

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TRABALHO DE FORMATURA

ESTUDO DO SISTEMA DE PPCP DE UMA
INDÚSTRIA INFORMÁTICA DE PEQUENO PORTE

ALUNO: WONG YIAU HONG

ORIENTADOR: PROF. NILTON NUNES TOLEDO

1 9 8 5

AGRADECIMENTOS

- * Ao Prof. Nilton Nunes Toledo pela simpatia no tratamento pessoal, orientação paciente e rigorosa, como também a apresentação de idéias e sugestões.

- * A Roque pela oportunidade de estágio.

- * A todo pessoal da Engenharia Industrial pelo apoio prestado.

- * A Oscar pela máquina de escrever.

SUMÁRIO

Este trabalho tem a finalidade de estudar o sistema de PPCP de uma indústria informática de pequeno porte. São analisadas as diversas funções de PPCP, suas deficiências e os problemas relevantes que a empresa enfrenta, e baseando nessas análises, é proposto um novo sistema de PPCP, destacando-se principalmente os aspectos referentes ao sistema de emissão de ordens, estudo de tempos e controle de estoque.

Í N D I C E

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 Empresa	1
1.2 Linhas de produtos	1
1.3 Estágio e objetivos do trabalho	3
CAPITULO 2 - ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	5
2.1 Departamento de Marketing	5
2.1.1 Setor de Vendas	5
2.1.2 Setor de Suporte Técnico	5
2.2 Departamento da Engenharia de Desenvolvimento	5
2.2.1 Setor de Hardware	6
2.2.2 Setor de Software Básico	6
2.2.3 Setor de Software Aplicativo	6
2.3 Departamento da Engenharia Industrial	6
2.3.1 Setor de Programação e Controle da Produção ...	6
2.3.2 Setor de Administração de Materiais	7
2.3.3 Setor de Testes	7
2.3.4 Setor de Assistência Técnica	7
CAPITULO 3 - A PRODUÇÃO	8
3.1 Tipo de Produção	8
3.2 Processo Produtivo	8
3.2.1 Montagem dos módulos	10
3.2.2 Testes funcionais dos módulos	10
3.2.3 Conserto dos módulos	10
3.2.4 Envelhecimento dos componentes do módulo	11
3.2.5 Montagem do Produto	11
3.2.6 Teste funcional do produto	11
3.2.7 Envelhecimento dos componentes do produto	11

3.2.8	Elaboração de programas aplicativos	11
3.2.9	Gravação de programas em EPROM's	12
CAPÍTULO 4 - ANÁLISE DO SISTEMA DE PPCP ATUAL		13
4.1	Relação entre PPCP e outros setores	13
4.1.1	PPCP - Vendas	13
4.1.2	PPCP - Suporte Técnico	13
4.1.3	PPCP - Setor de Software Básico/Aplicativo	14
4.1.4	PPCP - Setor de Testes	14
4.1.5	PPCP - Liberador	14
4.2	As funções do PPCP atual	15
4.2.1	Sistema de emissão de ordens	15
4.2.2	Padrões e Estimativas	16
4.2.3	Projeto do Produto	16
4.2.4	Controle de Estoque	17
4.2.4.1	Estoque de peças para montagem dos módulos	17
4.2.4.2	Estoque de módulos	17
4.2.4.3	Estoque de peças para a manutenção dos módulos	17
4.2.5	Plano de produção	18
4.2.6	Planejamento Geral	18
4.2.7	Planejamento específico	19
4.2.8	Controle Central	20
4.3	Análise dos problemas	20
CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE UM NOVO SISTEMA DE PPCP		23
5.1	Sistema de emissão de ordens	23
5.1.1	Levantamento de Dados	24
5.1.1.1	Tempos de Fabricação	24
5.1.1.2	Previsão de Vendas	28
5.1.2	Definição do sistema de emissão de ordens	28
5.1.2.1	Considerações gerais	28

5.1.2.2	Definição do sistema de emissão de ordens	30
5.1.3	Verificação do sistema de emissão de ordens proposto em relação a vários planos de produção	31
5.1.4	Considerações finais sobre a emissão de ordens	35
5.2	Estudo de Tempos	36
5.2.1	Setor de testes	36
5.2.1.1	Testes e Preparação	36
5.2.1.2	Reparo de módulos	40
5.2.2	Montagem dos módulos	46
5.2.2.1	Análise das operações	46
5.2.2.2	Medida de tempo por cronometragem	49
5.2.2.3	Sistema MTM	51
5.3	Controle de Estoque	60
5.3.1	Estoque de peças para manutenção	60
5.3.2	Estoque de módulos	62
CAPÍTULO 6 - FLUXOGRAMAS E FORMULÁRIOS		64
6.1	Fluxogramas	64
6.2	Formulários	64
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÃO		72
BIBLIOGRAFIA		74

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Empresa

A empresa na qual se desenvolveu este trabalho é uma indústria informática que opera no ramo de aparelhos de medição, controle e coleta de dados. É uma empresa de pequeno porte, seus produtos são comercializados por encomendas, em todo o país, sobretudo em São Paulo e Rio de Janeiro, e os clientes são em geral as empresas de grande e médio portes.

Faz 5 anos que esta empresa iniciou suas atividades e, na época, houve a coligação com uma outra empresa do ramo, pela qual esta utilizava alguns serviços administrativos e parte da produção. A coligação mantém até hoje.

O mercado é bom para a maioria dos produtos desenvolvidos pela empresa, sendo que, apesar do seu porte, conseguiu obter uma fatia considerável do mercado. Este bom desempenho no mercado é devido em parte a existência de poucos concorrentes, e sobretudo, a versatilidade e a economia proporcionados pelos produtos desenvolvidos.

1.2 Linhas de produtos

Os produtos desenvolvidos pela empresa consistem em aparelhos eletrônicos do tipo sistemas inteligentes, ou seja, capaz de analisar e responder a qualquer informação introduzida nele.

Os aparelhos são caracterizados por funções modulares, ou seja, formados por módulos, cada qual tem função própria determinada, alguns podem ser retirados ou trocados sem alterar o funcionamento dos outros módulos. O produto pode ser dividido em três grupos de módulos: eletrônicos, mecânicos e acessórios (ver figura 1.1).

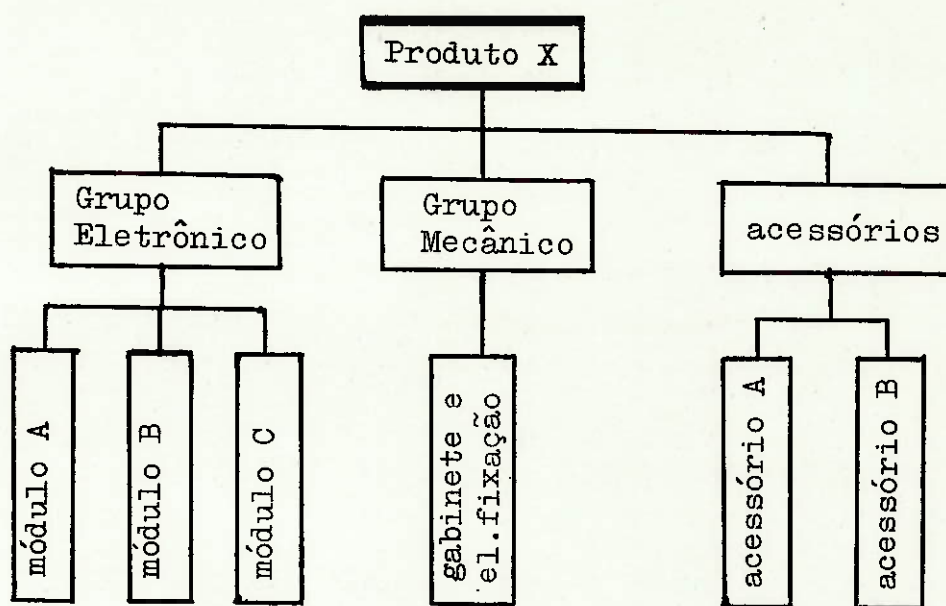


figura 1.1 árvore do produto
elaborado pelo autor.

Basicamente, os produtos podem ser agrupados em três grupos de funções específicas:

- medidores elétricos

Estes aparelhos são encomendados por concessionárias de energia elétrica, que tem o objetivo de controlar o consumo de energia elétrica nas grandes indústrias.

Além de medir o consumo de energia, estes aparelhos também registram o consumo em pequenos intervalos de tempo e guardando os dados em memórias, para posteriormente serem analisados e calculadas as tarifas diferenciadas;

- coleta de dados/ controle

Estes aparelhos são comumente chamados de leitora de cartões para ponto eletrônico. Tem a função de receber, transmitir ou armazenar os dados de identificação de indivíduos e controlar o acesso em portarias e áreas restritas;

- comunicação/ transmissão de dados

São os terminais de vídeo e terminais para operar telex.

1.3 Estágio e objetivos do trabalho

O estágio foi realizado junto ao departamento de engenharia industrial, especificamente no setor de planejamento, programação e controle da produção. Através do organograma apresentado na figura 1.2, pode situar esta área dentro da estrutura organizacional da empresa. A escolha desta área para a realização do estágio decorre da existência de inúmeros problemas oriundos deste setor.

O rápido crescimento da empresa com a ampliação de linhas de produtos, espaço físico e pessoal, os problemas tendem a agravar-se, pois os meios de planejamento e controle da produção não evoluíram suficientemente para acompanhar as necessidades geradas por este crescimento. Foi decidido, portanto, a estudar o sistema de PPCP da empresa, analisando os fluxos de informações e as funções de PPCP, relacionando estes com os problemas relevantes da empresa. É proposto então modificações do sistema de PPCP, para o qual o estudo é concentrado principalmente nas funções deficientes.

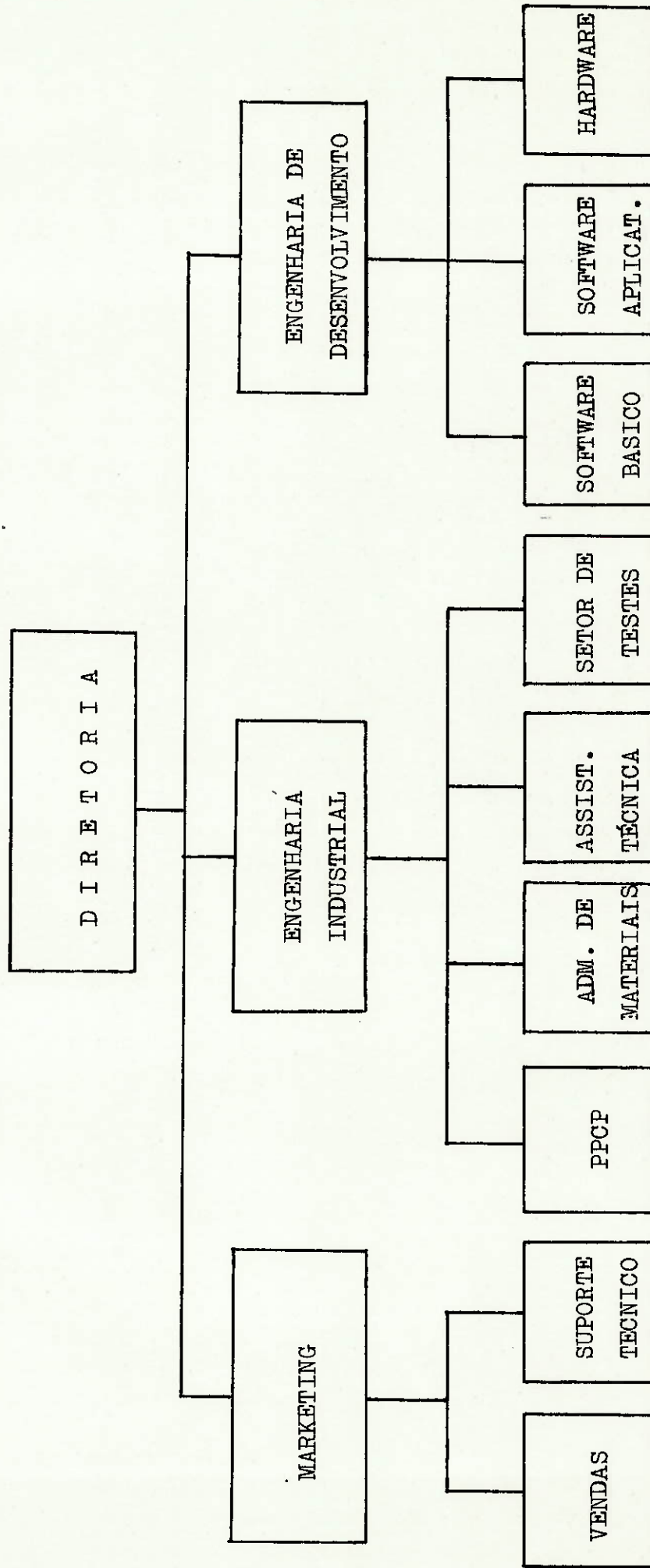


Figura 1.2 Organograma da empresa

Transcrito dos materiais de apresentação da empresa

CAPÍTULO 2

ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Neste capítulo, procura-se descrever, de forma geral, os setores da empresa e suas respectivas funções.

2.1 Departamento de Marketing

2.1.1 Setor de vendas

Este setor é responsável pelo atendimento inicial aos cli-
entes, fornecendo-lhes informações gerais sobre os produtos, com
suas funções e especificações técnicas. É mostrado também o vi-
sual e as vantagens do produto. Após feito o contrato de vendas,
os clientes são encaminhados ao setor de suporte técnico, para
definir os detalhes específicas relativas ao projeto do produto.

2.1.2 Setor de suporte técnico

Após a efetivação do contrato de vendas, o suporte técnico
fica responsável de obter as informações referentes as necessida-
des do cliente em mínimos detalhes, para poder especificar os as
pectos técnicos particulares e dar a configuração do sistema do
produto, visando à adaptação deste na empresa em que for instala-
do, como também maximizar a sua utilidade.

2.2 Departamento da Engenharia de desenvolvimento

Todos os aparelhos fabricados nessa empresa são formados de,
além do "hardware", também o "software" para comandar o funciona-
mento do sistema.

Têm três setores neste departamento:

- setor de hardware;
- setor de software básico;
- setor de software aplicativo.

2.2.1 Setor de hardware

Este setor tem a função de definir as características básicas dos variáveis funcionais dos aparelhos, como a entrada/ saída, os módulos, os acessórios, etc, através de esquemas elétricos e listas de materiais, durante a fase de desenvolvimento do protótipo. Também há constante aperfeiçoamento do produto durante a fase de produção, eliminando os eventuais defeitos ou inconveniências surgidas no decorrer do uso.

2.2.2 Setor de software básico

Responsável pelo desenvolvimento e aperfeiçoamento dos sistemas operacionais para comandar o funcionamento do aparelho. Esses programas são armazenados em memórias do tipo EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory), apagável para poder ser alterado e aperfeiçoado quando for necessário.

2.2.3 Setor de software aplicativo

Este setor é responsável pela elaboração de programas específicos para cada produto encomendado. Para os projetos de produtos fixos, não existe o software aplicativo.

2.3 Departamento da Engenharia Industrial

2.3.1 Setor de programação e controle da produção

As funções deste setor são:

- Verificar quais as vendas aprovadas, e providenciar a emissão de ordens de produção e sua distribuição para os setores responsáveis pela produção;
- Controle de prazos de entrega, com a finalidade de minimizar o máximo atraso para evitar multas contratuais e descontentamento do cliente, com deslocamentos de mãos-de-obras ou utilização de horas extras, se for necessário.
- Acompanhamento da produção, procurar obter as informações do andamento de cada setor.

2.3.2 Setor de administração de materiais

Esse setor tem a responsabilidade de:

- Controle de estoque de materiais para o reparo dos módulos de feituosos, ou seja, manter disponível as peças novas para reposição;
- Providenciar a compra de materiais para o reparo de módulos em situações urgentes.

2.3.3 Setor de testes

Esse setor é dividido em quatro subsetores, cada qual é responsável por um grupo de produtos de funções semelhantes ou complementares. São atribuídos três funções ao setor de testes:

- Testes funcionais de módulos: É verificado se cada um dos módulos a serem montados posteriormente estão funcionando dentro das especificações do projeto de produto. Os módulos sem defeitos são preparados para o "Burn-in", ou seja, o envelhecimento e teste de duração de vida dos componentes eletrônicos. Os módulos são ligados para funcionar continuamente, com sua duração variando de 24 a 40 horas.
- Reparo e manutenção: Os módulos defeituosos são consertados , seja aqueles em produção ou de produtos vendidos.
- Controle de qualidade do produto final.

2.3.4 Assistência técnica

A assistência técnica tem a função de atender ao cliente quando o aparelho instalado na sua empresa apresenta defeitos. Na maioria das ocasiões, o defeito é causado pelo mal funcionamento de um dos módulos do produto, portanto, cabe ao técnico da assistência técnica localizar o módulo com defeito e trocá-lo por um novo. O módulo defeituoso é enviado para o setor de testes e depois de consertado, volta ao cliente.

CAPITULO 3

A PRODUÇÃO

Neste capítulo tem a finalidade de caracterizar a produção da empresa, abrangendo todos os aspectos referentes ao processo produtivo. É descrito aqui o fluxo de produção, com as sequências de fabricação e os processos de transformação de cada fase nos diversos setores produtivos. A descrição é bastante geral, abrangendo todos os produtos desenvolvidos pela empresa.

É ressaltado que, uma parte significativo do processo produtivo é realizada pela empresa coligada e, para não tornar obscuro a descrição, quebrando a sequência, são descritos também os setores da empresa coligada quando envolvidos na produção.

3.1 Tipo de produção

Atualmente, pode-se distinguir nessa empresa um único tipo de produção, que é de intermitente sob encomenda. Porém, há uma tendência em tornar a produção intermitente repetitiva para vários produtos, sob os seguintes aspectos:

- A demanda dos produtos começa a ter um perfil conhecido;
- Nos produtos bastante diversificados, há uma padronização gradual, com alteração e aperfeiçoamento de módulos, de tal forma que as diversificações são resultantes de combinações de um número reduzido de módulos.

3.2 Processo produtivo

Na figura 3.1, é mostrado o fluxo do processo produtivo, do qual é apresentada a sequência de fabricação e montagem das partes do produto. E em seguida é feita uma breve descrição das fases da produção.

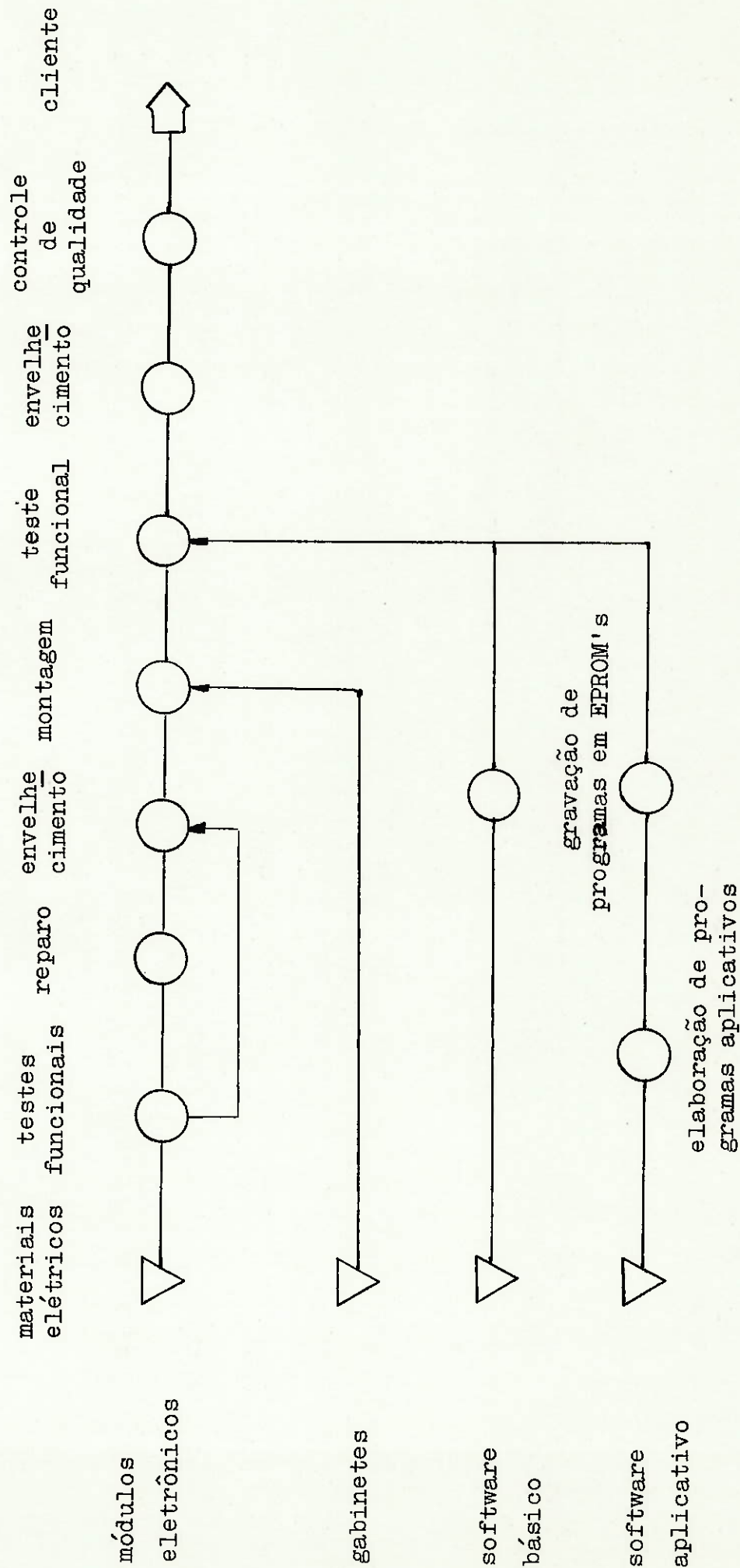


Figura 3.1 Gráfico do fluxo do processo

Adaptado da figura 2.2 da bibliog. nº1

3.2.1 Montagem dos módulos

Nesta fase é feita a montagem e solda de componentes eletrônicos sobre as placas de circuitos impressos.

A tarefa é dividida entre as diversas operadoras, cada uma é responsável por uma submontagem para um grupo de peças semelhantes, havendo no final de cada submontagem trocas de placas para que as mesmas sejam complementadas. A sequência de montagem não é fixa, porém, devido à natureza dos materiais, alguns componentes são montados por último, como é o caso de circuitos integrados e transformadores, o primeiro, por serem materiais caros e sensíveis aos manuseios e o segundo, pelas dimensões e pesos.

3.2.2 Testes funcionais dos módulos

Recebendo os módulos provenientes do setor de montagem, o setor de testes é encarregado de realizar os testes funcionais.

As tarefas consistem em:

- controle visual dos módulos, ou seja, verificar se as peças estão devidamente montadas;
- reunir e preparar os dispositivos necessários para o teste;
- inserir o módulo no dispositivo de teste e, seguindo roteiro pré-estabelecido, verificar se o módulo está funcionando de acordo com os detalhes especificados no roteiro;
- separar os módulos defeituosos para posteriormente serem consertados.

3.2.3 Conserto dos módulos

Aqui é feito o conserto dos módulos com defeitos, através da localização de peças defeituosas e a reposição de peças novas.

Os procedimentos não são definidos, cabendo a cada técni-

co analisar o problema da forma bem como entender. Porém, para cada tipo de defeito, os passos para detectar a falha normalmente segue uma linha de lógica funcional.

3.2.4 Envelhecimento dos componentes do módulo

Após de serem aprovados pelos testes, os módulos irão para o envelhecimento, ou seja, teste de duração de vida dos componentes dos módulos.

O trabalho para o envelhecimento consiste em colocar os módulos em estantes e conectá-los os fios de alimentação, e de intervalos em intervalos, é feita uma inspeção.

3.2.5 Montagem do produto

É reunido nesta fase, todos os módulos necessários, eletrônicos e mecânicos, para a montagem do produto. Esta fase da produção é executada pela empresa coligada.

3.2.6 Teste funcional do produto

Nesta fase, é feito inicialmente um teste elétrico do conjunto, e se não houver problemas, são inseridos em seguida os EPROM's gravados de programas e então são testadas as funções básicas e específicas do produto.

3.2.7 Envelhecimento dos componentes do produto

Tem o mesmo objetivo do envelhecimento dos módulos, com a diferença na duração do tempo de funcionamento. Geralmente os produtos são postos a funcionar com menos tempo do que os módulos.

3.2.8 Elaboração de programas aplicativos

Os programas aplicativos são elaborados de acordo com as

funções específicas escolhidas pelos clientes.

Normalmente, os programas específicos de um produto são elaborados baseando em subrotinas padrões. A tarefa dos programadores consiste em fazer adaptações necessárias aos subrotinas padrões de acordo com as funções específicas, gravar os programas em disketes e testar a consistência dos programas e corrigir os erros de lógica, assim procedendo até que o programa seja aprovado em todos os testes; em seguida os programas são compilados.

3.2.9 Gravação de programas em EPROM's

Nesta etapa, os programas compilados e armazenados nos disketes, sejam básicos ou aplicativos, são gravados em EPROM's e posteriormente estes são inseridos nos produtos.

Quanto aos gabinetes, a confecção e pintura são feitas externamente.

CAPÍTULO 4ANÁLISE DO SISTEMA DE PPCP ATUAL.

Neste capítulo tem a finalidade de apresentar e analisar o sistema de PPCP atual. É feita uma descrição breve das relações entre PPCP e outros setores da empresa, as funções de PPCP e por fim analisar os diversos problemas existentes na empresa.

Antes de iniciar a descrição e análise, convém ressaltar que a empresa coligada a esta exerce fortes influências sobre a produção e as decisões nesta empresa, pois tem em seu controle os setores como a de compras, fabricação de módulos e a contabilidade. Portanto, para tornar mais claro a descrição e facilitar o análise do sistema de PPCP, é considerado que certos setores da empresa coligada como parte do sistema em estudo.

4.1 Relações entre PPCP e outros setores4.1.1 PPCP - Vendas

O fluxo de informações entre esses dois setores resume-se em pedidos de produção, acertos de prazos de entrega, bem como a cobrança de produtos por parte de vendas ao PPCP.

O setor de vendas, que tem o intuito de apenas atender os clientes e vender, deixa de lado o análise mais profundo das demandas e não possuindo portanto, de quaisquer informações sobre a previsão de vendas.

4.1.2 PPCP - Suporte técnico

Esta relação só existe quando o projeto do produto para os aparelhos encomendados não é fixo, ou seja, além das funções básicas, são necessárias detalhamento das funções específicas determinadas pelos clientes para a definição do projeto do produto.

A relação entre os dois setores consiste unicamente no for-

necimento das especificações técnicas adicionais, por parte do suporte técnico ao PPCP. A partir destas informações, o PPCP emite ordens de produção para os diversos setores.

4.1.3 PPCP - Setores de software básico/ aplicativo

A partir dos pedidos de produção e das informações recebidas do suporte técnico, o PPCP emite ordens de serviços para os setores de software básico/ aplicativo, que constam de:

- preparação de programas aplicativos;
- gravação de programas básicos/ aplicativos em EPROM's.

O setor de software comunica constantemente ao PPCP, de maneira informal, sobre o andamento e as dificuldades na elaboração de programas aplicativos.

4.1.4 PPCP - Setor de testes

Pela organograma da empresa e das descrições anteriores, o setor de testes é identificado como a unidade responsável pela grande parte da produção. Portanto, o fluxo de informações entre o PPCP e testes é a mais intensa da empresa, as quais citam-se:

- O setor de testes recebe ordens de serviços, nas quais constam as informações sobre o que, quanto e quando produzir.
- Através da comunicação informal, o PPCP obtém informações referentes ao andamento da produção e controle de qualidade.

4.1.5 PPCP - Liberador (Empresa coligada)

Recebendo a ordem de serviço emitido pelo PPCP, o liberador tem o encargo de preparar a requisição de compra de materiais e programação da produção de módulos eletrônicos.

O PPCP não recebe nenhum tipo de comunicado, formal ou informal, por parte do liberador, sobre o início/ término ou andamento da produção.

4.2 As funções do PPCP atual

São descritos aqui as principais funções do PPCP ou com ele relacionadas, e em seguida são analisados os problemas mais relevantes na empresa atualmente.

4.2.1 Sistema de emissão de ordens

O atual sistema de emissão de ordens é caracterizado pelo sistema de carga para a produção e a compra de grande parte dos materiais. Para os materiais de baixos custos e comuns, as ordens de compra são baseadas no sistema de estoque mínimo.

Para atender os pedidos de fabricação dos produtos, são necessárias as emissões de seguintes ordens de serviços:

- Ordem de montagem dos módulos

É preparada nos últimos dias do mês para as vendas acumuladas durante o mesmo. Emitida pelo PPCP ao liberador da empresa coligada, cabendo ao liberador preparar as ordens de compra de materiais para montagem e a liberação da produção.

- Ordem de preparação do software

Emitida pelo PPCP ao setor de software.

- Ordem de preparação do produto

Emitida pelo PPCP ao setor de testes.

As tarefas constam de preparação dos módulos e produtos (testes, consertos e envelhecimento), como também o controle de qualidade do produto final.

- Ordem de montagem do produto

É uma subordem da ordem de preparação do produto, emitido pelo setor de testes ao setor de montagem (empresa coligada). São enviados junto a ordem, os módulos necessários a montagem dos produtos.

Em relação ao prazo de entrega, é fixado sempre em torno de

4 meses, e é de certo modo, razoável segundo os administradores. O prazo de entrega de um produto encomendado compreende normalmente de duas partes distintas:

- O tempo necessário para obtenção de materiais, que varia entre 45 dias e 2 meses;
- o tempo necessário para fabricar, que varia de um a dois meses.

Apesar dos prazos suficientemente longos para aprontar os produtos, foi verificado no histórico de vendas que a maioria das encomendas foram entregues com atraso.

4.2.2 Padrões e estimativas

Até hoje, foram feitas algumas melhorias nos métodos de trabalho, porém não há nenhum registro de tempos de operações.

Quando há necessidade de estimar a capacidade produtiva do pessoal, a estimativa é feita de maneira grosseira, impossibilitando uma melhor alocação do pessoal, distribuição de cargas e avaliação da eficiência do pessoal.

As estimativas de custos dos produtos são feitas baseados principalmente nos custos de materiais utilizados.

4.2.3 Projeto do produto

Os projetos dos produtos são preparados pelos setores de software e hardware. O suporte técnico tem o papel de ampliar e detalhar as informações referentes ao produto, quando este possui características especiais.

Para a comunicação sobre as características do produto, são utilizados os seguintes recursos:

- Lista de materiais dos módulos;
- Desenhos: esquemas de circuitos elétricos, desenhos de gabinetes, mapas de circuitos impressos.
- Listas de programas e disketes;
- Instruções técnicas.

4.2.4 Controle de estoque

Atualmente, existem três tipos de estoques:

- estoque de peças para a montagem de módulos;
- estoque de módulos;
- estoque de peças para manutenção de módulos defeituosos.

4.2.4.1 Estoque de peças para a montagem de módulos

Como a montagem dos módulos é executada pela empresa coligada, cabe a ela também o controle de estoque de materiais utilizadas.

São utilizadas fichas kardex para registrar a movimentação, saldo e outras informações referentes aos itens de componentes. O controle de peças de baixos custos e comuns é baseado no sistema de estoque mínimo, enquanto que a grande maioria dos componentes são comprados somente depois do recebimento da ordem de montagem.

4.2.4.2 Estoque de módulos

Esse estoque tem duas finalidades:

- Estoque de módulos em trânsito da produção;
- Estoque de módulos de reserva, para suprir as encomendas adicionais, eventuais defeitos difíceis de conserto e a manutenção de produtos vendidos.

Os módulos em trânsito ou de reserva são estocados juntos ao setor de testes. E para a maioria dos itens estocados, não existem fichas de controle, e as quantidades de cada item são praticamente desconhecidas.

4.2.4.3 Estoque de peças para a manutenção

O controle desse estoque é confiado à administração de materiais e tem por finalidade o fornecimento de peças novas para substituir as defeituosas no conserto de módulos.

Somente para as peças de altos custos é exercido um controle mais efetivo, através de fichas de estoques; enquanto que as peças de pouco valor são estocadas em grandes quantidades e são disponíveis a qualquer pessoa sem a ficha de requisição.

4.2.5 Plano de produção

Para fazer o plano de produção, a empresa utiliza as informações sobre:

- vendas realizadas;
- capacidade produtiva;
- disponibilidade de materiais.

Esta empresa, como tendo basicamente uma produção intermitente sob encomenda, a previsão de vendas é feita de maneira superficial e pouco consistente

Quanto à capacidade produtiva, a administração não tem conhecimento efetivo sobre ele e na maioria dos setores, a capacidade produtiva do pessoal é maior que a necessária.

Quanto aos materiais, uma parte considerável são importados e a falta destes no mercado é frequente, além de tempo longo para obtê-los.

Baseando nestas informações, o plano de produção sempre afastou da realidade e sua execução é praticamente impossível.

4.2.6 Planejamento geral

Para determinar como e onde deverá ser fabricado cada produto, a empresa mantém disponíveis as informações como o arranjo físico, equipamentos disponíveis, locais de trabalho, roteiro de fabricação, além dos padrões de tempos estimados de uma forma superficial.

Como a empresa ocupa uma área pequena e quase restrita dentro do espaço da empresa coligada, há necessidade de alterar frequentemente o arranjo físico, principalmente no departamento da engenharia industrial e desenvolvimento, para adaptar às mudan-

ças ou crescimento na produção. Portanto, o planejador está sem pre bem informado sobre a situação nos locais de trabalho, como a disposição das bancadas, a forma de armazenamento e movimentação de materiais, para poder avaliar as condições da produção e planejar as mudanças necessárias.

Quanto aos roteiros de fabricação, são geralmente determinados entre o PPCP e o setor de hardware, enquanto que os detalhes dos procedimentos das operações são elaborados pelos supervisores de cada setor.

4.2.7 Planejamento específico

O programador da produção tem a função de programar os pedidos de produção acumulados e distribuir ordens de serviços para os setores responsáveis pela produção, com a fixação de prazos máximos de término. O supervisor do setor envolvido tem o encargo de estabelecer os detalhes de como será o processamento, liberar as ordens e a divisão e distribuição de trabalhos.

O setor de testes é dividido em 4 subsetores independentes, cada qual é responsável por um grupo de produtos, e em relação às tarefas, não há especialização dentro do subsetor, o que permite que todos os técnicos sejam capazes de as tarefas dentro dos seus subsetores.

A escolha das ordens a serem liberadas depende da importân-
cia do cliente para a empresa e da possibilidade de minimizar o || !!!
máximo atraso.

No setor de software, as funções são mais restritas, pois há maior especialização, e cada programador é responsável pelos programas de um único produto, portanto, a distribuição de serviços é bem determinada. Quanto aos detalhes e procedimentos de elaboração de programas, o análise é feito pelo programador designado com eventuais orientações do supervisor.

Em relação a montagem dos módulos, dos produtos e a confecção de gabinetes, são deixados de apresentar aqui, pois estas fases fora da empresa em estudo.

4.2.8 Controle central

O controle central, como parte do PPCP, tem as funções principais de:

- Fazer relatórios para a alta administração, onde são reunidas o síntese dos relatórios semanais dos setores de testes e de software, dos quais são relatados o que foi feito durante a semana e os problemas mais relevantes de cada setor;
- fazer comparação entre programado e realizado, que não deixa de ser superficial, pois os tempos previstas para a realização dos trabalhos são estimados de forma pessoal sem uma base concreta;
- informar outros setores e clientes sobre o andamento da produção, reunindo os arquivos de pedidos de clientes e as ordens de serviços.

4.3 Análise dos problemas

Através de breves descrições sobre as funções de PPCP ou com ele relacionadas desta empresa, pode-se, de uma forma resumida, citar e analisar os problemas, que são:

- A falta de informações referentes aos tempos de execução das tarefas dificulta o trabalho de planejamento, programação e controle da produção;
- Atrasos frequentes relativos aos prazos de entrega. Esse problema é agravado pelo fato do prazo de entrega estabelecido no contrato é longo(4 meses). E além de multas contratuais, pode haver má impressão sobre a empresa e perda de créditos dos clientes. Entretanto, esse problema ainda não levou às consequências mais sérias pelo fato de haver poucos concorrentes no ramo, e que também estão no mesmo nível desta empresa, com os mesmos problemas;

- controle de materiais ineficaz, não possibilita a disponibilidade dos materiais para produção e muitas vezes não existe peças para atender o conserto de módulos, provocando constantes paradas de produção e ociosidade do pessoal, além dos atrasos nas entregas;
- não existe meios de acompanhamento da produção, e para obter as informações, o PPCP recorre à comunicações informais, que, além de obter informações superficiais, gera conflitos quanto à apuração de responsabilidades;
- o controle de qualidade, por ser executado pelas mesmas pessoas do setor de testes, deixa de ter o sentido próprio da função e propicie aos técnicos a testar os módulos com pouco rigor e manusear os materiais com pouco cuidado.

Pelo fluxo de informações através do PPCP, na figura 4.3 , é verificado que, nesta empresa, há falta de informações para o PPCP e algumas funções são ineficientes, as quais são responsáveis pelos problemas citados anteriormente. Portanto, o estudo de um novo sistema de PPCP é concentrado em:

- controle de estoque;
- obtenção de tempos;
- emissão de ordens.

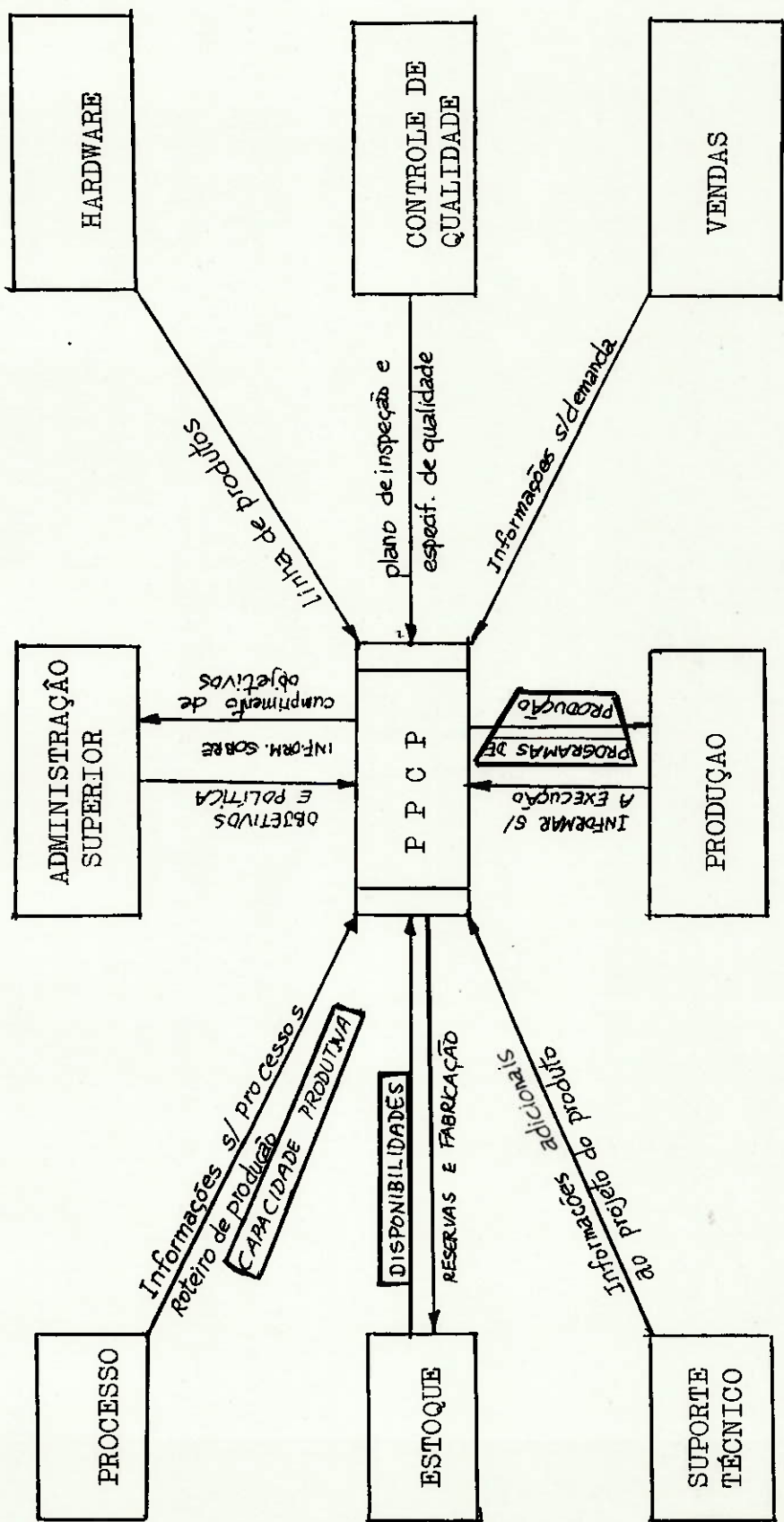


figura 4.3 Fluxo de informação através do PPCP da empresa

Adaptado de: bibliografia nº5

CAPÍTULO 5

ESTUDO DE UM NOVO SISTEMA DE PPCP

Este capítulo tem a finalidade de expor um novo sistema de PPCP para a empresa, procedendo mudanças necessárias ao do anterior. Baseando nos análises feitas no capítulo 4, o estudo será concentrado em:

- sistema de emissão de ordens;
- controle de estoque;
- obtenção de tempos.

5.1 Sistema de emissão de ordens

A definição do sistema de emissão de ordens é o primeiro passo do estudo, o qual estabelece como será regulado o fluxo de materiais. Para o tipo de produção desta empresa, existe vários sistemas possíveis de emissão de ordens, das quais pode-se escolher o melhor, aquele que mais aproxima dos objetivos da produção.

Os objetivos da produção relacionados com o sistema de emissão de ordens são:

- melhor atendimento ao cliente, sobretudo a redução dos prazos de entrega dos produtos;
- minimizar o investimento em estoque;
- permitir flutuações suaves nas cargas de trabalho.

Para ter bases para a comparação são necessárias algumas informações como a previsão de vendas, tempos de fabricação, recursos produtivos, etc. Entretanto, com a falta de confiabilidade da maioria destas informações, a comparação será feita de forma relativa.

É escolhido um produto X da empresa para servir de base de informações. O produto X é composto de 3 módulos eletrônicos ,

X1, X2, X3, um gabinete e é necessário ter um programa básico.

O produto X foi escolhido como sendo representativo dos produtos fabricados pela empresa, admitindo que as discrepâncias (entre o X e os demais produtos da empresa) quanto às características da produção sejam desprezíveis, pois:

- os materiais utilizados em todos os produtos são provenientes de mesmos fornecedores;
- todos os produtos passam pelas mesmas fases de transformação.

Após a escolha do sistema de emissão de ordens, é conveniente fazer uma verificação do comportamento do sistema e a eficácia para atingimento dos objetivos. Se for necessário, são alterados alguns aspectos para atender melhor as particularidades da empresa.

5.1.1 Levantamento de dados

5.1.1.1 Tempos de fabricação

Inicialmente é esboçado o gráfico de montagem do produto X (figura 5.1), e em seguida são relacionados os tempos de execução de cada fase da produção. Como não há registros de tempos anteriores, os tempos de fabricação são estimados pelo julgamento pessoal do supervisor deste setor (tabela 5.2 e 5.3).

A confecção e pintura dos gabinetes e a preparação do software não serão abordados aqui, pois não constituem o caminho crítico do processo:

- existe normalmente no estoque grandes quantidades de gabinetes prontos, e a sua fabricação é independente dos demais componentes;
- a preparação dos programas geralmente não requer muito tempo, pois existem programas pré-montados.

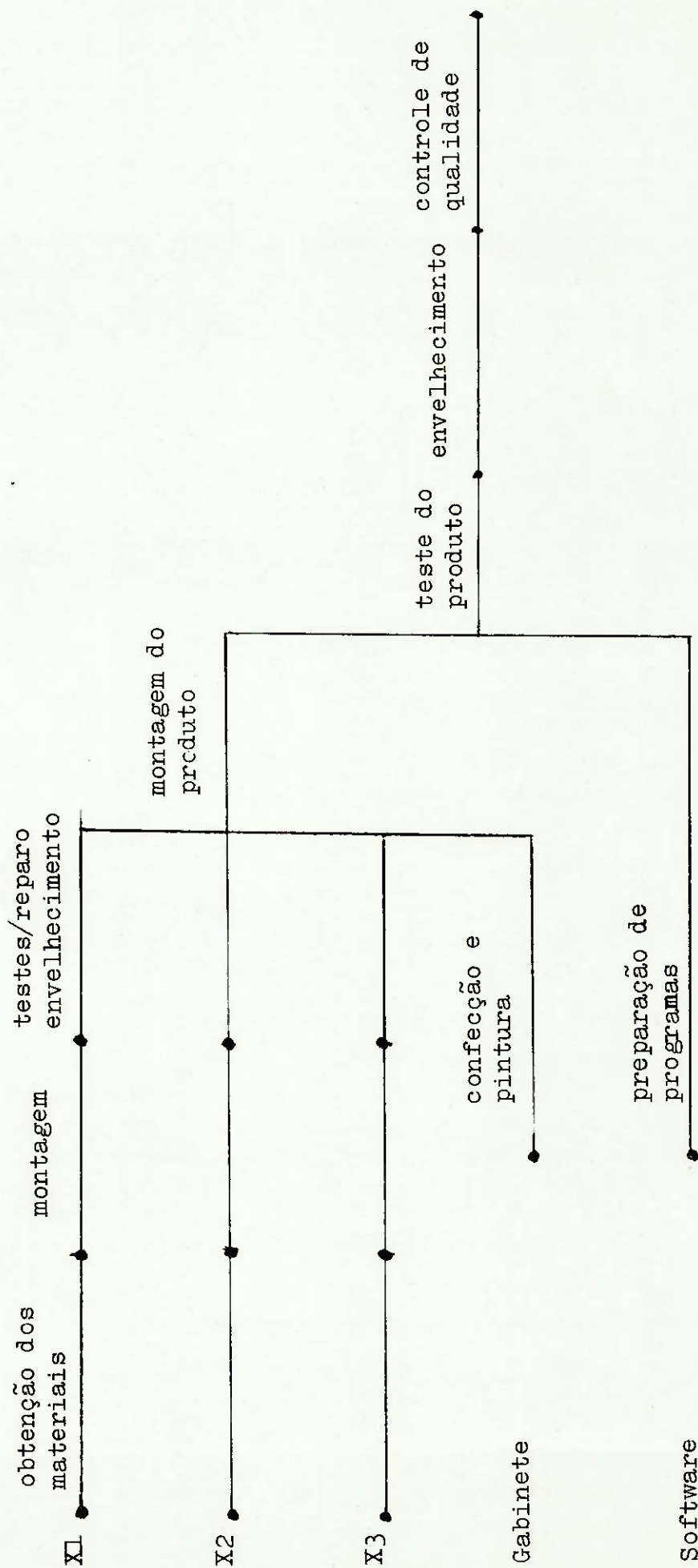


Figura 5.1 gráfico de montagem do produto X adaptado de: bibliog. nº1, fig. 7.7 .

processo \ módulos	X1	X2	X3
montagem elétrica	60 min	40 min	20 min
testes funcionais	15 min	1 min	1 min
* reparo	21 min	3 min	1 min
envelhecimento	48 h	48 h	48 h
montagem do produto	120 min		
testes funcionais	20 min		
* reparo	48 min		
envelhecimento	8 h		
controle de qualidade final	30 min		

Tabela 5.2 tempos de operação do produto X

* Os tempos utilizados para os consertos podem ser calculados pela porcentagem de defeitos e o tempo de conserto. Embora esse cálculo seja errado pela possibilidade de ocorrência de diversos tipos de defeitos, é única forma para estimativa inicial de tempos(tab.5.3).

módulos	% defeitos	tempo conserto	tempo reservado p/ conserto
X1	30%	70 min	21 min
X2	10%	30 min	3 min
X3	4%	30 min	1,2 min

Tabela 5.3 tempos de consertos dos módulos

No conserto do produto final, a porcentagem de defeitos é avaliado em 20% e utiliza-se 4 horas, portanto, o tempo reservado para o reparo do produto é de 48 minutos.

Foi verificado junto ao liberador que:

- o tempo para obtenção dos materiais é de 2 meses aproximadamente;
- a espera para a montagem dos módulos e dos produtos são por volta de 5 e 3 dias úteis respectivamente.

Recursos humanos:

- setor de montagem dos módulos: 8 operadoras;
- setor de montagem do produto: 4 operadores;
- setor de testes: 3 técnicos.

$$\begin{aligned} \text{tempo de fabricação} &= (5+5+3+1)\text{dias} + \left(\frac{120}{8} + \frac{120}{4} + \frac{42+98}{3}\right) * Q \text{ min} \\ &= 14 \text{ dias} + 92 * Q \text{ minutos} \end{aligned} \quad (5.1)$$

Q: quantidade do lote

5.1.1.2 Previsão de vendas

Pela falta de outras informações, a previsão de vendas é baseada essencialmente em registros de vendas realizadas.

São mostradas na tabela a seguir (tab. 5.4) as vendas ocorridas durante agosto 84 / julho 85.

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
vendas	35	40	38	38	44	40	42	38	44	40	42	45

tab. 5.4 vendas realizadas durante agosto 84 / julho 85.

transcrito dos registros de vendas da empresa

5.1.2 Definição do sistema de emissão de ordens

5.1.2.1 Considerações gerais

Na empresa atual, apesar de fabricar os produtos sob encomenda, é possível passar a produzir de forma repetitiva, pois:

- uma parte dos produtos tem projetos fixos e outra parte, apesar de serem diversificados, tem suas características definidas de acordo com as combinações de módulos específicos;
- a demanda da maioria dos produtos ou módulos tem perfil conhecido.

A seguir, são citados alguns sistemas de emissão de ordens possíveis, destacando os aspectos relevantes de cada um.

Para o tipo de produção desta empresa, pode-se basear em seguintes sistemas de emissão de ordens:

- estoque mínimo;
- estoque base;
- período padrão;
- lote padrão.

Os sistemas de estoque mínimo e estoque-base, por basearem em segurança em estoques, tem maior investimento em estoque que os demais. O estoque mínimo mantém um estoque médio de:

$$E_M = E_S + \frac{Q}{2} \quad ; \quad \begin{array}{l} E_S: \text{ estoque de segurança} \\ E_M: \text{ estoque médio} \\ Q : \text{ lote econômico} \end{array}$$

e o estoque-base mantém em estoque a diferença entre a quantidade máxima prevista de demanda e a quantidade produzida num período. Pelo porte da empresa e alto valor dos produtos e materiais utilizados, o uso de sistemas baseados em estoques é inviável, com exceção feita aos materiais de pouco valor e de uso comum entre os produtos.

O sistema de lote-padrão, por emitir ordens de produção sempre em quantidades iguais, goza de certas simplicidades, como o pré-cálculo de despesas, investimento de materiais e as cargas de trabalho. Porém, há várias características que impossibilita o uso deste sistema nesta empresa:

- as emissões de ordens não tem frequências determinadas e a compra de materiais são feitas separadas para ordens diferentes, o que não é conveniente para a empresa, pois uma parte significativa dos materiais são comuns entre os produtos fabricados, e além de requer mais trabalhos, não poderá obter descontos nos preços;
- há grande interdependência entre os setores, e como uma parte da produção é executada pela outra empresa, dificilmente poderá ter um bom entrosamento e qualquer atraso gera repercussões graves.

O sistema de carga, a princípio, é mais condizente ao tipo de produção desta empresa, porém, pela dificuldade e longos prazos para obtenção de materiais, torna-se incompatível, pois os prazos para a entrega dos produtos serão longos e incertos, como ocorre atualmente.

5.1.2.2 Definição do sistema de emissão de ordens

Pelas considerações anteriores, o sistema de emissão de ordens para esta empresa será baseado no sistema do período -padrão, cujas principais características serão definidas em seguida, através da figura 5.5 :

- período de emissão de ordens

O período de emissão de ordens pode ser baseado em dias, semanas ou meses. Como as unidades demandadas dos produtos são em números diminutos, o período de referência mais apropriado é de um mês;

- para fabricar um lote de produtos, inicia-se com a emissão de ordem para a fabricação dos módulos($t = k$) ao liberador. E junto à ordem, são fornecidas as listas de materiais, deixando ao liberador o encargo de requisitar a compra de materiais necessários à fabricação e liberação da ordem;

- a quantidade do lote de produção é baseada na previsão de demanda no decorrer do 2º período subsequente à emissão de ordem para a fabricação dos módulos($t = k+1$ a $t = k+2$);

- as ordens de preparação do produto e do programa são emitidas aos setores de testes e de software respectivamente, porém, somente depois de ter os clientes identificados, ou seja, depois de ocorridos 2 períodos desde a emissão de ordem para fabricação dos módulos($t = k+2$). Essa consideração tem a finalidade de controlar os pedidos de produção por cliente, identificando suas encomendas com o lote em fabricação, possibilitando desta forma, em informar aos clientes sobre a situação dos seus produtos na produção;

- a compra de materiais de baixo custo e de uso comum será baseada no sistema do estoque mínimo.

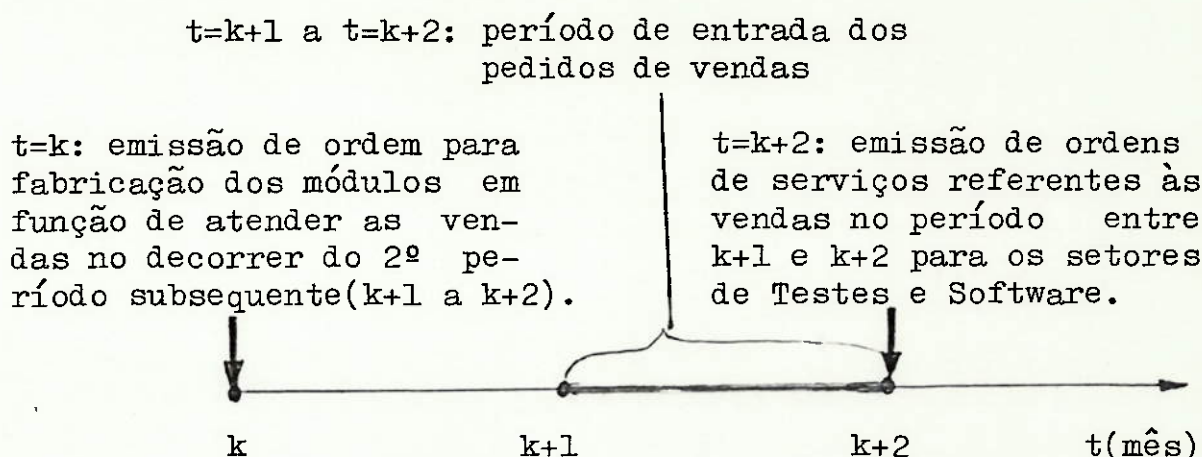


Figura 5.5 características do sistema de emissão de ordens proposto.

Elaborado pelo autor.

5.1.3 Verificação do sistema de emissão de ordens proposto em relação a vários planos de produção

Aqui são feitas algumas verificações do comportamento do sistema de emissão de ordens proposto para vários planos de produção. Para a ocorrência de vendas serão utilizados como referência os dados da figura 5.4 .

1ª verificação:

Plano de produção: produzir 40 unid./mês com alterações caso houver divergências grandes entre o plano de produção e as vendas ocorridas.

Tempo necessário para fabricação de 40 unidades, segundo a expressão 5.1 :

$$T_{40} = 14\text{dias} + 92 \cdot Q \text{ minutos}$$

$$= 14\text{dias} + 92 \cdot 40 \text{ minutos} = 14 \text{ dias} + 3680 \text{ minutos}$$

Como são 5 dias/semana de trabalho e 9 horas/dia de trabalho e admitindo uma tolerância pessoal de 5% e de fadiga, 5%, resulta 8 horas/dia de trabalho efetivo. Então:

$$T_{40} = 14 \text{ dias} + 8 \text{ dias} = 22 \text{ dias úteis} \approx 1 \text{ mês}$$

É mostrada a seguir a tabela de verificação (tab.5.6):

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Plano de produção	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Vendas	35	40	38	38	44	40	42	38	44	40	42	45
Saldo período	5	0	2	2	-4	0	-2	2	-4	0	-2	-5
Saldo total	5	5	7	9	5	5	3	5	1	1	-1	-6
Não atendimento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
Vendas antecip.	-	5	5	7	9	5	5	3	5	1	1	0

Tabela 5.6

Tabela de verificação para o plano de produzir 40 unid./mês

O saldo dos produtos de um período não serão estocados, pois podem ser entregues aos clientes do período seguinte, antecipando desta forma, a venda e a fatura.

O resultado mostra que:

- 7 unidades do produto não são atendidas no prazo, e as entregas atrasam em média um mês;
- 46 unidades foram entregues antecipadamente, adiantando em média um mês.

Obviamente, no 11º período, quando é verificado o decréscimo do saldo total e não atendimento, há necessidade de alteração do plano de produção, que teria efeito somente no 13º período.

2ª verificação

Plano de produção: produzir 35 unid./mês com alterações se houver divergências grandes entre o plano de produção e as vendas.

Tempo necessário para fabricação de 35 unidades, segundo a expressão 5.1 :

$$T_{35} = 14 \text{ dias} + 92 \cdot 35 \text{ min} \approx 21 \text{ dias úteis}$$

Observa-se que a variação da quantidade do lote de fabricação não altera de forma significativa o tempo de fabricação.

É mostrada a seguir a tabela de verificação (tab.5.7):

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Plano de produção	35	35	35	40	40	40	45	45	45	45	45	45
Vendas	35	40	38	38	44	40	42	38	44	40	42	45
Saldo do período	0	-5	-3	2	-4	0	3	7	1	5	3	0
Não atendimento	0	5	8	6	4	10	7	0	0	0	0	0
Saldo total	0	-5	-8	-6	-10	-10	-7	0	1	6	9	9
Vendas antecip.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	9

Tabela 5.7 Tabela de verificação para o plano de produzir 35 unidades/mês inicialmente.

Verificou-se que foram necessários vários períodos para que a situação se estabilize, devida a subestimação da demanda no início.

3ª Verificação

Plano de produção: Produzir 45 unidades/mês com alterações se houver divergências grandes entre o plano de produção e as vendas.

Tempo necessário para fabricação de 45 unidades, segundo a expressão 5.1 :

$$T_{45} = 14 \text{ dias} + 92 \cdot 45 \text{ min} \approx 23 \text{ dias úteis}$$

É mostrada a seguir a tabela de verificação (tab. 5.8):

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Plano de produção	45	45	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Vendas	35	40	38	38	44	40	42	38	44	40	42	45
Saldo período	10	5	2	2	-4	0	-2	2	-4	0	-2	-5
Não atendimento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saldo total	10	15	17	19	15	15	13	15	11	11	9	4
Vendas antecip.	-	10	15	17	19	15	15	13	15	11	11	9

Tabela 5.8 Tabela de verificação para o plano de produzir 45 unidades/mês inicialmente.

Elaborado pelo autor.

Ao superestimar as vendas no início, foi conseguido um bom desempenho pelas vendas antecipadas durante os períodos verificados; o problema de não atendimento não existe, como também o estoque das unidades excedentes, pois o saldo total manteve sempre menor que as vendas do período seguinte. Resta estabelecer os parâmetros limitativos que só poderão ser conseguidos com uma série histórico maior para cada item, aonde teríamos a dis-

tribuição de probabilidades mais real.

5.1.4 Considerações finais sobre a emissão de ordens

Em relação ao sistema de emissão de ordens proposto:

- a escolha e definição foi baseado em um produto com padrões fixos. E em relação aos produtos com diferenciações, os procedimentos para a emissão de ordens são iguais aos do sistema definido, exceto que o plano de produção deve ser baseado na previsão de demanda dos módulos ao invés dos produtos;
- quanto às verificações feitas anteriormente, as pequenas variações nas quantidades dos lotes de produção certamente não implicariam em horas extras, pois as mãos-de-obras são superdimensionadas;
- a escolha não levou em consideração sobre os recursos financeiros disponíveis, porém, ressalta-se que no acerto de contrato, há um adiantamento de 25% do valor do produto encomendado;
- a mudança do sistema atual para o proposto deve ser lenta, pois ao reduzir o prazo de entrega em média de 2 meses em relação ao atual, haveria de incrementar à produção uma quantidade de correspondente à média de vendas de 2 meses.

5.2 Estudo de tempos

Para o planejador, é necessário ter à disposição os padrões de tempos para estimar o tempo de processamento e avaliar a capacidade e desempenho dos setores produtivos. Como a empresa não possui nenhuma informação referentes aos padrões de tempos, cabe a avaliação pessoal dessas informações com pouca base concreta, gerando desta forma, distorções da realidade da produção. Portanto, torna-se necessário o estudo de tempos para as diversas tarefas da produção.

O estudo de tempos é tratado de formas diferentes em 2 setores:

- setor de testes;
- setor de montagem dos módulos.

5.2.1 Setor de testes

As funções deste setor são:

- testes de módulos;
- conserto dos módulos;
- preparação para envelhecimento dos módulos/produtos;
- testes dos produtos.

Para obtenção de tempos, o método mais apropriado é a de cronometragem, sendo que a utilização de sistemas de tempos sintéticos é inadequado porque a maioria das tarefas desse setor tem que obedecer a uma lista longa de procedimentos

Pela semelhança das tarefas, é feito o estudo em 2 partes:

1. testes e preparações - operações definidas;
2. reparos - operações indefinidas.

5.2.1.1 Testes e preparações

Nos testes de módulos ou produtos, os técnicos tem que obedecer aos procedimentos determinados pelos engenheiros do produto. Para a medição de tempos, é necessário fazer o detalhamento

do procedimento escrito, dividindo a operação em elementos. Por exemplo:

Teste da placa principal do registrador digital

Parte da descrição do procedimento:

- conectar a leitora ao placa principal através do conector óptico;
- iniciar a placa principal digitando na leitora a seguinte sequência de comandos: 290,300,310,320;
- ligar o gerador de pulsos.

Divisão da operação em elementos:

- levar os conectores da leitora até a placa principal;
- conectar a leitora na placa principal;
- alcançar o teclado;
- digitar 2, 9, 0, enter;
- digitar 3, 0, 0, enter;
- digitar 3, 1, 0, enter;
- digitar 3, 2, 0, enter;
- alcançar o gerador de pulsos;
- ligar o gerador de pulsos.

Para a coleta e registro de dados, existe 3 métodos mais comuns para a leitura do cronômetro*:

- leitura contínua;
- leitura repetitiva;
- leitura acumulada.

É escolhido o método de leitura contínua, pois:

- para a leitura acumulada, o material de cronometragem é de difícil de aquisição;
- tanto na leitura repetitiva como na acumulada, requer um observador bem treinado para operar com cronômetro;

* Para maiores detalhes, ver página 282 da bibliog. nº 3.

- na leitura repetitiva, a cada fim de um elemento da operação, o observador tem que fazer simultaneamente a leitura do cronômetro e o aperto do botão zerador, e o movimento deste último não pode ser considerado como instantâneo.

No método de leitura contínua, o observador começa a cronometragem no início do primeiro elemento e mantém o cronômetro em movimento durante o período em estudo. O observador verifica a leitura do cronômetro ao fim de cada elemento e registrar essa leitura na folha de observações. E o tempo para cada elemento é determinado por subtração (fig. 5.9).

Elementos	1	2	3	4
1. Levar os conectores da leitora até a placa principal	5	3		
	5	34		
2. Conectar a leitira na placa principal	13	11		
	18	45		
3. alcançar o teclado	2	5		
	20	50		

tempo do elemento

tempo corrido

fig. 5.9 parte da folha de observações para a operação " teste da placa principal do registrador digital".

Adaptado da figura 216 da bibliografia nº 3.

Número de ciclos a ser cronometrados

O tempo requerido à execução dos elementos de uma operação varia ligeiramente de ciclo para ciclo, e admitindo-se que essas variações no tempo entre as observações são aleatórias. Portanto, é necessário ter um número suficiente de ciclos cronometrados que torne representativos os resultados obtidos. Para obter o número de ciclos necessários, é dada a seguinte fórmula para o nível de confiança de 95% e erro relativo de $\pm 5\%$ *:

* As deduções de fórmulas: bibliografia nº 3, página 285.

$$N' = \left(\frac{40 \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (5.2) \quad \text{ou}$$

$$N' = \left(\frac{40 N}{\sum x} \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2 / N}{N - 1}} \right)^2 \quad (5.3)$$

onde:

N = número efetivo de observações do elemento,

x = tempos medidos para o elemento,

N' = número necessário de observações.

A fórmula 5.3 tende a ser mais precisa do que 5.2 quando o número de ciclos cronometrados decresce.

Avaliação do ritmo

Além de registrar os tempos, o observador tem que comparar o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal. Posteriormente, este fator de ritmo será aplicado ao tempo selecionado a fim de obter-se o tempo normal para a operação.

Há diversos métodos de se chegar à avaliação do ritmo, dentre eles:

- determinação de um fator de ritmo para a operação considerada como todo, ou seja, determinar o nível médio de execução com o qual o operador trabalhava durante a coleta de dados;
- determinação do fator de ritmo para cada elemento da operação.
- avaliação do ritmo para cada elemento no instante em que este for cronometrado. Este método é muito difícil de ser aplicado, a não ser que os elementos sejam relativamente longos.

Para as operações dos testes, o 2º método é mais adequado.

A figura 5.10 mostra o exemplo de folha de observação.

FOLHA DE OBSERVAÇÕES											tempo médio	tempo selecionado	ritmo (%)	tempo normal	
Operação: teste da placa principal produto: RDTD setor: data:															
Elementos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1. levar os conectores da leitora até a placa principal e conectá-la	13	12	13	12								12,5	12,5	95%	11,9
	13	45	22	37											
2. digitar 290, 300, 310, 320	9	8	9	9								8,75	8,8	110	9,7
	22	53	31	46											
3. ligar o gerador de pulsos	6	6	7	6								6,25	6,3	90	5,7
	28	59	38	52											
4.	.	.													
5.	.	.													
6.	.	.													
7.	.	.													
8.	.	.													
9.	.	.													
10.	.	.													

* medida em segundos. tempo normal: $\sum t.n.\text{elementos}$
Tolerâncias : 10%
Tempo- padrão = $\frac{\text{tempo normal}}{1 - \text{tol.}}$

Figura 5. 10 Exemplo de folha de observações para obtenção dos tempos de testes.

Adaptado das folhas de observações da bibliografia nº 3.

5.2.1.2 Reparo de módulos

O conserto de módulos pode ser considerado como a tarefa que ocupa maior tempo dos técnicos.

Os dados necessários para o cálculo de tempos de consertos são:

- a frequência relativa de módulos defeituosos;
- o tempo necessário para o conserto de um módulo.

Salienta-se que o estudo de tempos nessa tarefa tem a finalidade de calcular o tempo necessário a reservar para o conserto de módulos.

a. Frequência relativa de módulos defeituosos

Esta parte tem a finalidade de estimar o número médio e máximo de defeituosos para um lote de produção.

Para que este estudo de tempos seja menos complexa e possível de ser realizado, são admitidas as seguintes hipóteses:

- para um módulo, embora possa ocorrer nele vários tipos de defeitos, são considerados somente alguns defeitos mais comuns;
- considerar que defeitos são independentes entre si, ou seja, para um mesmo módulo, pode ocorrer simultaneamente 2 tipos de defeitos;
- para conserto de módulos com mesmos defeitos, os técnicos seguem a mesma linha de raciocínios.

Quanto à frequência relativa de defeitos p da população de módulos, que é desconhecido, pode utilizar o valor da frequência relativa amostral de defeitos p' como uma aproximação. Inicialmente, quando a amostra é pequena, o erro pode ser significativo, porém, a medida que a produção acumulada aumenta, o p' tende ao valor de p e erro de aproximação tende a zero.

Para um lote de módulos a serem fabricados, o valor de p' de referência pode ser calculado a partir dos módulos já produ-

zidos. Por exemplo:

1º lote. quantidade: 50, nº de defeitos: 3

$$p' = 0,06$$

2º lote. p' de referência = 0,06

quantidade: 60 , nº de defeitos: 4

$$p' = \frac{3 + 4}{110} = 0,0636$$

3º lote. p' de referência = 0,0636

quantidade: 60 , nº defeitos: 3

$$p' = \frac{3 + 4 + 3}{170} = 0,0588$$

Se houver mudanças no processo de fabricação de módulos ou alterações significantes nos componentes, deve abandonar os valores registrados anteriormente.

Para estimar o número máximo de módulos com defeitos, pode utilizar um limite superior com a probabilidade acumulada de 0,8 , ou seja, a probabilidade de número de defeitos ser maior que o número estimado é de 20%.

Em relação ao número de amostras, pode ter 2 situações:

1. $n \cdot p' \geq 5$ e $n(1 - p') \geq 5$;

2. $n \cdot p' < 5$ ou $n(1 - p') < 5$. n : número de amostras
 p : frequência relativa amost.

1. $n \cdot p' \geq 5$ e $n(1 - p') \geq 5$

Neste caso, pode aproximar a distribuição binomial pela normal. Procedimento para cálculo do número máximo de módulos com defeitos $k_{\text{máx}}$:

$$k_{\text{máx}} = \bar{k} + Z_{0,2} * \sigma \quad \sigma: \text{desvio-padrão da população}$$

$$\text{como: } t_{n-1} = Z * \frac{\sigma}{s} \quad s: \text{desvio-padrão da amostra}$$

$$\text{segue: } Z * \sigma = t_{n-1} * s$$

Portanto: $k_{\text{máx}} = \bar{k} + t_{n-1;20\%} * s$

onde: $\bar{k} = n.p'$ e $s = \sqrt{n(1 - p')p'}$

Resulta: $k_{\text{max}} = n.p' + t_{n-1;20\%} * \sqrt{n(1 - p')p'}$

2. $np' < 5$ ou $n(1 - p') < 5$

A probabilidade de ocorrência de k defeitos é dado por:

$$P(k) = \binom{n}{k} p'^k (1 - p')^{n-k} ,$$

e o valor de $k_{\text{máx}}$ a ser utilizado é tal que:

$$\sum_{k=1}^{k_{\text{máx}}} P(k) \geq 0,8 \quad (\text{figura 5.11})$$

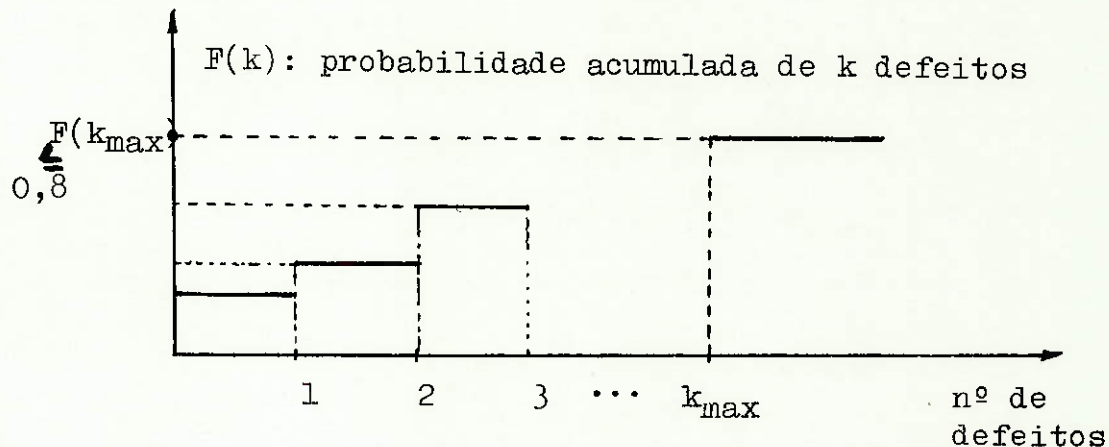


figura 5.11 Gráfico de probabilidade acumulada

b. Tempo de reparo de módulos

O objetivo é determinar o tempo necessário para o conserto dos módulos, e será baseado nos dados dos registros de consertos (fichas de registro de conserto).

É admitido que o tempo de conserto tenha uma distribuição normal, considerando que, para um mesmo tipo de defeito, os t_{éc}

nicos seguem os passos semelhantes para localizá-lo.

Para o cálculo do tempo de conserto deve incluir a segurança, estimando um valor máximo ao invés de valor médio. Considerar o tempo máximo estimado seja tal que a probabilidade de um valor de tempo de conserto ser maior seja de 20%.

O cálculo do tempo resume-se em seguinte:

$$T_{\text{máx}} = \bar{T} + Z_{0,2} * \sigma, \quad \bar{T}: \text{tempo de conserto médio baseado nas amostras anteriores}$$

como: $Z * \sigma = t_{n-1} * s$,

então:

$$T_{\text{máx}} = \bar{T} + t_{n-1;20\%} * s$$

Tendo $T_{\text{máx}}$ e $k_{\text{máx}}$, o cálculo do tempo máximo a reservar para o conserto é:

$$TT_{\text{max}} = T_{\text{max}} * k_{\text{max}}$$

com a média: $\overline{TT} = \bar{T} * \bar{k}$

Para maior esclarecimento dos procedimentos de cálculo, é dado o seguinte exemplo:

* Cálculo de tempo total de conserto para um lote de 20 unidades do módulo X1.

Registros anteriores:

- quantidades produzidas: 100
- " com defeito A : 5
- " com defeito B : 8
- tempo de conserto A: $\bar{T}_A = 60$ min. ; $s_{T_A} = 15$ min.
- " " " B: $\bar{T}_B = 40$ min. ; $s_{T_B} = 12$ min.

Portanto, tem-se:

$$n = 20 ; p_A^1 = 0,05 ; p_B^1 = 0,08$$

- cálculo do número máximo de módulos com defeitos.

$$P(k) = \binom{n}{k} p^k (1 - p)^{n-k}$$

$$P_A(k) = \binom{20}{k} p_A^k (1 - p_A)^{20-k} = \binom{20}{k} 0,05^k * 0,95^{20-k}$$

$$P_B(k) = \binom{20}{k} 0,08^k * 0,92^{20-k}$$

O cálculo dos valores de $P_A(k)$ e $P_B(k)$ serão mostrados na tabela abaixo (tab.5.12):

prob. nº de defeitos	prob. A	prob. acum. de A	prob. B	Prob. acum. de B
0	0,359	0,359	0,189	0,189
1	0,377	0,736	0,328	0,517
2	0,189	0,925	0,271	0,788
3			0,141	0,929

tabela 5.12 cálculo de probabilidades para obter o valor de $k_{\text{máx}}$.

Elaborado pelo autor

* para o defeito A: A probabilidade de k ultrapassar de 2 é de $(1 - 0,925)$ ou 7,5% ;

* para o defeito B: A probabilidade de k ultrapassar de 3 é de $(1 - 0,929)$ ou 7,1% .

- cálculo do tempo de conserto individual.

para o defeito A: o número de defeitos registrados é 5, portanto, $n-1=4$ e $t_{4;20\%} = 1,005$ (valor obtido através da interpolação, pela tabela de distribuição t de Student).

para o defeito B: o número de defeitos registrados é 8, portanto, $t_{7;20\%} = 0,945$ (valor obtido através da interpolação, pela tabela de distribuição t de Student).

$$* T_{\text{máxA}} = 60 + 1,005 \cdot 15 = 75 \text{ minutos}$$

$$* T_{\text{máxB}} = 40 + 0,945 \cdot 12 = 51 \text{ minutos}$$

Portanto, o tempo máximo de conserto estimado é:

$$\begin{aligned} TT_{\text{máx}} &= k_{\text{máxA}} \cdot T_{\text{máxA}} + k_{\text{máxB}} \cdot T_{\text{máxB}} = \\ &= 2 \cdot 75 + 3 \cdot 51 = 303 \text{ minutos.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e o tempo médio: } TT &= n(p_A \cdot T_A + p_B \cdot T_B) = \\ &= 20(0,05 \cdot 60 + 0,08 \cdot 40) = 124 \text{ minutos.} \end{aligned}$$

ou um único tipo de componente, caso existir grande quantidade deste no módulo;

- cada operadora recebe uma placa montada de amostra ou um mapa do circuito para orientar a montagem;
- no fim de cada submontagem, há trocas de placas para que os módulos sejam completados por etapas;
- os componentes necessários à montagem são inicialmente requisitados ao almoxarifado geral e colocados em alimentadores na mesa de montagem.

É mostrado a seguir o arranjo físico do local de trabalho (figura 5.13) e o gráfico de operações (figura 5.14), ressaltando que neste último, a mão esquerda tem a função de segurar a placa de circuito impresso e a solda.

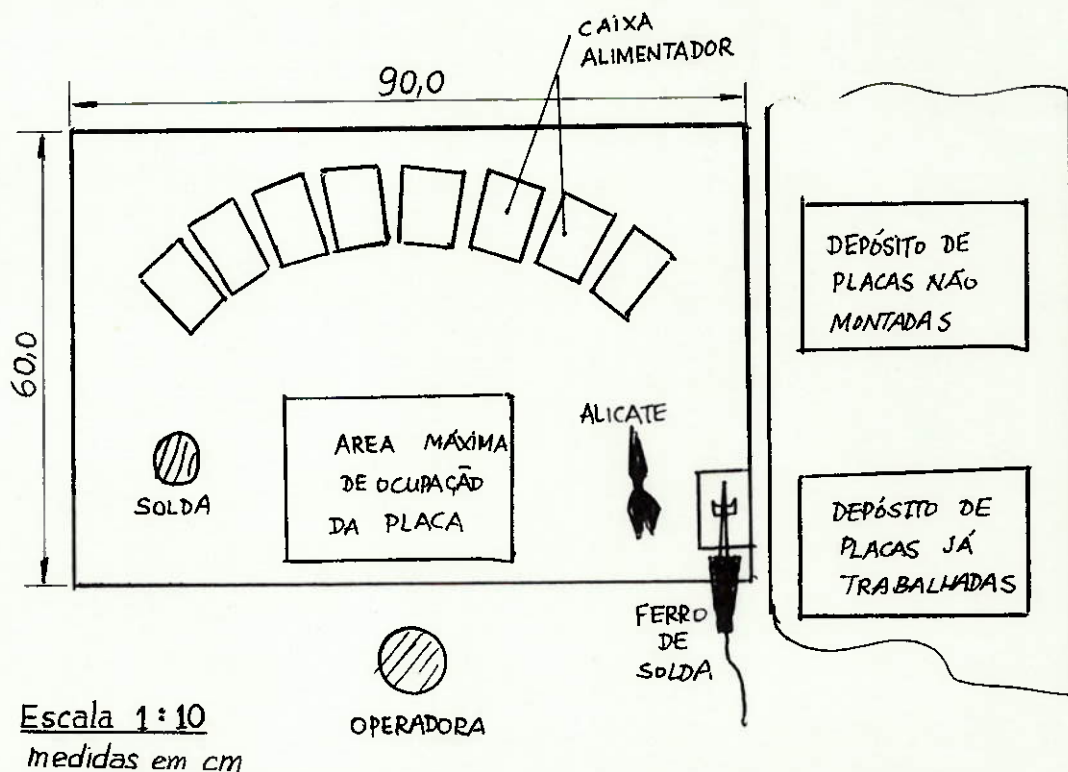


figura 5.13 Arranjo físico do local de trabalho elaborado pelo autor.

5.2.2 Setor de montagem dos módulos

Apesar deste setor pertencer à empresa coligada, o estudo de tempos é importante, pois:

- a produção da empresa já atinge um nível tal que ocupa cerca de 40% da capacidade total deste setor;
- ocorre frequentemente atrasos de liberação para a montagem dos módulos da empresa, devido principalmente às prioridades dadas aos produtos da empresa coligada, que utiliza o mesmo serviço.

Portanto, há possibilidade desta empresa em alocar uma parte deste setor, ou exercer controle sobre ele.

5.2.2.1 Análise das operações

A montagem dos módulos consiste em fixar e soldar os componentes eletrônicos nas placas de circuito impresso.

Devido ao grande número de componentes e operações na montagem de um módulo, é conveniente agrupar os componentes pelas semelhanças de formas e dimensões ou pela quantidade utilizada nos módulos.

O agrupamento de componentes pode ser da seguinte forma:

Grupo A: resistores, capacitores tubulares e diodos;

Grupo B: capacitores axiais, led's e transístores;

Grupo C: circuitos integrados;

Grupo D: relês, fusíveis e conectores;

Grupo E: transformadores e outros.

As tarefas são distribuídas e executadas de seguinte forma:

- cada operadora é designado a montar um grupo de componentes ,

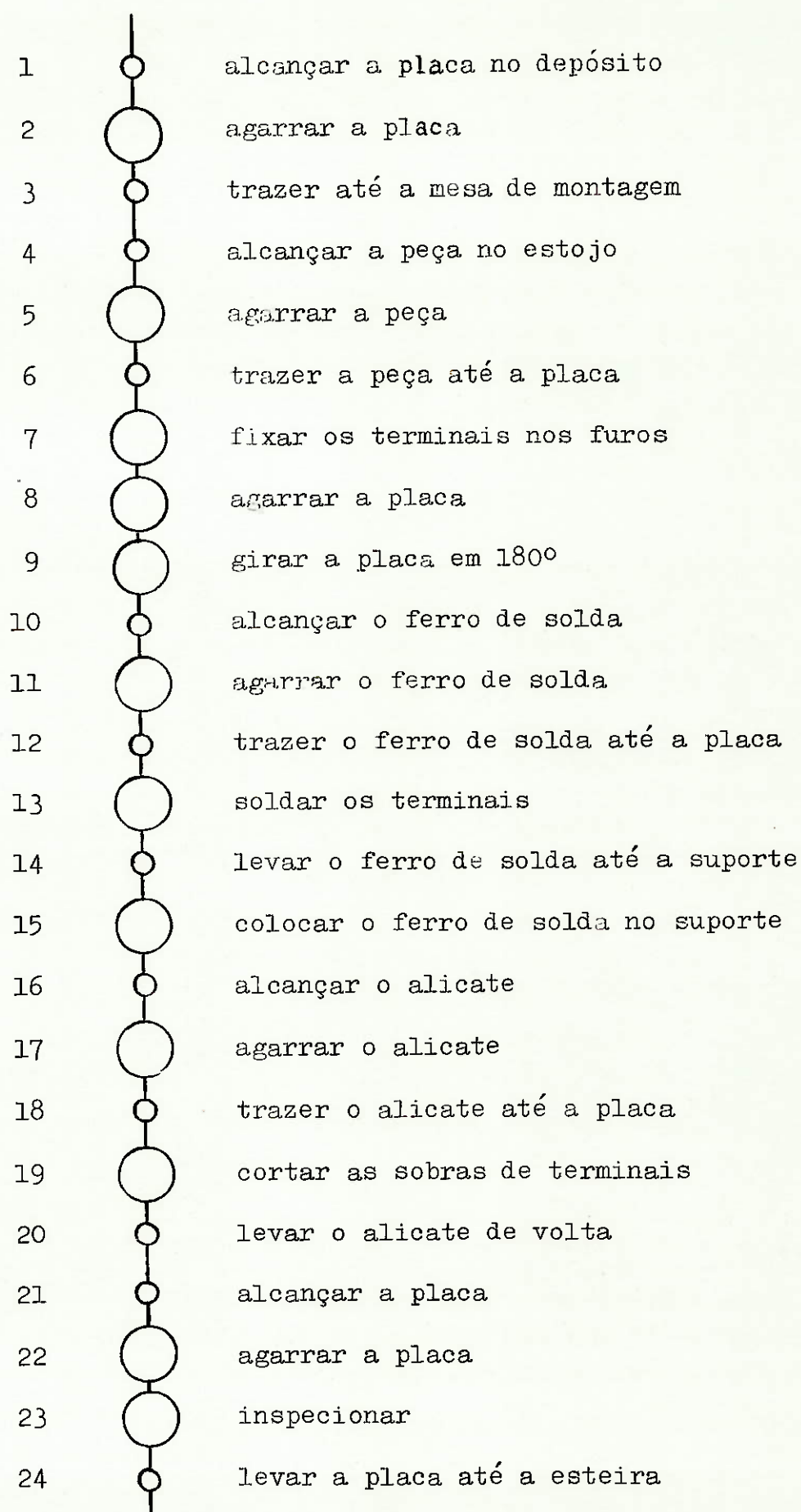


Figura 5.14 gráfico de operações para a montagem do módulo

Para a obtenção dos tempos, os métodos a serem utilizados podem ser baseados na cronometragem ou sistemas de tempos sintéticos. É descrito inicialmente os procedimentos para a cronometragem e em seguida o sistema MTM (methods-time measurement).

5.2.2.2 Medida de tempos por cronometragem

Para medir os tempos das operações é conveniente dividir a operação em elementos mensuráveis e compatíveis com a medida precisa, e separar os elementos variáveis dos constantes. Baseando no gráfico de operações da figura 5.14, a operação pode ser dividido em seguintes elementos:

1. Obter a placa no depósito e trazê-la até o local de montagem.
2. Obter a peça eletrônica no estojo, trazê-la até a placa e fixá-la na placa.
3. Agarrar a placa e girá-la em 180° .
4. Obter o ferro de solda e trazê-lo até a placa.
5. Soldar os terminais.
6. Levar o ferro de solda de volta.
7. Obter o alicate e trazê-lo até a placa.
8. Cortar as sobras de terminais.
9. Levar o alicate de volta.
10. Inspeccionar a placa e levá-la até a esteira.

Os elementos 2, 5, e 8 são variáveis, sendo que:

- o elemento 2 depende da quantidade e tipos de peças;
- o elemento 5 depende de número de terminais a serem soldados;
- o elemento 8 depende de número de terminais a serem cortados.

O elemento 2, por depender do tipo de peças, pode ser subdividido.

Para a coleta e o registro de dados, é utilizado o método de leitura contínua, pois o tempo da operação de montagem de um módulo é relativamente longo, e com a leitura repetitiva, o trabalho torna mais cansativo ao observador.

Em relação ao fator de ritmo, deve ser determinado para cada elemento selecionado.

Na figura 5.15, é mostrado um exemplo de folha de observação. Os dados de tempos normais dos elementos permite não somente o cálculo do tempo-padrão da montagem de um módulo, como também os tempos-padrão de outros módulos, pois os elementos são praticamente iguais.

Folha de observações										TEMPO TOTAL	TEMPO MÉDIO	TEMPO SELECIONADO	AVALIAÇÃO DO TEMPO	TEMPO NORMAL	
Elementos	unid. por elem.	1	2	3	4	5	6	7	8						
1. obter a placa e trazê-la até o local de montagem	1	8,0													
		8,0													
2.1. obter a peça e trazê-la até o local de montagem e fixá-la na placa.	10	30,0													
		38,0													
2.2. obter a capacitor e trazê-la até o local de montagem e fixá-la na placa.	5	20,0													
		58,0													
2.3. obter o diodo e trazê-la até o local de montagem e fixá-la na placa.	5	24,0													
		22,0													
3. Agarrar a placa e girá-la em 180°	1	3,0													
		25,0													
4. obter o ferro de soldar e trazê-la até a placa	1	5,0													
		30,0													
Tolerância = 10% (pessoal +) fadiga										tempo-padrão = $\frac{\sum \text{tempos normal}}{0,9}$					

Figura 5.15 folha de observação para a montagem do módulo adaptado de bibliografia nº 3.

5.2.2.3 Sistema MTM (methods-time measurement)

Esse sistema define-se como o procedimento que analisa qualquer operação manual ou método em movimentos básicos requeridos para sua execução, associando a cada movimento um tempo sintético determinado pela natureza do movimento e pelas condições sob as quais ele é executado.

É definido inicialmente o arranjo físico do local de trabalho detalhado (fig. 5.16 e 5.17)

Descrição da operação em movimentos básicos:

1. Alcançar a placa a ser trabalhada no depósito.
2. Agarrar a placa.
3. Mover a placa até a área de montagem.
4. Soltar.
5. Deslocamento do olhar para o módulo amostra (ou mapa do circuito).
6. Focalização do componente a ser montado.
7. Alcançar a peça no alimentador.
8. Agarrar a peça.
9. Mover a peça até a placa do circuito impresso.
10. Mover a peça até a posição exata de montagem.
11. Posicionar
12. Soltar.
13. Alcançar a borda da placa.
14. Agarrar a placa pela borda.
15. Levantar a placa até uma altura de $\approx 10\text{cm}$.
16. Girar a placa em 180° .
17. Colocar a placa na mesa.
18. Soltar.
19. Alcançar o ferro de solda.
20. Agarrar o ferro de solda.
21. Levar o ferro de solda até a placa.

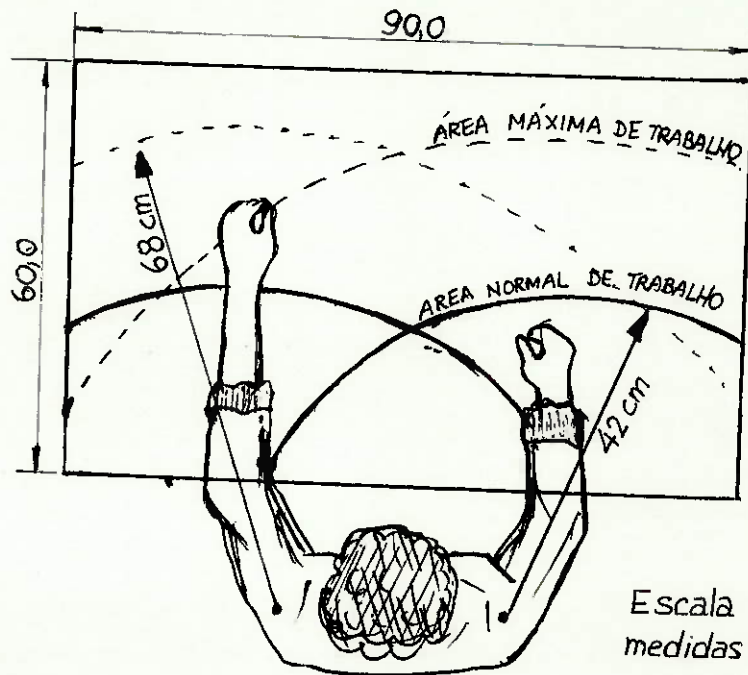
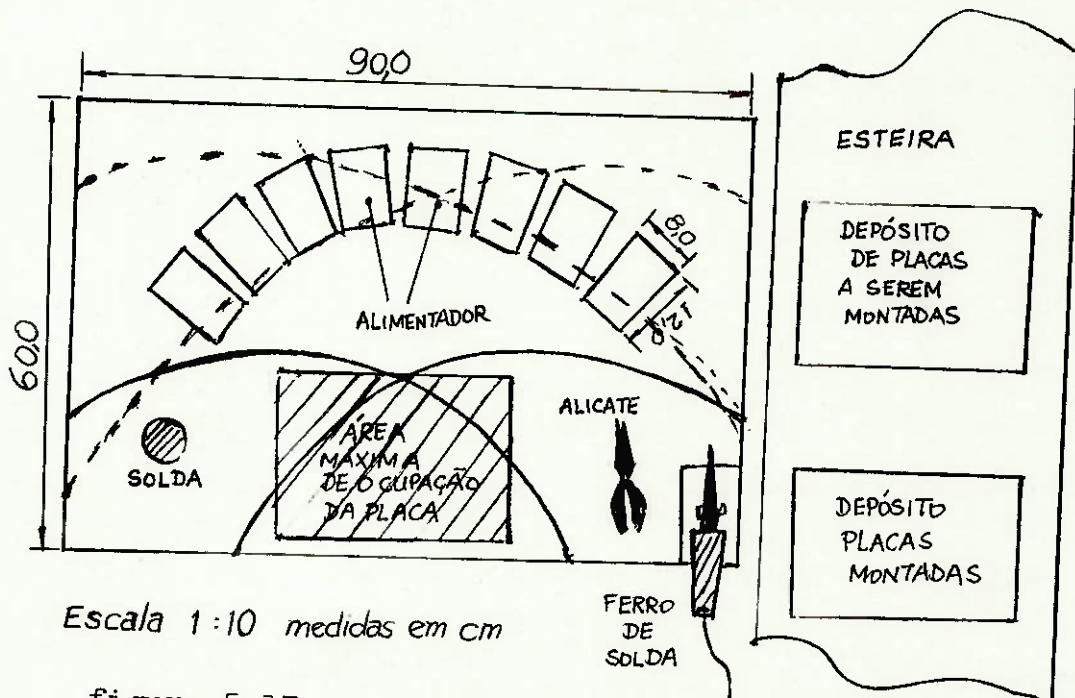


figura 5.16

Dimensões das áreas normal e máxima de trabalho para a montagem dos módulos.

Adaptado do livro nº 3 da bibliografia

Escala 1:10
medidas em cm



Escala 1:10 medidas em cm

figura 5.17 Arranjo físico do local de trabalho detalhado de montagem dos módulos.

Elaborado pelo autor.

22. Mover o ferro de solda até o terminal a ser soldado.
23. Soldar o terminal.
24. Levar o ferro de solda até o suporte.
25. Fixar o ferro de solda no suporte.
26. Soltar.
27. Alcançar o alicate.
28. Agarrar o alicate.
29. Levar o alicate até a placa.
30. Mover o alicate até o terminal a ser cortado.
31. Cortar o terminal.
32. Levar o alicate de volta.
33. Soltar.
34. Alcançar a borda da placa.
35. Agarrar a placa pela borda.
36. Girar a placa em 30° .
37. Inspeccionar.
38. Levar a placa até o depósito.
39. Posicionar.
40. Soltar.

Determinação dos tempos

A determinação dos tempos é baseada nas tabelas de tempos sintéticos do sistema MTM. E para simplificação, são utilizadas as distâncias médias ou máximas para os elementos mover e alcançar, pois as operações sobre a placa não tem pontos definidos e os alimentadores não dispõe sempre os mesmos materiais.

1. Alcançar a placa a ser trabalhada no depósito. R20C

$$d = 50 \text{ cm}; t_1 = 19,8 \text{ TMU}$$

2. Agarrar a placa pela borda. G1C3

a borda da placa pode considerado como um objeto de dimensões pequenas.

$$t_2 = 10,8 \text{ TMU}$$

3. Mover a placa até a área de montagem. M20B

$$d = 50 \text{ cm} ; t_3 = 18,2 \text{ TMU}$$

4. Soltar. RL1

$$t_4 = 2,0 \text{ TMU}$$

5. Deslocamento do olhar para o módulo amostra. ET12/10

$$T_{\text{máx}} = 30 \text{ cm} ; t_5 = \frac{15,2 * T}{D} = 18,2 \text{ TMU}$$

$$D_{\text{máx}} = 25 \text{ cm} ;$$

6. Focalização do componente a ser montado. EF

$$t_6 = 7,3 \text{ TMU}$$

7. Alcançar a peça no alimentador. RL6C

$$d = 40 \text{ cm} ; t_7 = 17,0 \text{ TMU}$$

8. Agarrar a peça. GLC3

a maioria das peças tem forma cilíndrica e diâmetros menores que 1/4" ; $t_8 = 10,8 \text{ TMU}$

9. Mover a peça até a placa. M16B

$$d = 40 \text{ cm} ; t_9 = 15,8 \text{ TMU}$$

10. Mover a peça até a posição exata da montagem. M2C

$$\text{a distância é desprezível; } t_{10} = 2,0 \text{ TMU}$$

11. Posicionar. P2SSD

as peças são semisimétricas; o manuseio é difícil e o ajuste é justo; $t_{11} = 25,3 \text{ TMU}$

12. Soltar. RL1

$$t_{12} = 2,0 \text{ TMU}$$

13. Alcançar a borda da placa. R8A

$$d_{\text{máx}} = 20 \text{ cm} ; t_{13} = 7,9 \text{ TMU}$$

14. Agarrar a placa pela borda. G1C3

$$t_{14} = 10,8 \text{ TMU}$$

15. Levantar a placa até uma altura de 10 cm. M4B

$$t_{15} = 6,9 \text{ TMU}$$

16. Girar a placa em 180° . S180

considerar o peso da placa menor que 2 libras, ou seja ,
0,9072 kg ; $t_{16} = 9,4 \text{ TMU}$

17. Colocar a placa na mesa. M4A

$$d_{\text{máx}} = 10 \text{ cm} ; t_{17} = 6,1 \text{ TMU}$$

18. Soltar. RL1

$$t_{18} = 2,0 \text{ TMU}$$

19. Alcançar o ferro de solda. R12A

$$d = 30 \text{ cm} ; t_{19} = 9,6 \text{ TMU}$$

20. Agarrar o ferro de solda. G1A

$$t_{20} = 2,0 \text{ TMU}$$

21. Levar o ferro de solda até a placa. M12B

$$d = 30 \text{ cm} ; t_{21} = 13,4 \text{ TMU}$$

22. Mover o ferro de solda até o terminal a ser soldado.

distância movida desprezível; $t_{22} = 2,0 \text{ TMU}$

23. Soldar o terminal.

esse tempo é cronometrado : $t_{23} = 2,0 \text{ s}$

24. Levar o ferro de solda até o suporte. M12C

$$d = 30 \text{ cm} ; t_{24} = 15,2 \text{ TMU}$$

25. Fixar o ferro de solda no suporte. P2NSE

$$t_{25} = 21,0 \text{ TMU}$$

26. Soltar. RL1

$$t_{26} = 2,0 \text{ TMU}$$

27. Alcançar o alicate. R12A

$$d_{\text{máx}} = 30 \text{ cm} ; t_{27} = 9,6 \text{ TMU}$$

28. Agarrar o alicate. G1B

considerar como um objeto deitado sobre superfície plana ;

$$t_{28} = 3,5 \text{ TMU}$$

29. Levar o alicate até a placa. M12B

$$d_{\text{máx}} = 30 \text{ cm} ; t_{29} = 13,4 \text{ TMU}$$

30. Mover o alicate até o terminal a ser cortado. M3/4"A

$$t_{30} = 2,0 \text{ TMU}$$

31. Cortar o terminal.

esse tempo é cronometrado; $t_{31} = 1,0 \text{ s}$

32. Levar o alicate de volta. M12C

$$d_{\text{máx}} = 30 \text{ cm} ; t_{32} = 15,2 \text{ TMU}$$

33. Soltar. RL1

$$t_{33} = 2,0 \text{ TMU}$$

34. Alcançar a borda da placa. R8A

$$d_{\text{máx}} = 20 \text{ cm} ; t_{34} = 7,9 \text{ TMU}$$

35. Agarrar a placa pela borda. G1C3

$$t_{35} = 10,8 \text{ TMU}$$

36. Girar a placa em 30° . S30

$$t_{36} = 2,8 \text{ TMU}$$

37. Inspeccionar.

esse tempo é cronometrado; $t_{37} = 5,0 \text{ s}$

38. Levar a placa até o depósito. M20B

$$d_{\text{máx}} = 50 \text{ cm} ; t_{38} = 18,2 \text{ TMU}$$

39. Posicionar. PLSSD

$$t_{39} = 14,7 \text{ TMU}$$

40. Soltar. R11

$$t_{40} = 2,0 \text{ TMU}$$

Depois de obter os tempos dos movimentos básicos, é necessário separar os movimentos repetitivos daqueles constantes.

Os movimentos básicos repetitivos são:

- de 5 a 12, depende da quantidade de componentes a serem montados;
- 22 e 23, depende da quantidade de terminais a serem soldados;
- 30 e 31, depende da quantidade de terminais a serem cortados.

Cálculo de tempos

1. Para os elementos constantes, tem-se:

$$\text{tempo total}_{\text{cte}} = \sum t_{\text{cte}} ,$$

somando os tempos de elementos constantes, resulta:

$$* \text{ tempo total constante} = 257,2 \text{ TMU} + 5,0 \text{ s}$$

2. Para os elementos de 5 a 12:

$$*t_{\text{unit}} = \sum_5^{12} t_i = 98,4 \text{ TMU}$$

3. Para os elementos 22 e 23:

$$*t_{\text{unit}} = \sum t_i = 2,0 \text{ TMU} + 2,0 \text{ s}$$

4. para os elementos 30 e 31:

$$*t_{\text{unit}} = \sum t_i = 2,0 \text{ TMU} + 1,0 \text{ s}$$

É dado um exemplo de montagem com os seguintes componentes:

- 10 resistores;
- 5 capacitores tubulares;
- 6 circuitos integrados com 20 pinos cada;
- 2 diodos;
- 3 transístores.

número de componentes = 26

número de terminais = $2(10+5+2) + 6*20 + 3*3 = 163$

número de terminais a serem cortados = $163 - 120 = 43$

Para cálculo do tempo-padrão da operação, é utilizada a folha de cálculo da fig. 5.18.

Até aqui, foram feitas algumas simplificações, tais como:

- as distâncias para o mover e alcançar são utilizadas as máximas ou médias;
- os componentes são considerados como tendo dimensões aproximadamente iguais.

Folha de cálculo			
elementos	tempos unitários	unid./elem.	tempo total do elemento
constantes	396 TMU	1	396 TMU
de 5 a 12	98,4 TMU	26	2558 TMU
22 e 23	57,6 TMU	163	9382 TMU
30 e 31	29,8 TMU	43	1280 TMU
		tempo total	13616 TMU
		tempo total	490,2 s

figura 5.18 folha de calculo
elaborado pelo autor.

As simplificações são feitas para que o estudo de tempos pelo sistema MTM possa ser prosseguido, pois o objetivo é fornecer procedimentos e critérios para o cálculo do tempo - padrão.

5.3 Controle de estoque

Conforme descrito anteriormente, existem 3 tipos de estoques:

- Estoque de materiais para produção;
- estoque de materiais para manutenção e reparo;
- estoque de módulos.

O almoxarifado de materiais para produção, por ser controlada pela empresa coligada, não é de interesse deste trabalho em abordá-lo. Para a empresa, é mais importante ter um controle efetivo de módulos e peças para manutenção e reparo.

5.3.1 Estoque de peças para manutenção

Atualmente, o controle de estoque de peças para manutenção é totalmente ineficiente, sendo que, na maioria das ocasiões, esse estoque não consegue fornecer materiais para a manutenção dos módulos/produtos, gerando esperas e paradas como:

- requisição de materiais ao almoxarifado geral da empresa coligada, com a demora na aprovação e recebimento dos materiais.
- para as peças específicas, por não existir no almoxarifado geral, é necessário requisitar a compra destas, o que consequentemente impede o prosseguimento das tarefas pela espera (a compra de peças avulsas demora cerca de um dia a uma semana).

O requisito necessário para o controle de estoque é a utilização de alguma forma para registrar a movimentação e saldo dos materiais (atualmente o controle é feito sobre algumas poucas dezenas de itens considerados caros), que pode ser através de fichas de registros ou a utilização de microcomputadores.

Um bom controle também depende do conhecimento sobre as demandas dos materiais e o mercado fornecedor. Para conhecer a natureza da demanda dos materiais utilizados no reparo dos módu-

los, são utilizadas as fichas de requisição de materiais como referência. Essas fichas de requisição poderá fornecer com uma boa precisão sobre a demanda de cada itens de materiais utilizados na manutenção.

O controle deste estoque será baseado no sistema do estoque mínimo, com uso de fichas para registro de movimentação e saldos e a organização pode ser feito da seguinte forma:

- registrar na ficha de controle todos os itens de materiais existentes no almoxarifado atualmente, como também aqueles que foi constatado seu uso nas fichas de requisição de materiais;
- estabelecer os valores de estoque mínimo para todos os itens de materiais registrados, baseando nas demandas obtidas através das fichas de requisição de materiais. Como nos consertos de módulos, o consumo de peças é pequeno, a fixação dos valores do estoque mínimo depende mais da experiência do administrador de materiais;
- Verificar para cada retirada, se o estoque já atingiu o valor de estoque mínimo estabelecido ou está próximo dele, caso afirmativo, preparar o pedido de compra.
- o modelo da ficha de requisição é mantido o mesmo da atual.
- as fichas de estoque deve conter as seguintes informações:
 - identificação do material;
 - movimentação: entrada e saída;
 - saldo;
 - requisitante/produto destinado;
 - data de cada registro.

Os modelos destas fichas de registros serão exemplificados no capítulo 6.

5.3.2 Estoque de módulos

Atualmente existe uma certa quantidade de módulos em estoque, com o objetivo de:

- substituir os módulos defeituosos e de difícil conserto;
- atender os pedidos de manutenção de produtos vendidos.

Entretanto, a falta de controle dos módulos faz inexistir qualquer proporcionalidade entre eles, sendo que, alguns são estocados com quantidades apreciáveis e outros com estoque zero. Isso ocorre devido ao fato de que os módulos são controlados pe los setores de testes e são armazenados sem uma devida iden- tificação, pela qual as quantidades de cada tipo de módulos es- tocados são totalmente desconhecidas.

Portanto, pela caótica situação do estoque de módulos, é necessário criar um almoxarifado geral de módulos, concentrando desta forma, o controle dos módulos. E, pela similaridade das funções, esse controle pode ser exercido pela administração de materiais.

O controle de estoque dos módulos tem o objetivo de concen- trar as informações e manter o PPCP informado da situação de:

- módulos em trânsito na produção, que podem ser testados, não testados ou com defeitos;
- módulos de reserva.

As fichas de estoque deve conter as seguintes informações:

- identificação do módulo e o produto no qual faz parte;
- movimentação: entrada e saída;
- saldo: itens bons e defeituosos;
- data do registro;
- observações sobre a natureza do registro: produção ou manuten- ção.

Com a atribuição da função de controle de módulos à admi -

nistração de materiais, esta passa a ser um intermediária entre o setor de montagem dos módulos e setor de testes, como também facilitaria o fluxo de informações referentes aos módulos para PPCP (fig. 5.19).

Além dos objetivos já citados para essa mudança, há outras vantagens como:

- diminuição da quantidade dos módulos na área do setor de testes, que torna os locais de testes e consertos menos entulhados, facilitando o manuseio dos módulos e trabalho de conserto;
- o armazenamento de módulos nos subsetores de testes é em condições precárias, que poderia resultar danos aos componentes eletrônicos mais delicados. Ao passar o controle para a administração de materiais, os módulos serão colocados em lugares apropriados, diminuindo o risco de danos aos módulos.

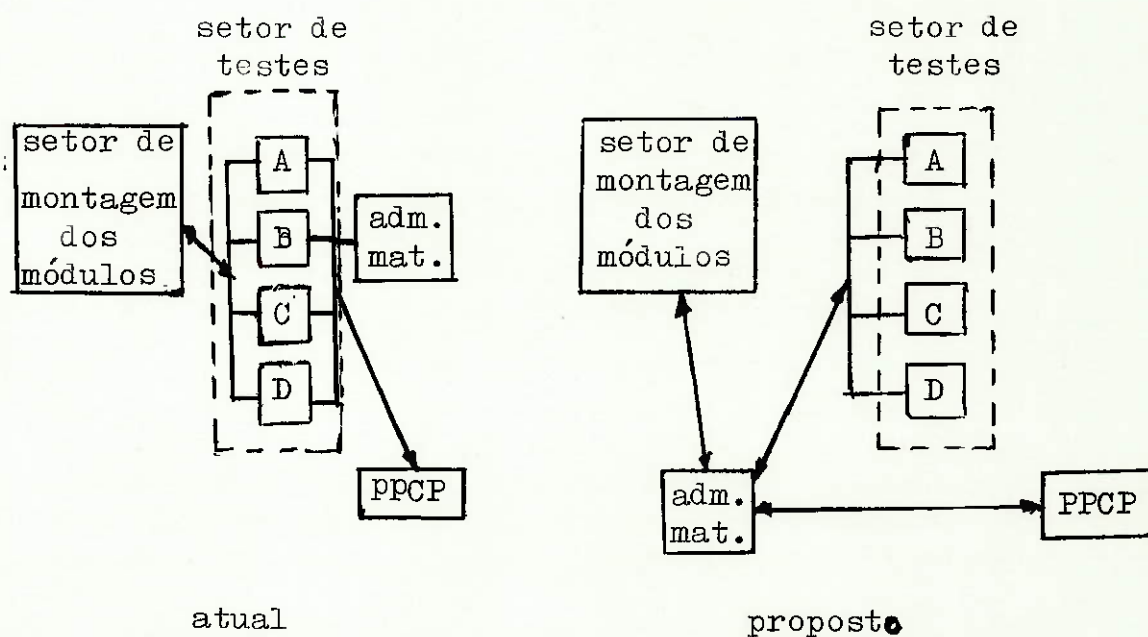


figura 5.19 Fluxo de informação referentes aos materiais.

Atual X Proposto

Elaborado pelo autor

CAPÍTULO 6

FLUXOGRAMAS E FORMULÁRIOS

Neste capítulo, são apresentados os fluxogramas e os formulários referentes ao sistema de PPCP proposto, destacando somente aqueles diferentes ou inexistentes em relação ao sistema atual.

6.1 Fluxogramas

- emissão de ordens para a fabricação dos módulos(fig. 6.1);
- emissão de ordens para a preparação do produto(fig. 6.2);
- emissão de ordem de controle de qualidade;(fig. 6.3);
- requisição de peças para reparo dos módulos(fig. 6.4).

6.2 Formulários

- ficha de controle de materiais para conserto(fig. 6.5);
- ficha de controle dos módulos(fig. 6.6);
- ficha para requisição de materiais(fig. 6.7);
- registro de tarefas diárias(fig. 6.8);
- registro de consertos e manutenção(fig. 6.9).

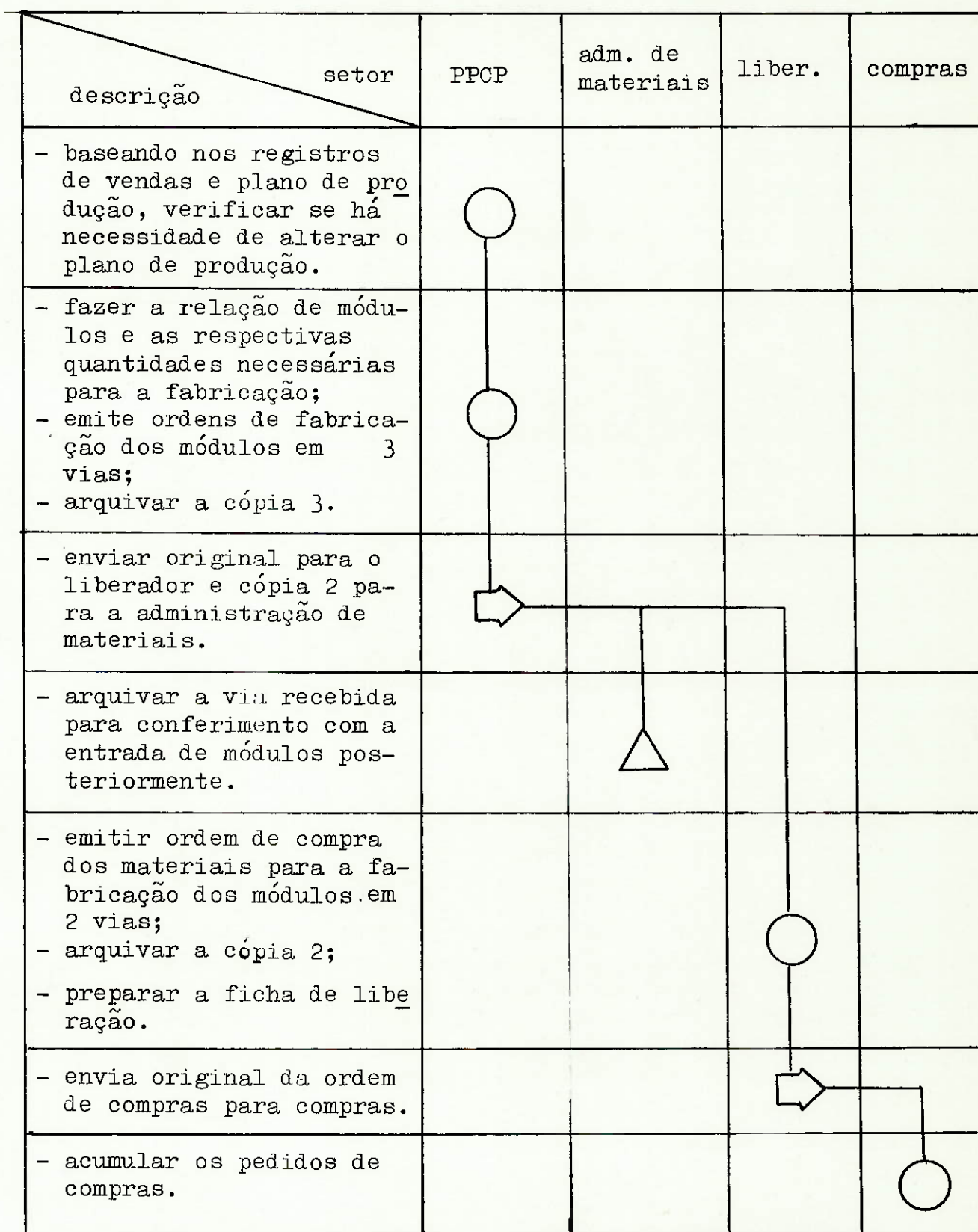


figura 6.1 fluxo de emissão de ordens para a fabricação dos módulos.

Adaptado dos fluxogramas da bibliografia nº2.

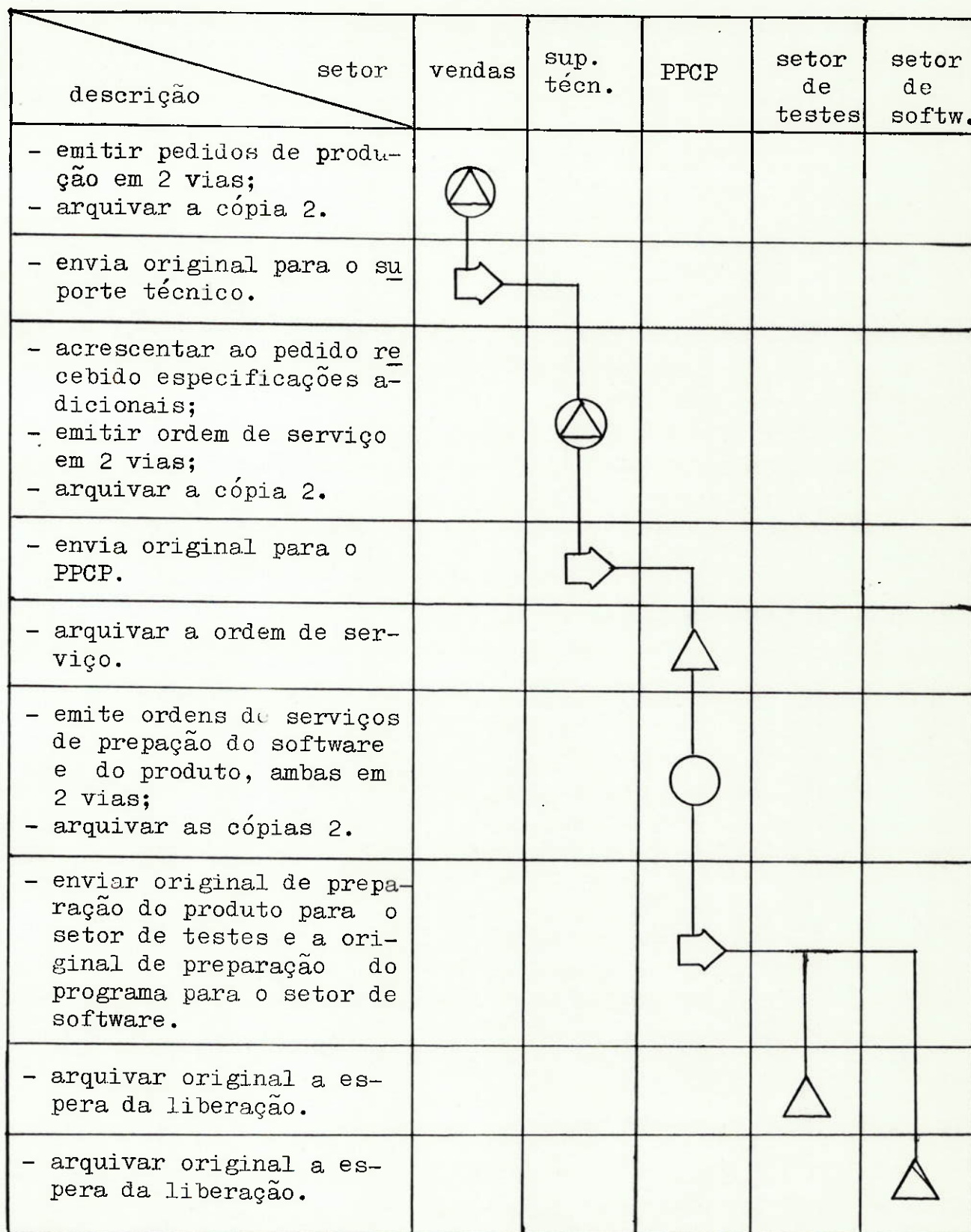


figura 6.2 fluxo de emissão de ordens para a preparação do produto.

Adaptado dos fluxogramas da bibliografia nº 2.

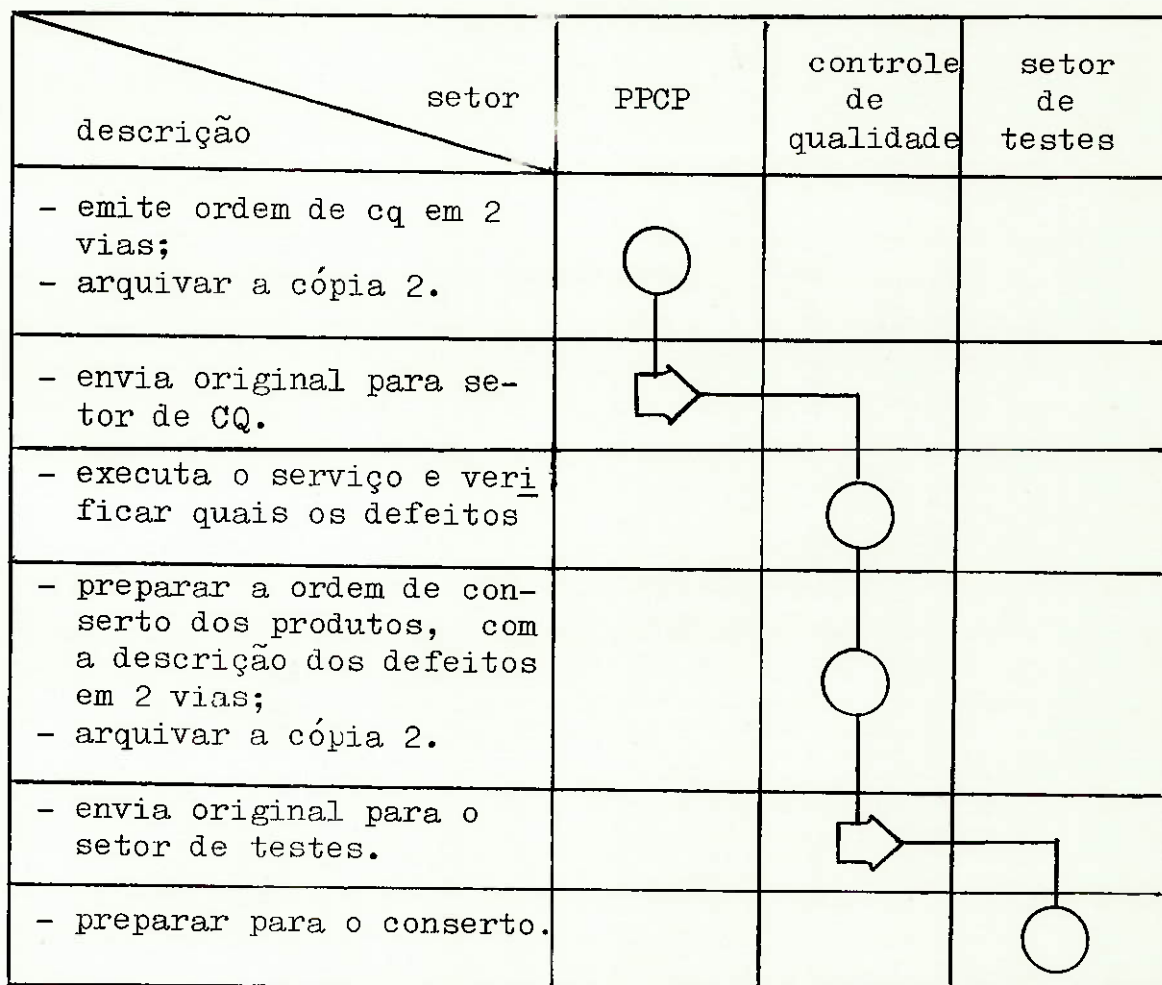


figura 6.3 fluxo de emissão de ordem para o C.Q.

Adaptado dos fluxogramas da bibliog. nº2.

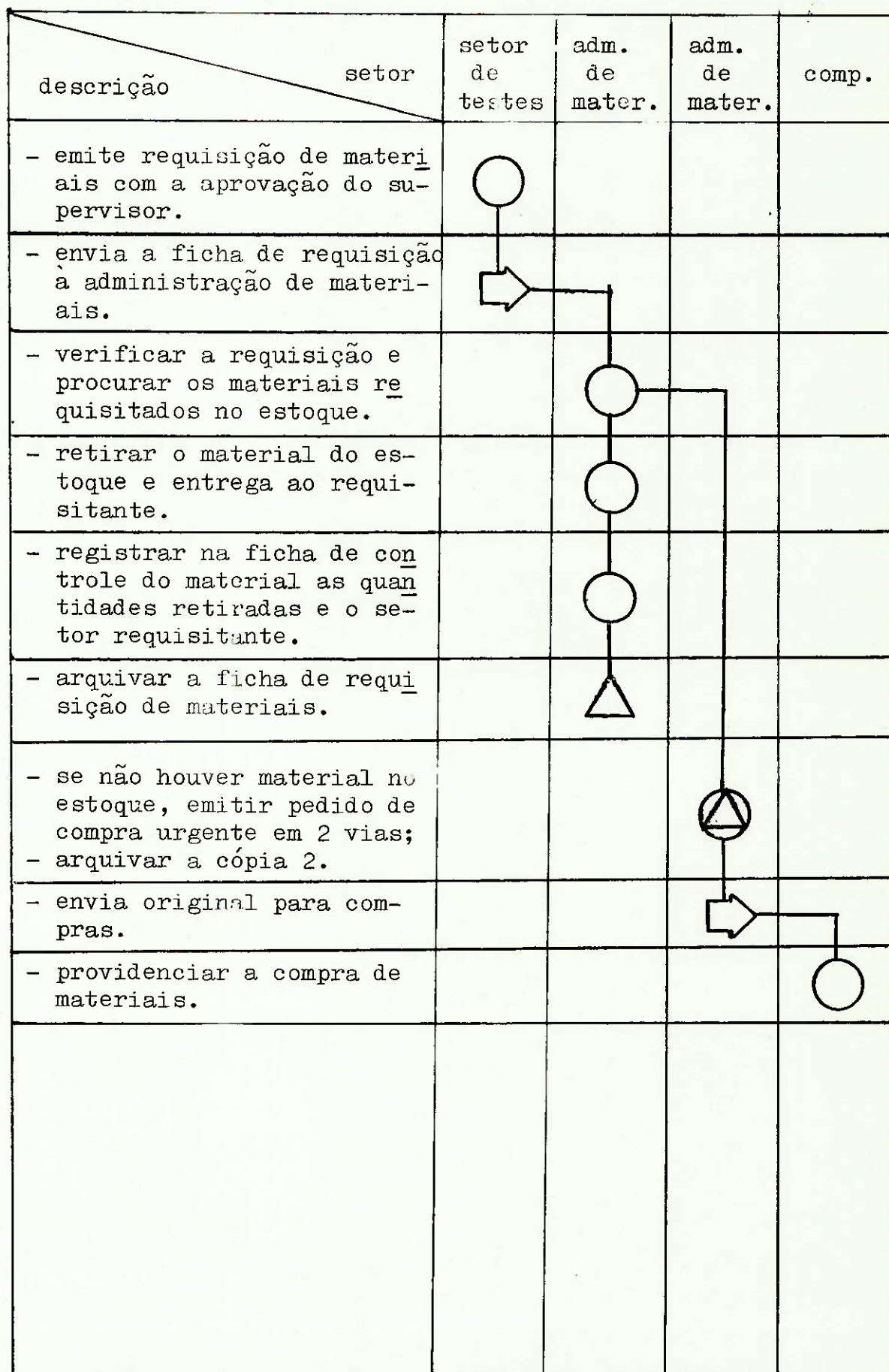


figura 6.4 requisição de peças para reparo dos módulos.

Ficha de materiais para manutenção				
material:			código:	
data	saída	entr.	saldo	requisitante
estoque mínimo:				
lote de reposição:				

figura 6.5 ficha de controle de materiais para conserto.
Elaborada pelo autor.

Ficha de controle dos módulos						
módulo: <i>placa principal</i>		produto: <i>RDTD</i>		folha: <i>01</i>		
data	entr.	saíd.	saldo			obs.
			Bons	não testados	defeitos	
15/10/85	22	-	-	22	-	
17/10/85			15	02	05	

figura 6.6 ficha de controle de módulos.
Elaborada pelo autor

Ficha de requisição de materiais			
especificação	código	Qtde	módulo/produto
Circuito int. U401 BR	007.041	2	placa de comunicações / terminal de vídeo
Requisitante:		Aprovação:	data:

figura 6.7 ficha de requisição de materiais.
adaptada do material da empresa.

Registro de tarefas diárias			
descrição da tarefa	módulo prod.	qtde	início - fim
testes da placa de led's do registrador digital		20	8:15 - 9:40
conserto da placa principal		1	9:45 - 11:00
técnico:	subsetor:	data:	

figura 6.8 registro de tarefas diárias.
Elaborado pelo autor.

Registro de consertos/manutenção					
módulo: Placa de fonte ^{12V}		produto: CODIN		folha: 01	
descrição do defeito	nº série	material trocado	tempo conserto	técnico resp.	data
A fonte não fornece 12V	00025	resistor 3,9 K	30 min		10/10/85

figura 6.9 registro de consertos e manutenção:

Elaborado pelo autor

CAPÍTULO 7CONCLUSAO

Neste trabalho, foi feito a análise do sistema de PPCP atual da empresa, destacando os diversos problemas, e baseando neles, foi proposto um novo sistema de PPCP para a empresa, do qual foram analisados especificamente os aspectos referentes ao sistema de emissão de ordens, estudo de tempos e controle do estoque, os quais são ineficientes ou inexistentes no sistema atual.

Para a emissão de ordens, foram analisados diversos sistemas possíveis, e através de comparações relativas, foi escolhido o sistema do período padrão, o qual foi caracterizado e adaptado de acordo com certas peculiaridades da empresa. A finalidade desta mudança é a redução dos prazos de entrega e para isso foi considerado que as informações sobre as demandas são suficientes para traçar um bom plano de produção, bem como o superdimensionamento do pessoal da produção. Quanto aos recursos financeiros, que são normalmente fatores limitantes de produção para empresas de pequeno porte, não foi levado em consideração, pela falta de informações sobre eles. Entretanto, como foi brevemente referido no capítulo 5, a empresa recebe um adiantamento de 25% do preço da encomenda, o qual poderia compensar em boa parte o custo de materiais e outras despesas.

O estudo de tempos consistiu em detalhar os procedimentos para a obtenção dos tempos de operações e a fixação dos tempos-padrão, que tem as seguintes finalidades básicas:

- fornecer informações para o planejamento e programação da produção;
- melhor distribuição das tarefas;
- avaliar a eficiência do pessoal.

E o análise foi dirigido principalmente para as tarefas como a

montagem, testes e reparo dos módulos, por considerar que estas demandam grande parte do tempo da produção.

Para o conserto dos módulos, o cálculo dos tempos consistiu em obter os tempos de consertos através dos registros e analisar as probabilidades de ocorrência de defeitos baseando em estudos estatísticos. Com isso, é possível estimar com uma boa base o tempo necessário a reservar para esta tarefa, embora os cálculos fossem trabalhosos e existirem dezenas de módulos.

Para a montagem dos módulos, o estudo de tempos foi feito em 2 métodos: a cronometragem e o sistema MTM. No sistema MTM, baseando no arranjo físico do local de trabalho e a descrição da operação, pode-se chegar a valores numéricos; enquanto que, pela cronometragem, somente foi possível detalhar os procedimentos para a determinação do tempo. Portanto, não há possibilidades de fazer comparações dos resultados dos dois métodos.

Quanto ao controle de estoque, foram analisados os problemas referentes aos estoques de módulos e peças para manutenção dos módulos. Enquanto que o estoque de materiais para produção, por ser controlado pela empresa coligada, não foi possível de analisá-lo. Portanto, para esta empresa, o controle de materiais dentro de seu limite é essencial e a análise dos métodos e procedimentos para esta finalidade, embora fosse superficial, é um bom começo para atingir os objetivos.

Através das análises de diversos problemas, pode perceber que estes são originados do desinteresse ou desconhecimento da alta administração da situação real nos diversos setores da empresa, como também a imposição negativa em alguns aspectos pela empresa coligada. Portanto, as soluções propostas, baseando em fatos observados e ignorando algumas restrições, pode não ser de interesse para a empresa, embora fossem justificadas as vantagens desta.

BIBLIOGRAFIA

1. Zacarelli, Sergio Baptista
Programação e controle da produção
São Paulo, Pioneira, 1973.
2. Lerner, Walter
Organização, sistemas e métodos
São Paulo, Atlas, 1979.
3. Barnes, Ralph M.
Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho
São Paulo, Edgard Blucher, 1977.
4. Costa Neto, Pedro Luís de Oliveira
Estatística
São Paulo, Edgard Blucher, 1977
5. Introdução ao planejamento, programação
e controle da produção
Boucintas & Campos Consultores S/C Ltda.