations Planning and Control, edição 1971, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
- 8 - MAGEE, John F. - Planejamento da Produção e Controle de Estoques, edição 1958 - Livraria Pioneira S/A, São Paulo.
- 9 - GREENE, H. James, Planejamiento y Control de Produccion, edição 1977 - Editorial e Inmobiliaria Florida, Buenos Aires.
- 10 - MOTTA, Ivan de Sá - Manual de Administração da Produção, edição 1974 - Editora Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.