

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TRABALHO DE FORMATURA

**APLICAÇÃO DA FILOSOFIA “JIT” PARA
REDESENHO DE UMA CÉLULA DE MANUFATURA**

AUTOR :

ADRIANO LORENZETTI BASSETTO

ORIENTADOR :

ROBERTO MARX

TF-1995
B 294a

1995

Aos Meus Pais.

Agradecimentos

Ao professor Roberto Marx, pela orientação, conselhos, compreensão e ajuda na execução deste trabalho de formatura;

Ao engenheiro Cláudio Lorenzetti, pela colaboração e apoio na elaboração deste trabalho;

Ao engenheiro Carlos César Mochiatti, pelos ensinamentos e experiências que me foram passados e pela dedicação como orientador do estágio;

Aos engenheiros Samuel, Gilberto e Amleto, pelas conversas e discussões que muito ajudaram na minha formação profissional.

Ao engenheiro Ivan e sua equipe: Alessandro, Émersom, Luciano e Gilberto, pela paciência, ajuda e ensinamentos;

Aos engenheiros Walter Mônaco, Alexandre Lorenzetti, Alexandre Tambasco e também à Eduardo Coli, Luis Fernando Calil, Rui, Romeu, Marcos, Joel, Luis, Luisinho, Ribas, Caio, Nininha, Iara, Tereza, Dona Cida, Nilva, Valdir, Acácio, Toninho, Jorge, Matheus e Fernando.

À minha família, pela dedicação, apoio e compreensão que sempre me deram;

À Renata, pelo carinho, atenção, apoio, companheirismo e dedicação em todos os momentos;

Aos amigos Luciano e Gilberto, companheiros de muitos trabalhos e aventuras;

Aos colegas e professores da Poli, pela contribuição na minha formação profissional e pessoal e pelos 5 anos.

Muito Obrigado.

Sumário

Este trabalho tem por objetivo **"redesenhar" uma célula de manufatura** de chuveiros visando adequá-la ao aumento do volume de produção e às modificações no projeto do produto, e também atingir melhores níveis de qualidade.

Deste modo, o trabalho visa **resolver problemas** ocasionados pelo aumento do número de máquinas presentes na célula e do volume de peças e componentes em circulação, além das alterações de operações de montagem e dos novos turnos de trabalho.

Para isso foram utilizadas as técnicas *just-in-time e kanban*, em parte já adotadas em alguns setores da empresa desde 1989. Foi feito um estudo de forma a uma reoperacionalização das mesmas em função do novo cenário adequando-as à nova realidade existente na empresa para esta célula de manufatura. Neste aspecto o trabalho enfocou basicamente 3 pontos: dimensionamento do *kanban*, balanceamento de linhas e definição de novo *lay out* celular.

Todos estes aspectos tem como **objetivo final** melhores níveis de produtividade e qualidade, sempre buscando uma maior satisfação dos clientes através de redução de custos, atendimento da demanda e dos prazos, e aumento da qualidade do produto final oferecido.

Resumo

Aqui será apresentada uma descrição sucinta do conteúdo de cada capítulo como forma de guia para a leitura.

Capítulo 1: Apresenta a empresa através de um **histórico** e uma **descrição** da mesma. Podem ser visualizados o **organograma** da empresa e o **lay out** esquemático para a unidade onde será desenvolvido o trabalho. Contém também o **escopo** e a **estrutura do trabalho** e a **área de atuação**, bem como uma **descrição do estágio**.

Capítulo 2: Neste capítulo são conceituados **aspectos das técnicas JIT e kanban** que formam a fundamentação teórica sobre a qual o trabalho foi embasado.

Capítulo 3: É apresentada uma **descrição geral** sobre a **célula a ser estudada**, enfocando sua **situação atual**. Deste modo é analisado desde o produto, a operação e organização da célula até o sistema de informações da mesma.

Capítulo 4: Trata-se do **diagnóstico do problema** onde é definido o problema geral, os pontos específicos que serão abordados neste trabalho e os objetivos do projeto. Aborda-se também a **priorização das ações** e a **forma de atuação** sobre as ações priorizadas.

Capítulo 5: Neste capítulo é desenvolvido o **estudo e projeto** das **ações priorizadas**, compreendendo levantamento, tratamento e análise dos dados relevantes de forma a se obter **soluções para os problemas** em questão.

Capítulo 6: Apresenta-se a **estratégia de implantação** de cada um dos projetos propostos bem como as dificuldades a serem superadas para sua correta implantação e funcionamento.

Capítulo 7: Este capítulo trata da **conclusão final** do trabalho, abordando ainda os **projetos futuros** a serem executados de forma a possibilitar uma continuidade ao mesmo, abordando agora **novas ações**.

Nota: Todos aqueles gráficos, quadros, tabelas ou figuras que **não apresentarem identificação** destacada devem ser assumidos como tendo sido elaborados pelo autor.

Índice

Índice

1 - Introdução

1.1 - A Empresa	1
1.1.1 - Histórico e Características	1
1.1.2 - Estrutura Organizacional	7
1.1.3 - O Ambiente	9
1.1.4 - Organização e Áreas Produtivas	11
1.1.5 - <i>Lay-Out</i> Geral	13
1.2 - O Trabalho	18
1.2.1 - Descrição do Estágio	18
1.2.2 - O Trabalho: do Problema ao Tema	18
1.2.3 - Estrutura do Trabalho	20

2 - Fundamentação Teórica

2.1 - Introdução ao <i>Just in Time</i>	22
2.2 - Ferramentas do <i>Just in Time</i>	23
2.3 - Princípios Básicos do Sistema <i>Just in Time</i>	31
2.4 - Dez Etapas Para a Implantação da Filosofia <i>JIT</i>	32

3 - Situação Atual da Célula de Manufatura

3.1 - Características da Célula	37
3.2 - O Produto	38
3.3 - Situação Atual da Célula de Produção	40
3.3.1 - Operação e <i>Lay-Out</i> da Célula	40
3.3.2 - Organização da Célula	47
3.3.3 - Sistema de Informações	49
3.3.4 - Manutenção	55
3.3.5 - Controle da Qualidade	56

4 - Diagnóstico do Problema e Projetos de Melhoria

4.1 - Definição do Problema Geral	59
4.1.1 - O Produto, Vendas e Marketing	59
4.1.2 - Operação e <i>Lay-Out</i> da Célula	60
4.1.3 - As Máquinas, Equipamentos e Manutenção	62
4.1.4 - Organização da Célula	63
4.1.5 - Sistema de Informações	65
4.1.6 - Controle de Qualidade	65
4.2 - Diagnóstico do Problema	66
4.3 - Os Projetos de Melhoria	72
4.3.1 - Priorização e Desdobramento de Ações	72
4.3.2 - Formas de Atuação Sobre os Problemas	74

5 - Estudo das Ações Priorizadas	
5.1 - Dimensionamento do <i>Kanban</i>	76
5.1.1 - Cálculo do Número de Cartões	76
5.1.2 - Dois Turnos nas Linhas de Montagem	79
5.1.3 - Considerações para Operação do <i>Kanban</i>	82
5.2 - Balanceamento de Linhas	85
5.2.1 - Considerações Iniciais	85
5.2.2 - Balanceamento das Pré-Linhas	85
5.2.3 - Balanceamento das Linhas	88
5.3 - Definição do Novo <i>Lay Out</i>	90
5.3.1 - Necessidades de Materiais, Áreas e Volumes	90
5.3.2 - Definição de Máquinas e Moldes	91
5.3.3 - Propostas para Elaboração do <i>Lay Out</i>	92
5.3.4 - <i>Lay Out</i> Proposto	99
6 - Estratégia de Implantação das Propostas	
6.1 - Metodologia para Implantação das Propostas	102
6.2 - Limpeza e Organização	103
6.3 - Mudanças de <i>Lay Out</i>	105
6.4 - Implantação do <i>Kanban</i>	109
7 - Conclusão e Projetos Futuros	
7.1 - Comentários Finais	112
7.2 - Projetos Futuros	115
7.2.1 - <i>Kanban</i> entre Depósito de Produto Acabado e Montagem	115
7.2.2 - Desenvolvimento de Fornecedores	116
7.2.3 - Diminuição Gradativa do Número de Cartões	117
7.2.4 - <i>Kaizen</i>	117
7.2.5 - Manutenção Preventiva	117
7.2.6 - Aperfeiçoamento de <i>Set-Up</i>	117
7.2.7 - Treinamentos Constantes e Planejados	118
7.2.8 - Flexibilidade na Área de Trabalho	118
7.2.9 - Rotinas para <i>Housekeeping</i> Sistemico	119
Bibliografia	120
Anexos	121

Capítulo 1

Introdução

1 - Introdução

O objetivo principal desta etapa é apresentar o **histórico** da empresa, além de uma **descrição** da mesma, onde identifica-se as unidades de negócio presentes e as linhas de produto.

Também será apresentado o **organograma** da empresa e o *lay out* esquemático para a unidade fabril onde será desenvolvido o trabalho, para maior facilidade de compreensão e visualização.

Numa segunda etapa será colocado o **escopo**, a **estrutura do trabalho** e a **área de atuação**, bem como uma **descrição do estágio**.

1.1 - A Empresa

A Lorenzetti S/A é uma empresa nacional e familiar que está a mais de 70 anos no mercado e ocupa hoje uma posição de destaque nos principais setores onde compete. Para a empresa crescer e se manter nessa posição, ela sempre buscou atender as necessidades de seus clientes e trazer produtos novos e de qualidade.

Para continuar competitiva e em busca de novas oportunidades, e também devido a uma concorrência a nível mundial em alguns setores, a empresa já diversificou suas atividades, mudou materiais de seus produtos, alterou sua forma de produção, etc.

O Grupo Lorenzetti, como será entendido melhor posteriormente, conta hoje com 2 empresas: a **IBE** (Indústrias Brasileiras Eletrometalúrgicas - fábrica Matriz, situada em São Paulo) e a **PIP** (Porcelana Industrial do Paraná - unidade fabril situada no Paraná), que por sua vez estão divididas em **Unidades de Negócio**, segundo basicamente a linha de produtos e o segmento de mercado de atuação.

Para a elaboração deste trabalho, escolheu-se focalizar a análise na Unidade de Negócio **Aparelhos Domésticos (AD)**, a de maior importância para o Grupo. Dentro desta será enfocada a célula de produção do produto mais importante para o Grupo tanto pelo volume, como pelo faturamento que representa. Esta célula está passando por mudanças tanto a nível de projeto do produto, quanto de aumento de capacidade de produção, exigindo um redesenho de sua forma.

1.1.1 - Histórico e Características

O início da história do **GRUPO LORENZETTI** ocorreu em 1923 quando Alessandro Lorenzetti se une a Tonanni e ocorre a fundação da sociedade Tonanni & Lorenzetti e Cia, no bairro da Móoca (SP), para fabricar **parafusos** de precisão.

Em meados de 1926, a sociedade com Tonanni é desfeita e a empresa passa a se chamar **Lorenzetti & Cia.** Lançam o **RADIOX**, primeiro **rádio a galena**, além de fabricarem **eixos trefilados**, peças para a indústria de montagem de veículos e uma variedade de produtos metálicos como: maçanetas, bules, cafeteiras, abajours, patins, etc.

A empresa inicia a produção de **porcelana** para material elétrico de baixa tensão em 1930. Em meados da década de 30, começa a fabricar **isoladores** de disco em porcelana e **ferragens** para linhas de **transmissão de energia elétrica**, além de desenvolver e fabricar novos produtos para instalações domiciliares e industriais, tanto em porcelana como em **baquelite**.

Em 1941, com a 2ª Guerra Mundial a empresa muda de nome, surgindo as **Indústrias Brasileiras Eletrometalúrgicas Ltda.**

A **expansão comercial** para todo país é iniciada em 1946: Lojas na Rua Florêncio de Abreu e na Av. Rangel Pestana em São Paulo, filial e loja no Rio de Janeiro, representantes nas grandes capitais brasileiras e da América do Sul.

Em 1952, fica famosa com o **primeiro chuveiro elétrico** automático do Brasil e do mundo. Lança também uma linha completa que incluía aquecedores e torneiras elétricas.

Inicia a fabricação, em 1957, no mercado de **Condensadores eletrolíticos** e em 1960 funda mais uma empresa: a Indústria de Condensadores Eletrolíticos Lorenzetti BMV Ltda.

No início da década de 60, amplia a sua atuação e passa a produzir também **equipamentos elétricos de alta e extra tensão**, como chaves fusíveis, chaves faca, chaves seccionadoras, etc. Nesta época foi organizada uma **fundição** na empresa, devido à necessidade de se fabricar peças muito específicas, em grande quantidade e de qualidade para os equipamentos de alta e extra tensão.

Em 1972, a empresa necessitava porcelana que passou a comprar em larga escala da **PIP - Porcelana Industrial do Paraná**. Em 1974, comprou 50 % das ações da PIP e passou a investir nesta empresa, sendo que em 1976 já possuía 100 % de suas ações.

Em 1975, a **IBE** assina contrato com uma empresa americana para receber *know-how* de chaves seccionadoras de alta e extra tensão até 500 kV. Esta empresa, com tecnologia própria, desenvolveu chaves de 800 kV para ITAIPU e passa a exportar esta tecnologia para os EUA.

Ainda neste ano é lançada a ducha Jet Set, seguida pelo lançamento, em 1976, da Nova Ducha em plástico.

Em 1977, é criada a **Divisão Comercial** no bairro Jaguaré (**Loja Jaguaré**). Esta divisão fornece material para serralheiros, tornando-se um dos maiores revendedores de perfis de alumínio e ferro do Brasil. Ainda neste ano, lança a **válvula de descarga em bronze**.

Em 1978, altera o nome da Porcelana Industrial Paraná para Lorenzetti Porcelana Industrial Paraná S/A .

Em 1980, a empresa lança a primeira, e até hoje a única, válvula de descarga em plástico. Na década de 80, os negócios são ampliados com novas empresas :

- Associa à empresa **INEBRASA** - Ind. Eletromecânicas Brasileiras S/A para desenvolver produtos de **alta e extra tensão**, principalmente voltada ao ramo de disjuntores blindados a gás SF₆, alterando o seu nome para Lorenzetti Inebrasa S/A e passa seu controle acionário para a Lorenzetti (1985).
- Adquire a totalidade do controle acionário da Indústria de Condensadores Lorenzetti BMV Ltda., em 1984, que passa a se chamar Indústria de **Condensadores Lorenzetti S/A**.
- Funda a **LOENGE** - Lorenzetti Engenharia Ltda., em 1985, prestadora de serviços em **projeto de engenharia**.

Durante esta década, muitos produtos importantes foram lançados no mercado como: a Maxi Ducha plástica (1980), a Maxi Torneira (1985) e o Loretron (primeiro chuveiro com controle eletrônico de temperatura, em 1988).

Em 1991, mais alguns produtos são lançados como: Chuveiro Tradição, Maxi Ducha Plus, Jet Set 4. Todos os produtos são revisados para atender as novas normas do INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

Ainda em 1991, devido à inadimplência do Governo e a paralisação de todas as obras em hidrelétricas, a Lorenzetti foi obrigada a pedir **concordata** preventiva em três de suas empresas, inicia-se então um processo de **reestruturação** das empresas do Grupo:

- A participação acionária da Lorenzetti Inebrasa S/A é vendida à Merlin-Gerin francesa.
- A IBE racionaliza o seu parque industrial incorporando a produção da Ind. de Condensadores e a Loja de comercialização de produtos para serralheria, em suas instalações no bairro da Móoca.

Em 1992, a LOENGE é fechada e também é iniciada a unificação administrativa em São Paulo.

Devido a crise brasileira, principalmente no setor de bens capital, a Lorenzetti, que era grande fornecedora para o governo neste setor no que diz respeito aos equipamentos de alta e extra tensão, passa por um "enxugamento".

Em 1993, lança mais 2 produtos: Jet-Turbo e Jet-Master, ambos com controle eletrônico de temperatura e o primeiro contando também com um pressurizador. Em 1994 é lançado outro produto: o Pressurizador.

Atualmente, o Grupo está reorganizado e voltado aos seguintes mercados: aquecimento de água, condensadores, produtos de instalação e proteção de energia elétrica (tanto para alta quanto para baixa tensão), eletrodomésticos e hidrodомésticos.

Atua, hoje, com duas empresas, **IBE - Lorenzetti S/A Indústrias Brasileiras Eletrometalúrgicas**, na Móoca, em São Paulo - SP e a **PIP - Lorenzetti Porcelana Industrial Paraná S/A**, em Campo Largo - PR.

A **IBE** (fábrica Matriz, sediada em São Paulo) emprega cerca de 1300 funcionários e sua linha de produtos (aproximadamente 700 itens entre produtos e acessórios) está dividida em:

- **Aparelhos Domésticos (AD)** : torneiras, chuveiros, duchas elétricas, válvulas de descarga, aquecedores, ferros elétricos, etc.
- **Alta Tensão (AT)** : aparelhos para subestação e distribuição de energia elétrica, chaves fusíveis, elos fusíveis, chaves seccionadoras, etc. Dela faz parte uma fundição que faz peças para esta divisão.
- **Condensadores**: condensadores para arranque de motores elétricos; condensadores em PPM (polipropileno metalizado) e bancos de capacitores para correção de fator de potência em instalações industriais (KVAR).
- **Divisão Comercial** (Loja Jaguaré) : distribuidora de perfis de Al, Fe e aço, chapas galvanizadas, chapas de Al e plástico e acessórios para serralheria.

A **Lorenzetti Porcelana Industrial do Paraná S/A (PIP)** (unidade fabril situada no Paraná) emprega cerca de 1100 funcionários e sua atividade concentra-se na fabricação de material elétrico de baixa, média e alta tensão (600 itens): disjuntores, fusíveis, plugs, tomadas, porta lâmpadas, interruptores, isoladores, etc. Conta com as seguintes Unidades de Negócio: **Disjuntores; Cerâmica; Isoladores e Material Elétrico para Baixa Tensão.**

O Grupo Lorenzetti é formado por capital inteiramente nacional, possui cerca de 15.000 clientes ativos e filiais comerciais localizadas em Ribeirão Preto (interior de SP e triângulo mineiro), Rio de Janeiro (RJ e ES), Belo Horizonte (MG), Curitiba (PR e SC), Recife (CE, PE, AL e PA), Bahia (BA, SE e RN), Porto Alegre (RS), além de três filiais São Paulo (varejo, indústria e atacado) cujo

atendimento se estende também pelas regiões próximas. O controle administrativo e político é efetuado pelos escritórios centrais situados junto à Matriz - IBE, sediados na cidade de São Paulo.

No total são 70.000 m² de área construída, 450 postos autorizados de assistência técnica, 150 agentes de negócio e uma estrutura de vendas e assistência que cobre todo território nacional.

A Lorenzetti exporta para mais de 50 países entre eles: Austrália, Canadá, Portugal, África do Sul e da América Latina. O comércio exterior representa quase 10 % do faturamento das empresas.

A PIP contribui com aproximadamente 35 % do faturamento do Grupo, a Alta Tensão com 15 %, a Divisão Comercial (Loja Jaguaré) com 4 %, Condensadores com 3 % e Aparelhos Domésticos com 43 %, sendo que dentre estes últimos a linha "Maxi Ducha", carro chefe dos Aparelhos Domésticos, representa a maior parte do seu faturamento.

A Lorenzetti é mais conhecida pelo público em geral pelos "chuveiros elétricos", devido a seu pioneirismo e qualidade. Dominando o mercado, é responsável por 54 % das vendas deste setor. Seus mais fortes concorrentes neste ramo são: Fame (2^a colocada) e Corona (3^a colocada).

No final do ano de 1993, a Lorenzetti saiu da concordata na qual entrou em 13 de dezembro de 1991. O Grupo saldou todas as suas dívidas e o patrimônio líquido cresceu em valores reais.

Para facilitar a visualização e ilustrar a evolução da empresa nos últimos anos serão apresentados quadros e gráficos demonstrativos. Assim, serão colocados dados globais para o Grupo Lorenzetti para os anos de 1992 até hoje.

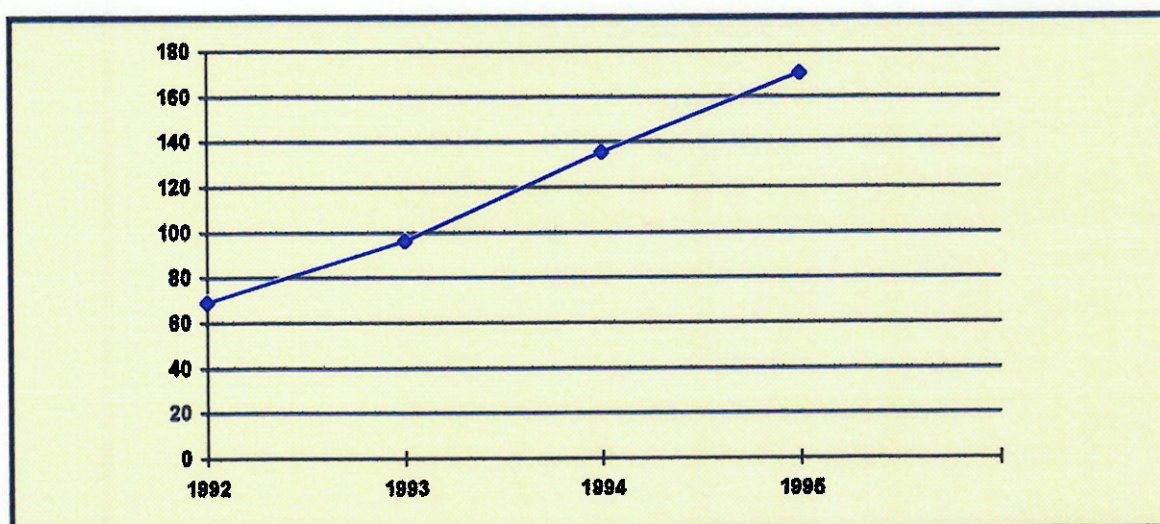
Quadro 1.1: Número Médio de Funcionários e Faturamento Total do Grupo

<i>Empresa Ano</i>	<i>IBE</i>	<i>PIP</i>	<i>TOTAL</i>	<i>Faturamento US\$ milhões</i>
1992	1.012	1.038	2.050	70
1993	1.037	977	2.015	97
1994	1.218	936	2.154	136
Hoje	1.307	1.074	2.381	171 *

* Número previsto para 1995

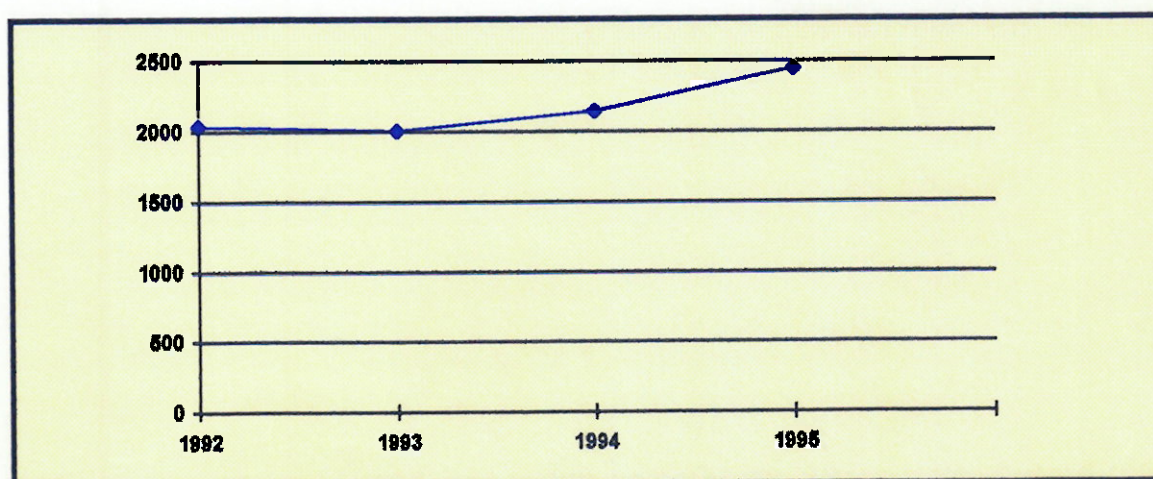
A partir dos dados da tabela podem ser construídos os gráficos abaixo onde fica evidenciado o crescimento do número de funcionários e do faturamento do Grupo. Este último cresceu mais do que proporcionalmente ao número de funcionários, principalmente pela reestruturação e informatização pela qual a empresa vem passando.

Gráfico 1.1 : Faturamento Anual (US\$ milhões)

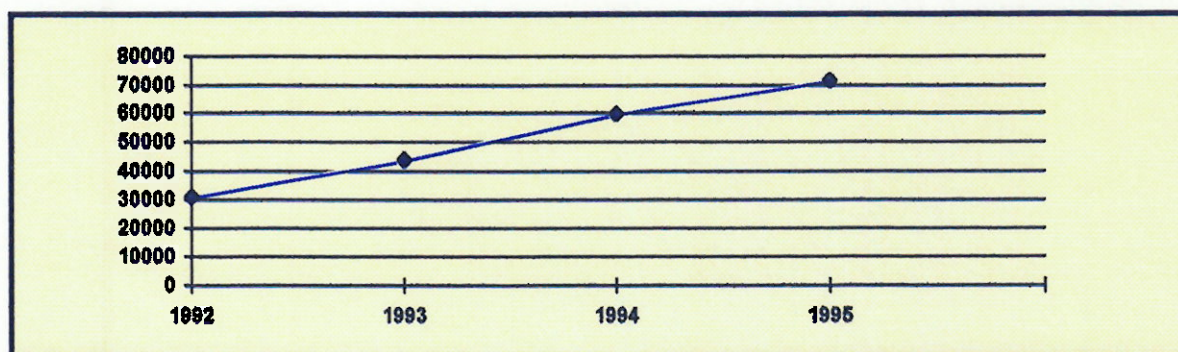


OBS.: número previsto para 1995.

Gráfico 1.2 : Número Médio de Funcionários por Ano



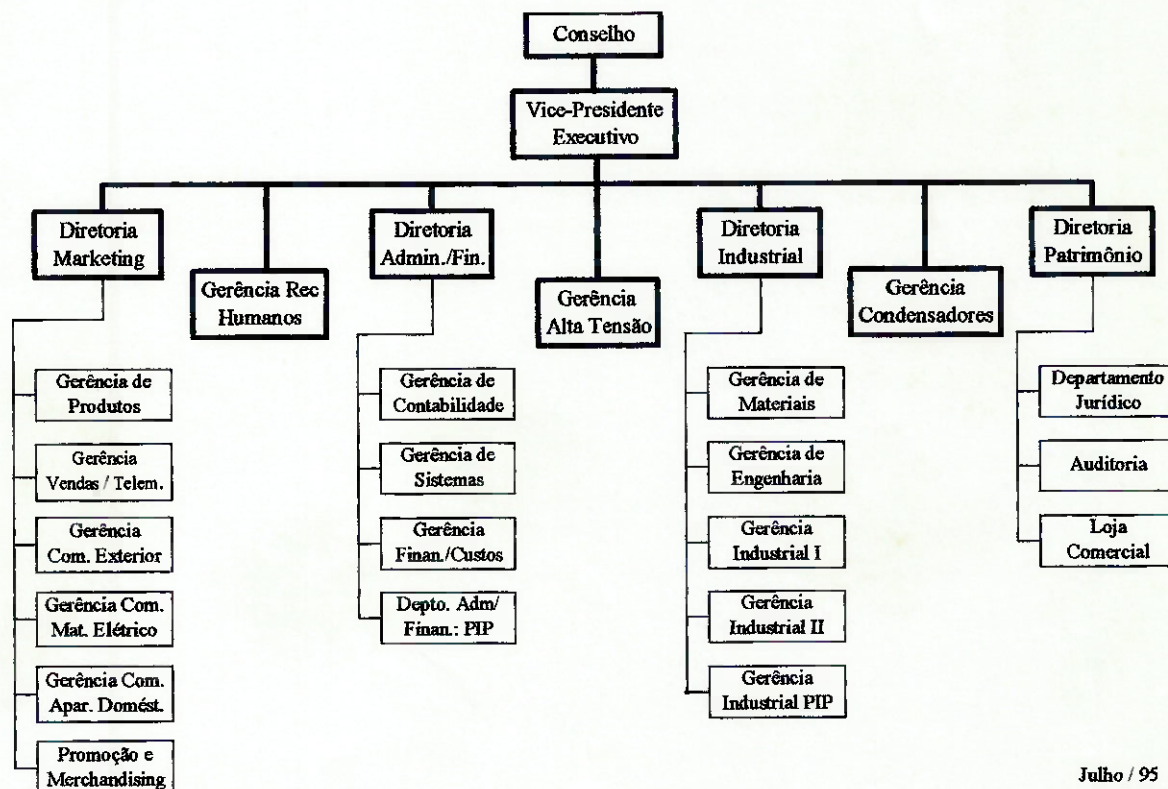
OBS.: número previsto para 1995.

Gráfico 1.3 : Faturamento Anual Médio por Funcionário (US\$ milhares)

OBS.: número previsto para 1995.

1.1.2 - Estrutura Organizacional

Neste momento é importante colocar a **Estrutura Organizacional do Grupo Lorenzetti**. No organograma a seguir pode-se observar que existe um total controle da PIP (Paraná) pela IBE (Matriz). Toda sua parte administrativa é controlada através de São Paulo e sua área industrial está sob responsabilidade da Diretoria Industrial da Matriz.

Figura 1.1 : Estrutura Organizacional do Grupo Lorenzetti

Esta estrutura pode ser considerada enxuta e ágil. Complementando, para um maior esclarecimento, a seguir aparece um breve resumo das atribuições e responsabilidades dos níveis hierárquicos mais altos da empresa na situação atual.

Conselho Administrativo

Tem direito a uma representação no Conselho cada 10 % das ações. Os membros do Conselho podem ser os próprios acionistas ou representantes por eles escolhidos. É responsável por traçar planos e metas da empresa, tomadas de decisões sobre o seu futuro, determinar sua missão e campo de atuação. Ex.: lançamento de novas linhas de produtos, compra e venda de equipamentos que envolvam grande quantia de capital, compra e venda de imóveis, etc.

O Conselho também é responsável pela escolha dos membros da diretoria e alterações neste nível hierárquico, como criação de novas diretorias, agrupamento de algumas, eliminação de outras.

Presidente

Não é um cargo executivo, ou seja, ele não participa das decisões internas diárias da empresa. É o representante externo dos interesses da empresa, faz palestras, participava da FIESP e ABINEE. O Sr. Aldo Lorenzetti ocupa o cargo a muitos anos, é membro do Conselho Administrativo, além de ser muito conhecido no meio empresarial.

Vice-Presidente Executivo

É responsável pelas decisões internas diárias das empresas. Subordina-se diretamente ao Conselho de Acionistas. Participa do Conselho e é o agente executor das decisões tomadas por este.

Diretores

Administram suas áreas de atuação, respondendo ao Vice-Presidente Executivo pelo planejamento, organização, direção e controle das atividades de sua área a nível geral. Possuem como subordinados diretos gerentes responsáveis por áreas específicas dentro da sua diretoria.

Hoje a empresa possui o seguinte quadro de diretoria e gerência:

- 5 Diretores
 - Diretor Vice-Presidente
 - Diretor Administrativo
 - Diretor de Marketing
 - Diretor Industrial
 - Diretor de Patrimônio

- 18 Gerentes :
 - 3 na área Administrativa - SP
 - 6 na Comercial
 - 4 na Industrial - SP
 - 2 na PIP
 - 3 com a Vice-Presidência

1.1.3 - O Ambiente

Nos itens anteriores foram descritas a história da Lorenzetti e suas características, além de sua estrutura organizacional. Agora, será analisado o contexto onde a empresa está inserida, de forma a facilitar a compreensão e o entendimento sobre **ambiente** onde competem bem como seus principais concorrentes. Isto será feito através de comparações para os últimos 3 anos sobre diversos aspectos do ambiente competitivo. Apenas serão colocados dados referentes ao segmento **Aparelhos Domésticos** onde aparecem os chuveiros, duchas e torneiras elétricas. Neste setor, os principais concorrentes são: Fame, Corona, Sintex e Cardal.

A escolha por apenas este segmento para esta breve colocação está baseada no fato de ser ela, a Unidade de Negócio “Aparelhos Domésticos”, que contém o produto que será explorado neste trabalho e pelo produto escolhido ser o “carro chefe” dentro desta Unidade.

A seguir será apresentada uma **pesquisa** realizada pelo Instituto Gallup, onde foram pesquisadas 1330 lojas de materiais de construção para eleger as melhores indústrias dos últimos 12 meses. Esta pesquisa foi divulgada na revista ANAMACO de junho de 95 (referência bibliográfica 7).

Em seguida, encontram-se os gráficos comparativos das 3 primeiras colocadas com sua pontuação de 93, 94 e 95 onde pode-se acompanhar a evolução de cada uma e também quadros comparativos para 1995 onde aparecem os diversos critérios de desempenho avaliados.¹

¹ Existem duas categorias: **Pulverização - Voto simples**, onde cada revendedor representa uma unidade dentro da amostra e **Grandes Clientes - Voto ponderado**, onde a contagem é ponderada de acordo com o porte do revendedor (metragem da área de venda e estoque) de modo que o peso das respostas de cada revendedor vale de acordo com o número de metros quadrados de sua loja.

Tabela 1.2 : Pulverização - Voto Simples

<i>Marcas</i>	<i>Total</i>	<i>Quali- dade Produto</i>	<i>Preço</i>	<i>Entrega Pontual</i>	<i>Sistema de Vendas</i>	<i>Atendi- mento²</i>	<i>Propa- ganda</i>	<i>Assis- tência Técnica</i>
<i>Lorenzetti</i>	53,5	67,0	36,2	51,5	53,1	53,2	59,6	54,1
<i>Fame</i>	25,9	13,5	39,9	28,2	28,2	28,9	17,7	24,9
<i>Corona</i>	18,3	15,9	23,0	17,7	16,9	15,9	21,0	17,5
<i>Cardal</i>	2,0	3,1	0,9	1,7	1,6	1,7	1,7	3,3
<i>Outras</i>	0,3	0,5	---	0,9	0,2	0,3	---	0,2
Totais	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

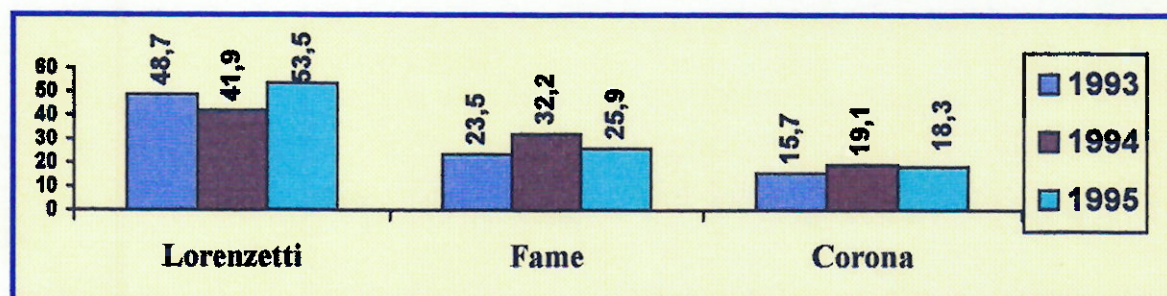
Fonte: Revista ANAMACO, junho/95 - Referência 7.

Tabela 1.3 : Grandes Clientes - Voto Ponderado

<i>Marcas</i>	<i>Total</i>	<i>Quali- dade Produto</i>	<i>Preço</i>	<i>Entrega Pontual</i>	<i>Sistema de Vendas</i>	<i>Atendi- mento³</i>	<i>Propa- ganda</i>	<i>Assis- tência Técnica</i>
<i>Lorenzetti</i>	54,5	68,9	28,4	54,5	59,9	58,1	60,4	51,3
<i>Fame</i>	20,6	13,0	38,6	21,5	14,6	12,4	28,6	15,1
<i>Corona</i>	18,2	6,8	30,0	20,2	22,4	20,9	8,7	18,2
<i>Cardal</i>	6,3	9,8	2,9	2,8	2,9	8,4	2,3	15,4
<i>Outras</i>	0,4	1,5	0,1	1,0	0,2	0,2	---	---
Totais	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Revista ANAMACO, junho/95 - Referência 7.

Vale a pena ressaltar que a Lorenzetti ganhou, pelo quarto ano consecutivo, o prêmio **ANAMACO** - Associação Nacional dos Comerciantes de Material de Construção - concedido às empresas que venceram nas duas categorias: Pulverização e Grandes Clientes.

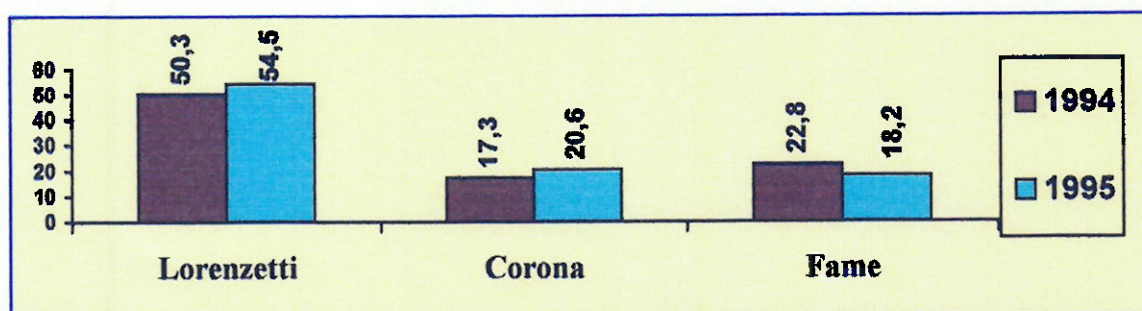
Gráfico 1.4 - Chuveiros e Torneiras Elétricas - Voto Simples

Fonte: Revista ANAMACO, junho/95 - Referência 7.

² Atendimento aos Pontos de Venda

³ Atendimento aos Pontos de Venda

Gráfico 1.5 - Chuveiros e Torneiras Elétricas - Voto Ponderado



Fonte: Revista ANAMACO, junho/95 - Referência 7.

1.1.4 - Organização e Áreas Produtivas

A **unidade central** da Matriz - IBE está localizada no bairro da Móoca - SP a mais de **70 anos**. Começou com um prédio e foi, com o passar do tempo agregando outros, comprando galpões e casas. Portanto, não se trata de uma fábrica planejada, sendo que, numa mesma unidade, apresenta diferentes padrões. Além do piso apresentar depressões e desníveis, apresenta também diferentes "pés direitos" e tem suas colunas sem ordenamento lógico, o que acarreta problemas de arranjo físico, logística e movimentação de materiais que provêm destas características.

Esses problemas podem ser exemplificados como o difícil alinhamento dos corredores e fluxo de materiais cruzado e não otimizado (onde também a posição e dimensões dos monta cargas não são as mais desejáveis). Os desníveis do piso e a posição das colunas dificultam a localização das passagens e dos corredores, bem como a movimentação de empilhadeiras e carrinhos. Essas colunas e desníveis também dificultam a elaboração de um *lay out* otimizado pois deve-se levar em conta, além dos problemas já citados, os diferentes "pés direitos" existentes (baixos em alguns casos), as características do prédio (capacidade da laje, posição das janelas, saídas de segurança, etc.) e as características infra-estruturais: rede elétrica, hidráulica e pneumática já instalada.

Quanto à forma de produção, a Lorenzetti, desde 1989, tem parte de sua produção baseada em algumas das premissas das técnicas japonesas *JIT - Kanban* e possui células de manufatura em sua unidade fabril. Como o trabalho será desenvolvido na Matriz (IBE) será apresentada a organização desta fábrica hoje. Assim, esta empresa está organizada em células, existindo também algumas seções como é apresentado a seguir.

*** células :**

- Maxi Ducha
- Jet 3
- Aparelhos metálicos (inclui galvanoplastia)
- Válvula P41
- Torneira T43 e Jet Set 4
- Jet Turbo, Master e Pressurizador
- Alta-tensão distribuição
- Alta-tensão subestação
- Condensadores
- Encartelados

*** seção de transformação:** dividida nos seguintes setores:

- estamparia de metais (inclui parafusos)
- tornearia
- injetoras
- resistências e molas

*** seção de ferramentaria**

*** seção de manutenção** (englobando elétrica, hidráulica, civil, etc. e a fabricação de dispositivos especiais, com muitos de seus serviços terceirizados).

*** armazém de produto acabado e expedição**

Dentro das **células** produtivas os principais processos existentes são: injeção de plástico, extrusão, serigrafia ou tampografia, montagem e embalagem. Para a alocação das tarefas e máquinas às **células**, utiliza-se de um critério o qual reza que a máquina ou tarefa que estiver 70 % ou mais dedicada à uma única família de produtos, deve ser alocada para aquela célula.

Assim, a Lorenzetti possui células para fabricação de seus produtos, onde tanto injetoras quanto extrusoras ou máquinas dedicadas, estão juntas à linha de montagem; não mais existindo um almoxarifado central, nem sub-almoxarifados, mas almoxarifados ou supermercados juntos à cada célula. Ainda persistem algumas **seções funcionais** pois suas tarefas ou máquinas não atendem ao princípio de alocação acima citado, atendendo, então a duas ou mais células.

Existe uma única **ferramentaria**, mas esta não fabrica todas as ferramentas necessárias, tarefa que passou a ser dividida com terceiros. A **manutenção** também é única e terceirizada em alguns setores. A parte de **transportes** (para distribuição das mercadorias para os clientes) foi totalmente terceirizada.

1.1.5 - Lay-Out Geral

A **Matriz - IBE**, empresa responsável pela fabricação de Aparelhos Domésticos (AD), Condensadores, equipamentos de Alta e Extra Tensão (AT) e a Divisão Comercial (Loja Jaguaré), localiza-se no bairro da Móoca em São Paulo. A empresa ocupa diversos prédios:

- **Conglomerado Central** onde fica toda a produção e montagem de Aparelhos Domésticos e Condensadores, além de toda a área administrativa.
- **Prédio da Alta Tensão.** Localiza-se na mesma rua e a duas quadras do conglomerado central. Nele encontram-se algumas partes do processo de fabricação dos equipamentos de alta tensão, como: tornos, centros de usinagem, seções de galvanoplastia e pintura entre outras, além de todas as fases de montagem. Neste prédio também está localizada a divisão comercial (Loja Jaguaré).
- **Prédio da Av. Arno** onde é feita a montagem e algumas partes do processo de fabricação de peças de extra tensão de grande porte. Ali montam-se, entre outros equipamentos, painéis de geração e distribuição de energia e são realizados ensaios e testes destes.
- **Prédio da Fundição.** Localiza-se perto do conglomerado central, porém em outra rua a cerca de cinco quadras. Dedicar-se à fundição de peças de alumínio e bronze.

A seguir encontra-se o *lay out* geral do conglomerado central da IBE, onde existe a fabricação de **Aparelhos Domésticos** (foco deste trabalho). Esta unidade possui **três pavimentos**⁴ onde existem tanto áreas produtivas, quanto administrativas, os outros dois pavimentos são destinados somente a parte administrativa. A seguir será descrita a distribuição das células e seções presentes em cada pavimento, porém não serão detalhadas as partes administrativas.

- **Andar térreo (Figura 1.2):** Neste andar localizam-se as células da Maxi Ducha, Jet-Set 3, Jet Turbo, Jet Master, Pressurizador, encartelados e Aparelhos Metálicos (inclui galvanoplastia - banhos), as seções de tornearia, ferramentaria, manutenção, estamparia (metais e parafusos), injetoras, resistências e molas, além de uma parte da expedição, área destinada ao recebimento de materiais e uma área para depósito de sucata e materiais que devem ser devolvidos aos fornecedores (bombonas, carretéis, etc.).

- **Primeiro Andar (Figura 1.3):** Situam-se neste andar as células da Lorenduxa, Jet-Set 4, Torneira T 43 e Válvula de descarga, parte da célula de Maxi Ducha, além do armazém de produtos acabados.

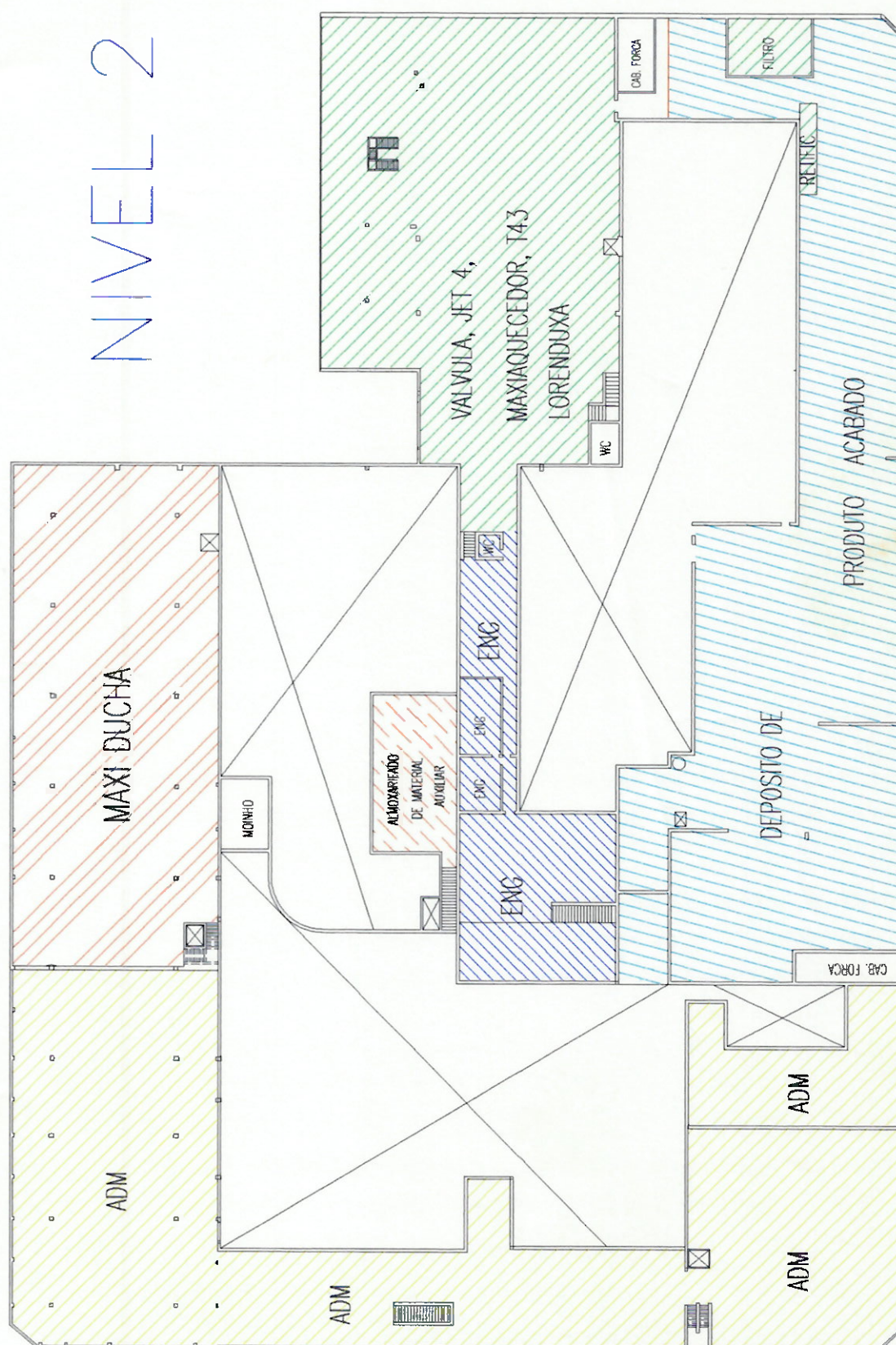
⁴ Cada uma das figuras apresentadas representa um dos pavimentos.

- **Segundo Andar (Figura 1.4):** Encontra-se a fabricação de Condensadores e parte do armazém de produtos acabados.

A seguir podem ser visualizadas as diversas células e seções, bem como o depósito de sucata e materiais a serem devolvidos, o armazém e as **partes administrativas**. Desta última, fazem parte todos os setores, desde custos à recursos humanos ou marketing, englobando ainda refeitório e vestiários. Aparecem também os monta cargas, estando eles ativos ou não no momento. Para facilitar a compreensão e a visualização, foi adotada uma simbologia própria, que segue a seguinte legenda:

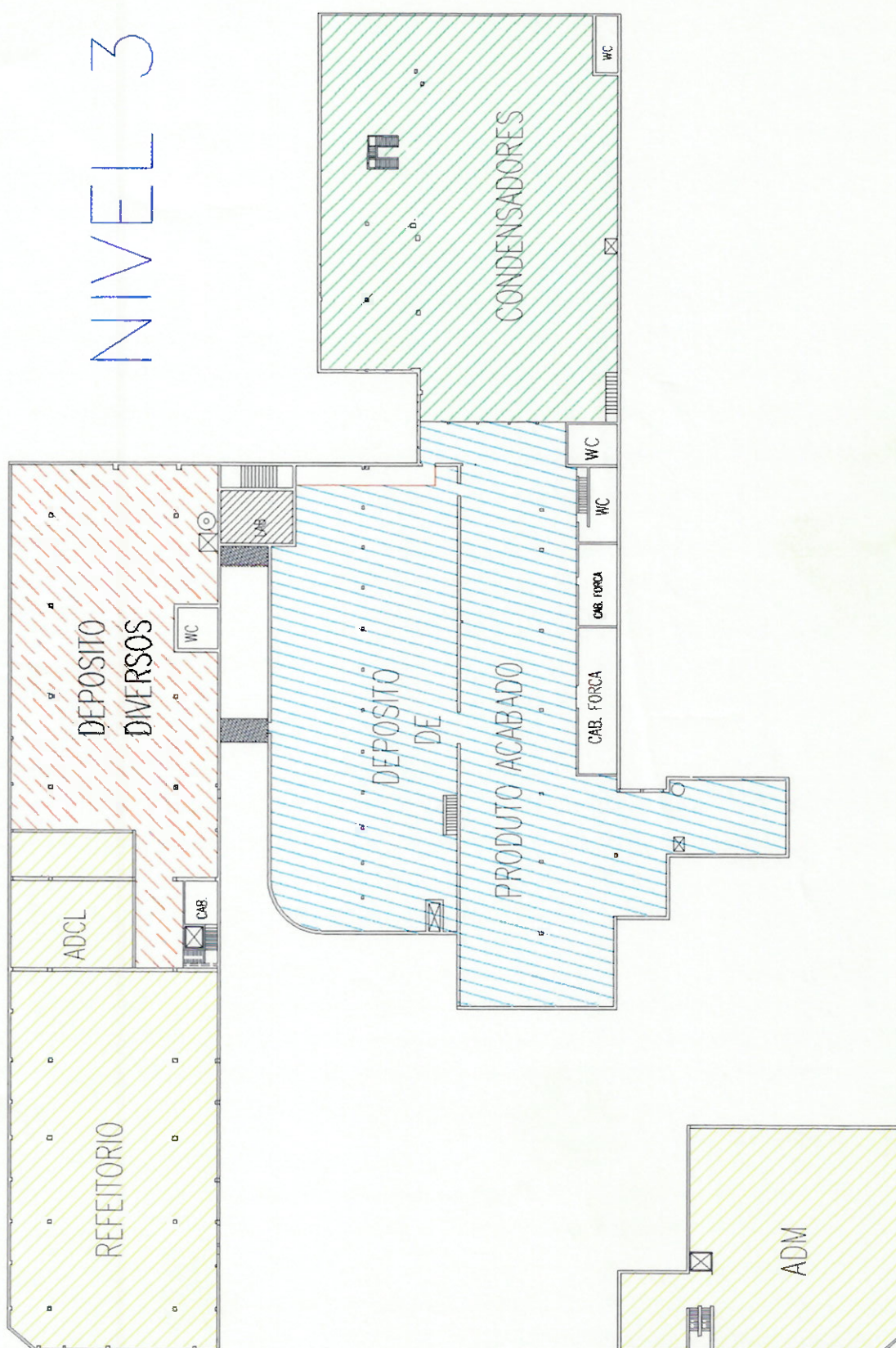
- **Célula da Maxi Ducha** - (área a ser estudada neste trabalho)
- Demais células de produção
- Seções produtivas
- Seções de apoio
- Parte administrativa
- Armazém / expedição
- Área de Materiais (depósito de sucata e materiais a serem devolvidos)
- Área de controle de qualidade

Figura 1.2 : Lay Out Esquemático⁵ - Nível 1⁵ Figura fora de escala.

Figura 1.3 : Lay Out Esquemático⁶ - Nível 2

⁶ Figura fora de escala.

Figura 1.4 : Lay Out Esquemático⁷ - Nível 3



⁷ Figura fora de escala.

1.2 - O Trabalho

1.2.1 - Descrição do Estágio

Devido a abrangência do tema escolhido, o **estágio** não limitou-se a um setor específico da empresa. Estando o escopo do trabalho restrito ao redesenho de uma célula de produção específica, procurou-se reunir, durante o estágio, conhecimentos sobre algumas das principais áreas que interagem e se relacionam ao tema. Assim, o autor teve contato com diferentes áreas:

- **Produção:** Para o conhecimento das instalações e equipamentos, sua organização, capacidades, limitações e funcionamento, para que se obtivesse uma idéia clara de como a célula em questão funciona.
- **Engenharia:** Participando em diversos setores para levantamento de dados, verificando restrições e trocando idéias. Entre estes setores podemos destacar: Tempos, Métodos e Processos, Arranjo Físico, Projeto e Industrial.
- **Materiais:** Para entendimento deste setor, desde os fornecedores e recebimento de materiais ao PPCP. A interação foi necessária também para coleta de dados e discussão de possibilidades para o projeto.
- **Comercial:** Levantamento de dados globais como previsão de vendas, faturamento, exportação e sazonalidade.

1.2.2 - O Trabalho: do Problema ao Tema

O **tema do trabalho** surgiu do fato do autor estar participando de um **Grupo de Projeto** que tem como **objetivo** maior a **operacionalização da filosofia JIT** para a célula em questão de forma a **melhorar sua performance global**. Este grupo possui componentes de **diferentes áreas**: qualidade, materiais, engenharia, produção, tempos e métodos, etc. e ainda conta com apoio da área de RH (pessoal de segurança e treinamento, além de assuntos legais e sindicais).

Deste modo, foram divididas algumas atividades e responsabilidades de acordo com as próprias afinidades e atribuições das pessoas ou das áreas às quais pertencem. Por se tratar de um projeto, a **interação** entre aqueles que estão desenvolvendo atividades diferentes foi intensa, uma vez que estas estão bastante ligadas e tem relações. Muitas vezes o próprio desenvolvimento de uma atividade foi um pré-requisito para outra que pode estar sendo desenvolvida por outros.

Devido à esse relacionamento deve existir um acompanhamento por todos os envolvidos. Para isso, existiu uma reunião quinzenal formal para verificar o andamento do projeto, bem como as dificuldades encontradas. São feitas também algumas pequenas reuniões (informais) quando existe a necessidade, convocadas

pelo próprio interessado e com a participação daqueles que realmente tem relação com o tema em questão.

O **gerente do projeto** é acessor da diretoria industrial, não tendo ligação com nenhuma gerência específica e tem como subordinado um estagiário, o autor. Deste modo, a interação e participação deste neste projeto específico é bastante grande.

A partir da definição dos problemas e da atribuição de responsabilidades, o autor ficou com uma “fatia” do projeto. Assim, surgiu o tema do trabalho que tem por objetivo **redesenhar uma célula de produção** de chuveiros para adequação ao aumento do volume de produção, às modificações no projeto do produto e para melhoria dos níveis de qualidade.

O trabalho, então, visa **resolver problemas** ocasionados pelo **aumento do número de máquinas** presentes na célula devido a uma decisão da direção de produzir internamente todos os componentes injetados dos produtos fabricados pela empresa. Existiam moldes em fornecedores externos que foram trazidos para a empresa; esta comprou novas injetoras e alterou seus turnos de trabalho de forma a aumentar a sua capacidade de injeção em mais de 50 % e em curto espaço de tempo (6 meses). Isso ocasionou um aumento do volume de peças e componentes em circulação na célula, além de desbalanceamento de fluxos e quantidades nesta área.

Apesar da tendência mundial da indústria ser a terceirização e o fato acima poder ser encarado como contrário à esta tendência, foi feito um estudo de viabilidade econômica onde tal iniciativa mostrou-se viável. Além disso, trata-se do “negócio” da empresa, sendo importante possuir sua tecnologia e também produzir internamente. Para completar, havia problemas operacionais, como a exigência de um maior controle, e com matéria prima, notas fiscais, faturamento para a empresa, prazos de entrega, falta de comprometimento do fornecedor como parceiro, entre outros.

Além do aumento do número de máquinas, ocorreram **modificações no produto** (redução de componentes através da aplicação da análise de valor), levando à alterações em ferramentas e em seqüência e operações de montagem.

Para completar o cenário, a célula havia sido projetada a 6 anos atrás para uma **capacidade 40 % menor** do que a atual e apenas sofreu adaptações para se chegar a capacidade de hoje. Deseja-se ainda um aumento da capacidade atual em 10 % devido ao **crescimento da demanda** desse produto nos últimos 4 anos.

Outros problemas existentes são: a insegurança quanto às atuais ferramentas, que são antigas e não confiáveis, além da grande mudança de funcionários, entrando novos funcionários, destreinados, devido ao alto *turn-over* onde, no período de 6 meses (dezembro de 94 a junho de 95) cerca de 35 % dos funcionários diretos (operadores, preparadores, praticantes de produção, etc.) foram substituídos, pois muitos não aceitaram as novas condições de diferentes turnos de trabalho.

Existem ainda problemas quanto à qualidade do produto, existindo muito retrabalho (cerca de 4 % das peças vão para retrabalho), número que tem crescido nos últimos anos, e peças defeituosas por problemas de montagem ou de fabricação, gerando também refugo alto (cerca de 2 %).

Uma **questão** que pode ser aqui colocada é quanto ao **motivo** deste “redesenho” não ter sido **feito simultaneamente** às **mudanças** de projeto do produto (devidas à análise de valor executada), às mudanças de turno de trabalho e à compra de novas máquinas. A **resposta** é simples e direta: ao se fazer todas essas mudanças e ao se comprar mais máquinas, pensou-se que a célula teria **condições de assimilar** tais mudanças sem ela própria ter que sofrer algumas. A real percepção da **necessidade de um redesenho** só surgiu durante a implantação das mudanças ou após algumas delas.

Para “redesenhar esta célula” serão utilizadas as técnicas da filosofia *just-in-time*, estudadas de forma a permitir uma **reoperacionalização das mesmas em função do novo cenário e da nova realidade** existente na empresa para esta célula de manufatura.

1.2.3 - Estrutura do Trabalho

O trabalho não abordará todos os aspectos que dizem respeito à reorganização da célula uma vez que esses são muitos e envolvem as mais diferentes dimensões, desde reoperacionalização do *kanban* e arranjo físico à qualidade, manutenção, treinamento e gerenciamento do processo produtivo. Os aspectos não abordados estarão sendo tratados pelos outros componentes do **Grupo de Projeto**, cuja interação com este trabalho é fundamental para que os esforços estejam dirigidos para o mesmo rumo de forma que o “conjunto” venha a atingir seu objetivo final.

Deste modo, foi escolhido o tema “**redesenho de uma célula de manufatura**”, o que compreende os seguintes aspectos que estarão sendo abordados diretamente pelo autor :

- Redimensionamento do *kanban*
- Definição do *lay out*
- Balanceamento de linha

Esses aspectos surgiram como resultado do estudo, análise e diagnóstico da situação atual, o que será colocado ao longo do projeto, onde poderão ser verificadas a utilização e aplicabilidade das ferramentas do *Just in Time* a serem apresentadas no Capítulo 2 - Fundamentação Teórica, onde serão enfocados temas que dizem respeito à : Perda Zero; Células de Produção; Limpeza e Organização e *kanban*, entre outros.

Existem outros pontos que são importantes para o perfeito funcionamento da filosofia *JIT* que não podem ser esquecidos e também merecem atenção, mas não

serão enfocados neste trabalho por questões de focalização, priorização de atividades e atribuição de responsabilidades por essas atividades. Deste modo, este trabalho não irá enfocar certos aspectos como:

- **Manutenção:** neste caso, já existe um grupo de estudo desenvolvendo a área de manutenção, voltado a instituir a manutenção preventiva e com o objetivo da *TPM* (*Total Productive Maintenance*). Cabe colocar que existe uma interação entre o desenvolvimento da manutenção e este trabalho (e está sendo levado em conta), embora estes não sejam abordados aqui.
- **Ferramentas:** envolvendo trocas de ferramenta (inclusive **tempo de set-up**), ferramentas reserva, produtividade e automação das ferramentas, etc. Muitas das ferramentas são dedicadas (não saindo das máquinas), estando o *set-up* aceitável para a condição de operação⁸ e o número de trocas médio para o período de um mês⁹. Deste modo, este não é um ponto prioritário e também deverá ser abordado posteriormente pelo grupo de estudo envolvido com a manutenção (pois engloba ferramentaria) e diz respeito à automação, paradas para manutenção preventiva também de ferramentas, etc.
- **Treinamento:** este ponto é crucial para que o redesenho da célula atinja os objetivos esperados. A conscientização e cooperação de todos os envolvidos é fundamental. O trabalho não abordará este caso pois já existe uma pessoa encarregada desta tarefa, e que o fará com o apoio do setor de Recursos Humanos. Este treinamento deverá enfocar 3 aspectos básicos:
 - Treinamento técnico para operadores de máquinas (envolvendo desde regulagem à correção de problemas e operação);
 - Qualidade, abordando desde os princípios de funcionamento do chuveiro, os problemas encontrados e como preveni-los; etc.);
 - Filosofia JIT para todos participantes do processo, mostrando seu funcionamento, a forma de operação, a importância do cartão *kanban*, etc.
- **Auto Controle:** este aspecto é muito importante e bastante frisado pela filosofia *JIT*. Ele será desenvolvido em paralelo à elaboração deste trabalho, pela área de qualidade, não abordando apenas o auto controle e a qualidade na fonte que devem ser executados pelos próprios operadores, mas também o controle amostral, feito pela auditoria da qualidade, abordando toda a sistemática, operacionalização execução e controle.
- **Aspectos Gerenciais** no que dizem respeito à definição de atribuições e responsabilidades, bem como os níveis hierárquicos e possíveis mudanças. Estes aspectos estão sendo discutidos junto à gerência e diretoria e o autor não está envolvido diretamente.

⁸ Em torno de uma hora.

⁹ Uma ou duas trocas por mês sendo que as vezes nenhuma troca pois existem muitas máquinas dedicadas e portanto com molde cativo.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

2 - Fundamentação Teórica

2.1 - Introdução ao *Just in Time*

Just in Time (*JIT*) é um sistema que visa a **eficácia empresarial** via flexibilidade, produzindo apenas produtos realmente necessários (na medida em que são necessários), com qualidade, eliminando ao máximo os desperdícios (fluxo de materiais, redução de custos de fabricação, redução de estoques em processo, em produtos acabados e matérias primas, refugos, retrabalhos, melhor aproveitamento do espaço, etc.), via ferramentas ou métodos que propiciem a satisfação de todos (lucro, aumento da moral, motivação, etc.) (Yoshinaga, 1988).

Just in Time tem sido um conceito de grande interesse na área da manufatura nos últimos anos. *JIT* é uma filosofia operacional, global para a empresa, cujo objetivo básico é a eliminação de desperdícios. Sob o enfoque *JIT* o **desperdício** é considerado qualquer coisa além da **quantia mínima** de equipamentos, materiais, peças, espaço e mão de obra **essencial para agregar valor** ao produto. Assim, a frase operacional para o *JIT* pode ser definida como : “Agrega Valor”. (Wheeler III, s.n.t.)

O *JIT* tem o objetivo de identificar atividades que não agregam valor e eliminar tais atividades. A maneira mais simples de identificar tais atividades é a aplicação de alguns testes para cada etapa de um processo de manufatura. Por exemplo:

- Será que uma atividade (inspeção, compra, transporte, recebimento, expedição, etc.) acrescenta custos sem alterar as características do item ?
- Existe uma parada ou pausa durante o processo de fabricação de uma peça na fábrica ?
- Uma operação é efetuada para compensar ou reparar alguma coisa que não foi efetuada corretamente na primeira vez ?

Caso a resposta a qualquer destas perguntas for “sim”, então a atividade é candidata a uma solução criativa de problemas e a sua eliminação.

Esta filosofia enfatiza 2 itens básicos do *JIT*:

- A identificação e a eliminação das “causas das pausas ou paradas”
- Se não se pode usar agora, não se deve fazer agora!

A filosofia *JIT* prega, portanto, o ataque às perdas, ou seja, a tudo que não agrega valor. Assim, deve-se ter em mente as “**5 Grandes Perdas**” que sempre devem ser atacadas para diminuição de desperdícios e melhoria da operação em questão. Essas são, em ordem de importância:

- 1 - Estoque / Inventário.
- 2 - Movimentação / Manuseio.
- 3 - Tempos de Espera / Demoras.
- 4 - Inspeções / Controles.
- 5 - Operações que não Agregam Valor (refugos, retrabalhos)

2.2 - Ferramentas do *Just in Time*:

Aqui serão apresentadas as ferramentas do *JIT*. Essas ferramentas devem ser encaradas como um meio para se atingir a meta ou o objetivo desejado. Elas são:

2.2.1 - Perda Zero:

É uma técnica em que se evidencia a existência de desperdícios (retrabalhos, refugos, movimentação desnecessária, etc.) ao nível do chão de fábrica. Além disso, visa atacar o que não for essencial à fabricação como movimentação de materiais, mão de obra ociosa, estoques, etc. que elevam desnecessariamente o custo do produto. Deste modo, eliminando-se as perdas, eleva-se o valor do trabalho efetivo e agrega-se um maior valor ao produto, aumentando a produtividade.

2.2.2 - *Set-up* (troca rápida de ferramenta):

Troca rápida de ferramenta significa o resultado de uma série de simplificações e ajustes nas diversas etapas de forma a eliminar o tempo ocioso, devendo ser uma atividade coordenada que envolva uma equipe de trabalho. O tempo de troca de ferramenta é definido como o tempo total em que uma máquina ficou parada, isto é, desde o momento em que a máquina terminou uma determinada operação até o momento em que outro tipo de peça começou a ser produzido.

Os gargalos devem ser sempre atendidos com prioridade, pois é ali que a produção final está limitada ao número de peças possíveis de serem produzidas naquele ponto. As principais vantagens da troca rápida de ferramentas são:

Tabela 2.1 : Vantagens do *Set-up* Rápido:

<i>Vantagens do Set-up Rápido:</i>
• Flexibilidade da produção por ser possível produzir diferentes produtos em um menor espaço de tempo.
• Redução do lote de produção de cada produto, diminuindo os estoques em processo e também o custo financeiro da empresa.
• Aumento do tempo útil de utilização da máquina pois, com menor tempo de parada para troca de ferramenta “sobra” mais tempo útil para produzir peças.
• Diminuição do tempo total de fabricação, permitindo um atendimento mais rápido aos pedidos em carteira e ao faturamento da empresa.

Para a implantação da troca rápida de ferramentas deve-se ter:

Tabela 2.2 : Requisitos para Troca Rápida de Ferramenta:

<i>Requisitos para troca rápida de ferramenta:</i>
• Programar as trocas.
• Definir a seqüência das atividades.
• Determinar o tempo padrão de cada atividade.
• Dividir o <i>set-up</i> em interno e externo (que pode ser feito fora da máquina, com ela em funcionamento).
• Formar equipe de troca de ferramentas.
• Treinar o pessoal envolvido.
• Ter ferramentas e equipamentos disponíveis.
• Ter matéria prima disponível para a nova produção.
• Padronizar as dimensões das ferramentas, parafusos, engates rápidos, etc.
• Utilizar sistema de guias para o posicionamento automático.
• Utilizar sistema pneumáticos de fixação.

2.2.3 - Qualidade na Fonte:

É uma técnica a qual reza que se deve “fazer certo da primeira vez”. A responsabilidade pela qualidade não é do inspetor, é de quem produziu, no caso o operador, ou o processo anterior, ou o fornecedor. Também é conhecida como autonomia (Monden, 1984). Deve-se ter qualidade assegurada entre o processos (cliente e fornecedor).

O operador deve ser treinado para interromper o processo de fabricação na ocorrência de algum defeito e acionar imediatamente as pessoas envolvidas para identificar as causas dos defeitos e **eliminá-las**.

O operário, não o inspetor, é responsável para “Zero Defeito”. É importante que a gerência ofereça os mecanismos necessários para permitir ao operador gerenciar o processo de qualidade. Deve-se caminhar para o princípio “Qualidade não se controla, qualidade se produz”. Todos os funcionários devem ser co-responsáveis pelo produto, garantindo não somente a qualidade apropriada desde o início, mas também, a capacidade de manufaturabilidade total.

Utiliza-se também técnicas de segurança contra falhas, também conhecidas como “*poka-yoke*”.

Segundo Monden (1984), autonomia geralmente envolve algum tipo de automação, mas não é limitada ao processo da máquina, podendo ser utilizada

conjuntamente com a operação manual. Neste caso ela é uma técnica para detectar e corrigir defeitos de produção e sempre incorpora os seguintes dispositivos: um mecanismo para detectar anormalidades ou defeitos e um mecanismo para parar a linha ou máquina quando anormalidades ou defeitos ocorrerem. Deste modo, automação envolve controle de qualidade, pois torna impossível a passagem de peças defeituosas sem serem descobertas.

2.2.4 - Auto Controle Visual:

Deve ser aparente aos olhos de qualquer observador a existência de um problema. Podem ser utilizados sinais luminosos ou sonoros para chamar a atenção da existência de algum problema na linha ou célula de fabricação. Deve-se paralisar a máquina ou equipamento e corrigir a **causa** do problema para que a produção volte a funcionar normalmente.

2.2.5 - Células de Produção:

Utilizada para produzir simultaneamente diferentes produtos com características comuns (considerados como pertencentes à mesma família). Nela os processos de fabricação são semelhantes e as máquinas utilizadas estão próximas. As vantagens obtidas são: grande flexibilidade, mínima movimentação, fluxo "claro" e definido, menores estoques entre operações, redução do tempo total de manufatura, simplificação do sistema de informação da produção, redução de custos por redução de estoques e de transporte, etc.

2.2.6 - Atividades de Pequenos Grupos:

São grupos formados por colaboradores (funcionários), de 6 a 12 pessoas, de uma mesma área de trabalho. O objetivo básico é o envolvimento e participação para solucionar problemas relacionados ao setor de trabalho em questão. São realizadas reuniões freqüentes de modo voluntário mas com a permissão das chefias, para analisar e solucionar os problemas operacionais da área de trabalho, visando a implementação de soluções.

Visa também melhorar o nível de trabalho de cada posto, onde a pessoa mais indicada é o próprio operador da máquina ou dispositivo pois conhece o equipamento, suas limitações e problemas e com sua criatividade pode criar métodos melhores e eficazes para produzir o produto.

2.2.7 - Limpeza e Organização:

A imagem de uma empresa limpa e arrumada é o primeiro sintoma de organização. Isto reflete a qualidade, a educação e a disciplina das pessoas que nela trabalham. Um local de trabalho limpo e organizado será um forte fator psicológico nas pessoas que influenciará o seu comportamento na direção da obtenção da qualidade e produtividade da empresa. As principais etapas para manter um local de trabalho limpo e organizado são:

Etapa 1: Eliminação completa das máquinas, ferramentas e materiais obsoletos do local de trabalho. Não deve existir, dentro do local de trabalho, nenhum local para armazenar máquinas, ferramentas e materiais velhos ou fora de uso. A guarda desses objetos em local de trabalho será sempre um custo adicional além de ocupar espaço útil que poderia ser utilizado quando da ampliação das linhas de produção ou aumento de capacidade.

Etapa 2: Determinação de local para cada material. Cada material deve estar arrumado em seu devido lugar, devendo ser determinado um local para cada material. Os funcionários são responsáveis por arrumar e manter limpo o seu local de trabalho. Deve-se aplicar diariamente, em cada setor, as regras de limpeza e arrumação:

- Manter, no local de trabalho, somente o que for necessário, removendo tudo que não está em uso.
- Manter o local de trabalho limpo e arrumado.
- Manter os objetos necessários sempre limpos e conservados.

Etapa 3: Executar, regularmente, a revisão e pintura de máquinas e instalações. A conservação e pintura das máquinas, equipamentos e instalações, eliminando-se vazamentos de água, ar comprimido, óleo, calor das estufas, aumentam sua vida útil e sua confiabilidade além de gerarem sempre uma atitude participativa dos funcionários em relação aos cuidados com a manutenção de seus equipamentos e acessórios.

Etapa 4: Limpeza e conservação do piso de trabalho. As áreas de trabalho devem estar limpas para evitar acidentes e contaminações, os quais são inimigos tanto do homem quanto da produtividade e eficiência da empresa. Mesmo setores como estampa, tratamento térmico ou superficial, pintura ou manutenção, tradicionalmente aceitos como áreas sujas e poluídas, podem e devem ser mantidos limpos e arrumados.

2.2.8 - Manutenção Produtiva Total:

São pequenas manutenções e lubrificações diárias executadas pelo próprio operador. Essas atribuições devem ser parte integrante da rotina de trabalho de cada operador que, passando a conhecer melhor a máquina que trabalha, vai operá-la

corretamente, adquirindo consciência das suas responsabilidades com a manutenção da mesma. Este procedimento contribui para a eliminação de quebras de máquina e as conseqüentes paradas de produção.

As máquinas e equipamentos de maior utilização devem ser os prioritários do programa de manutenção. São essas máquinas que constituem os pontos críticos da produção.

O departamento de manutenção, orientado para esses princípios, contribui para manter e desenvolver programas de manutenção e mesmo de produtividade mais amplos. Deste modo, o departamento de manutenção garante que as máquinas e equipamentos estejam sempre prontos para operar, através da qualidade de seus serviços, contribuindo para a redução dos níveis de estoque dos componentes e materiais em processo.

2.2.9 - Carga de Produção Uniforme:

O conceito de carga de produção uniforme é simples: “Se você vende diariamente, então fabrique diariamente”. Isso quer dizer que cada produto é fabricado para a demanda e não para estoque. Para criar um ambiente que fabrique para a demanda, as empresas devem reduzir o *lead time* de produção do produto.

A produção uniforme na fábrica é o tempo do ciclo de produção necessário para alcançar (e não exceder) a demanda. Pode ser entendida como sendo um “ritmo de produção” para todos os componentes e linhas de produção que é sincronizado com a taxa de demanda, por exemplo, a uma taxa horária constante.

O benefício primário da carga de produção uniforme é a eliminação de custos indiretos de mão de obra para gerenciar ou transportar o excesso de materiais e produtos em processo e permitir à mão de obra direta operar uma diversificada variedade de máquinas, já que estas máquinas normalmente são reduzidas em velocidade para se atingir a velocidade normal da produção uniforme.

2.2.10 - Sistema Kanban:

Conceito

Para atender às mudanças de mercado a partir da venda do produto é necessário, no *JIT*, que as empresas desenvolvam formas para “puxar” a produção, ou seja, produzir do final para o início da linha. Utiliza-se assim, um sistema de gerenciamento da informação, conhecido como *kanban*, que permite que as unidades necessárias sejam repostas na quantidade necessária, no momento necessário e nos diferentes centros produtivos. É um sistema de controle visual de

estoques simples e de fácil compreensão que garante a eficiência do sistema de puxar a produção.

O *kanban* é um método de controle de fluxo de materiais e se caracteriza pelo fato de puxar a produção, tendo como funções: Acionar o processo de fabricação apenas quando necessário; minimizar a formação de estoques; permitir controle visual do processo; liberar material de acordo com o consumo e descobrir problemas do processo.

Existem 2 sistemas de puxar no *JIT*:

Sobreposto: Quando um fluxo contínuo é estabelecido numa linha ou célula, o espaço vazio ocupado anteriormente por uma peça é o sinal para se fazer mais uma peça ("*kanban*" de espaço).

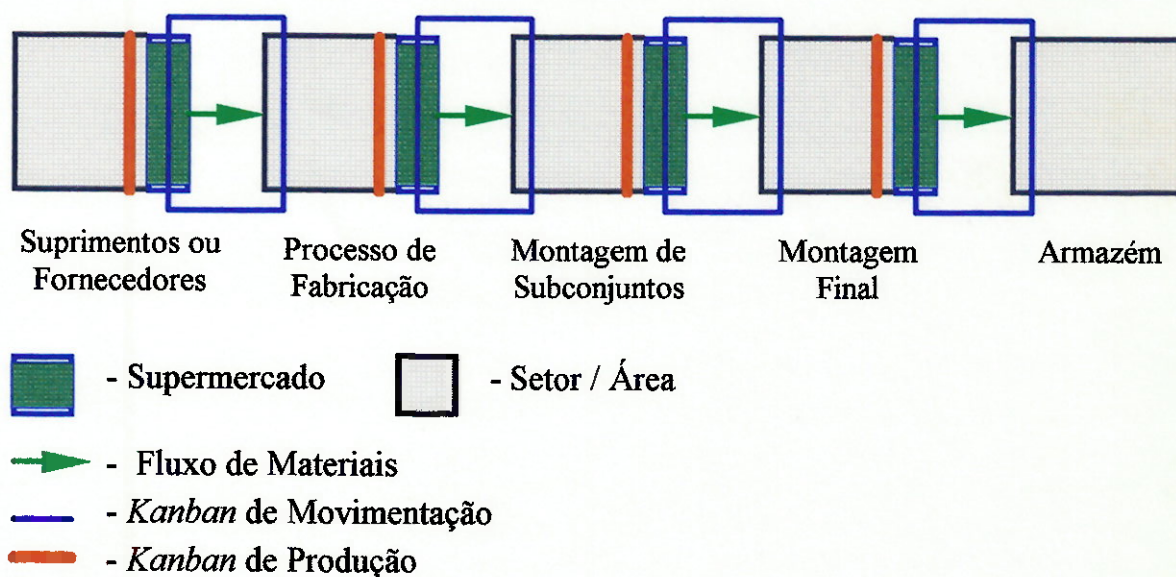
Ligado: Quando as peças competem pelo mesmo recurso e não podem ser processadas ou completadas uma por vez, ou quando as peças tem de ser movimentadas por distâncias significativas, numa produção de pequenos lotes, deve ser utilizado um cartão que o operário "puxa" (ou outro sinal similar) para liberar a produção dos componentes.

Quando os operários de um processo posterior necessitam de mais peças eles procuram o contentor com as peças para substituição. Ao buscar as peças desde o ponto de manufatura os operários deixam atrás um cartão ou sinal. Este serve como solicitação para produzir uma quantia fixa de peças para voltar a preencher o contentor com o número definido.

O controle de prioridades é dado por faixas com cores no painel onde são depositados os cartões ou a sequência na qual os cartões foram recebidos (FIFO). As violações da sequência podem levar o sistema inteiro ao colapso! Caso não existir solicitações para produzir (cartões), nenhuma peça deve ser produzida. Existem numerosas técnicas para determinação correta das prioridades que não serão colocadas aqui mas podem ser encontradas na bibliografia (referências número: 1, 5 e 13).

O sistema de "puxar" causa alterações no MRP (planejamento das necessidades de material) mas não nega sua utilidade geral. O MRP é exigido ainda para o planejamento de longo prazo de material e capacidade de manufatura. O sistema de "puxar" administra as exigências de curto prazo e sua realização.

Existem dois tipos principais de *kanban*: *kanban* Ordem de Produção (em processo) e *kanban* de Movimentação (requisição). Estes tem um fluxo dentro da empresa como mostrado a seguir:

Figura 2.1 : Operação do Kanban

Adaptado da Referência 8: Técnicas de Produção *JIT* (Moura, Banzato & Fullmann, 1989).

Existem ainda outros tipos de *kanban* como apresentado por Yoshinaga (1988) e também constantes de apostilas do IMAM. Esses são:

- *Kanban* de Disparo : “pula” processos.
- *Kanban* Expresso : para falta de peças, erros, etc.
- *Kanban* Extra : para picos de demanda.
- *Kanban* Descartável : para peça não repetitiva.
- *Kanban* “2 Quadrados” : sobre bancadas, esteira ou piso. Neste caso o material só flui quando há um quadrado vazio (também conhecido com *kanban* de espaço).
- *Kanban* de Gravidade : por exemplo: bola, pregador, etc., utilizando-se calhas, tubos, fios, etc.
- *Kanban* Rótulo : utilizando-se etiquetas ou caixas.
- *Kanban* contentor : tipo 2 botijões.
- *Kanban* Fone, Telex, Fax : entre 2 fábricas ou com o fornecedor.
- *Kanban* Eletrônico : Interruptor, código de barras, micro/modem, etc.

Os objetivos básicos do sistema *kanban* são:

- Minimizar o inventário em processo;
- Minimizar a flutuação de estoque em processo de modo a simplificar seu controle;
- Reduzir o *lead time* de produção;

- Evitar a transmissão de flutuações ampliadas de demanda ou do volume de produção de um processo posterior a um anterior;
- Elevar o nível de controle da fábrica através da descentralização e fornecer aos operadores e supervisores da área, tarefas no controle da produção e estoque;
- Reagir mais rapidamente à mudanças na demanda;
- Reduzir os defeitos;
- Permitir o controle visual ao longo das etapas de fabricação;
- Fornecer os materiais sincronizadamente, em tempo e quantidade, conforme sua necessidade, no local certo.

Vantagens do sistema *Kanban*:

Após a descrição do funcionamento do *kanban* devem ser colocadas as vantagens do sistema *kanban* aliado à filosofia *JIT*. Essas são:

O número de cartões em circulação limita o estoque máximo. Este fato resulta do esquema de funcionamento do sistema onde, a autorização para fabricação é dada através do cartão. Não havendo consumo nas linhas de montagem os cartões não circulam e o processo de produção se interrompe automaticamente.

A eficiência do sistema é medida pela redução do número de cartões em circulação. A medida em que a eficiência aumenta, o número de cartões pode ser gradativamente reduzido, possibilitando avaliação, acompanhamento e controle do processo e do sistema.

Além disso, as necessidades de reposição são identificadas visualmente. Uma vistoria nos painéis dos cartões ou uma contagem dos contentores permite imediata visualização da situação.

A burocracia é eliminada pois a permanente recirculação dos cartões elimina a necessidade de emissão de ordens de serviço, requisições de material, documentos de transferência e outros tipos de controle.

Não há programação da produção para os itens controlados pelo sistema. O sistema só é revisado quando houver mudanças substanciais nas quantidades produzidas. Pequenas variações no consumo são absorvidas pelo sistema que se compensa por si só.

Fórmula para cálculo do número de cartões:

É importante apresentar o que deve ser feito para dimensionar o número de cartões necessários para cada tipo de peça. Segundo Yoshinaga (1988) esse número pode ser calculado a partir dos seguintes fatores¹:

¹ Também segundo Monden, 1984.

- Demanda
- Tamanho da peça x tamanho do contentor
- Tempo de processamento para um contentor (inclui *set-up*)

e da fórmula² (teórica):

$$K = [D \times (T_e + T_p) \times (1 + \alpha)] / A$$

onde K	= número de cartões
D	= demanda (peças / dia)
T _e	= tempo de espera (fração de um dia)
T _p	= tempo de processamento de um contentor (fração de um dia, incluindo tempo de <i>set-up</i>)
T _e + T _p	= " <i>lead time</i> " ou tempo de fabricação (fração de um dia)
A	= capacidade do contentor (peças)
α	= fator de segurança

O valor de K deve ser usado como o número de cartões para circulação na fábrica. Como ressalva deve-se colocar que nem sempre é possível utilizar-se da fórmula para o cálculo do número de cartões, nem que esta é a única fórmula existente, mas apenas uma possível maneira para o cálculo. Nem sempre uma fórmula é aplicável, deve-se analisar a situação e verificar sua aplicabilidade e o impacto causado com um número de cartões assim definido.

2.3 - Princípios Básicos do Sistema *Just in Time*:

Para que o *JIT* funcione como esperado, além da utilização das ferramentas já apresentadas devem ser seguidos alguns princípios que norteiam o funcionamento do sistema. Esses são:

2.3.1 - Eliminação de Perdas: Qualquer coisa, além da quantidade mínima de equipamento, espaço, material ou mão de obra que são essenciais à produção são desperdícios.

2.3.2- Produção e Transporte Unitário: "Use um e faça um". O tamanho ideal do lote é apenas para atender necessidades imediatas.

2.3.3 - Supermercado: O cliente (processo posterior) vai buscar o que necessita, na ocasião exata e na quantidade que ele determina. O processo anterior repõe somente o que "sai" e procura expor os produtos que realmente tenham saída. Não há almoxarifados fechados.

² Também utilizada pela empresa desde a instituição e uso do sistema *kanban* (1989).

2.3.4 - Momento Exato: Apenas a peça necessária, na quantidade necessária, no tempo necessário, na qualidade necessária e no lugar necessário.

2.3.5 - Estoque Mínimo (mínima quantidade de cartões): Deve-se eliminar os estoques. Quando os problemas ocorrem deve-se identificar as causas e corrigi-las. O processo de correção determina a necessidade de encontrar as causas e não encobri-las.

2.3.6 - Qualidade 100 % (autonomia): Peças com defeito não devem prosseguir no processo de fabricação.

2.3.7 - Sincronização com Auto Controle: Nunca se deve atrasar o programa de produção, mesmo que por um só dia. Se uma máquina quebrar, devem ser interrompidos os processos posterior e anterior de modo a evitar superprodução ou gargalos.

2.3.8 - Mão de Obra: Não devem ser feitas peças desnecessárias apenas para utilizar uma máquina ou mão de obra disponível.

2.3.9 - Disciplina (postura): A Disciplina deve ser rígida mas simples: Não se deve facilitar exceções; Não “quebre o galho”.

2.3.10 - Flexibilidade: Deve-se flexibilizar a produção para atender as demandas de qualquer produto, em qualquer quantidade a qualquer momento.

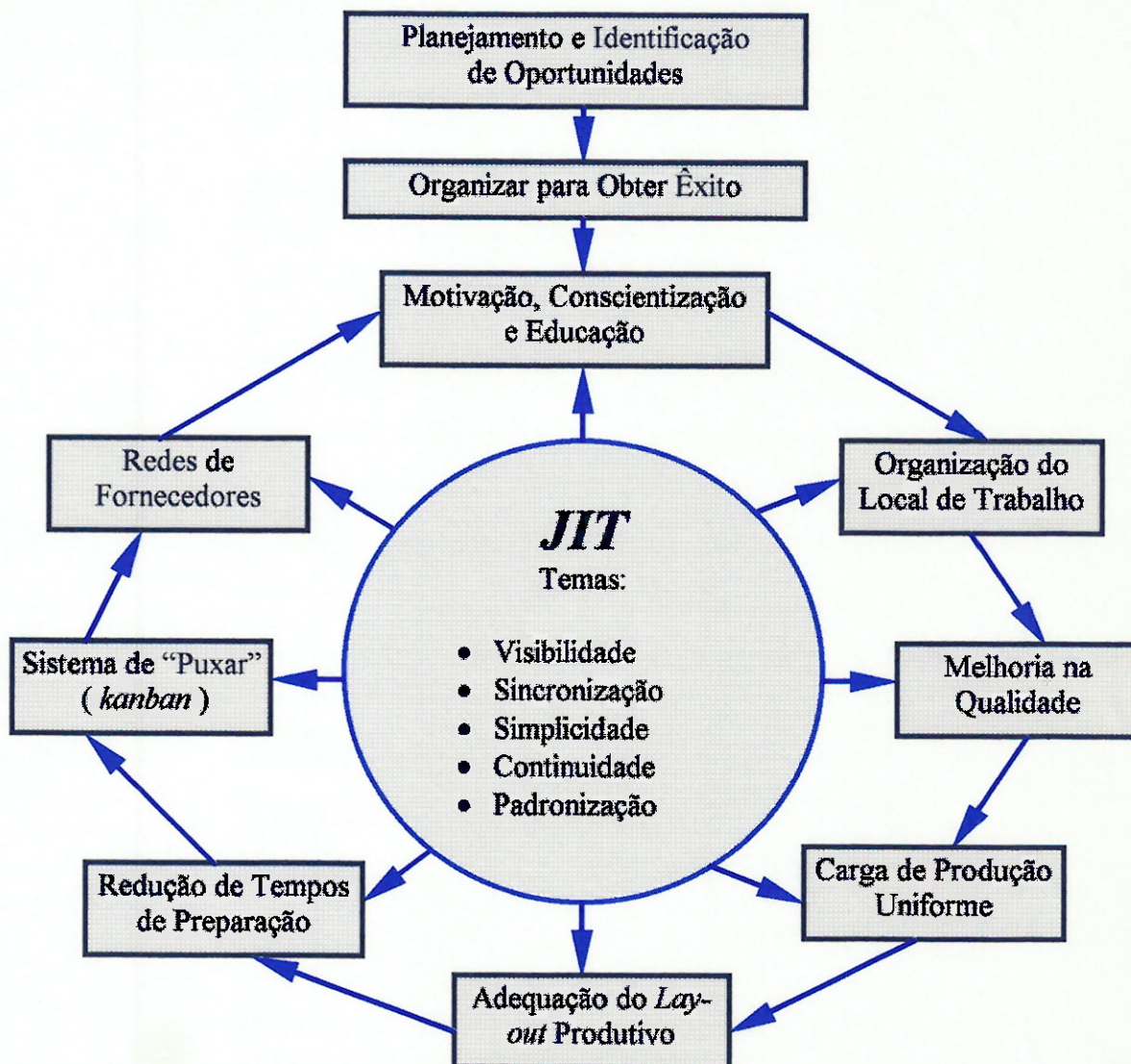
2.4 - Dez Etapas para a implantação da Filosofia JIT:

Após terem sido apresentadas as Ferramentas do JIT e os Princípios Básicos da Filosofia JIT, bem como o Sistema *kanban* e seu funcionamento, cabe agora colocar as etapas para a sua implantação.

O *JIT*, para ter sucesso, exige um programa de conscientização, compreensão e motivação, planejado cuidadosamente e amplo em seu escopo. A implementação do *JIT* envolve tipicamente dez etapas³ distintas onde são aplicadas as ferramentas já apresentadas, como indicado no esquema a seguir:

³ Segundo a referência 4 - Apostila da Coopers & Lybrand Consultores - *Metodologia para implantação de um sistema JIT*.

Figura 2.2 : Etapas para Implantação do *JIT*:

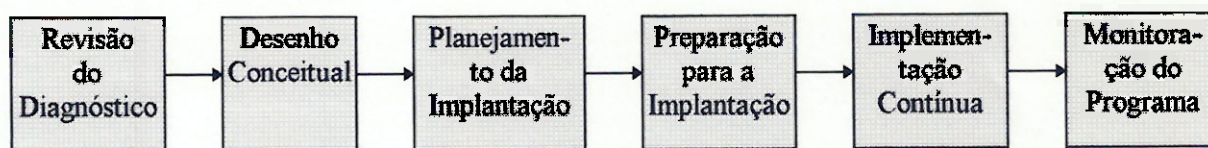


Adaptado da referência 4:- *Metodologia para Implantação de um Programa JIT.*

Etapas 1 : Planejamento / Reconhecimento de Oportunidades.

O *JIT* exige uma administração de mudanças significativas, com um plano bem elaborado, oferecendo uma vantagem clara e estratégica no mercado. Tal estratégia deve ser a contribuição do setor de manufatura ao plano global da empresa.

O fluxograma a seguir apresenta uma visão global da metodologia de planejamento e início de tarefas. As 6 fases do programa são todas direcionadas para alcançar um ambiente de melhoramento contínuo e significativo:

Figura 2.3 : Seis Fases para Planejamento:

Adaptado da referência 4: *Metodologia para Implantação de um Programa JIT*.

As primeiras 3 fases oferecem uma base e direção ao programa. Envolvem a coleta de dados, avaliação das oportunidades e a elaboração de um plano global para a empresa, estipulando as várias etapas, refletidas numa projeção de melhoramentos ao longo de alguns anos.

A quarta fase, a preparação para a implantação, é essencial para alcançar um melhoramento contínuo. A organização de produtividade é treinada para a liderança, para efetuar melhoramentos. Aqui também os mecanismos para medida de desempenho são implementados. A quinta fase lança o programa de melhoramentos e estabelece grupos de tarefa com funções designadas especificamente.

Quando o programa amadurece existe a necessidade de se reavaliar as prioridades e, ocasionalmente, rededicar-se aos princípios e ferramentas do *JIT*. Neste trabalho é isto que ocorre, pois o *JIT* já foi parcialmente implementado em 1989 em algumas partes da empresa e hoje precisa passar por reavaliações, aplicando-se novamente algumas dessas etapas e também os princípios e ferramentas.

Etapa 2 : Organizar para Obter Êxito.

A organização de produtividade é estabelecida para identificar e implementar os melhoramentos operacionais. Esta organização consiste de 4 níveis:

- Organização direcionada: Cada pessoa na organização deve entender a direção para onde deve ir a empresa e qual é a sua contribuição específica para os esforços de melhoria.
- Comissão central da implementação: Este grupo tem a responsabilidade de executar os planos *JIT*. Dá prioridades e aloca problemas que precisam ser remediados.
- Grupos de tarefas: Devem ser estabelecidos diversos grupos multidisciplinares e treinados em técnicas específicas de *JIT*, como a pesquisa de variações, redução de etapas e estratégias de pesquisa. Cada grupo, uma vez designado a uma tarefa, recomenda uma solução específica para a comissão central de implementação.

- Veículo de melhoramento: Depois da implementação de uma recomendação de um grupo tarefa, há a necessidade do melhoramento contínuo. Grupos de resolução de problemas obtêm a prioridade de efetuar serviços e propor sugestões para melhoramento, seguindo, para isso, etapas definidas de um processo de trabalho.

Etapas 3: Motivação, Conscientização e Educação.

Existe uma necessidade, para todos os funcionários, de obter um conhecimento das tecnologias do *JIT* e educação *on the job* (*OJT*). Esta técnica envolve a aplicação de técnicas introduzidas durante a fase de conscientização desta atividade. Todos os funcionários devem ser envolvidos em tentar melhorar as operações. A longo prazo, este procedimento é o único meio de assegurar o melhoramento contínuo. Nesta etapa há a necessidade de motivação de todo o pessoal envolvido no projeto. Deve se trabalhar com o *JIT* com a mentalidade de que os objetivos serão alcançados alicerçados na capacidade criativa dos próprios elementos envolvidos diretamente na operação industrial.

Etapas 4 : Organização do Local de Trabalho.

Esta etapa representa a fase onde deve ser aplicada a ferramenta número 7 - Organização e Limpeza, que pode ser exemplificada pela frase “cuidando da casa”, o que quer dizer mais do que um local de trabalho limpo, como já foi colocado.

Etapas 5 : Melhoria na Qualidade.

Esta atividade enfatiza as ferramentas 1, 3 e 8 (Perda Zero, Qualidade na Fonte e Manutenção Produtiva Total), sendo que ela deve ser iniciada cedo no processo *JIT*. Normalmente demora-se mais tempo para realizar “Defeito Zero” que qualquer outro elemento do *JIT*.

Etapas 6 : Carga de Produção Uniforme.

Esta etapa tem como principal atividade o emprego da ferramenta 9 - Carga de Produção Uniforme, de modo que a produção se proceda uniformemente para atender a demanda com o mesmo fluxo (ou a mesma “taxa” horária ou diária) em que esta última aconteça.

Etapas 7 : Adequação do Lay Out Produtivo.

Para alcançar as oportunidades de produtividade oferecidas pelo sistema de produção uniforme, o fluxo do processo ou *lay out* deve ser redesenhado. O objetivo é eliminar operações que não agregam valor e agrupar equipamentos para linhas de produtos com manufatura e seqüência de produção similar de modo a formar células de produção. Aqui fica evidente a aplicação da ferramenta número 5 - Células de Produção.

Uma vez que a configuração celular foi otimizada, a taxa de carga uniforme determina a velocidade ou taxa das operações na célula. Quanto maior a demanda menor é o tempo de ciclo e maior é o número de operadores designado para tal célula. A mão de obra direta deve ser otimizada (deve-se manter o homem ocupado e não a máquina), e deve-se ter capacidade de mudar da tarefas fixas para variáveis ou determináveis.

Etapa 8 : Redução dos Tempos de Preparação.

Ao dedicar equipamentos para grupos de produtos, algumas instalações ou processos serão eliminados completamente. Quando houver necessidade de compartilhar equipamentos de manufatura para componentes diversos, torna-se necessário reduzir significativamente o tempo de execução das mudanças de ferramentas ou ajuste, para produzir economicamente o suficiente para a demanda de cada dia (ou período). Aqui é a etapa onde se aplica a ferramenta número 2 - *Set-up* (troca rápida de ferramenta).

Etapa 9 : Sistema de “Puxar”.

Normalmente é aconselhável escolher alguns itens críticos e estabelecer o sistema de “puxar” para esses e depois passar para os demais. Os benefícios integrais do sistema só serão efetuados quando do funcionamento dos sistemas celulares e de produção uniforme.

Aqui deve ser aplicada a ferramenta 10 - *Kanban*, juntamente com o dimensionamento dos cartões, treinamento dos operários e as outras variáveis do sistema.

Etapa 10 : Redes de Fornecedores.

Esta etapa visa envolver o grupo de fornecedores de forma que estes passem a efetuar seus fornecimentos somente quando forem necessários para o processo de manufatura.

O melhoramento de qualidade começa no início do programa *JIT* mas o sistema de “puxar” não é implementado até que o fluxo e a demanda tenham sido agilizados de forma harmoniosa. O critério chave para especificar as entregas dos fornecedores é uma demanda agilizada sem grandes oscilações ao nível de materiais e matérias primas. É nestas áreas que devem se estabelecer contratos cooperativos com os fornecedores.

Capítulo 3

Situação Atual da Célula de Manufatura

3 - Situação Atual da Célula de Manufatura

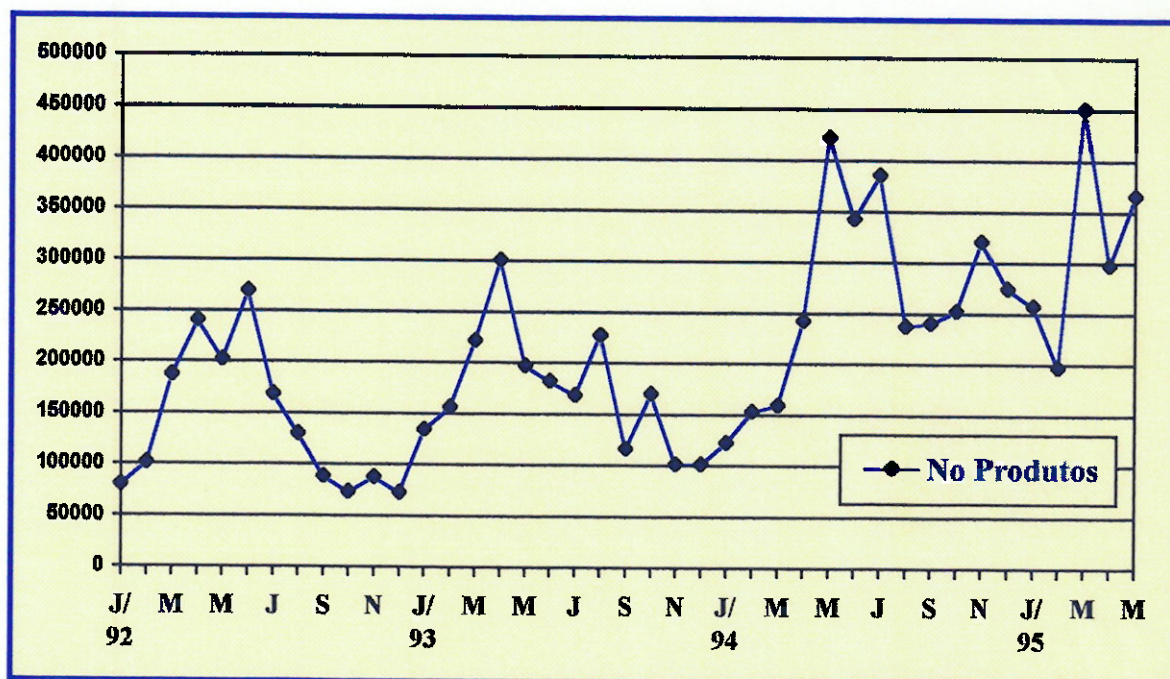
3.1 - Características da Célula

A **Maxi Ducha** é o *carro chefe* da linha de **Aparelhos Domésticos** da empresa, representando cerca de 45 % do faturamento deste setor. Isto significa que quase 20 % do faturamento da empresa provém das vendas deste produto. Além disto, é a líder de vendas no mercado de chuveiros elétricos. Deste modo, apresenta grande representatividade dentro da empresa e necessita do emprego de grande volume de recursos para sua produção, sendo que 52 % (em valor monetário) de tudo que é comprado pela Lorenzetti é aplicado para esta linha de produtos.

A área ocupada pela célula de fabricação é de aproximadamente 3600 m², cerca de 30 % da área destinada para produção de **Aparelhos Domésticos**, 10 % da área total da fábrica de São Paulo - IBE.

A capacidade máxima de produção da célula é de **20.000** unidades por dia (máximo de 400.000 produtos por mês). A Maxi Ducha é um produto de demanda sazonal, maior no período de inverno, cuja venda vem crescendo com os anos. Isso pode ser visto no gráfico a seguir, onde aparece a quantidade de Maxi Duchas vendidas (faturadas pela empresa) de 92 até maio de 95, mês a mês.

Gráfico 3.1: Quantidade de Produtos Faturados (mês a mês)



3.2 - O Produto

A Maxi Ducha é uma ducha ou chuveiro; um aparelho classificado como Eletro-Hidro-Doméstico, pois funciona com energia elétrica, água e deve ser destinado a uso doméstico. Suas principais características são:

Tabela 3.1 : Características do Produto

<i>Características</i>	<i>Descrição</i>
Automação	Funciona automaticamente com a passagem de água
Cor	Fabricada na cor branca
Material	Termoplástico de alta resistência (polipropileno)
Tipo de Contatos	Liga de prata-níquel
Pressão de Funcionamento	de 1 a 40 m.c.a. (metros de coluna de água)
Tipos de Resistências	Liga especial, climatizada para cada região do país- em diferentes combinações de tensão (110, 127 e 220 V) e de potência (de 3200 a 5400 W)
Acessórios	Chuveirinho; Mangueira plástica de 2 m; Suporte para fixação da mangueira e chuveirinho; 2 cabos para ligação elétrica e 1 para aterramento

O funcionamento do produto pode ser assim descrito:

Tabela 3.2 : Descrição do Funcionamento do Produto

<i>Funcionamento do Produto</i>
• Com o registro fechado o sistema está em repouso
• Abrindo o registro, a água pressiona e desloca o conjunto acionador para cima
• Os contatos móveis (inferiores) presos à placa encostam nos fixos (superiores) ligando automaticamente a ducha
• A energia elétrica que circula pela resistência é transformada em calor, aquecendo a água instantaneamente.

A vista explodida do desenho de conjunto do produto bem como suas partes pode ser visualizada no Anexo 1 - Vista Explodida do Desenho de Conjunto.

Para um melhor entendimento do que é produzido na célula ou fora dela, serão divididas as origens dos componentes para montagem e embalagem da Maxi Ducha.

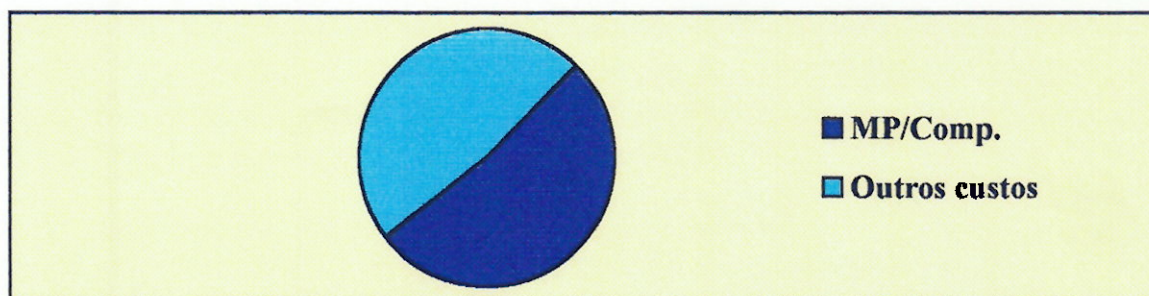
Tabela 3.3 : Origem dos Componentes

<i>Origem</i>	<i>Descrição dos Componentes</i>
Comprados prontos (fornecedor externo):	<ul style="list-style-type: none"> • anel o'ring de vedação do espalhador • diafragma • saco plástico • alça • caixa de papelão • algumas peças plásticas são injetadas fora (capa, espalhador, separador, botão, etc.)¹
Produzidos na empresa, mas não na célula:	<ul style="list-style-type: none"> • contatos • mola • outras peças estampadas (lâminas, barra de ligação) • resistências (espiral)
Produzidos na própria célula:	<ul style="list-style-type: none"> • capa • corpo • chuveirinho e o desviador (mangueira, suportes)² • suporte para resistência • outras peças injetadas (placa, êmbolo, disco separador, espalhador, etc.)

A célula também é responsável pela pré-montagem, montagem e embalagem do produto, além de ter almoxarifado (supermercado) próprio.

Um dado importante é a participação da matéria prima e componentes externos como parte do custo do produto, uma vez que estes representam cerca de 50 % do custo total da Maxi Ducha. Assim, qualquer esforço para diminuição de custos deve passar por verificação desses itens de forma a diminuir estoques, perdas e desperdícios.

Gráfico 3.2 : Participação da Matéria Prima e dos Componentes Externos na Composição de Custos do Produto:



¹ A empresa visa que todas as peças plásticas compradas prontas sejam produzidas internamente.

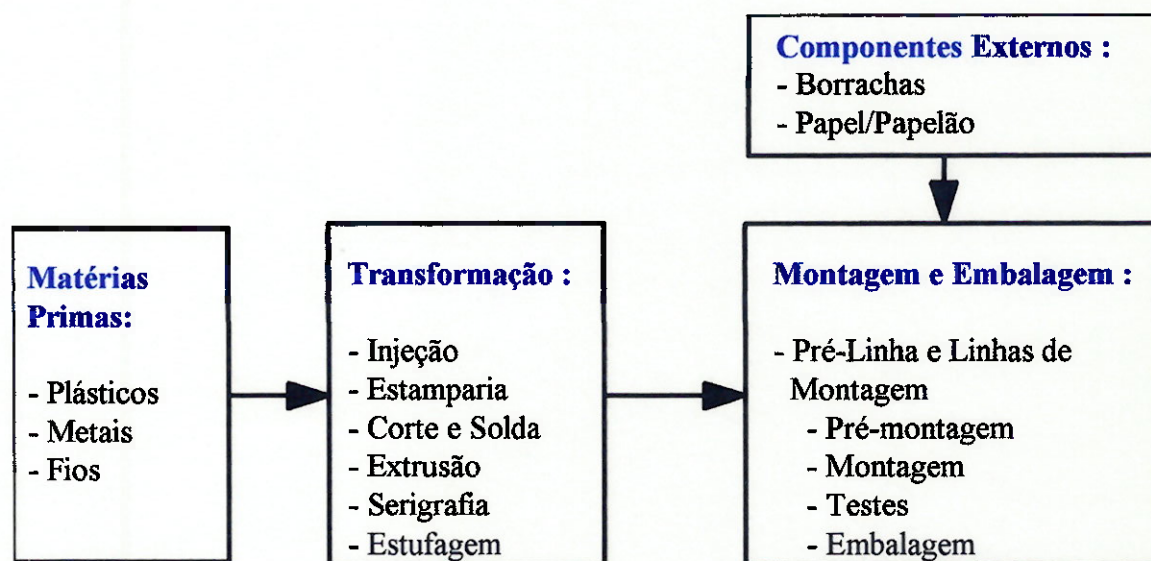
² O chuveirinho completo (as 3 partes) e o desviador são feitos no 2º piso.

3.3 - Situação Atual da Célula de Produção

3.3.1 - Operação e Lay-Out da Célula

Para facilitar o entendimento da operação da célula será colocado um esquema simplificado do **fluxo do processo**. A partir dele pode ser descrita a operação desta área.

Figura 3.2 : Fluxo do Processo - Esquema Simplificado



Na célula da Maxi Ducha o maquinário pesado (injetoras) se concentra no fundo e na lateral da célula, o que pode ser visto no *lay out* (figuras 3.3 e 3.4). Isto ocorre porque estas máquinas são responsáveis pela fabricação dos componentes básicos que posteriormente irão alimentar tanto a **pré-linha de montagem** como as **3 linhas de montagem**.

Ainda no fundo da célula se concentram os maiores estoques (**supermercados**) referentes a **matérias-primas** que serão usadas nas próprias injetoras. Nesta parte também se concentra o supermercado de **ferramentas e moldes**. A seção de injetoras, apesar de não fazer parte da célula, divide o mesmo prédio, como pode ser visto no *lay out*.

Na parte posterior da célula, os componentes montados na **pré-linha** passam a alimentar a fabricação das duchas nas **linhas**. Alguns dos componentes a serem utilizados na montagem vêm de outras seções ou são adquiridos de fornecedores externos. Os subconjuntos montados na **pré-linha**, (como o corpo, os contatos, a placa e os fios) são agregados ao produto nesta fase, sendo transportado via esteira. Ao lado destas esteiras se concentram os operários que são responsáveis por anexar

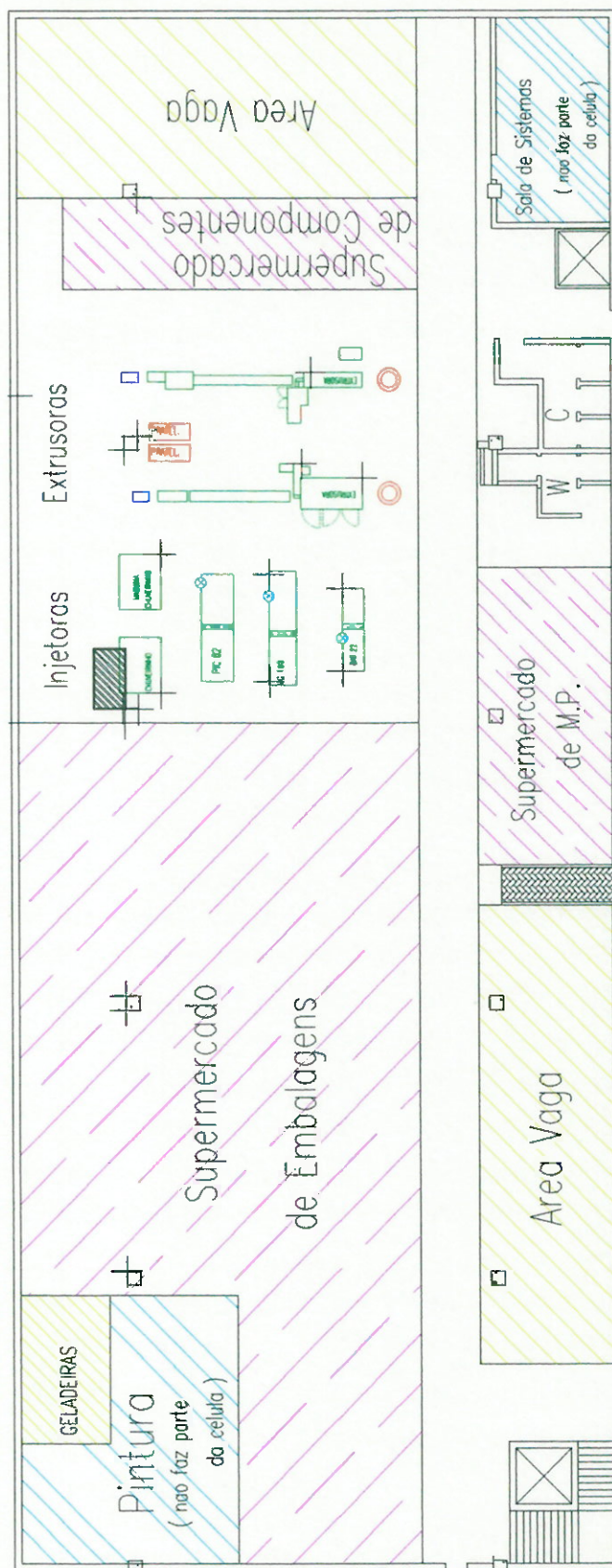
as peças ao corpo. Esta montagem é feita, em algumas etapas, com o auxílio de maquinário dedicado (dispositivos).

A seguir será apresentado um *lay out* esquemático da célula de produção em estudo. Deve-se lembrar que esta apresenta 2 níveis (térreo e 1º andar). Neste *lay out* podem ser vistas as máquinas injetoras, as extrusoras, os supermercados de matéria prima, peças e componentes bem como a pré-linha e as 3 linhas de montagem.

No *lay out* para o nível térreo (figura 3.3) é apresentada a “Projeção da Área do Nível 2” (primeiro andar), onde pode-se constatar que ela está praticamente sobre a metade posterior da área do térreo (sobre as linhas de montagem).

Figura 3.3 : Lay Out da Célula - Andar Térreo³

Figura 3.4 : Lay Out da Célula - Primeiro Andar⁴



⁴ Figura fora de escala.

A produção é iniciada com a **injeção do corpo** da ducha. Após a injeção, este é colocado dentro d'água para resfriar até certa temperatura ideal - 40° C. É então colocado o **conjunto acionador**, formado pelo diafragma, já pré-montado com o êmbolo e com a mola.

A seguir são **cravados os contatos** e a **barra de ligação** ainda a quente. São montados, também, a **placa com a lâmina** (pré-montagem de peça injetada com lâminas - da estamparia - e fios), além do **suporte da resistência** através de dispositivo. Outra peça montada na pré-linha é o prensa fio e o fio terra.

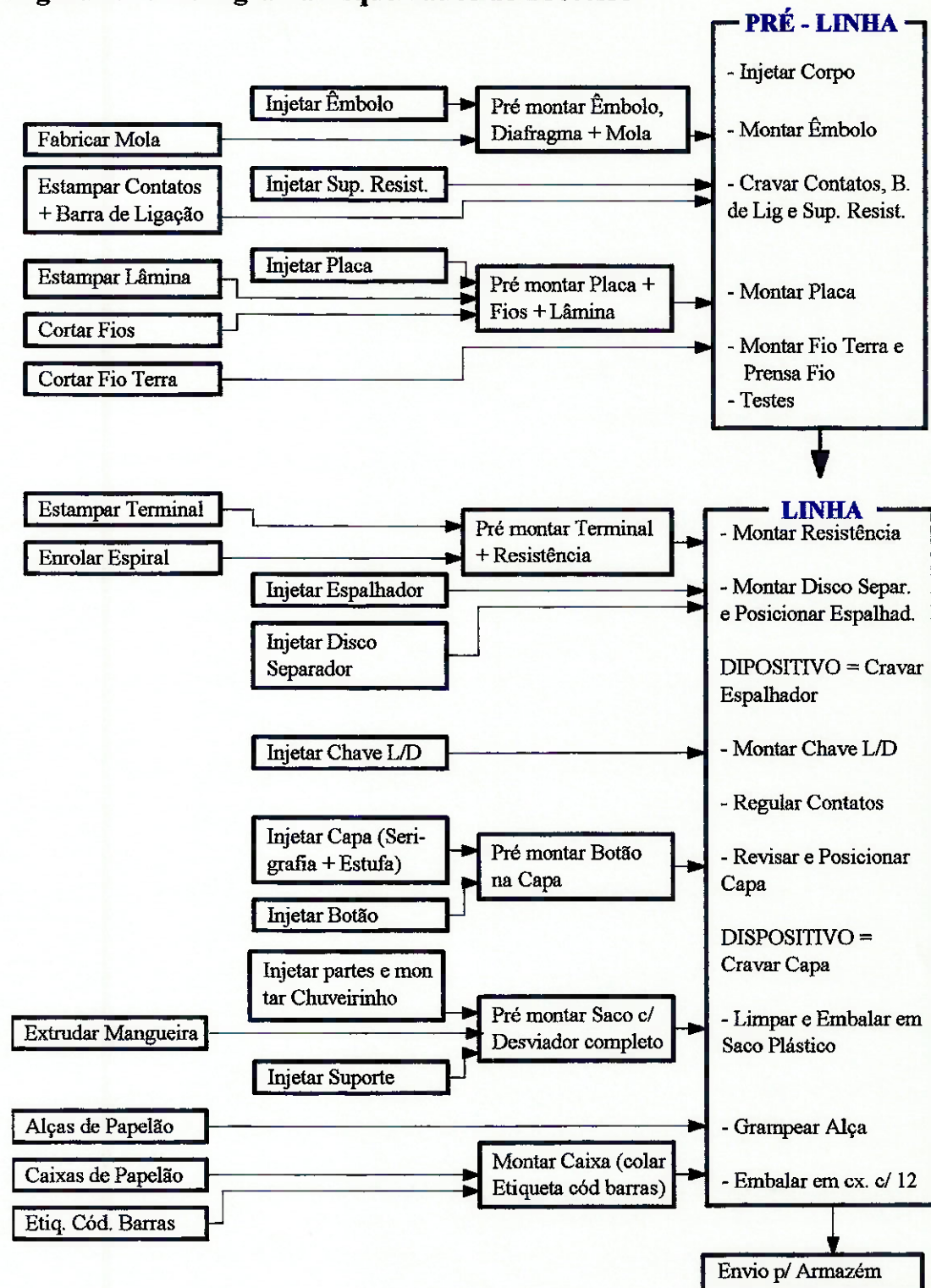
A medida que são fabricados, se o turno coincidir com o de montagem, o envio para a linha é direto, caso contrário, esse corpo é acondicionado em contentores para posterior envio às linhas. No final da pré-linha existe um **teste de estanqueidade** (amostral) que determina se o corpo pré-montado será enviado a linha de montagem.

Antes do início da linha de montagem, existe uma operação de pré-montagem que consiste em argolar, dobrar pontas e colocar terminais na espiral, formando a resistência. Na linha de montagem, a primeira operação é **montar a resistência** no corpo. Em seguida é montado o **disco separador** (com anel o'ring) e posicionado o **espalhador**. É feita a operação de **montagem da chave inverno/verão** que seleciona qual vai ser a posição ativa da resistência. Faz-se, então, uma **regulagem** na ducha que é fundamental para o perfeito funcionamento da mesma.

Em seguida é feita uma última **revisão** e encaixada a **capa** do chuveiro já com o botão pré-montado e a serigrafia feita. As etapas posteriores da linha se referem a **limpeza**, colocação da ducha no saco já com mangueira, suporte e chuveirinho; **grampeamento da alça**, além da embalagem do produto final na **caixa coletiva**.

Antes da embalagem do produto, as caixas recebem uma etiqueta com código de barras e são enviadas via esteiras aéreas diretamente para o armazém onde são estocados até a expedição e o transporte. Ao entrar no armazém é feita a leitura do código de barras para que seja dada entrada de dados no sistema.

Figura 3.5 : Fluxograma Esquemático do Processo



Na célula estão disponíveis os seguintes equipamentos:

- 3 ponteadeiras para solda (junto a 3 dispositivos de montar lâminas na placa);
- 2 máquinas de montar chuveirinhos;

- 4 dispositivos para argolar e dobrar pontas das resistências;
- 9 bancadas para enrolar fios e 3 máquinas de cortar fios;
- 4 rebitadoras;
- 2 extrusoras;
- 2 máquinas de *silk-screen*;
- 1 estufa secadora;
- 1 dispositivo para flambagem;
- 4 esteiras (3 linhas e 1 pré-linha);
- esteiras aéreas para transporte de produto acabado;
- 3 elevadores de embalagem para levar as caixas até as esteiras aéreas;
- 2 monta-cargas;
- 7 dispositivos para cravar contatos;
- 6 dispositivos para colocar placa e prensa fios;
- 2 dispositivos para teste de estanqueidade;
- 3 dispositivos duplos para cravar espalhador;
- 3 dispositivos duplos para cravar capa;

Além desses equipamentos, existem 15 injetoras (algumas compradas nos últimos 6 meses e outras já existentes) de diferentes capacidades, para as quais existem diversos moldes. Além dessas, foram compradas mais 4 injetoras para esta célula e devem ser realocadas outras 3, de outras áreas para ela.

Todos estes equipamentos estão alocados em um mesmo galpão (em dois andares) e têm sua operação voltada para a produção de Maxi Duchas.

Para evitar **gargalos** na produção foi feito um estudo de **balanceamento de linha** (pela área de Tempos, Métodos e Processos - TMP). Este estudo foi balizado em função da tomada de tempos para cada operação e da produção mensal desejada para cada linha. Hoje existem 3 linhas de montagem sendo que uma tem capacidade de produção de o dobro em relação a cada uma das outras duas (a linha 1 produz 200.000 pç/mês e as linhas 2 e 3 produzem 100.000 pç/mês cada uma, num total de 400.000 produtos por mês como capacidade máxima).

Levantados estes dados, e sabendo a produção de cada operário nas diversas funções, pode-se avaliar o número de pessoas necessárias para executar cada uma das diferentes operações para o balanceamento em questão.

Quanto às imprevisibilidades ou quando a demanda prevista é menor do que a capacidade definida, os próprios encarregados da linha tem autonomia para remanejar os postos e o número de pessoas para cada atividade, seguindo a definição do PCP do número de pessoas necessárias para a produção daquela quantidade.

Quando ocorrerem alterações de projeto ou melhorias no processo há a necessidade da atualização dos dados (desde o tipo da atividade ao tempo padrão

de execução). Feito isso, é recalculado o balanceamento que visa minimizar as folgas entre diferentes atividades. A partir desses dados a própria área de Tempos e Métodos atualiza o número de postos nas linhas (através da colocação, ajuste ou retirada de bancadas da linha bem como a definição de sua posição e área para componentes, etc.).

No Anexo 2 (Balanceamento de Linha - TMP) é apresentado um exemplo do balanceamento de linha utilizado pela empresa para a linha 2 para uma capacidade de 100.000 produtos por mês.

3.3.2 - Organização da Célula

Para atender as necessidades de produção e demanda, a célula da Maxi Ducha funciona 24 horas por dia. As **linhas de montagem** trabalham apenas 1 turno (6:40 às 16:24 horas) e são compostas basicamente por mulheres. A **pré-linha, as injetoras e as extrusoras**, tem que trabalhar durante os 3 turnos para acompanhar a velocidade da linha de montagem e seus funcionários são quase na totalidade homens. Neste caso o 1º turno funciona das 6 às 14, o 2º turno de trabalho é das 14 às 22 horas e o 3º turno das 22 às 6 horas, cada um com 30 minutos de intervalo (pausa para café, almoço ou jantar), funcionando em 4x1⁵.

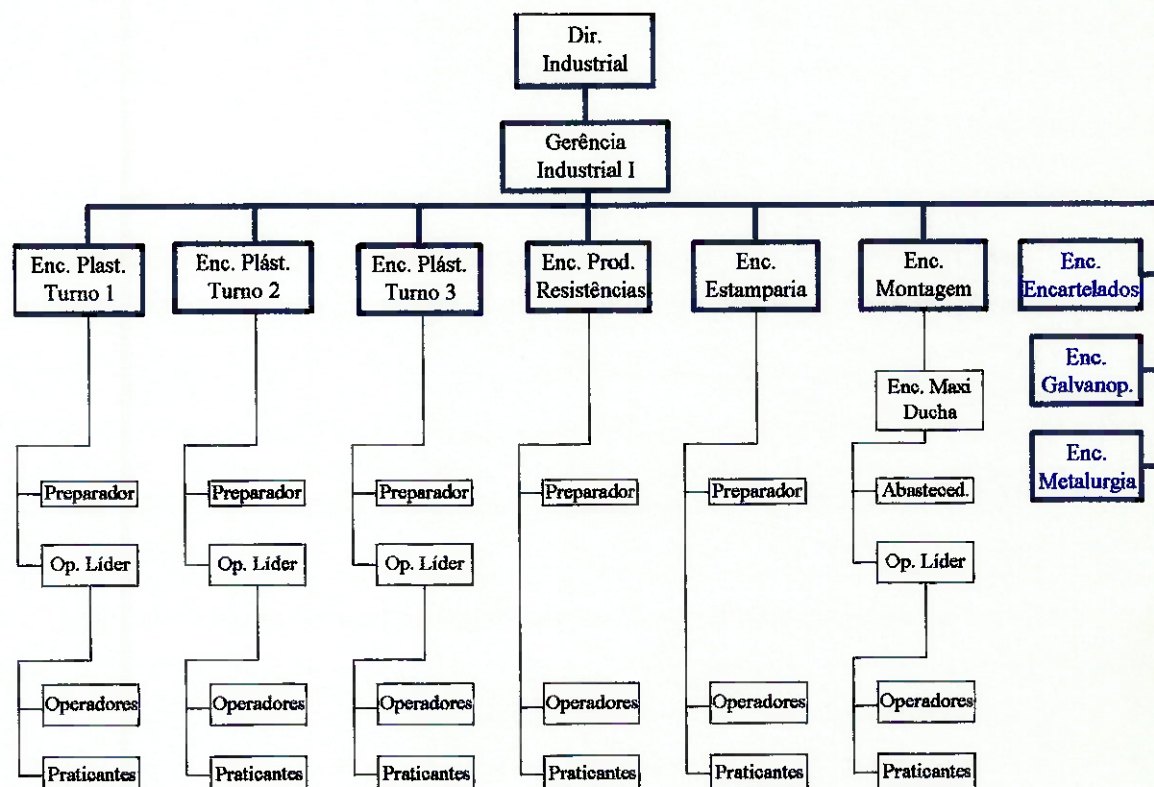
Tabela 3.4 : Turnos de Trabalho e Número de Funcionários

<i>Setor</i>	<i>Turnos de trabalho</i>	<i>Nº de funcionários</i>
Injetoras	4x1 - 24 horas por dia, todos os dias (5 equipes)	35
Pré-linha de Montagem	4x1 - 24 horas por dia, todos os dias (5 equipes)	15
Extrusoras	4x1 - 24 horas por dia, todos os dias	5
Montagem de Placas	2 turnos - 2ª à sábado (sábado sim sábado não)	6
Ponteadeiras (Solda)	4x1 - 24 horas por dia, todos os dias	12
Linhas de Montagem	1 turno de segunda à sexta	111
Resistência	4x1 - 24 horas por dia, todos os dias	4
Estamparia	2 turnos - 2ª à sábado (sábado sim sábado não)	4
Serigrafia (inclui Flambagem)	2 turnos - de 2ª à sábado (c/ flambagem 24 h)	6
Fios	2 turnos - 2ª à sábado (sábado sim sábado não)	8
TOTAL	-----	206

⁵ 4x1 : 5 equipes de funcionários se revezam 7 dias da semana, 24 horas por dia onde sempre existem 4 equipes trabalhando e 1 descansando.

Para entendimento da forma como a célula está organizada a seguir aparece o organograma da célula, indicando os diversos níveis hierárquicos.

**Figura 3. 6 : Estrutura Organizacional da Gerência Industrial I
(Célula da Maxi Ducha⁶)**



Agosto / 95

Os encarregados de plásticos possuem como subordinados diretos os líderes de injetoras e extrusoras dos 3 turnos. Esses coordenam as atividades dos operários de seus respectivos turnos. No 3º turno de produção, o líder das injetoras também é o responsável pelas extrusoras e demais áreas, nos outros dois turnos cada setor possui seu respectivo líder.

Os procedimentos pré-definidos pela área de Tempos, Métodos e Processos (TMP) que incluem a forma de se executar cada operação e o tempo padrão desta devem ser verificados, cobrados e até re-ensinados pelos líderes ou encarregados. Quando aparecem gargalos ou dificuldades a engenharia é informada e então a equipe de Tempos e Métodos se desloca para a área e reavalia a situação (método, forma ou tempo), modificando o padrão se julgar necessário. Uma avaliação por cronometragem é feita nestes casos e também quando ocorre alguma mudança no processo (esses novos tempos obtidos irão alimentar o balanceamento de linha colocado no Anexo 2).

⁶ Toda a estrutura ou faz parte da célula ou serve a célula da Maxi Ducha sendo que apenas aqueles destacados em azul não tem relação alguma com a célula.

A **comunicação** entre os operários e com seus superiores (no caso líderes ou encarregados) é totalmente paralela e informal, não existindo nenhuma forma escrita ou documentada para que isso seja feito. Qualquer problema, dúvida, sugestão, etc., é tratada direta e verbalmente. Caso um operário esteja com algum problema (esteja passando mal, queira ir ao banheiro, se machucou, problemas na produção, etc.), existe uma lâmpada vermelha (*andon*) para comunicação visual, mais rápida, em cada posto da linha. O encarregado ou líder se desloca até onde ele está e verifica o ocorrido. Caso ele precise ser substituído existem operários volantes e multifuncionais que poderão ocupar seu lugar.

Com relação ainda às substituições devido a faltas e/ou imprevistos, os operários volantes estão a disposição e além deles, há a possibilidade de deslocamento de mão de obra de outros setores de montagem, ou ainda, os próprios líderes podem vir a ocupar lugar na linha de montagem, a linha só não pode parar. Cabe ainda ressaltar que cada operário geralmente é treinado em mais de uma operação podendo ser deslocado para outros postos e setores que não o seu (operários multifuncionais).

A comunicação com o setor de engenharia também é realizada através de luzes. Em suas salas existe um painel com luzes de cores diferentes para cada célula de manufatura. Caso os encarregados das seções verifiquem problemas (realmente críticos) que requeiram interferência destes departamentos, eles apertam um botão que acende a luz no painel e o técnico se desloca até o setor de produção.

3.3.3 - Sistema de Informações

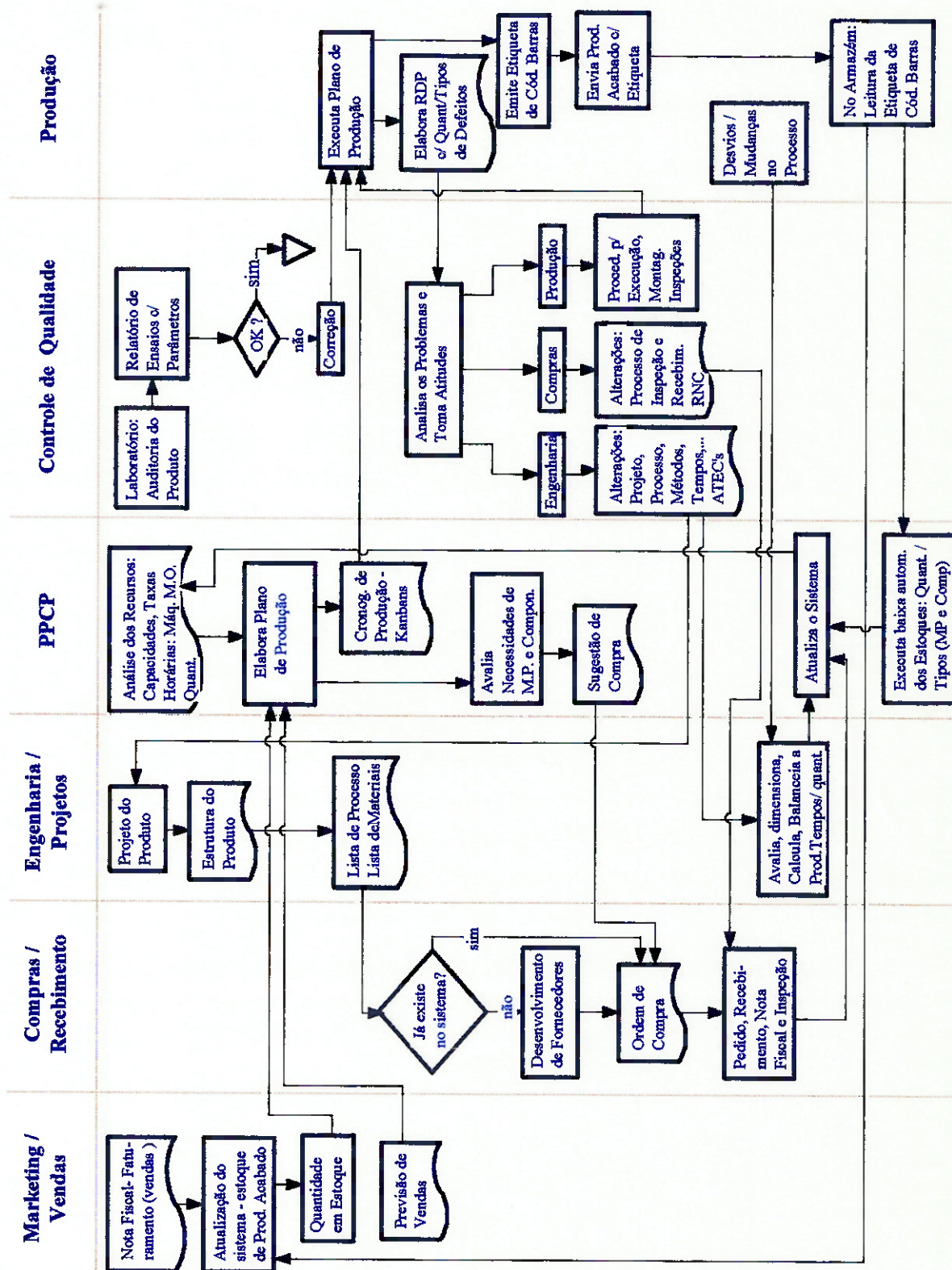
Para facilitar a compreensão do **sistema de informações** existente será colocado um **fluxograma** apresentando todas as etapas e informações importantes. Neste fluxograma não serão apresentados detalhes, apenas uma visão geral de como se processam as informações dentro da empresa para esta célula de manufatura. Deste modo aparecem 6 áreas importantes, alguns documentos e processos.

Algumas das abreviações e siglas foram usadas. Estas são:

Tabela 3.5 : Abreviações Usadas no Sistema de Informações

<i>Abreviação</i>	<i>Descrição</i>	<i>Abreviação</i>	<i>Descrição</i>
<i>M.O.</i>	Mão de Obra	<i>M.P.</i>	Matéria Prima
<i>Máq.</i>	Máquinas	<i>Equip.</i>	Equipamentos
<i>Comp.</i>	Componentes	<i>Quant.</i>	Quantidade
<i>Cód.</i>	Código	<i>Prod.</i>	Produção
<i>RNC</i>	Relatório de Não Conformidade	<i>RDP</i>	Relatório Diário de Produção
<i>ATEC's</i>	Atualização Técnica	<i>Autom.</i>	Automática

Figura 3.7 : Fluxo de Informações



Quanto ao funcionamento do *sistema* na empresa, tem-se que o Sistema Lorenzetti de Produção (S.L.P.) foi baseado nos princípios da filosofia *Just in Time*. Aqui será mostrado como funciona o S.L.P., as regras básicas do sistema e os procedimentos detalhados das operações.

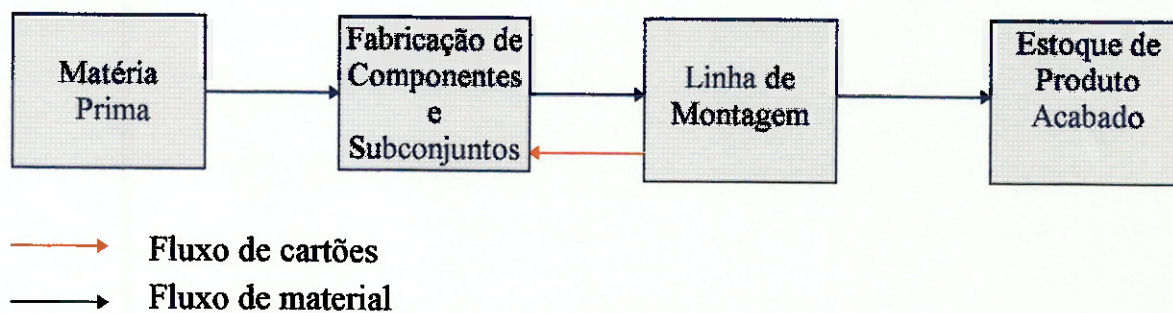
Descrição Básica:

O **Princípio fundamental** do S.L.P. é o **sistema de puxar**, onde o processo posterior retira as peças do processo anterior. Assim, a fabricação de componentes retira, no supermercado de matérias primas, a matéria prima necessária para sua fabricação. A montagem de subconjuntos vai requisitar no supermercado de componentes as peças necessárias, na quantidade especificada no cartão, para a sua montagem.

No S.L.P. os cartões se movimentam entre os setores fabris, evitando estoques intermediários altos. Cada setor de fabricação ou transformação deverá fabricar somente as quantidades especificadas nos cartões. Caso houver uma necessidade maior de componentes, subconjuntos ou conjuntos, o PCP deve emitir os cartões extras para a fábrica. Estes cartões circularão pela fábrica até a montagem final e deverão ser retirados após a sua execução.

Esquemáticamente tem-se:

Figura 3.8 : Fluxo Esquemático do Sistema S.L.P.



Portanto verifica-se que o cartão só é utilizado entre a linha de montagem e a fabricação de componentes e subconjuntos.

É através dos cartões que a produção sabe o que deve ser montado e fabricado. Existem diferentes tipos de cartões de acordo com a sua função (ou áreas envolvidas). Será explicado somente o cartão amarelo sendo que os demais são usados para exceções.

Cartão de Fabricação (Amarelo):

Esse cartão é utilizado para todos os componentes fabricados internamente, necessários para a linha de montagem da Maxi Ducha. Para cada conjunto de peças fabricadas e mantidas nos supermercados⁷ existe uma quantidade de cartões de acordo com o consumo da peça (e *lead-time* de produção).

O cartão amarelo contém as seguintes informações:

Tabela 3.6 : Informações Contidas no Cartão Kanban

<i>Informações</i>	<i>Informações</i>
• Código da peça	• Quantidade por contentor
• Descrição	• Local de fabricação
• Pannel de localização do cartão	• Número do cartão
• Código do material	• Descrição do material
• Locação do material	• Quantidade do material

Os cartões são colocados em painéis⁸ por grupo de peça/componente e estão divididos por código. No painel existem as três faixas coloridas (verde, amarelo e vermelho) onde o número de cartões em cada faixa esta dividido conforme o seguinte critério:

- **Faixa Verde:** 2/3 dos cartões (66,67 %);
- **Faixa Amarela:** 1/3 dos cartões (33,33 %);
- **Faixa Vermelha:** 1 cartão apenas - o cartão crítico.

Painéis dos cartões:

Os cartões descritos no item anterior são colocados nos painéis existentes nos diversos setores de produção para indicar aos setores de fabricação e montagem aquilo que deve ser montado e fabricado.

Existem painéis numerados em diversas partes tanto dentro da célula como nas seções produtivas: na estamparia, na área de resistências e molas, na fabricação de componentes, nas injetoras, nas extrusoras, etc.

Quanto às preferências de montagem ou fabricação, estas devem interagir com as prioridades de acordo com os cartões, os quais são colocados no painel a partir da faixa verde passando pela amarela e chegando à vermelha. Caso os cartões no painel estejam em condições de igualdade as providências a serem tomadas seriam:

⁷ Locais na produção (chão de fábrica) onde são armazenadas todas as peças necessárias para a montagem dos produtos.

⁸ Fixados através de pinos presos ao painel em cada faixa

- **Prioridade:** Cartão na faixa vermelha, se não existir nenhum, cartão na faixa amarela, passando depois para a verde.
- **Preferência:** Para aproveitar o *set-up*, deve-se fazer a peça que estiver com a máquina preparada ou aquela de menor *set-up*. As outras preferências são: A peça mais fácil, a de menor tempo de execução, a de mais cartões no painel.

Caso haja empate no número de cartões no painel e as peças estiverem no crítico, deve-se fazer primeiro a peça de menor tempo de fabricação (caso não puderem ser feitas as duas em paralelo - duas máquinas). O supervisor / encarregado também pode interferir na escolha da peça a ser fabricada.

O operador deve executar o lote definido pelo cartão mais crítico (ou prioritário). Ao ser completado o lote definido, o cartão⁹ deve ser fixado no contentor e este deve ser colocado no supermercado.

O procedimento básico para a operação no chão de fábrica pode ser assim descrito :

Tabela 3.7 : Procedimentos para Fabricação de componentes:

<i>Descrição</i>
• Verificar se existem cartões pendurados no respectivo painel.
• A prioridade de fabricação é dada para os componentes cujos cartões estejam na faixa vermelha. A segunda prioridade para aqueles na faixa amarela e finalmente para a verde. Os critérios de decisão já foram colocados anteriormente.
• Colocar os cartões virados no painel daqueles componentes que estão sendo fabricados.
• Fabricar os componentes nas quantidades determinadas nos cartões.
• Após a fabricação e controle as peças devem ser transportadas até os respectivos supermercados de componentes juntamente com seu cartão.

Adaptado da referência 5 : Manual do Sistema Lorenzetti de Produção.

Tabela 3.8 : Procedimentos para Montagem da Maxi Ducha:

<i>Descrição</i>
• Seguir o plano de produção diário.
• Retirar do supermercado os componentes necessários à montagem do produto.
• Enviar os cartões dos componentes fabricados para os painéis correspondentes nos setores de transformação.
• Montar, testar e embalar o produto em caixa coletiva, enviando-o ao armazém.

Adaptado da referência 5 : Manual do Sistema Lorenzetti de Produção.

⁹ Todos já vem do PCP em envelope plástico transparente com furo para fixação.

O número de cartões é determinado pelo PCP com base na mesma fórmula apresentada na Fundamentação Teórica, item 2.2.10 - Sistema *Kanban* (Fórmula para Cálculo do Número de Cartões). Esta é baseada na demanda mensal prevista, e, para cada item, no número de peças por contentor e no *lead time* de produção. Obtido o número para cada item, compara-se este com o número existente de cartões e então define-se se será necessário adicionar-se ou retirar-se cartões. Para diferenças de até 20 %, o número não é modificado e a própria produção deve assimilar e se adequar às novas quantidades “puxadas” pelos processos subsequentes.

Hoje, este número de cartões não está adequado a nova realidade da célula causada pelas modificações tanto de turnos (e portanto de fluxos) como de volumes e capacidades, como já colocado no item 1.2.2. Assim, ocorrem grandes problemas pois acaba-se produzindo sem seguir o número de cartões o que ocasiona altos estoques de determinados componentes enquanto outros componentes ficam faltando (no “vermelho”) e portanto se tornando “gargalos eventuais” e que só são descobertos quando a situação já está crítica.

Como pôde ser visto, na Lorenzetti existe hoje basicamente um único tipo de cartão *kanban* unificado¹⁰, servindo tanto de cartão de produção como de transporte (o que também aparece, em alguns casos, na Toyota, segundo Monden, 1984).

Quando da implantação do sistema *kanban* (1989) e até 3 anos atrás, ainda existiam 2 tipos de *kanban* - de fabricação e de montagem (na empresa - cartões branco e amarelo). Como o procedimento para definição do tipo de *kanban* não é muito rígido, tendo de se adequar às particularidades de cada empresa e peculiaridade do processo em questão, na Lorenzetti ocorreram mudanças quanto à filosofia original que realmente acarretaram em melhorias quanto à operacionalização e controle de modo a ficar apenas 1 tipo de cartão.

Na empresa, o *kanban* só controla a produção de componentes internos, subconjuntos, pré-montagens e montagens, não indo até os fornecedores externos. Portanto, não há cartão entre o depósito de produtos acabados e a montagem final, nem entre a empresa e terceiros, sendo que neste caso o MRP calcula as necessidades que antecedem (de modo a disparar as compras).

Entretanto, começou a existir um “*kanban*” com fornecedores. A partir do início deste ano, está sendo desenvolvido o “*kanban* eletrônico” com terceiros onde estes passam a enxergar, via microcomputador ligado através de fax/modem, a quantidade em estoque de determinado item.

A partir de valores pré-definidos de quantidade mínima e máxima e do tamanho do lote, o fornecedor, previamente desenvolvido e agora fornecedor único e parceiro, pode verificar no micro da sua empresa que a quantidade na Lorenzetti

¹⁰ Cartão amarelo, cuja utilização foi descrita.

de determinado item¹¹ está abaixo do valor mínimo, e então, a partir desse momento ele “dispara” a entrega da quantidade pré-determinada e também a sua produção.

Na verdade é um *kanban* sem cartão pois a quantidade por contentor é o lote de entrega e o fornecedor irá fabricar (e no caso também entregar) quando o processo subsequente “puxar” e então houver a necessidade (a partir do momento que se chegar ao valor mínimo - significando vermelho). Nesses casos o MRP não é aplicado diretamente. Este é um tipo de *kanban* previsto e existente como foi colocado na Fundamentação Teórica, item 2.2.10 - Sistema *Kanban* (Conceito).

Entre o armazém e a produção não existe cartões e quem “dispara” qual vai ser o produto a ser produzido e qual a quantidade necessária é o sistema que é alimentado pela entrada de produtos no armazém, pela quantidades de produtos faturados e pelo planejamento de vendas (como pôde ser visto no fluxograma já apresentado - figura 3.7). O sistema apresenta um plano e um cronograma de produção que é passado diretamente para a montagem.

3.3.4 - Manutenção

A **manutenção** da célula da Maxi Ducha é feita basicamente de forma **corretiva**. As ações de correção são tomadas a posteriori quando aparecem problemas de qualidade ou de inoperância de alguma máquina ou dispositivo. A **manutenção preventiva** só ocorre quando, por algum motivo não planejado, a linha pára (como por falta de energia ou ar comprimido), nesses casos aproveita-se para fazer ajustes, lubrificações, consertos, etc.

Manutenção preventiva nunca foi tentada, mas hoje faz parte dos planos adotá-la. Hoje, existem **interrupções** na produção que são agravadas devido ao fato da manutenção ser apenas **corretiva** e não planejada. Isto é um pouco “mascarado” pelo fato da fábrica apresentar certa sobra de capacidade instalada fazendo com que, no caso da parada de alguma máquina ou dispositivo da linha, existam outros que possam compensar sua produção ou que os substituem. Nos casos em que isso não ocorre podem surgir **gargalos**. Além disso, existem máquinas que quebram freqüentemente, sendo que para as máquinas a manutenção adota a filosofia quebra-conserta.

Quando ocorrem falhas de qualquer espécie, o departamento de manutenção também é acionado através de uma luz presente no setor que indica onde está acontecendo o problema. Imediatamente é enviado um mecânico para analisar qual foi o problema, e passa-se a corrigi-lo, da melhor ou mais rápida forma possível.

Os **dispositivos** são simples, a maioria apresenta mecanismo de engate rápido (no caso de elétricos ou pneumáticos) e são aparelhos de pequeno porte e leves, sendo fáceis de serem removidos ou substituídos.

¹¹ Fornecido por ele.

Quando a **máquina** é única, a manutenção dá prioridade absoluta a seu reparo. Quanto aos moldes, existe, em alguns casos, mais de um molde para cada peça, mas hoje, nem todas peças tem moldes reserva. A ferramentaria tem muito serviço e muitos moldes são bastante antigos, apresentando problemas. Pode-se dizer que hoje a **manutenção**, principalmente para máquinas injetoras, é **deficiente**.

A maioria dos postos trabalha com **ferramentas manuais**, algumas universais, outras específicas para o posto, desenvolvidas pela empresa. Essas ferramentas manuais são difíceis de apresentar problemas e também existem em maior número que o número de postos para a sua aplicação.

Quanto às **máquinas**, nas linhas, a única que aparece é a grampeadora, presente no final desta para "grampear" as alças de papelão nas embalagens plásticas. Essas são máquinas fixas, mas simples, quase não apresentando problemas. Quando esses ocorrem, geralmente conserta-se a máquina no próprio local.

Quando o problema é maior, como na própria esteira da linha de montagem ou em alguma máquina, geralmente a manutenção é feita quando a linha está parada, à noite ou em outros turnos que não o de trabalho, deixando-a funcionando para o próximo período.

3.3.5 - Controle da Qualidade

Existem três fases distintas do controle da qualidade: Recebimento de matéria-prima, Laboratório de testes para produtos acabados e Inspeção da fabricação e da montagem (na própria linha). A seguir será apresentada cada uma delas.

- **Recebimento da matéria-prima:**

As principais matérias-primas da Maxi Ducha são os plásticos, os fios elétricos e os fios para a fabricação das resistências, além de bobinas metálicas. Assim tem-se:

Tabela 3.9 : Controle no Recebimento

<i>Matérias Primas</i>	<i>Controle da Qualidade</i>
Plásticos	Não há nenhum tipo de teste. Existe um sistema de confiança da qualidade dos fornecedores.
Fios	Chegam na forma de bobinas. É feita uma análise amostral de diversas partes de diferentes bobinas para verificar a bitola do fio, a resistência ôhmica, a tração e a dureza.
Matérias Primas Metálicas	Existe, por amostragem, a conferência das propriedades mecânicas (tração, dureza, etc.).
Outras M.P.	Passam pela conferência de pedido e especificações técnicas.

- **Laboratório de testes dos produtos acabados:**

Neste laboratório são feitos três testes principais:

Tabela 3.10 : Testes do Produto

<i>Tipo de Teste</i>	<i>Descrição</i>
<i>Vazão</i>	O chuveiro é acoplado a uma torneira que fica aberta durante alguns minutos e através de um manômetro é medida a vazão;
<i>Contatos</i>	São testados os contatos elétricos nas posições inverno e verão, verificando-se a temperatura da água, através do termômetro, e também a posição dos contatos através de inspeção visual;
<i>Pressão</i>	Esse teste é feito com água fria às pressões de 1 m.c.a. ¹² e 50 m.c.a., para verificar se não há nenhum tipo de vazamento.

Duas vezes ao dia (manhã e tarde) são testados 10 chuveiros retirados aleatoriamente da produção passando pelos testes acima citados. Cada vez que se inicia um lote de produção uma amostra é retirada e levada ao laboratório. Se for detectado algum tipo de irregularidade o laboratório avisa imediatamente a produção para que sejam tomadas as providências necessárias.

Este laboratório realiza outros tipos de testes como, por exemplo, o **tempo de vida de um produto**, ou seja, quanto tempo o produto dura sob funcionamento ininterrupto.

- **Inspeção da fabricação e da montagem (na própria linha):**

No começo de cada dia há uma reunião entre os chefes de produção, supervisores de qualidade e gerente da produção para discutir os problemas ocorridos durante o dia anterior, detectar as falhas e determinar as ações corretivas.

Todos os dias de manhã, há uma "missa" (Reunião de Prioridades) com o gerente, supervisores, encarregados e líderes, na qual se discutem os problemas encontrados e pendências assim como soluções.

Em 1992 foi implantado o atual sistema de Controle da Qualidade, no qual os próprios operadores da linha são responsáveis por essa atividade, havendo uma inspeção de 100% das peças. Hoje, esse procedimento não funciona como esperado pois o auto controle não foi corretamente planejado e implantado, não tendo sido explicitada a sistemática e o modo de operacionalização, bem como o controle e acompanhamento de sua correta execução.

¹² m.c.a. = metros de coluna de água.

As peças que saem das **injetoras** passam por uma inspeção visual, para verificar se não houve falhas no processo que poderiam causar deformações nas peças, e também se não há manchas causadas por impurezas.

Os **auditores da qualidade** fazem uma inspeção dimensional amostral nas partes críticas do produto (altura do corpo e do separador, do diâmetro do espalhador, etc.), várias vezes ao dia, para verificar se as máquinas estão precisando de ajustes no tempo de resfriamento, pressão e temperatura. Essas inspeções são realizadas antes destes componentes irem para a linha de montagem.

Hoje, esse procedimento também não funciona como esperado pois ocorreram mudanças no projeto e no processo o que ocasionou novos pontos e partes críticas que deveriam ser verificadas e portanto deveria ter sido criado um procedimento para isso e não foi, só passando a ser procedimentadas e verificadas após os problemas terem acontecido e aparecido.

Na **extrusora**, que faz a mangueira, o operador possui um calibrador do tipo passa / não passa, para verificar o diâmetro da mesma. Esse teste é feito a cada vez que se carrega a máquina, devido ao fato da mangueira possuir um aspecto irregular no início, estabilizando-se depois.

Na própria **pré-linha de montagem** existem bancadas (2 postos) que servem para verificar vazamentos.

As operações executadas na **linha** apresentam três partes. A primeira consiste da inspeção de parte da operação feita anteriormente e da parte que irá sofrer alguma operação naquele momento. A segunda parte consiste na execução da operação propriamente dita e a terceira se trata da inspeção da própria operação executada.

Assim, em cada posto é feita essa inspeção e existindo algum tipo de defeito, a peça é retirada da linha ou, se possível, corrigida no momento.

Existe um **painel sinalizador de falhas**, que consiste de um gancho ao lado de etiquetas com os nomes dos diferentes defeitos, sendo que a cada peça retirada da linha é acrescentada uma arruela ao gancho correspondente. Hoje foram detectadas falhas neste processo, pois este painel de defeitos não foi atualizado com defeitos que surgiram com as modificações sofridas no produto e nem foram retirados aqueles que não existem mais devido à essas modificações.

A partir do painel citado, ocorre a tabulação dos dados, alimentando o RDP - Relatório Diário de Produção, com frequência semanal, onde aparecem, para cada linha e em cada dia da semana, a quantidade de peças produzidas e a quantidade de defeitos encontrados. Este relatório também apresenta, para cada dia da semana, a quantidade produzida e aprovada, o número total de defeitos e a quantidade e tipos de defeitos para cada linha.

Capítulo 4

Diagnóstico do Problema e Projetos de Melhoria

4 - Diagnóstico do Problema e Projetos de Melhoria

Através do levantamento dos sintomas gerais e das dificuldades da célula de manufatura em estudo, serão colocados os problemas existentes na mesma. Definidos os **problemas**, será definida a parcela sobre a qual se irá **atuar**. Deste modo, já definida a atual situação da célula, serão definidas as modificações e implantações necessárias, visando uma mudança da operação e criando uma situação diferente e melhor do que a anterior.

Através de reuniões com o diretor industrial, gerente de produção e de qualidade e supervisores da área, além do pessoal da engenharia (responsável por tempos e métodos, processos e *lay out*), e também através de observação, análise direta (de forma crítica) da produção e do processo, como um todo, no chão de fábrica, e pela conversa e questionamentos com encarregados, líderes e operadores, o autor pôde obter dados e informações suficientes para a definição e diagnóstico dos problemas e da situação encontrada.

Além disso, o diagnóstico deverá revelar, para cada um dos campos e áreas da célula sua condição frente a filosofia *Just in Time*, avaliando os **pontos positivos** e **negativos**, as **mudanças que estão ocorrendo e irão ocorrer** e a **priorização de ações** de forma que o “esforço” seja empreendido naquelas atividades que realmente tragam resultados e sejam congruentes com o objetivo da empresa e da sua escolha competitiva para este tipo de produto. Assim, serão colocados e analisados os pontos relevantes e até determinantes para o sucesso e o perfeito funcionamento da célula, adequando-a a nova realidade.

4.1 - Definição do Problema Geral

Antes de passar para o diagnóstico em si, devem ser **definidos os problemas** encontrados na célula hoje e os efeitos que eles trazem. Para que isto seja feito de forma a ser mais fácil o entendimento e compreensão da situação e dos problemas e para posterior elaboração do diagnóstico, a explicação será dividida em partes, por área, como se segue:

4.1.1 - O Produto, Vendas e Marketing

As **vendas** do produto em questão têm aumentado nos últimos anos e a imagem do produto no mercado é boa (como já colocado no item 1.1.3 - O ambiente). A capacidade atual da célula atende o mercado de consumo na maior parte do tempo, mas aquele mercado não atendido não é recuperado, considerando as vendas como perdidas. As expectativas e tendências para o futuro revelam que o crescimento de demanda deve continuar e portanto a decisão de aumento da capacidade instalada é correta e coerente, já que hoje existem pressões para entrega deste produto por parte da área comercial.

A velocidade de entrega é grande¹ e também a flexibilidade para aumento do volume de produção. Isso só não acontece quando chega-se ao limite da capacidade, caso em que a produção tem dificuldades de atender a demanda e os estoques vão diminuindo chegando até a parar o faturamento por falta de produto.

Quanto ao **produto**, verificou-se que este tem passado por mudanças ao longo dos anos ocasionadas por análises de valor que visavam racionalização do projeto do produto aliadas à redução de custos. O produto foi concebido com cerca de 74 componentes, hoje tem apenas 36. Em abril houve a mais recente racionalização do projeto: 5 componentes a menos e mudanças em outras peças para adequação à nova realidade. Isso implicou em mudanças de montagem: redução de 1 posto que foi extinto e mudança em outros, causando novo balanceamento de linhas, além de um período necessário ao ajuste tanto do projeto quanto da produção de forma que a mudança fosse assimilada.

4.1.2 - Operação da Célula e Lay-Out

A **concepção em célula** com minimização de movimentação e de estoques é um ponto positivo, mas que hoje apresenta **problemas críticos** quanto à *lay out*, organização do chão de fábrica e capacidades. Isso está aliado à eficiência da célula que está baixa (80 % do padrão fornecido pela engenharia), ocasionadas por muitas paradas, principalmente das máquinas injetoras e pelo alto refugo.

Atualmente a célula vem passando por um período de mudanças e transições como a compra de máquinas, diferentes turnos, fluxos, novos operários, etc. Isso influencia diretamente a operação da mesma e também o arranjo físico atual, exigindo um **estudo para adequação do lay out às novas máquinas e a nova capacidade**, o que deve ser feito levando-se em consideração também **os fluxos e a organização do chão de fábrica**. Isto inclui a forma de **operação do kanban** e o **funcionamento e organização dos supermercados** de peças e componentes pois não há um endereçamento² nem dimensionamento para os contentores e para as peças, problema este agravado pela pequena acuracidade dos estoques³, hoje em torno de 60 %.

Existem problemas de **balanceamento de fluxos** que surgiram no início do ano com a entrada do novo tipo de turnos de trabalho (4x1) para as injetoras e pré-linha. Isto trouxe problemas, pois as linhas de montagem só trabalham um turno, criando “estoques desregulados” entre estas duas fases do processo que antes não existiam.

Aliado a estes fatos, o processo sofreu alterações devido à **compras de máquinas** novas e também por alterações das configurações moldes x máquinas.

¹ Geralmente pronta entrega já que se produz para estoque.

² Especificação de local ou da área específica de supermercado.

³ Supermercados de matérias primas, peças ou componentes.

Havia muita injeção externa, feita em terceiros, e decidiu-se ser auto suficiente nesta área, implicando em compra de máquinas e mudança de turnos para 4x1.

Verifica-se ainda que o *lay-out* existente não oferece condições para o volume de produção nas condições atuais e muito menos para o aumento de capacidade desejado (10 % de aumento) e nem para assimilar as novas máquinas que chegaram e estão para chegar. Para completar o quadro, não existe aplicação dos “5 S” de forma que a organização e controle ficam dificultados e a aparência do local não é agradável.

Aqui surge um ponto **prioritário** que demanda ações imediatas: **adequação da célula às novas condições (incluindo *lay out* e aumento da capacidade, bem como endereçamento)**. Como a célula deve passar por mudanças para que essas adequações sejam feitas, é interessante que se promovam algumas “reformas” no prédio (como pintura, limpeza e organização - aplicando-se a Ferramenta 7 - item 2.2.7) de modo que o *housekeeping* tenha um início como “fazendo parte” de um processo de mudança, já com a “casa” em ordem, devendo, posteriormente, apenas manter as condições ideais. Neste caso, a conscientização e apoio dos operários é indispensável.

Quanto ao manuseio, retrabalho e **problemas na linha de montagem** tem-se que: o projeto do produto apresenta tolerâncias restritas - assim o produto é sensível, pois tanto a matéria prima quanto a mão de obra e o processo são muito influentes e interagem, e o retrabalho é grande quando comparado a anos anteriores, hoje cerca de 4 % das peças são retrabalhadas, sendo que a 2 anos atrás esse número era 2%.

Além disso, devido à grande variabilidade existente no processo, é exigido grande esforço em revisão e regulagem o que, juntamente com o fato de os volumes serem altos e não muito bem controlados, provoca congestionamentos nas linhas de montagem (muitos produtos juntos) ocasionando problemas de manuseio, controle e também tensão e desconforto para as operadoras junto às linhas.

Neste caso, verifica-se que o **balanceamento de linha** é outro ponto **prioritário**, uma vez que foi verificada a falta de controle tanto da produção quanto da qualidade, desperdício (retrabalho e refugo excessivo), dificuldades para os operadores, além de alguns casos de LER⁴. Isso influencia diretamente na eficiência de produção ou na produtividade dos operários, bem como no consumo de materiais (pois ocorrem grandes desperdícios e perdas).

Quanto ao problema de “**sensibilidade do produto**”⁵, este deve ser estudado pela engenharia a nível de projeto (voltado à manufatura) e não será o enfoque

⁴ LER: Lesões por Esforços Repetitivos.

⁵ A sensibilidade diz respeito ao funcionamento do produto que é influenciado pela forma como ele é produzido, manuseado e armazenado, sendo particularmente observada na região da placa e fios.

deste trabalho uma vez que existe uma equipe de projeto de engenharia tratando do assunto, da qual o autor não faz parte. Cabe ressaltar que os problemas causados pela sensibilidade do produto tendem a ser diminuídos com uma conscientização dos operários quanto a forma de manuseio, movimentação e armazenagem e com a diminuição dos “congestionamentos”⁶ nas linhas de montagem.

Como situações que estão “bem resolvidas” e atendem as mudanças exigidas sem ter que sofrer alterações, pode-se colocar o envio dos produtos acabados à expedição via esteiras aéreas e o código de barras (leitura ótica) que agilizam bastante e funcionam dentro do esperado.

Um ponto que mostra a baixa necessidade quanto a flexibilidade de *mix* é a existência de poucas variações no produto - só tensão e potência, implicando somente em diferentes resistências, gravações e embalagens. Assim, as 3 linhas de montagem e toda a célula fazem apenas um produto com grande volume e com poucas variações.

4.1.3 - As Máquinas, Equipamentos e Manutenção

Um ponto bastante importante é a decisão estratégica de ser **auto suficiente em injeção de plásticos**, não dependendo mais de terceiros nesta área, o que resultou no investimento atual em máquinas. Assim, houve verticalização - **compra de 16 máquinas injetoras** de diferentes capacidades e ganho do equivalente a 7 máquinas com a mudança de turno para 4x1 (para toda a fábrica sendo que a entrega foi distribuída ao longo do ano - de março à setembro)⁷.

Quanto às **máquinas e ferramentas** já existentes, verifica-se que existem problemas com **quebras ou paradas** de ferramentas e máquinas - ferramentas antigas sem acompanhamento e sem manutenção preventiva. Além disso, o sistema de manutenção é deficiente e a maioria das máquinas são antigas, ocorrendo quebras e paradas freqüentes e não programadas dessas máquinas. Estes problemas afetam diretamente o bom funcionamento e a aplicação correta da filosofia *JIT*, uma vez que ela prega uma **carga de produção uniforme e minimização de estoques intermediários** (que poderiam ser utilizados como “pulmão” entre 2 operações ou processos, amenizando ou “mascarando” o problema das quebras e paradas), além de representar “gargalo” para algumas peças.

Este problema deve ser atacado e pode ser considerado **prioritário**. Entretanto, não será abordado neste trabalho, pois já existe um grupo de estudo

⁶ Gerados pela alta taxa horária de produção (pç / h).

⁷ A questão da necessidade ou não da compra dessas máquinas, da quantidade e tipos a serem comprados e mesmo da viabilidade ou retorno para este investimentos já havia sido tratada durante o segundo semestre do ano passado e a decisão já havia sido tomada. Desta maneira o autor não tomou parte e apenas deve ter conhecimento da situação para que possam se desenvolver os projetos prioritários, que muito se relacionam ao fato.

desenvolvendo a área de **manutenção**, voltado a instituir a manutenção preventiva e com o objetivo da *TPM* (*Total Productive Maintenance*). Assim, a produção, juntamente com o setor de manutenção irá identificar os problemas e atacar as causas. A reestruturação da área de manutenção visa também minimizar as paradas de máquina não previstas, de modo a haver um planejamento das paradas para manutenção e de forma a não afetar a uniformidade da produção e não provocar a insegurança que existe hoje quanto à máquinas e ferramentas.

Juntamente com a manutenção, a área de ferramentaria também fará parte desse processo de reestruturação (do qual o autor não tomou parte e portanto não será colocado no presente trabalho). Cabe ressaltar, que existe uma interação entre o desenvolvimento da manutenção e da ferramentaria e este trabalho, (e está sendo levada em conta).

Ocorreram também **alterações** em algumas **ferramentas** devido à mudanças no projeto do produto, essas passaram por um período de *try out* até que pudessem ser colocadas em “regime” de produção, necessitando de correções e ajustes para seu perfeito funcionamento. Isto prejudicou o funcionamento da célula e acabou por levar mais tempo do que era esperado, mas muito já foi feito e esta sendo feito, **não** mais se tornando **prioritário** dentro da proposta deste trabalho, cujo conhecimento, entretanto, é determinante para que se possa atingir os objetivos esperados.

Observa-se ainda, que o *set-up* ainda é **lento** e existem problemas de ajuste. Para as ferramentas utilizadas, este gira em torno de uma hora (incluindo troca de ferramenta e regulação da nova, até passar a produzir “peças boas”). Este item - *set-up* ainda lento - é importante e é considerado um dos pontos necessários para o correto funcionamento do *JIT*, mas **não é prioritário** no momento, pois muitas das máquinas são dedicadas ao produto e para essas, o número de trocas por período de tempo é bem pequeno. Assim, o tempo de troca da ferramenta quando comparado com o tempo em que ela está produzindo é um valor não muito significativo. Para o futuro, caso se modifiquem o *mix* ou mesmo os volumes e tipos de produto, essa variável passará a ter grande importância.

4.1.4 - Organização da Célula

Quanto a organização da célula, verifica-se que agora existe uma estruturação adequada para a mesma. A estrutura apresentada sofreu modificações em junho e julho sendo que o período de transição também afetou seu funcionamento.

Nota-se que existe racionalização do número de pessoas onde existem poucos operadores para cuidar de várias máquinas, uma vez que essas são automáticas ou semi-automáticas de forma que **um** operador pode tomar conta de **até 2** máquinas ao mesmo tempo, porém verifica-se que falta treinamento adicional.

Quanto ao relacionamento pessoal e o ambiente de trabalho pode-se dizer que são bons e que também existe preocupação com qualidade de vida e segurança no trabalho e ainda que há boa abertura para expor idéias, mesmo que de forma informal.

Durante os últimos 6 meses houve a entrada de algumas pessoas com conhecimento e experiência na área de injeção de plásticos e de processos e espera-se uma melhor organização dessas áreas. Contudo, o *turn-over* e o absenteísmo para o chão de fábrica (operadores) é alto e falta treinamento adequado para os iniciantes. Assim, o **treinamento é fundamental e é prioritário**. O trabalho não abordará este enfoque, pois já existe uma pessoa encarregada desta tarefa quando da divisão de responsabilidades e que desenvolverá este aspecto com o apoio do setor de Recursos Humanos. Cabe colocar que este treinamento deverá enfocar 3 aspectos básicos:

- Treinamento técnico para operadores de máquinas (envolvendo desde regulagem à preparação);
- Qualidade, abordando desde os princípios de funcionamento do chuveiro, os problemas encontrados e como preveni-los ao auto controle);
- Filosofia JIT para todos os participantes do processo, mostrando seu funcionamento, a forma de operação, a importância do cartão *kanban*, etc.

Quanto aos operadores da linha, esses trabalham tensos trazendo, inclusive, problemas de LER. Isto ocorre devido ao volume e ao próprio ritmo da linha, o que prejudica o desempenho, a qualidade e a produtividade, sendo que um **novo balanceamento é prioritário**.

A mudança e a instituição do turno 4x1 nas injetoras quando comparada com a antiga situação (até o fim do ano passado) onde não se trabalhava de fim de semana trouxe, com essa modificação, um ganho equivalente a 7 máquinas injetoras para toda fábrica. Mas isso também ocasionou uma troca de operários onde cerca de 50 % dos operários da área de plásticos (injetoras) têm menos de 6 meses de fábrica. Deste modo, novamente o treinamento é fundamental.

Outro ponto a ser colocado, diz respeito a **flexibilidade da mão de obra** e sua **multifuncionalidade**. Hoje, as operadoras de linha de montagem fazem um “rodízio” entre os postos de trabalho de forma que todas sabem executar todas as atividades. Isto é facilmente viabilizado pois as atividades são simples e não requerem grandes treinamentos. Apenas a velocidade de execução evolui com o tempo durante as primeiras semanas. Os operadores de máquinas também são multifuncionais podendo operar diferentes tipos. Isso também tornou-se mais fácil com a instituição do turno 4x1, onde cada vez o grupo acaba tendo que operar máquinas diferentes. Deste modo não deverão ser desencadeadas atividades para este ponto **não sendo prioritário** como demandador de ações.

4.1.5 - Sistema de Informações

O sistema de informação apresentado no item 3.3.3 - Sistema de Informação - pode ser considerado completo e funcional onde, em teoria, deveria funcionar corretamente. Mas, verifica-se que ele precisa ser reestudado para se adequar as mudanças previstas e também àquelas que já ocorreram.

O principal problema que pode ser colocado aqui é a falta de coordenação das atividades - os esforços não estão direcionados para o mesmo rumo. Assim, o *kanban* está funcionando mau (ausência ou mistura de cartões) devido a problemas de *turn-over*, treinamento, insegurança em relação aos moldes - isso extrapola os limites do *kanban*, além de dimensionamento incorreto que faz o *kanban* ser desacreditado e então não utilizado.

Devido a esses problemas, acaba-se não usando o cartão para certas situações, podendo-se dizer que atualmente o *kanban* é apenas figurativo. Para completar, as quantidades especificadas no *kanban*⁸ não são respeitadas em certos casos e ainda existe falta de acuracidade nas especificações (quantidades, qualidade, processos, especificações do recebimento à expedição) o que é completado pela falta de planejamento onde tempo e recursos são escassos.

Deste modo, são **priorizadas algumas ações** para que a produção possa novamente ser coordenada. Aqui, o **dimensionamento do *kanban*** para a nova capacidade esperada e a nova situação encontrada é prioritário e dele dependem muitas outras coisas. O treinamento para a filosofia *JIT* é também fundamental (como já colocado anteriormente).

Existem algumas mudanças que irão ocorrer até o final do ano e que afetam diretamente as questões em estudo. Entre essas, existe a implantação de um novo sistema para toda empresa o MTMS da Unisys, previsto para novembro, influenciando o processo, a estrutura do produto e o PPCP.

4.1.6 - Controle da Qualidade

A qualidade para este produto deve apresentar níveis mínimos de aceitação⁹ e hoje existem dificuldades para se controlar isso. Alia-se a este fato o alto refugo, sem controle confiável, e as altas perdas no processo. O que acontece hoje é um pequeno auto controle e controle do processo e um grande controle do produto final - feito no posto de regulagem e revisão que procura "resolver" os problemas do produto ou então mandá-lo para retrabalho ou diretamente como refugo.

Como já colocado anteriormente, isso influencia diretamente o custo do produto, uma vez que este já passou por praticamente todas as etapas do processo,

⁸ Unidades por contentor.

⁹ Qualidade aqui como sendo adequação ou conformidade ao projeto.

onde foi agregado valor a ele, e só então foi segregado como produto ruim (cerca de 4 %). Em muitos casos, ele deve ser desmontado completamente (metade desses 4 % => 2 % do total produzido) onde certas partes serão enviadas para sucata e outras serão moídas para serem novamente misturadas e injetadas. Essas operações só aumentam o custo do produto, pois o próprio processo para retrabalho, desmontagem, moagem etc. já apresenta seus custos, além da matéria prima ser o componente do custo com maior participação.

Portanto, verifica-se que é **prioritário** que se institua o **auto controle ou autonomia**¹⁰ (Monden, 1984) em cada etapa do processo e se processe o “elo cliente-fornecedor”¹¹ em cada uma de modo confiável. Esta atividade deve ser precedida da padronização de métodos e processos para que então o próprio operador possa executar, de forma correta, o controle do processo. Este primeiro trabalho será executado pela equipe de TMP¹² junto à própria produção e a instituição do auto controle será executada pela área de engenharia da qualidade, também junto à produção e com o auxílio de Recursos Humanos no que diz respeito ao treinamento para o auto controle. Deste modo, mesmo sendo atividades prioritárias, elas não farão parte do trabalho.

4.2 - Diagnóstico do Problema

A célula foi analisada em seus diversos aspectos. Para completar esta análise se faz necessária a compreensão da situação da mesma em relação ao *Just in Time*. Para isso será apresentado um quadro onde relaciona-se cada uma das ferramentas do *JIT* com a situação hoje encontrada na célula em relação a essa ferramenta. Isso originou a coluna “*Status*” no quadro mostrando o quanto a célula (ou a empresa) se aproxima da situação proposta em cada ferramenta. Ainda é apresentada uma descrição sucinta da situação caso a caso.

Após análise da célula e do quadro colocado pode-se verificar que a empresa apresenta apenas parte da filosofia *JIT* implantada em parte da empresa. Conclui-se, então, que não se pode dizer que a empresa trabalha totalmente segundo os princípios *JIT*, mas que apenas adota alguns deles em alguns de seus setores fabris.

¹⁰ Controle autônomo de processos ou de defeitos - *Jidoka* em japonês.

¹¹ Onde a etapa seguinte do processo é cliente da etapa anterior e esta só deverá enviar “peças boas” para seu cliente. Este, caso não receba peças em condições deve “reclamar” e então deve-se procurar a solução do problema, se ele existir.

¹² Equipe de Tempos, Métodos e Processos.

Quadro 4.1 : Situação da Célula quanto ao *JIT*

<i>Ferramentas do JIT</i>	<i>Status</i>	<i>Descrição</i>
<i>Perda Zero</i>	-	Muitas perdas foram eliminadas e busca-se “perda zero”, mas ainda existe muito desperdício.
<i>Set-Up</i>	-	O tempo de troca para as injetoras é, em média, de 1 hora, mas não é prioritário pois, nessa célula, muitas ferramentas são dedicadas.
<i>Qualidade na Fonte</i>	--	Existem muitos problemas de qualidade; checagem pelo processo posterior ou por auditores, existindo ainda, uma revisão final.
<i>Auto Controle Visual</i>	+/-	Para algumas situações pode-se dizer que existe, mas ainda há muito o que ser feito, estando longe do ideal.
<i>Célula de Produção</i>	+	A célula em questão foi concebida e implantada desde o início (1989), apenas necessitando, hoje, sofrer algumas alterações para adequação ao cenário atual.
<i>Atividades de Pequenos Grupos</i>	++	Não existiam até o início de 95 quando foi formado um grupo específico para estudo desta célula e os resultados são bastante satisfatórios. ¹³
<i>Limpeza e Organização</i>	--	A célula não pode ser considerada “limpa e arrumada”. Não existe endereçamento para M.P. ou componentes, nem uma classificação dos itens. Há itens e equipamentos obsoletos ou não pertencentes à mesma. A disciplina é falha.
<i>Manutenção Produtiva Total</i>	--	A manutenção é praticamente corretiva, no tipo quebra-conserta.
<i>Carga de Produção Uniforme</i>	+/-	Dentro da célula, a linha de montagem é um exemplo de aplicação do conceito e as injetoras também, mas a interface entre essas áreas e também entre o Estoque de Produto Acabado (DPA) não são.
<i>Sistema Kanban</i>	+/-	O sistema já foi aplicado e é utilizado. Hoje, ele está falho e desacreditado, necessitando de interferência. Tem-se ainda a não existência de <i>kanban</i> entre o DPA e a montagem. Portanto o sistema é apenas parcialmente aplicado.

Como pôde ser visto nos itens anteriores, a célula apresenta problemas que abrangem a administração, a produção e o controle. Deste modo, pode-se perceber que existem muitos problemas e estes se interagem, além do grande número de

¹³ Este pequeno grupo não é o Grupo de Projeto, mas um grupo constituído por membros diretamente ligados à produção e à célula em questão e tem como objetivo a solução de problemas da célula (tanto do produto quanto do processo). É denominado GAP - Grupo de Ataque aos Problemas, sendo que o autor faz parte do mesmo.

variáveis e mudanças que vem ocorrendo. Assim, deve-se trabalhar e desenvolver ações em vários aspectos como:

- **Mão de obra** - treinamento, *turn-over*, absenteísmo, motivação, resistência, desempenho, conscientização, etc.;
- **Materiais** - matérias primas, componentes, material em processo, enfatizando perdas, qualidade, manuseio, etc.;
- **Máquinas e equipamentos** - condições ruins, regulagem, manutenção, moldes reserva, padronização, etc.;
- **Método** - Organização, qualidade dos serviços, perdas no processo, *lay out*, *kanban*, etc.;
- **Ambiente** - Espaço, *lay out*, iluminação, organização, ergonomia, etc.;
- **Medição** - Qualidade, defeitos, seleção de peças, aferição, etc.;
- **Gerenciamento** - Treinamento, motivação, entrosamento, etc.

Após terem sido colocados os problemas da célula, analisadas suas causas e interações, deve-se relacionar estes problemas com os **efeitos** que eles ocasionam, avaliar quais são os **pontos prioritários** e então desdobrar ações sobre esses pontos. Para que este diagnóstico seja claro, será colocado em forma de “diagrama de causa - efeito”.

Figura 4.1 : Problemas de Lay Out

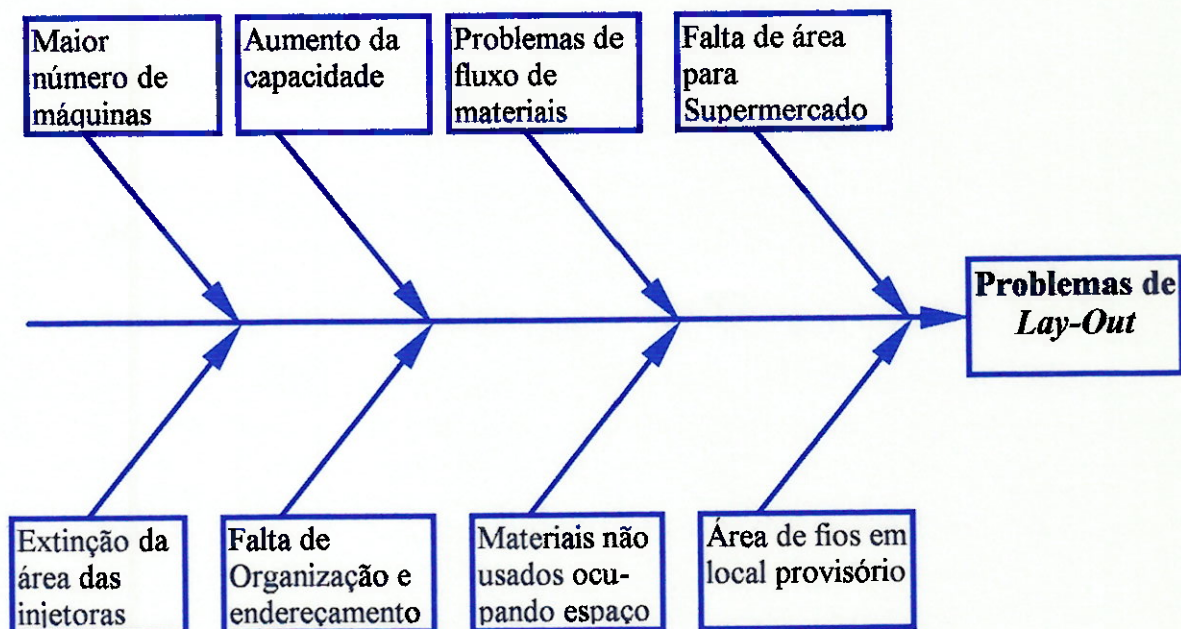


Figura 4.2 : Problemas de Balanceamento de Linha

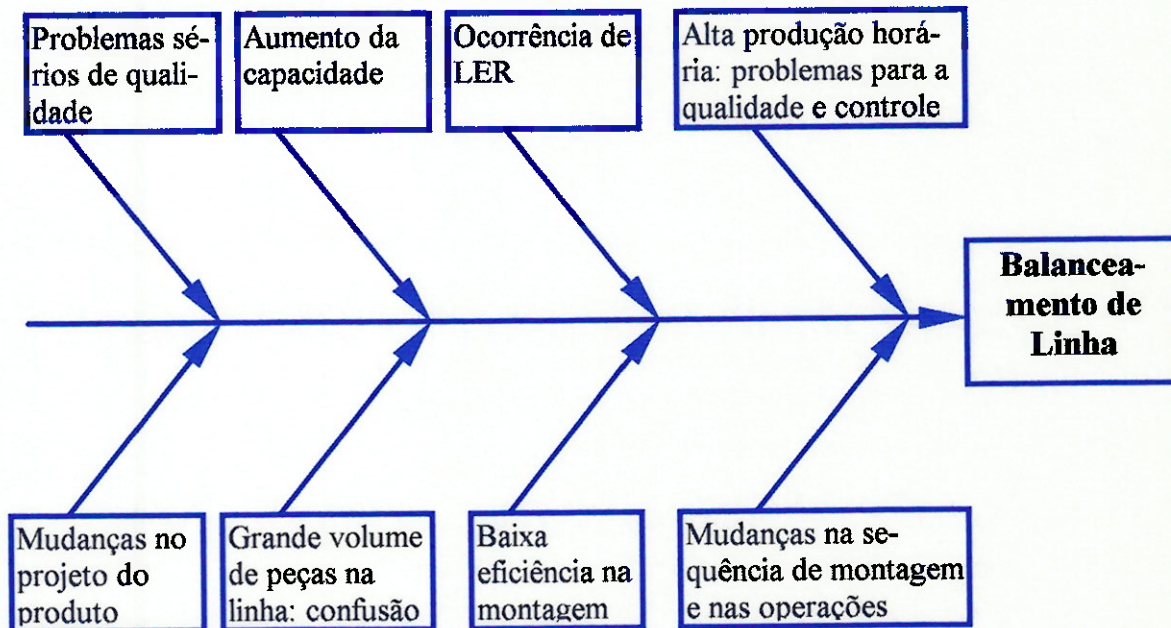


Figura 4.3 : Problemas de Fluxo de Materiais / *kanban*

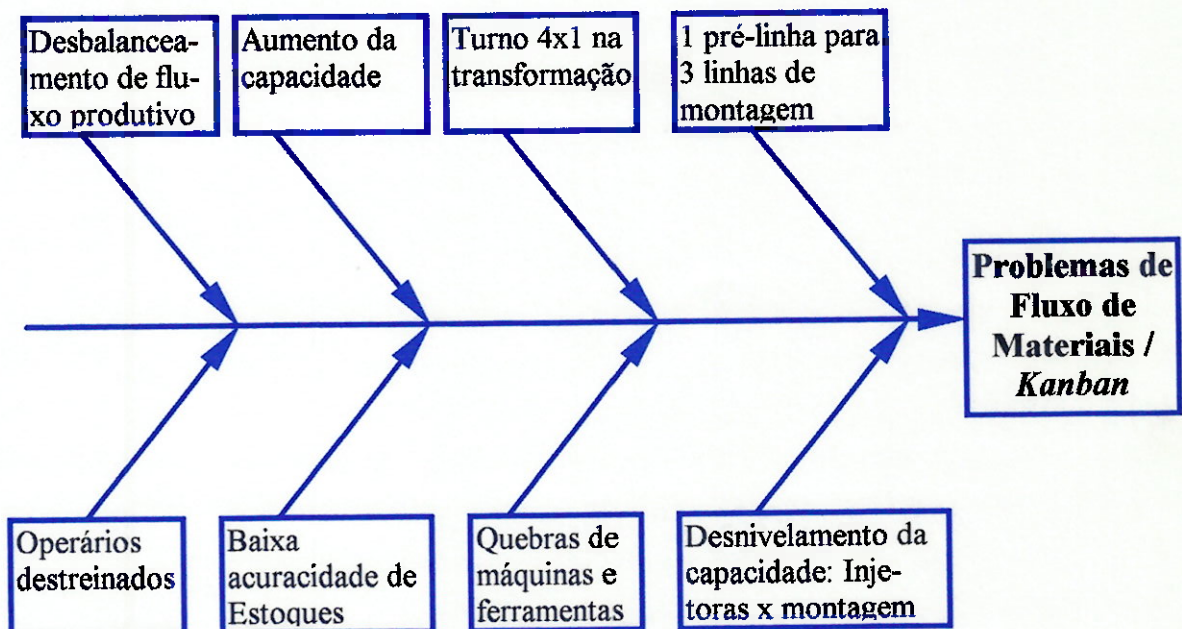


Figura 4.4 : Problemas de Manutenção / Ferramentas

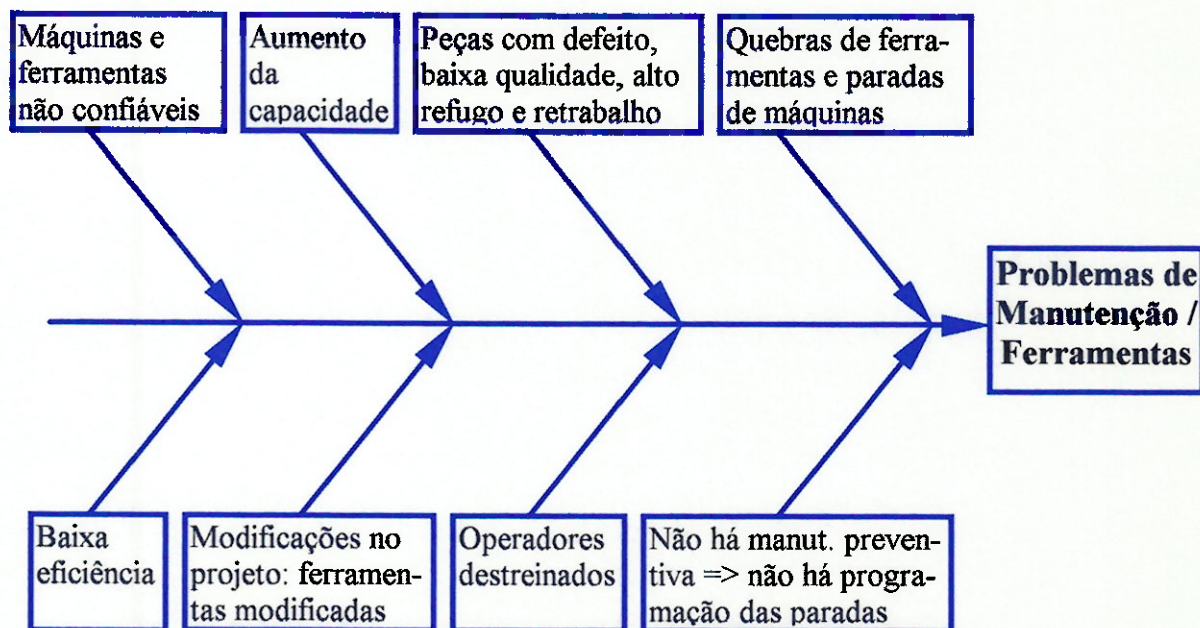


Figura 4.5 : Problemas de Qualidade

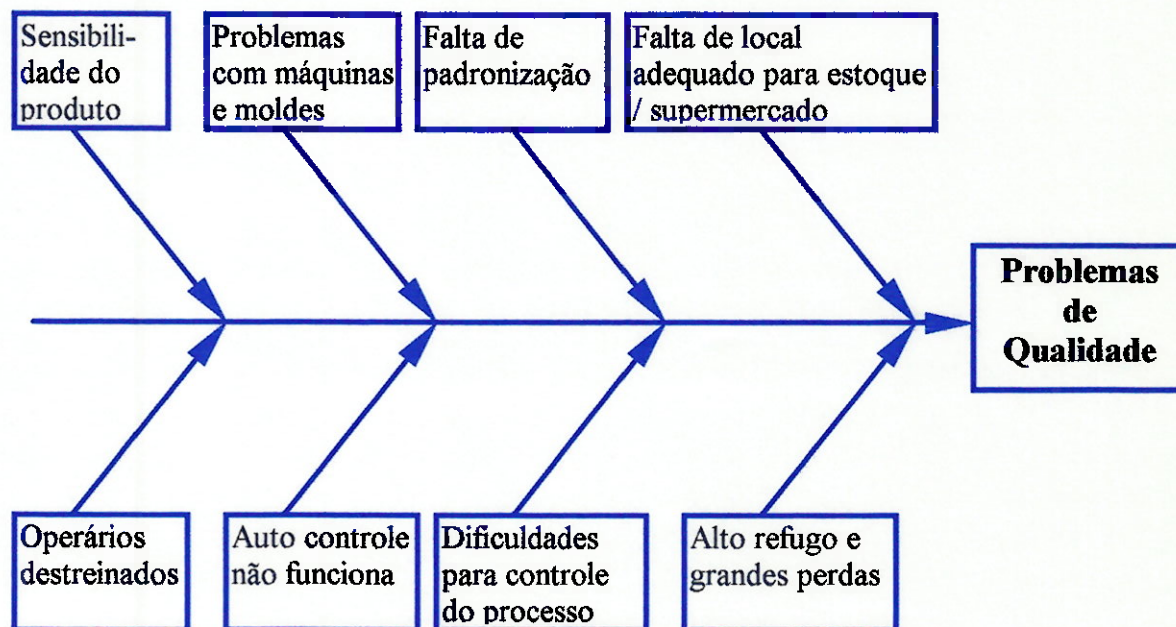
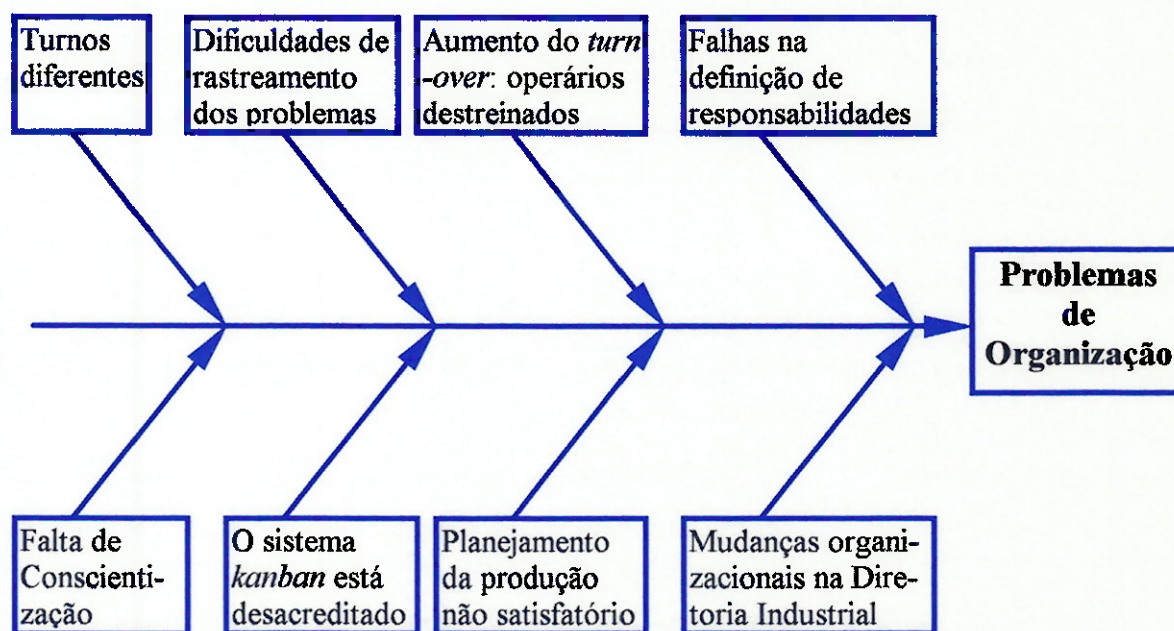


Figura 4.6 : Problemas de Organização



Os 6 “grandes” problemas ficam evidenciados quando são apontados os demais e ao relacioná-los às suas causas.

Assim, deve-se atacar esses problemas de modo a evitar alguns fatos que nunca deveriam acontecer na empresa e vêm ocorrendo na célula ultimamente. Dentre esses fatos pode-se citar alguns mais críticos: Parada da linha de montagem por falta de peças por problemas no *kanban* e no supermercado; problemas sérios de qualidade que comprometem o funcionamento do produto ocasionados principalmente pelo alto volume de produtos nas linhas e peças defeituosas; formação de “montes” de peças durante os finais de semana por falta de contentores, área para supermercado, produção além do número de cartões, etc.. Isso compromete a qualidade das peças, além de diminuir a acuracidade dos estoques e aumentar o volume destes de modo não controlado.

Além desses, tem-se a baixa eficiência da montagem (em torno de 80 %), alto desperdício pelo grande refugo e retrabalho das peças (em torno de 4 %, índice que aumentou 100 % nos últimos 6 meses). Esses são apenas alguns dos problemas que o projeto visa resolver.

4.3 - Os Projetos de Melhoria

4.3.1 - Priorização e Desdobramento de Ações

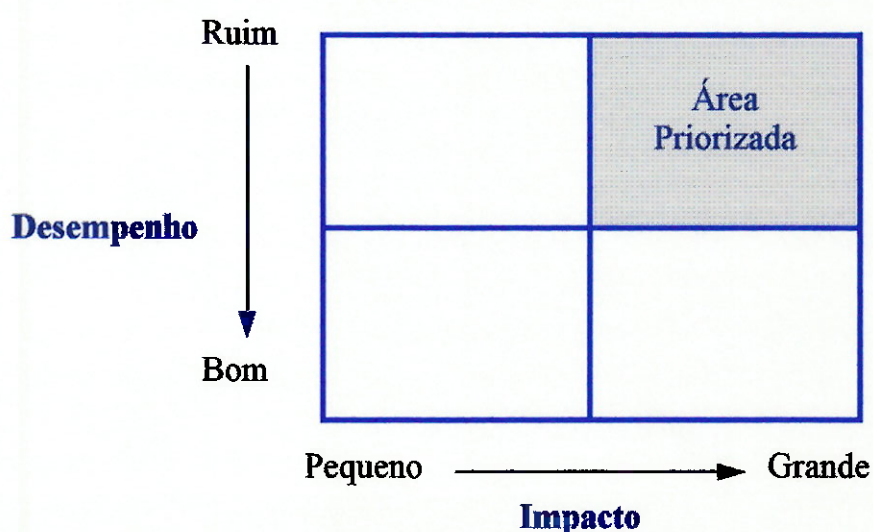
Como observado no item 1.1.3 - O Ambiente, verifica-se que a empresa está melhor que seus concorrentes em diferentes aspectos. Mas isso não quer dizer que ela é uma empresa excelente em tudo, apenas que no momento seus concorrentes não atingiram seu nível aos “olhos” dos clientes. Para manter-se na posição atual de **líder de mercado** neste segmento e manter-se competitiva no tempo, o fator competitivo **preço** é muito importante para o produto em questão. Portanto, deve-se atacar as perdas e desperdícios.

Deve-se considerar que não é possível atingir a excelência em tudo, mas objetiva-se ser melhor que os concorrentes naqueles fatores competitivos priorizados, atendendo melhor o cliente.

Assim, deve-se **priorizar as ações** de forma a melhor alocar os recursos (limitados) e então desenhar e dimensionar o sistema de manufatura para aqueles critérios priorizados. Uma vez que a empresa já é “melhor” que a concorrência em vários, agora deve-se manter a vantagem nestes e atacar aqueles priorizados e ainda falhos, como o preço, reduzindo custos de forma a diminuir o preço final.

Depois de ter sido feito o diagnóstico e tendo conhecido os problemas, deve-se agora priorizar as ações de forma a alocar os esforços e recursos para as ações prioritárias. Para a identificação destas foi utilizado o conceito presente na **Matriz de Priorização** onde relaciona-se o *desempenho* no fator em questão com o *impacto* causado por uma ação neste fator. Esquemáticamente esta Matriz tem a seguinte forma:

Figura 4.7 : Matriz de Priorização



As áreas que se encaixam na situação ilustrada são facilmente identificáveis na análise dos problemas obtendo-se algumas atividades que são “emergenciais” e nas quais o desempenho da célula não é satisfatório. Cabe então “desdobrar” as atividades para os “grandes” problemas e articular ações em cima disso. Este é o próximo passo. Como a atuação sobre esses problemas é de responsabilidade do **Grupo de Projeto**, formado por pessoas de diferentes áreas (como colocado no item 1.2.2 - O Trabalho: do Problema ao Tema) e coube ao autor a atuação sobre alguns dos problemas prioritários com ação específica, o desdobramento das atividades e articulação das ações será colocado apenas para aqueles que serão abordados por este trabalho¹⁴. Deve-se lembrar sempre que a interação entre as partes e a interdependência dos projetos é bastante grande.

A seguir tem-se um esquema dos aspectos a serem abordados.

Figura 4.8 : Desdobramento de Ações: Fluxo de Materiais / Kanban

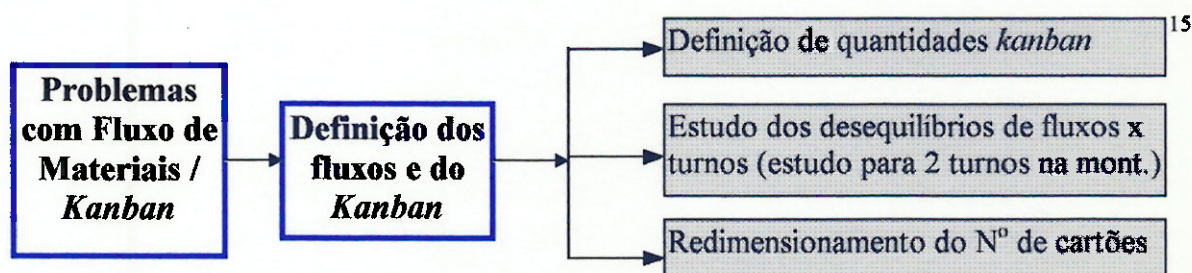
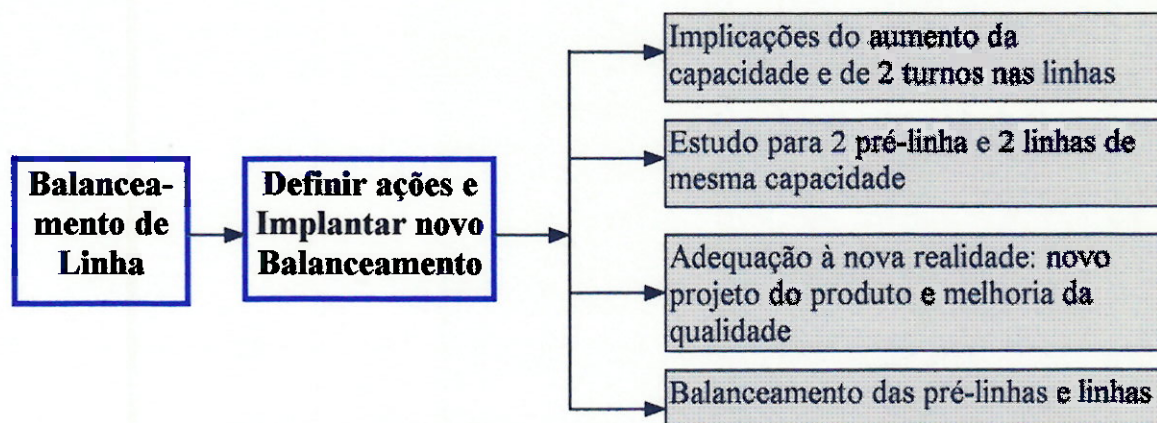
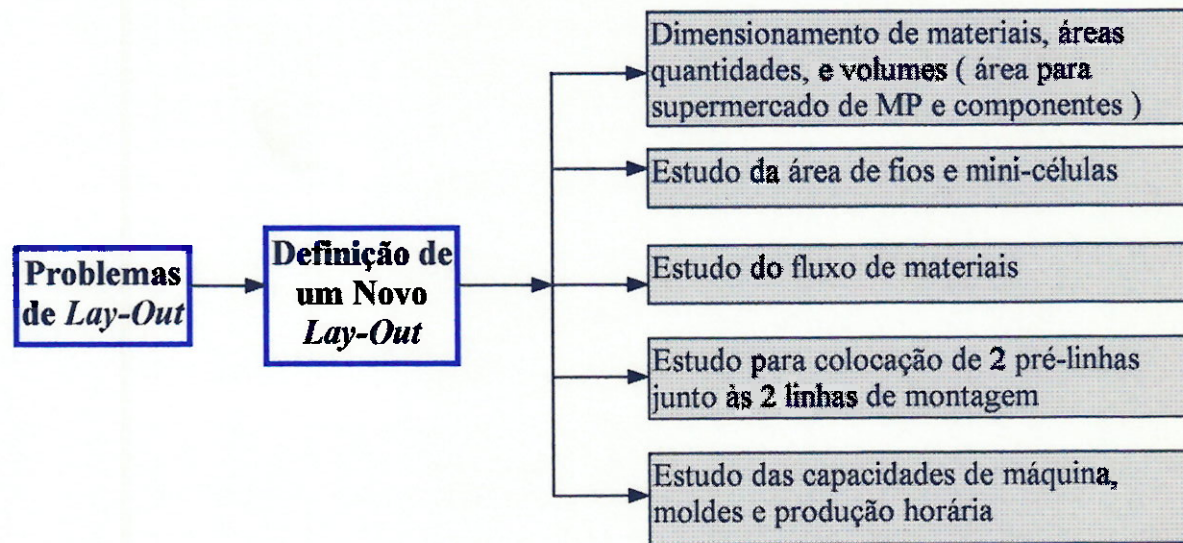


Figura 4.9 : Desdobramento de Ações: Balanceamento de Linha



¹⁴ Como visto no item 1.2.3 - Estrutura do Trabalho.

¹⁵ Quantidade por contentor e padronização do tipo de contentor

Figura 4.10 : Desdobramento de Ações: *Lay Out*

4.3.2 - Formas de Atuação Sobre os Problemas

Para que a atuação seja coordenada e atinja seus **objetivos**, deve ser feito um estudo sistêmico, tratando as diversas **variáveis** em conjunto, compreendendo e verificando as interações entre elas. Essas interações podem ser entre as diversas áreas ou internamente à uma área específica.

Devem ser levadas em consideração também as **características e limitações** envolvidas. Essas podem ser exemplificadas como melhorias, adequações e soluções a partir de poucos investimentos e gastos, alguns resultados a curto prazo, soluções “caseiras” inventivas e confiáveis, mas também duradouras e definitivas.

Como dito anteriormente, as **decisões estratégicas** que envolviam grandes investimentos já foram tomadas pela empresa como a verticalização e auto suficiência em injeção de plásticos com a compra de novas máquinas e ampliação da capacidade produtiva. Além disto, visto a importância do produto em questão e portanto da célula produtiva e do aumento da capacidade de produção, foi decidido que a seção de injetoras (que divide o mesmo prédio) seria realocada e a área ocupada por ela seria cedida à célula da Maxi Ducha, ficando somente aquelas injetoras que obedecem ao princípio de alocação à célula (apresentado no item 1.1.4 - Organização e Áreas Produtivas).

Deve-se **buscar a eficácia** e não só a eficiência, não buscando utilização de 100 % dos recursos, mas ter uma disponibilidade de capacidade para se chegar a eficácia. A filosofia *JIT* está embasada nesta disponibilidade de capacidade para seu correto funcionamento (Giansi e Corrêa, 1995).

Para atuar sobre os problemas serão aplicados princípios e proposições da **Filosofia JIT** que foram apresentados no capítulo 2 (Fundamentação Teórica) como: Perda Zero, Células de Produção, Limpeza e Organização, Carga de Produção Uniforme e Sistema *Kanban*. Estes estão de acordo com as prioridades dos problemas evidenciados. Deve-se considerar também as 10 Etapas para Implantação da Filosofia *JIT* (item 2.4). Como se trata de uma reoperacionalização, estas devem ser reavaliadas para que sua aplicação seja coordenada e traga os resultados esperados.

Capítulo 5

Estudo das Ações Priorizadas

5 - Estudo das Ações Priorizadas

5.1 - Dimensionamento do *Kanban*

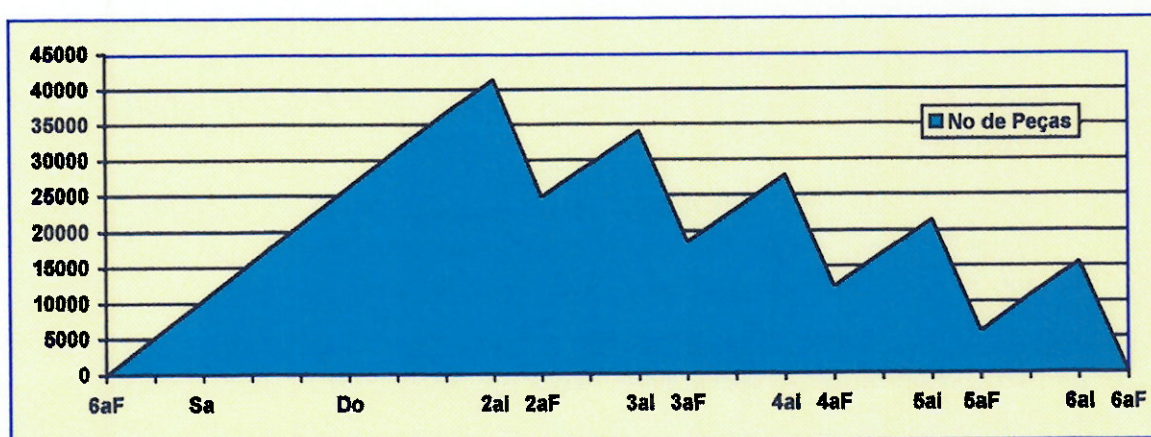
Neste item será apresentada a forma para o dimensionamento do *kanban* para as peças e componentes presentes na célula, além da definição de quantidades *kanban*: quantidade por contentor e padronização do tipo de contentor. Primeiramente deve ser feito um estudo da influência das diversas causas e problemas relacionados ao *kanban*, já apresentados no capítulo anterior (Figura 4.3 - Problemas de Fluxo de Materiais / *Kanban*).

5.1.1 - Cálculo do Número de Cartões

Devido aos novos turnos de trabalho, principalmente das injetoras (colocado no item 3.3.3 - Organização da Célula) houve um desbalanceamento do fluxo produtivo entre a produção e a montagem. Para se ter a sensibilidade da implicação desse desbalanceamento, ou seja, do desnivelamento da capacidade de injetoras quando comparada à montagem e da influência do turno 4x1 na transformação, foi elaborado um gráfico.

Esse gráfico mostra as variações de quantidades em estoque (supermercado) caso a produção e a montagem funcionassem num sincronismo teórico dentro de seus turnos e a produção horária fosse constante. O memorial de cálculo e as considerações para se chegar a esse gráfico foram colocados no Anexo 3 - Fluxo de componentes.

Gráfico 5.1 : Posição Prevista de Estoques¹⁶



¹⁶ 6aF = Sexta feira - fim da montagem (16:24 hs);
 Sa = Sábado
 2aI = Segunda feira início da montagem (6:40 hs);
 E assim em diante.

Deste modo, verifica-se que a atual política de horários e turnos da empresa interfere sobremaneira na interação entre produção (24 h por dia todos os dias) e a montagem (apenas 1 turno de segunda à sexta), bem como nos fluxos e supermercados.

Assim, o *kanban* deve aceitar essas diferenças e permitir as descontinuidades entre as fases. A partir disto e com esse quadro em mente, pode-se fazer o cálculo do número de cartões para cada uma das peças, componentes e subconjuntos que integram o produto.

O *kanban* tende a realizar uma produção uniforme e nivelada, mas deve-se levar em consideração as capacidades das máquinas e os fluxos, além da nova capacidade da célula para um aumento de 10 %. Deste modo, para aquelas peças com produção horária menor, que podem ser consideradas gargalos, deve ser colocado um fator de segurança maior na fórmula de dimensionamento.

Foi calculado o *kanban* atual e verificou-se que este não atende às novas condições (colocadas acima). Além disto, foi feita contagem dos cartões e verificou-se falta destes, não utilização e mistura de cartões. O que ocorreu por falta de treinamento e disciplina (além de novos operários). Isso foi ainda mais intenso pois os cartões estavam mal dimensionados, não funcionando corretamente e então caindo em descrédito.

Para o novo dimensionamento do *kanban*, numa primeira fase, foi aplicada a fórmula teórica já apresentada no item 2.2.10.4 - Fórmula para Cálculo do Número de Cartões - para cada um dos casos. Isso foi feito juntamente com a área de materiais, responsável por esse dimensionamento.

Ao se observar e analisar os resultados obtidos pelo uso da fórmula, verificou-se a existência de vários problemas. Observou-se que, em média, o número de cartões correspondia (em peças) à cerca de 1,5 dias de montagem (cerca de 35.000 peças). Mas esse número não atende ao funcionamento desbalanceado dos fluxos como já visto, onde, no mínimo seriam necessárias 41.000 peças - Gráfico 5.1.

Além disso, a realidade para os moldes das diversas peças é diferente da teoria “pura” do *JIT / kanban*. Isso ocorre pois não existem vários moldes disputando ou dividindo a mesma máquina, o que pediria menor tempo de *set-up* e maior número de trocas por período de tempo, de forma a diminuir o tamanho dos lotes. Na realidade existem vários moldes cativos de uma mesma peça em diferentes máquinas o que resulta em pouca ou nenhuma troca de molde.

Deste modo, tem-se, por exemplo, 3 máquinas com moldes de uma mesma peça produzindo ao mesmo tempo ininterruptamente. Alguns problemas que aparecem aqui são ocasionados por quebra de ferramenta ou parada para manutenção fazendo com que, dos 3 moldes do exemplo, apenas 2 estivessem funcionando, não atendendo completamente a necessidade do fluxo produtivo.

Disto pode-se concluir que a variável, da fórmula de cálculo dos cartões, tempo de preparação (t_p) é pouco relevante nestes casos enquanto que a confiabilidade dos moldes ou a eficiência do conjunto de moldes para uma mesma peça não é considerada na fórmula.

Outro ponto a ser colocado diz respeito ao coeficiente de segurança α que é um número não obtido por dados, mas utilizado para prevenção contra imprevistos ou incertezas e que pode, algumas vezes, com certa variação de seu valor, provocar grandes mudanças no resultado obtido através do cálculo¹⁷.

Para completar o quadro da situação, verifica-se que a área de transformação - injetoras - tem uma capacidade menor que a de montagem, tornando-se "gargalo" quando do aparecimento de problemas. Isso ocorre pois, no caso de não existirem estoques no supermercado formados no fim de semana, a capacidade de injeção é menor que a de montagem e então, mesmo produzindo 24 horas por dia e montando apenas 8, não haverá peças suficientes para se atingir toda capacidade de montagem até o fim da semana quando então a montagem pára e a transformação continua produzindo.

Esse problema é característico desta célula em questão, uma vez que na maioria das empresas a transformação é mais "rápida" que a montagem e ao surgir algum problema este pode ser mais facilmente resolvido.

Verifica-se, então, que a tarefa de calcular ou redimensionar o número de cartões não é tão simples e que existem diversas considerações e variáveis a serem levadas em conta.

A partir disto e analisando todas as possíveis situações, além de considerar tudo aquilo que já foi apresentado (problemas de nivelamento de produção / fluxos; número de moldes X número de trocas; paradas de ferramentas; etc.) chegou-se a conclusão de não utilização da fórmula, devendo-se partir para um número "empírico" para o dimensionamento do número de cartões. Este valor deve ser acompanhado por algum tempo, analisando-se a situação para verificar a validade do mesmo.

Esse número, a ser usado para o cálculo, seria a quantidade máxima de peças em estoque. Assim, o gráfico 5.1- colocado anteriormente mostra uma quantidade mínima de 41.000 peças produzidas no final de semana para estoque de modo que de chegasse ao fim da semana seguinte com o supermercado vazio. Como deve-se ter certa segurança e não trabalhar no limite, foi estabelecido um dia de montagem como segurança.

Assim, 1 dia (que corresponde à 22.000 peças) mais as 41.000 peças já dimensionadas tem-se um total de 63.000. Para um número final para o *kanban*

¹⁷ Segundo Monden (1984), o valor de α não deve ultrapassar 10 %.

estipulou-se então **60.000 peças**. Este número corresponde a quase 3 dias de estoque de montagem o que é um número razoável para peças em processo.

A partir deste número e do número de peças por contentor pode-se definir o número de cartões para cada um dos itens. ($60.000 / n^{\circ}$ de peças por contentor). Este número pode ser calculado a partir da tabela A.3.1 colocada no Anexo 3: Contentor, Quantidades Definidas pelo *Kanban* e Modo de Armazenagem para Cada Item da Maxi Ducha.

Como exemplo do número de cartões redimensionado pode-se utilizar a peça “disco separador”. A partir da Tabela A.3.1 (em anexo) obtém-se a quantidade por contentor de 500 peças. Portanto, o número de cartões será de $60.000 / 500 = 120$ cartões para o disco separador. O número de cartões redimensionado para todas as peças pode ser visto em anexo: Tabela A.3.3: Número de Cartões Redimensionado - Situação Atual (60.000 unidades).

O número de cartões é definido para produção máxima e deve ser usado como base para os demais dimensionamentos. Esse valor deve ser modificado segundo o plano de produção, recalculando-se, então, o número de cartões para o plano esperado.

Com o número de cartões definido, ao longo do tempo deve-se tentar reduzi-lo, diminuindo assim a margem de segurança colocada e fazendo com que os problemas encobertos pelos estoques em processo apareçam e sejam atacados (Gianesi e Corrêa, 1995).

5.1.2 - Dois Turnos nas Linhas de Montagem

O número de cartões dimensionado anteriormente (Tabela A.3.3, em anexo) atende à realidade atual de operação da célula (com linhas de montagem funcionando apenas um turno, 5 dias por semana). Isso não altera o “perfil” do gráfico 5.1, somente adequa a quantidade de cartões à ele.

Para que o problema de desbalanceamento de fluxos entre transformação e montagem seja minimizado (visando “linearizar” o gráfico citado) deve-se aplicar a Ferramenta 9 - Carga de Produção Uniforme. Esta ferramenta apresenta o conceito de “fabricar para a demanda” ou, adaptando-se à realidade em questão : “Injetar para montar apenas quando for necessário”.

Esta ferramenta ainda passa um conceito sobre **ritmo** de produção onde este deve ser sincronizado ou constante, de acordo com a demanda (necessidade do cliente interno). Além disso, o **ritmo** de produção é coerente com o conceito de “taxa de produção da célula” (presente na Ferramenta 5 - Células de Produção). Este conceito também prega o fluxo interno (à célula) equilibrado.

Como a área de transformação tem uma capacidade limitante, deve-se buscar adequar a montagem à situação de forma a contemplar as premissas anteriores, minimizando, na medida do possível, os desbalanceamentos de fluxos.

Para isso, as linhas de montagem deveriam seguir o mesmo “ritmo” (ou a mesma taxa de produção das injetoras e da pré-linha), ou seja, trabalhando em 4x1. Essa situação não é desejada, tanto pelos funcionários como pela empresa, por diversos motivos¹⁸ e por existir, atualmente, equipamentos e capacidade nas linhas.

Assim, podem ser adotados 2 turnos de produção, o que já ocorre em outros setores também relacionados à célula, como pôde ser visto no item 3.3.2 - Organização da Célula.

Como **vantagens** da adoção de 2 turnos pode-se citar:

- Menor estoque de componentes;
- Fluxo de movimentação menor;
- Melhoria da qualidade;
- Melhor acomodação física do funcionário nas linhas (mais “espaço”);
- Melhor distribuição do espaço físico de montagem e supermercados;
- Liberação de “espaço” para adequação do *lay out* (espaço ocupado pela 3ª linha e pelos grandes supermercados);
- Produção e escoamento mais homogêneo (fluxo mais uniforme);
- Linhas menos congestionadas => Melhor qualidade e controle;
- Menor taxa horária de produção => Facilidade de controle e detecção de erros;
- Facilidade para organização do local de trabalho (visibilidade e sincronização);
- Necessidade de apenas 2 linhas, sendo que a terceira ficaria disponível;
- Liberação dos equipamentos da 3ª linha e alguns da 1ª e da 2ª que terão menor produção horária, necessitando de menos equipamentos que seriam utilizados mais tempo por dia;
- Possibilidade de aumento futuro de volume de produção de forma facilitada;

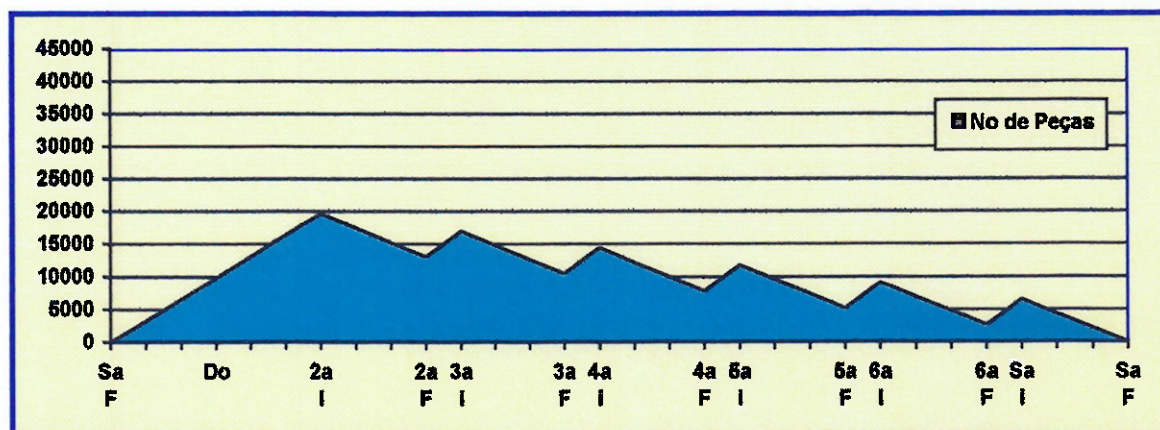
Como **desvantagens ou problemas** pode-se citar:

- Problemas com áreas de suporte: supervisão, engenharia, laboratório de testes, PCP e chefia da manutenção que não estariam presentes no sábado, nem à noite, o que poderia ser necessário;
- O depósito de produtos acabados precisaria trabalhar em dois turnos também (pelo menos o recebimento dos produtos acabados), sendo que hoje a expedição já possui esse horário;
- Problemas de negociação com sindicato (o que requer um prazo até os acertos);
- Necessidade de uma chefia (encarregado de montagem) para o segundo turno;

¹⁸ que não serão apresentados neste trabalho.

Em 2 turnos ter-se-ia montagem 6 dias por semana (inclusive sábados)¹⁹. Deste modo, se faz necessário um novo dimensionamento do número de cartões. Para isso será colocado um novo gráfico de “Posição prevista de estoques”, como o gráfico 5.1, agora contemplando essa nova situação. Este apresenta praticamente as mesmas considerações e o mesmo princípio de cálculo que o apresentado para o gráfico 5.1, não sendo necessária a colocação de um anexo para isso. O gráfico apresenta agora o seguinte formato:

Gráfico 5.2 : Posição Prevista de Estoques²⁰



A partir da observação desse novo gráfico - 5.2 - verifica-se que, com a adoção de 2 turnos, o fluxo realmente seria mais contínuo, provocando uma diminuição dos “altos e baixos” de volume de estoque entre cada dia, bem como do volume gerado no final de semana. Para este último particularmente, verifica-se que seu valor cai para menos da metade do valor anterior (de 41.000 para quase 20.000 unidades).

Deste modo, a quantidade de cartões deve ser redimensionada novamente, agora enfocando essa nova realidade. Seguindo a mesma linha de raciocínio daquela utilizada para o dimensionamento anterior (item 5.1.1), tem-se que o volume gerado no fim de semana é de aproximadamente 20.000 peças. Isso corresponde a pouco mais de um dia de montagem (agora 18.840 peças / dia). Somando-se 20.000 peças com 1 dia de montagem (para estoque de segurança) obtém-se 38.840 unidades. Portanto o novo número para cálculo do número de cartões a ser adotado será 40.000 unidades.

¹⁹ Deste modo a produção diária visada deixa de ser 22.000 peças / dia (= 110.000 peças / semana) para $110.000 / 6 = 18.333$ peças / dia, pois agora passa-se a montar 6 dias por semana e essa capacidade contempla o aumento pretendido (de 10 %).

²⁰ 6aF = Sexta feira - fim da montagem (16:24 hs);
Sa = Sábado
2ai = Segunda feira início da montagem (6:40 hs);
E assim em diante.

Esse número, além de corresponder à $2/3$ do número obtido anteriormente (60.000 - com 1 turno de montagem - item 5.1.1) e portanto provocar uma diminuição de $1/3$ no número de cartões e no volume e área para supermercado, não acarreta em uma diminuição da segurança de trabalho contra imprevistos. Isso ocorre pois anteriormente a “segurança” era de $60.000 - 41.000 = 19.000$ peças que correspondiam a menos da metade das 41.000 peças necessárias no final de semana²¹.

Na nova situação tem-se uma “segurança” de $40.000 - 20.000 = 20.000$ peças, correspondendo à praticamente a mesma quantidade de peças necessárias no fim de semana²². Mesmo assim, não se pode dizer que a “margem de segurança dobrou”, pois existem outras considerações que devem ser levadas em conta e dizem respeito à fatores e dados já colocados no item 5.1.1.

Para esse novo dimensionamento a partir de 40.000 unidades, o número de cartões deve ser calculado da seguinte forma: $40.000 / \text{quantidade de peças no contentor}$. Como exemplo, para o mesmo disco separador tem-se que a nova quantidade de cartões seria de: $40.000 / 500 = 80$ cartões ($2/3$ do número anterior - 120 cartões - item 5.1.1). O número de cartões redimensionado para essa situação (2 turnos - 40.000 unidades) pode ser visto em anexo: Tabela A.3.3: Número de Cartões Redimensionados para 2 Turnos.

5.1.3 - Considerações para a Operação do *Kanban*

Quanto à operação do *kanban*, após este ter sido redimensionado, devem ser feitas as seguintes considerações, servindo tanto para a melhoria da situação atual quanto para aquela com 2 turnos:

No caso da demanda (ou do plano) variar, a quantidade de cartões nem sempre deve ser alterada. Assumindo uma capacidade de produção máxima fixa (exemplo 440.000 peças/mês) e tempos de processamento iguais para o mesmo produto com variações no *mix*, tem-se:

- O *mix* pode variar, mas deve estar dentro da capacidade instalada, podendo ocorrer duas situações:
 - O *mix* variou sazonalmente (pico). Neste caso há uma autocompensação. Alguns tipos de produtos vão ter seus cartões girando mais rápido e outros mais vagarosamente.
 - O *mix* está variando, mas com firme tendência. Neste caso, compete ao coordenador do sistema recalcular e retirar ou acrescentar cartões no painel.

²¹ $19.000 / 41.000 < 0,5$ (esse número equivale à um α de 50 %).

²² $20.000 / 20.000 = 1$ (esse número equivale à um α de 100 %).

- O *mix* pode variar e estar aumentando, podendo, em alguns casos, exceder a capacidade instalada. Neste caso, o redimensionamento do número de cartões não irá resolver. A questão está em como aumentar a capacidade instalada. Para isso, pode-se fazer mais turnos ou horas extras, ampliar a capacidade com aquisição de novas máquinas e equipamentos, terceirizar, etc.

Como já dito, o número de cartões redimensionado deve ser acompanhado no tempo para verificar seu comportamento e tendências. Deste modo, se um tipo de cartão para determinada peça não apresentar, por um período de tempo, um número próximo do total no painel, isso demonstra que está ocorrendo um **excesso de estoque no supermercado**. Assim, devem ser **retirados alguns cartões** e então, verificar o impacto que isso estará trazendo até se chegar a um número adequado. Deve-se tomar cuidado para não retirar muitos cartões de modo que a peça passe a estar constantemente no “vermelho”.

Caso uma peça, que normalmente não chegava no crítico, passar a se tornar crítica, deve-se fazer uma análise das causas dos fenômenos que levaram a isso e não se deve colocar mais cartões no painel. Ao se **analisar as causas** pode-se atacar as raízes dos problemas e não “mascará-los” aumentando-se o estoque através do aumento do número de cartões.

Como **possíveis causas** para que este determinado componente viesse a se tornar crítico pode-se ter: quebra ou parada de máquina; atraso da entrega de matéria prima pelo fornecedor ou falta desta; quebra de ferramenta; falta de operador, problemas de qualidade, falta de energia, etc. e não é o supermercado quem vai “banciar” essa ineficiência. Assim, não devem ser adicionados mais cartões mas atacadas as causas dos problemas para que esses não mais voltem a ocorrer.

Entretanto, se não tiver ocorrido nenhuma das causas anteriores, o encarregado / supervisor deve procurar o coordenador do sistema ou diretamente a área de PCP e esta área passará a verificar o que levou determinada peça a se tornar crítica e então tomar ações.

Caso tenha sido uma “superdemanda” o que ocasionou a criticidade da peça e esta ter sido uma situação isolada de “pico”, provavelmente a situação observada deverá voltar a normalidade não se tornando mais crítica. Mas, caso tivesse sido uma “superdemanda” que mostrasse tendência de crescimento, o número de cartões deve ser redimensionamento para todas as peças em que houve variação dentro da capacidade instalada.

Portanto, ninguém, a não ser o coordenador do sistema, está autorizado a emitir ou introduzir mais cartões no sistema. Para tanto, deverá existir um *check-list* para diagnóstico de todas as possíveis causas antes de se procurar o coordenador.

Para o **correto funcionamento** do sistema deve-se deixar claro a todos os envolvidos algumas **regras simples** que estão colocadas a seguir.

Tabela 5.1 : Regras para Funcionamento do Sistema Kanban

<i>As regras do sistema são:</i>	
•	O processo posterior deve retirar no processo anterior os produtos necessários nas quantidades necessárias e no ponto necessário em tempo.
•	Qualquer produção sem cartão será proibida.
•	Qualquer produção maior que o número de cartões será proibida.
•	O processo anterior deve produzir seus componentes na quantidade requisitada pelo processo posterior.
•	Produtos com defeito não devem ser enviados ao processo posterior - Qualidade na fonte.
•	Todas as peças estocadas em supermercados devem estar em contentores padronizados e com seu respectivo cartão.
•	O cartão deve ficar ou no painel ou junto com as peças no contentor.
•	A quantidade de peças em cada contentor deve ser igual à quantidade especificada no cartão.

Adaptado da referência 1: MONDEN, Y. *Sistema Toyota de Produção*, 1984.

Caso as vendas caiam e não existam mais cartões no painel, não se deve produzir. Neste caso, segundo Moura, Banzato e Fullmann (1989), a mão de obra deve ser utilizada para :

- Aprender a trabalhar em outras máquinas (polivalência);
- Transferir para outras linhas
- Reuniões de Pequenos Grupos (Ferramenta 6 do JIT - item 2.2.6);
- Melhoria das técnicas de preparação;
- Reparo e manutenção de máquinas;
- Melhoria das ferramentas / instrumentos de fabricação;
- Manutenção da fábrica;
- Etc.

Ainda segundo os três autores já citados, tem-se que o processo de não demissão acumula operários ao longo do tempo o que permite restringir a admissão de novos funcionários para efeitos sazonais; manter pessoas treinadas e com experiência na fábrica, aumentar a capacitação dos funcionários e facilitar a introdução de novos produtos. Deve-se sempre considerar a participação da mão de obra direta como porcentagem (%) do custo do produto final.

5.2 - Balanceamento de Linhas

5.2.1 - Considerações Iniciais

O balanceamento de linha tem como objetivo definir o número de postos para cada uma das operações e portanto o número de operadores para cada atividade e o número total necessário para a produção visada. O balanceamento visa também verificar as “folgas de balanceamento” entre os postos visando sua minimização. A partir da definição do balanceamento obtém-se também a quantidade de bancadas e equipamentos necessários, permitindo o cálculo da área necessária para a linha dentro da célula.

Entre as melhorias esperadas pelo novo balanceamento podem ser citadas: adequação dos postos ao novo projeto (e portanto modificações na seqüência e tempos de montagem) e às modificações para melhoria da qualidade²³, eliminação de gargalos que existiam em alguns postos das linhas, aumento da capacidade da montagem, diminuição da produção horária (que gerava confusão, congestionamentos, problemas de qualidade e de controle), entre outras.

Tanto para o balanceamento de linha quanto da pré-linha devem ser considerados os tempos de operação de cada posto, os turnos e horários de trabalho, a capacidade desejada para a linha e a eficiência nas operações. Deve-se considerar também as precedências entre atividades e o número de linhas considerado.

Como colocado anteriormente devem existir **2 linhas trabalhando em 2 turnos** ao invés das 3 existentes atualmente. Hoje, existe apenas 1 pré-linha que abastece as 3 linhas e que iria abastecer as duas no futuro. O problema aqui é o fluxo de produtos entre esta e as linhas onde existe muita movimentação e descontrole das peças e, devido à taxa de produção horária para uma única pré-linha ser alta, ocorre grande volume de peças ao mesmo tempo nela. Além disso, para a nova capacidade objetivada, serão necessárias mais máquinas do que as existentes atualmente para a pré-linha sendo que esta não comportará tal aumento.

Pelos motivos apresentados, verifica-se o interesse da existência de **2 pré-linhas**, cada uma servindo à uma das linhas, com menor taxa horária e melhorando a distribuição e o fluxo interno.

5.2.2 - Balanceamento das Pré-linhas

Para que o fluxo entre pré-linhas e linhas ocorra continuamente (pelo menos enquanto a montagem está trabalhando) e pelos motivos já colocados devem existir 2 pré-linhas, cada uma abastecendo uma das linhas.

²³ Devido às mudanças que a parte do Grupo de Projeto voltado à qualidade está implementando. Esta é uma demonstração das várias interações existentes entre as áreas neste projeto.

O novo balanceamento deve contemplar as mudanças na seqüência de montagem onde algumas atividades antes executadas na linha passaram a ser feitas na pré-linha ou mesmo para melhoria do fluxo. Como exemplo disso pode-se colocar a “chave L/D” que passou a ser uma atividade do posto “cravar contatos e suporte da resistência” e deixando de existir na linha ou ainda duas atividades que antes faziam parte da pré-linha e devem passar a serem executadas nas linhas²⁴. Estas atividades, passando para a linha, evitam problemas de “sensibilidade do produto” ocasionados pelo armazenamento e manuseio entre estas duas fases, que agora não mais existiriam pois estariam sendo montados ao mesmo tempo na linha.

Outras considerações a serem levadas em conta dizem respeito à capacidade das pré-linhas. Essas devem fornecer subconjuntos para a Maxi Ducha e para 2 outros produtos (que utilizam o mesmo subconjunto, mas em quantidade bem menor²⁵).

Assim, as pré-linhas abastecem a Maxi Ducha, a T43 e a Jet 3, tendo de ser balanceada para 500.000 peças /mês²⁶ e não apenas as 440.000 necessárias para a Maxi Ducha. Isso representa 125.000 subconjuntos por semana. Como devem existir 2 pré-linhas, essas deveriam ter a mesma capacidade (ou seja, cada uma produzir metade das 125.000 peças por semana). Isso não é possível devido ao número de moldes existentes e a produção horária de cada molde. As pré-linhas devem seguir a produção horária das injetoras do corpo a elas associadas, pois essa é a peça base para o subconjunto desta etapa onde o corpo não pode ser estocado pois algumas operações devem ser feitas com ele ainda quente (logo após saída da máquina). Sendo assim, as pré-linhas devem trabalhar em 4x1 como as injetoras.

Para o balanceamento dessas pré-linhas será utilizada a tabela A.4.1 - Capacidade de Produção e Utilização das Máquinas Injetoras para Cada Peça, presente no Anexo 4. Essa tabela já contempla alguns moldes novos que foram comprados, mas ainda não estão disponíveis, devendo estar em janeiro de 96²⁷. Assim, verifica-se a existência de 6 moldes para o corpo com diferentes produções horárias. Esses moldes serão agrupados em 2 pré-linhas de forma a atender a necessidade para a capacidade pretendida que equivale à = 880 peças / hora.

Deste modo, uma pré-linha deve ter capacidade para 450 pç / h (1 molde de 4 cavidades e 2 moldes de 2 cavidades) e a segunda pré-linha deve ter capacidade para 500 pç / h (2 moldes de 4 cavidades)²⁸. A primeira pré-linha será servida por

²⁴ “montar êmbolo” e “montar placa e fio terra”.

²⁵ Os 2 produtos juntos não somam 15 % da necessidade de subconjuntos quando comparados à demanda da Maxi Ducha.

²⁶ Capacidade para os 3 produtos juntos.

²⁷ A necessidade e compra do molde foi estudada por outra parte do Grupo de Projeto, responsável pelas ferramentas e equipamentos, devido não existirem ferramentas reserva, ou as existentes não atenderem à capacidade futura (como é o caso em questão) ou ainda, por serem ferramentas antigas com baixa eficiência, muitas quebras e problemas de qualidade.

²⁸ O 6º molde do corpo (de duas cavidades) ficaria como reserva.

3 máquinas dedicadas e a segunda por duas. O balanceamento para essa situação, contemplando todas as considerações colocadas anteriormente, pode ser visto a seguir:

Quadro 5.1 : Balanceamento das Pré-linhas

BALANCEAMENTO DA PRÉ-LINHA 1						
MAXIPLUS						
				Prod./ Hora	Fluxo da Linha	Fluxo molde 4 cav.
				450	13,33	24
No da Oper.	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	Tempo Oper. (cent.)	Peças/ Hora	Total Horas p/ 1000 pç	Qtd. Postos p/ cálculo	Qtd. Postos Necessários
100	Injetar 4 cav. (1 máq)	24,00	250	4,00000	1,0	1
100A	Injetar - 2cav (2 máq.)	30,00	200	5,00000	2,0	2
200	Cravar cont., sup. resist. e chave L/D	31,74	189	5,29000	2,4	3
300	Testar (1 %)	0,17	34483	0,02900	0,0	0
No total de funcionários para a linha					5,4	6

BALANCEAMENTO DA PRÉ-LINHA 2						
MAXIPLUS / JET 3 / T43						
				Prod./ Hora	Fluxo da Linha	Fluxo p/ 2 moldes 4 c.
				500	12,00	12
No da Oper.	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	Tempo Oper. (cent.)	Peças/ Hora	Total Horas p/ 1000 pç	Qtd. Postos p/ cálculo	Qtd. Postos Necessários
100	Injetar 4 cav. (2 máq)	24,00	500	2,00000	2,0	2
300	Cravar cont., sup. resist. e chave L/D	31,74	189	5,29000	2,6	3
500	Testar (1 %)	0,17	34483	0,02900	0,0	0
No total de funcionários para a linha					4,6	5

A pré-linha 1, apesar de fazer uma quantidade horária de peças pouco menor do que a 2, precisa de 1 funcionário a mais pois dela fazem parte 3 injetoras (que

utilizam 3 funcionários) enquanto que a pré-linha 2 só possui 2 máquinas e, portanto, 2 operadores. Assim, a pré-linha 1 precisa de 6 operadores por turno enquanto que a 2 precisa de apenas 5.

5.2.3 - Balanceamento das Linhas

Para que as linhas de montagem fossem balanceadas adequadamente foi necessária a correta identificação do conteúdo de cada atividade para cada posto nas linhas, bem como o tempo para o posto²⁹. Isso foi feito por outra parte do Grupo de Projeto e serviu como subsídio para a confecção deste balanceamento. Além disso, deve-se considerar que as linhas irão trabalhar em **2 turnos**, sendo apenas **2 linhas e de igual balanceamento**.

Outro ponto a ser considerado é a absorção, pelas linhas, de 2 postos antes pertencentes à pré-linha, devendo estes passarem a seguir o fluxo daquelas. Estes postos são: “montar êmbolo” e “montar placa e fio terra”.

O balanceamento visa uma capacidade de produção de 110.000 produtos por semana o que equivale à 18.340 produtos por dia e a 1.310 produtos por hora, para linhas funcionando em 2 turnos, 6 dias por semana.

Como devem ser 2 linhas de mesma capacidade e portanto com o mesmo balanceamento³⁰, cada uma deve produzir 655 produtos por hora. Isso equivale à 4.585 produtos por linha por turno.

O balanceamento de linha para essa situação, contemplando todas as considerações apresentadas, pode ser visto a seguir, sendo o mesmo para as duas linhas.

O fluxo da linha representa o tempo, em centésimos de minuto, para o intervalo de saída entre produtos prontos. Assim, tem-se um produto a cada 9,16 centésimos (para este caso).

²⁹ Isso foi necessário pois, com a mudança do projeto do produto, houveram mudanças na sequência de montagem ou mesmo algumas atividades deixaram de existir.

³⁰ Isso é possível pois a linha não está vinculada a nenhuma máquina, não necessitando seguir sua cadência.

Quadro 5.2 : Balanceamento das Linhas

BALANCEAMENTO DE LINHA						
MAXIPLUS						
		Demanda Semanal	Prod./linha/ /turno	Prod./ Hora	Fluxo da Linha	
		110000	4583	655	9,16	
No da Oper.	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	Tempo Oper. (cent.)	Peças/ Hora	Total Horas p/ 1000 pç	Qtd. Postos p/ cálculo	Qtd. Postos Necessários
100	Montar êmbolo	8,36	718	1,39333	0,9	1
200	Montar suporte dos contatos	25,63	234	4,27167	2,8	3
300	Montar resistência	30,15	199	5,02500	3,3	4
400	Montar disco separ. e posic. espal.	24,88	241	4,14667	2,7	3
500	Regular e calibrar	36,23	166	6,03833	4,0	4
600	Testar e posicionar capa	27,21	221	4,53500	3,0	3
700	Limpar e embalar em saco plástico	17,72	339	2,95333	1,9	2
800	Grampear alça	14,25	421	2,37500	1,6	2
900	Embalar em cx coletiva	18,94	317	3,15667	2,1	3
	Alimentador				1,0	1
	Volante				1,0	1
	Abastecedor				1,0	1
	Refugo				1,0	1
	No total de funcionários para a linha				26,3	29

Após a colocação dos balanceamentos, tanto para as pré-linhas quanto para as linhas, verifica-se que o novo balanceamento, por diminuir a taxa horária e diminuindo, portanto, o número de produtos ao mesmo tempo sobre a linha, permite a colocação de **faixas** para estabelecimento do passo na linha. Esse procedimento organiza os produtos na linha e evita problemas de controle, volume excessivo e congestionamentos de produtos.

Além disso, os desequilíbrios entre as 3 linhas antes existentes acabam e o pequeno desequilíbrio entre as 2 pré-linhas, provocados pelas diferentes capacidades dos grupos de moldes à elas vinculadas, podem ser pouco significativos caso seja colocado, na pré-linha de maior capacidade, a fabricação dos subconjuntos para os outros 2 produtos que dele se utilizam.

Isso posto, verifica-se que o novo balanceamento atende as necessidades da célula e aos objetivos esperados.

5.3 - Definição do Novo Lay Out

Aqui será definido o novo *lay out* da célula, com as modificações propostas, baseado no estudo do fluxo de produção, das máquinas, moldes, capacidades, materiais, produção horária, área necessária, peças e considerando-se 2 linhas funcionando em 2 turnos. Devem ser levadas em consideração as restrições do prédio e a infra-estrutura necessária, aproveitando o que já existe. Ainda deve-se conhecer que todas as mudanças devem ser executadas sem a necessidade de parada da célula (ou minimizando essas). Como resultado desta etapa, espera-se um novo *lay out*, otimizado e atendendo às necessidades da célula, adequando-se a nova realidade.

O desenho do *lay out* deve contemplar uma **célula completa**, possuindo máquinas e equipamentos, supermercados de matéria prima, componentes comprados e componentes produzidos, linhas de montagem, corredores para movimentação, etc.

Ainda para a elaboração do *lay out* deve-se levar em consideração algumas mudanças ou propostas já em estudo ou que serão aqui estudadas para a célula, elas são:

- Aumento da área disponível (área do setor de injetoras sendo liberada);
- Dimensionamento dos supermercados intermediários devido ao redimensionamento do *kanban*;
- Estudo para adoção de mini-células para “desafogar” a área de montagem e da própria célula;
- Adoção de *big bags* para abastecimento de matérias primas usadas em grande quantidade (PP = 90 ton. / mês e PVC = 35 ton. / mês) visando diminuição de movimentação e de perdas;
- Alimentação automática de PP que deve levar a matéria prima de um silo central para cada uma das máquinas onde ela é utilizada através de um sistema de alimentação;
- Instituição de uma pequena área dentro da célula para “manutenção e ferramentaria residente” que serviria diretamente à célula.

Para facilitar a elaboração e exposição das várias partes necessárias para a confecção final do *lay out* serão abordados vários tópicos:

5.3.1 - Necessidades de Materiais, Áreas e Volumes

Nesta etapa será elaborado o dimensionamento das necessidades de materiais, suas quantidades, áreas e volumes além da especificação destes. Isso será feito com base no dimensionamento do *kanban* para essas peças e componentes e das necessidades de matérias primas e componentes, bem como das quantidades por contentor e do tipo destes, já apresentados nos itens anteriores ou em anexo.

Numa primeira fase serão calculadas as quantidades e as áreas necessárias para todos os materiais e componentes comprados. Deste modo, deve ser feito o dimensionamento supondo máxima produção ou total utilização da capacidade³¹. Para isso, foi elaborada uma tabela com: o consumo máximo para o mês de maior produção, a frequência de entrega, a necessidade de estoque o tipo de contentor, a necessidade de contentores e a necessidade de área para dimensionamento. Esta tabela aparece no Anexo 4 - Tabela A.4.2 : Materiais Comprados. Desta tabela obtém-se a quantidade máxima em estoque para cada material comprado e portanto a área ocupada por esse estoque.

Depois de definidas as quantidades de matérias primas e componentes externos, passa-se a definição das quantidades de itens internos em processo para dimensionamento de áreas e endereçamento. Isso será feito a partir das quantidades *kanban* já definidas e das dimensões de cada contentor (Anexo 3). Para isso será colocada uma tabela de itens x número de contentores x área necessária. Esta tabela encontra-se no Anexo 4 - Tabela A.4.3 : Itens Internos *Kanban* x Área Necessária (para a situação de 2 turnos).

Por exemplo, o disco separador possui um número de cartões igual à 80. Portanto são necessárias 80 caixas tipo 1018 cujas medidas aparecem no Anexo 3 - Tabela A.3.2 - com um empilhamento máximo de 4 camadas, tem-se uma área necessária de 10 m² para supermercado.

A partir da definição destas quantidades e áreas, fica estabelecida a quantidade máxima em estoque de cada material, evitando qualquer acúmulo de material “a mais” para não acontecer grandes estoques desregulados ou compra desnecessária destes. Com isso, trabalha-se com menores níveis de estoque reduzindo-se custos, evitando-se degradação e facilitando o controle.

A empresa já está desenvolvendo fornecedores parceiros de forma a ter entregas mais constantes a intervalos menores com confiança de qualidade e pontualidade. Para aqueles itens onde foi colocado intervalo de entrega “variável” (na Tabela A.4.2 - em anexo) isso já está ocorrendo e a tendência é a expansão para os demais.

Além disso, tendo as áreas necessárias para cada item pode-se fazer o correto endereçamento para cada um deles, facilitando o controle, a organização e a operação da célula. Isto é um dos dados necessários para a correta elaboração do *lay out* e para a manutenção do *housekeeping* (ou limpeza e organização).

5.3.2 - Definição das Máquinas e Moldes

É necessário um estudo da necessidade de máquinas e produção horária para cada peça de forma a definir aquelas máquinas dedicadas a uma determinada peça e aquelas que trabalham com mais de um molde. Isto auxilia na alocação de cada

³¹ Para montagem (110.000 peças por semana).

molde (ou dos moldes) a cada máquina e a localização destas, bem como na definição do número de máquinas necessárias.

Primeiramente isto será feito para as injetoras, devido serem essas as máquinas em maior número na célula, por terem chegado mais máquinas e por ainda estarem para chegar outras³². Assim, será apresentada uma tabela para cada peça, as máquinas onde é injetada, a utilização, produção horária e outros dados. Esta tabela está no Anexo 4 - Tabela A.4.1 : Capacidade de Produção e Utilização das máquinas Injetoras para Cada Peça.

Desta tabela podem ser obtidas algumas informações importantes: as capacidades de produção, as máquinas dedicadas a cada uma das peças e o *status* da máquina³³ para a necessidade máxima mensal de peças³⁴, e outras informações relevantes para o tratamento dos dados. Observa-se ainda que o número total de moldes para a fabricação do produto na quantidade esperada é 30.

5.3.3 - Propostas para Elaboração do *Lay Out*

A partir dos dados apresentados: tabelas de Capacidade de Produção e Utilização das Máquinas Injetoras (Anexo A.4.1), necessidades de área (item 5.3.1), *lay out* atual e máquinas e equipamentos (item 3.3.1) além do mapafluxograma³⁵ e levando-se em consideração a área disponível e as restrições do prédio, será elaborado um novo *lay out* para a célula.

O *lay out* proposto não apresenta grandes modificações para a localização de parte das máquinas e da pré-linha já existente devido às dificuldades da própria mudança, aos custos da nova instalação e por não trazerem resultados tão expressivos. Além disso, para sua elaboração, teve-se como objetivo a minimização de movimentação e fluxos, facilidade de controle e de operação, sendo que o fluxo atual já está bastante racionalizado. Deste modo, deve-se então, adequar o *lay-out* às novas máquinas, pré-linhas e linhas.

Para cada uma das áreas da célula será apresentado um estudo como proposta para a composição do *lay-out*. Para aquelas áreas onde o estudo não foi apresentado as mudanças podem ser identificadas no próprio *lay-out*.

³² Devido a decisão de produzir internamente todas as peças injetadas, o que ocasionou a compra de máquinas e a internação de moldes que estavam em poder de terceiros, como já colocado.

³³ Classificando se ela é uma máquina cativa para a peça em questão ou não; caso não for, quanto utiliza da máquina para completar sua produção (em % do tempo disponível da máquina).

³⁴ Pois existem algumas peças que também são utilizadas em outros produtos, não só na Maxi Ducha, existem peças para reposição (produzidas e vendidas a parte para a assistência técnica) e também deve-se considerar as perdas (refugos de produção ou de montagem).

³⁵ O mapafluxograma foi feito para cada uma das peças e componentes do produto, um em cada folha (mapa). Devido ao volume representado por estas folhas e pelo grau de detalhe que elas trazem, estas não serão colocadas no trabalho, mas são de grande importância e foram levadas em consideração quando da elaboração do novo *lay out*.

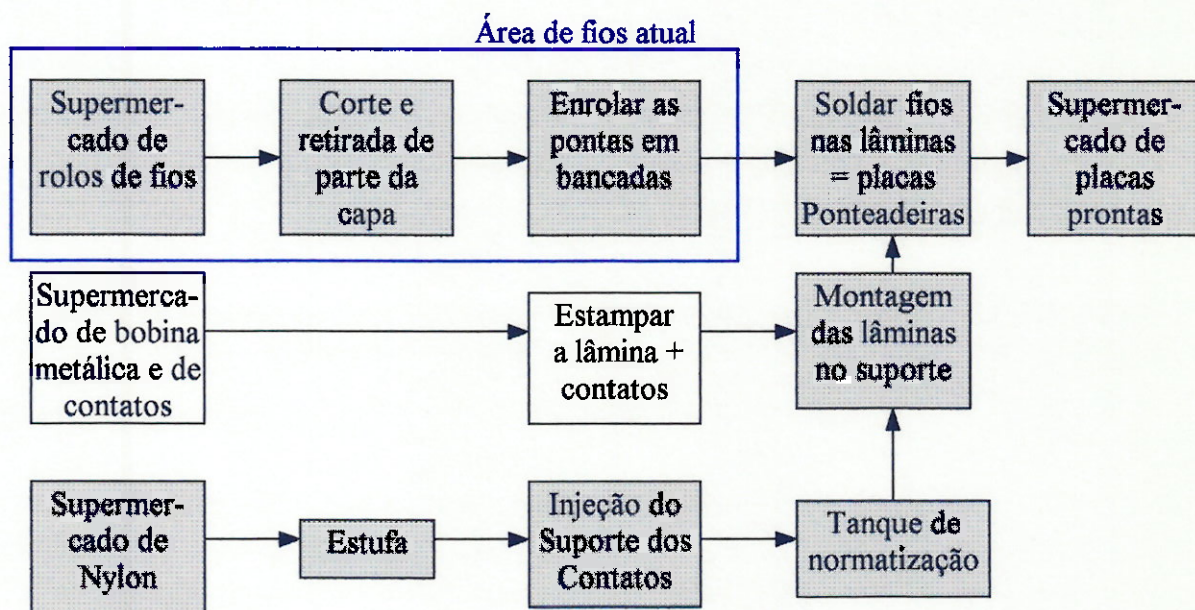
• Área de Fios³⁶

Como a área atual onde estão os fios não é uma área da célula mas uma área para recebimento de materiais, estando provisória neste setor, foi feito um estudo para verificar onde seria o local mais indicado para ela e como seria seu *lay out* interno.

Este setor atende a célula em questão e também as demais células de produção e deve estar presente na célula da Maxi Ducha por ser esta a de maior consumo (mais de 80 % da produção deste setor é voltada para esta única célula).

Por ser uma área com características próprias e com produto final³⁷ definido, ao se estudar a “árvore de montagem” do produto Maxi Ducha e o fluxo dos componentes da área de fios, verifica-se que existem outras atividades dispersas pela célula e que poderiam fazer parte desta área, facilitando o fluxo e o controle, sem ter grandes implicações com o restante. Assim, será apresentado o fluxograma do processo para os fios e seus “clientes” :

Figura 5.1 : Fluxograma para a Área de Fios



Deste modo, deve ser elaborada uma **mini-célula de fios**, não fornecendo mais como componente o fio cortado e enrolado, mas a placa (composta de suporte dos contatos, lâminas e fios) completa, diminuindo o número de componentes em

³⁶ área envolvendo supermercado de carretéis de fios, máquinas de corte, bancadas para enrolar o fio e outras operações além do supermercado de componentes.

³⁷ O produto final desta mini-célula deve ser o “conjunto dos contatos completo”, também chamado de “placa pronta ou completa”.

circulação, os diferentes cartões (1 para cada componente) e o fluxo, sendo que todas as operações do processo colocado acima passariam a ser feitas nesta mini-célula (com exceção das lâminas - estampadas³⁸ - em branco no fluxograma do processo).

Assim, a mini-célula de fios deve possuir as seguintes áreas e atividades: Supermercado de rolos de fios e de lâminas estampadas; máquinas de corte, bancadas de enrolar³⁹; bancada para montagem das lâminas no suporte e ponteadeiras para solda dos fios nessas lâminas além do supermercado de nylon, da estufa, da injetora e do tanque de normatização⁴⁰. Para finalizar ela precisa possuir seu supermercado de placas prontas⁴¹.

Como a área hoje ocupada pelos “fios” deve ser “devolvida” à área de recebimento, deve-se encontrar o local ideal para esta mini-célula dentro da célula da Maxi Ducha. Para isso foram feitos alguns levantamentos:

- Área atual de fios - 90 m² - contendo:
 - 3 máquinas de corte
 - 9 bancadas
 - 1 aplicador
 - 1 esmeril
 - área para estoque de carretéis (7 *pallets* e 1 prateleira)
 - área para estoque de componentes prontos - fios cortados
- Área a ser incorporada quando da montagem da mini-célula:
 - área para 3 ponteadeiras e 3 bancadas para montagem de placa
 - área para estoque de lâminas
 - área para supermercado de componentes prontos - placas completas
 - injetora para a placa, junto com estufa e tanque de normatização
 - área para estoque de nylon (2 *pallets*)

Como local para a instalação desta mini-célula foi determinada uma área no segundo nível (primeiro andar) por que estaria disponível para a célula e, mesmo não estando no térreo, ainda tem fluxo facilitado, uma vez que as peças são pequenas e as quantidades por contentor grandes (1000 peças em contentor tipo 1011⁴²), além da matéria prima ser de fácil manuseio (rolos sobre *pallets*). Esta área possui “pé direito” baixo o que não é recomendável para algumas atividades, mas não prejudicando as da mini-célula em questão. Além disso, existe um monta

³⁸ As lâminas continuariam sendo controladas e movimentadas via *kanban*.

³⁹ Em alguns casos são utilizadas outras bancadas complementares - para confecção da placa de outros produtos (semelhantes à da Maxi Ducha mas não a mesma).

⁴⁰ Para as peças de nylon prontas com objetivo de não deixá-las quebradiças.

⁴¹ De diferentes tipos pois ela fornece também para outras células.

⁴² O contentor 1011 é uma caixa plástica cujas dimensões aparecem no Anexo 3 - Tabela A.3.2 - Dimensões dos Contentores Utilizados.

carga que serve o local e que pode ser utilizado para movimentação, facilitando esta.

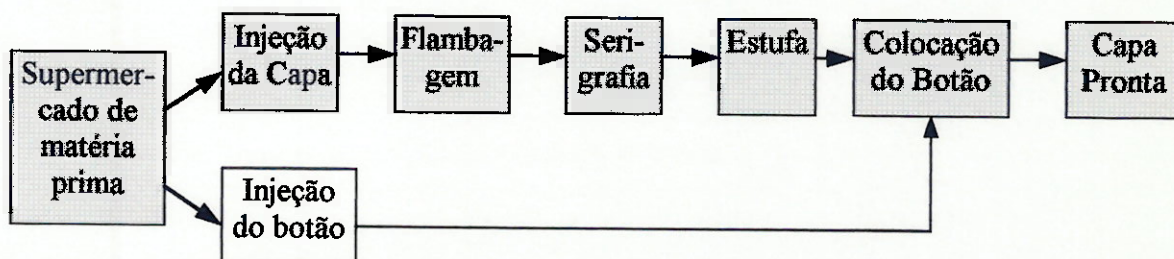
Para a elaboração do *lay out* desta mini-célula não foi utilizado o clássico formato em “U” mas um formato em “L” para que o fluxo fosse mais contínuo e para se adequar as características dos equipamentos e da logística do local. Na área a ser utilizada existem geladeiras para resfriamento da água das injetoras que devem dividir parte da célula, mas que não atrapalham seu funcionamento. O *lay-out* final pode ser visto junto do *lay out* completo do primeiro andar (figura 5.6 - *Lay Out* Proposto - Nível 2).

• Mini-célula da Capa

O processo pelo qual a capa passa é singular e tem características próprias. Portanto, pode ser otimizado através da formação de uma mini-célula onde o componente final é a capa pronta (com botão e serigrafada), diminuindo componentes e peças em diferentes fases do processo.

Para isto é apresentado o fluxograma do processo da capa com suas diferentes etapas:

Figura 5.2 - Fluxograma para a Mini-célula da Capa



Pode-se verificar que cada uma das diferentes operações para fabricação desta peça apresenta diferentes turnos e horários de trabalho (conforme visto no item 3.3.3 - Organização da Célula). Isso ocorre devido às diferentes capacidades produtivas das injetoras da capa, da flambagem, da serigrafia e da estufa, além do tempo para colocação do botão.

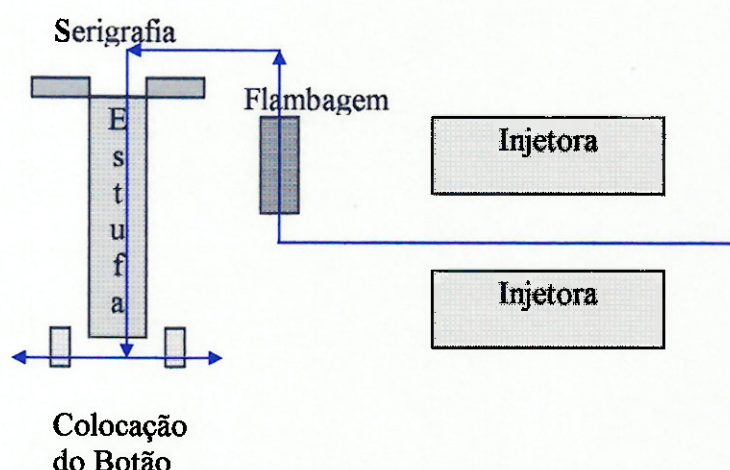
Com isso, pode-se formar uma mini-célula com 2 máquinas injetoras, a flambagem, 2 serigrafias, a estufa e 2 postos para colocação de botão, reduzindo o estoque em processo e também os cartões em circulação pois dentro da mini-célula não existiriam cartões, apenas *kanban* de espaço e reduzindo também o *lead time* para esse subconjunto.

A localização desta mini-célula deve privilegiar o fluxo e a logística interna como um todo. Esta área deve estar próxima à linha de montagem pois nela aparecem algumas variações de *mix*⁴³ que são norteadas pela linha para a mudança de cada uma das capas por ela fabricadas.

Esse arranjo também privilegia a qualidade do produto, pois a colocação do botão deve ser feita logo após a capa ter saído da estufa (ainda a quente) para que este fique bem encaixado e não ocorram posteriores problemas na linha de montagem. Outro ponto privilegiado é a serigrafia pois esta deve ocorrer num prazo inferior a quatro horas após a flambagem⁴⁴, caso contrário há perda do efeito e a tinta não adere corretamente.

Aqui pode-se construir uma mini-célula com o mesmo fluxo apresentado anteriormente. Esta pode ser vista no *lay out* completo para o piso térreo (Figura 5.5 : *Lay out* Proposto - Térreo) e seu esboço seria:

Figura 3.3 : Esboço da Mini-célula da Capa



Nesta mini-célula as injetoras devem trabalhar em 4x1 e as demais atividades devem ser executadas em 2 turnos de forma a se obter balanceamento (este balanceamento foi feito com base no tempo padrão para cada atividade). Um segundo molde (em uma segunda injetora) é necessário para completar a necessidade de capas para a mini-célula, este é o motivo para a existência de 2 injetoras. Quanto ao botão, devido sua utilização ser de apenas 30 % da capacidade da máquina, a injetora a ser utilizada para sua fabricação não adequa-se ao critério

⁴³ Serigrafia diferente para variações do produto quanto a tensão ou potência.

⁴⁴ A flambagem tem por objetivo tornar a molécula do polipropileno - que é apolar - polar para que possa ocorrer a aderência da tinta da serigrafia no material.

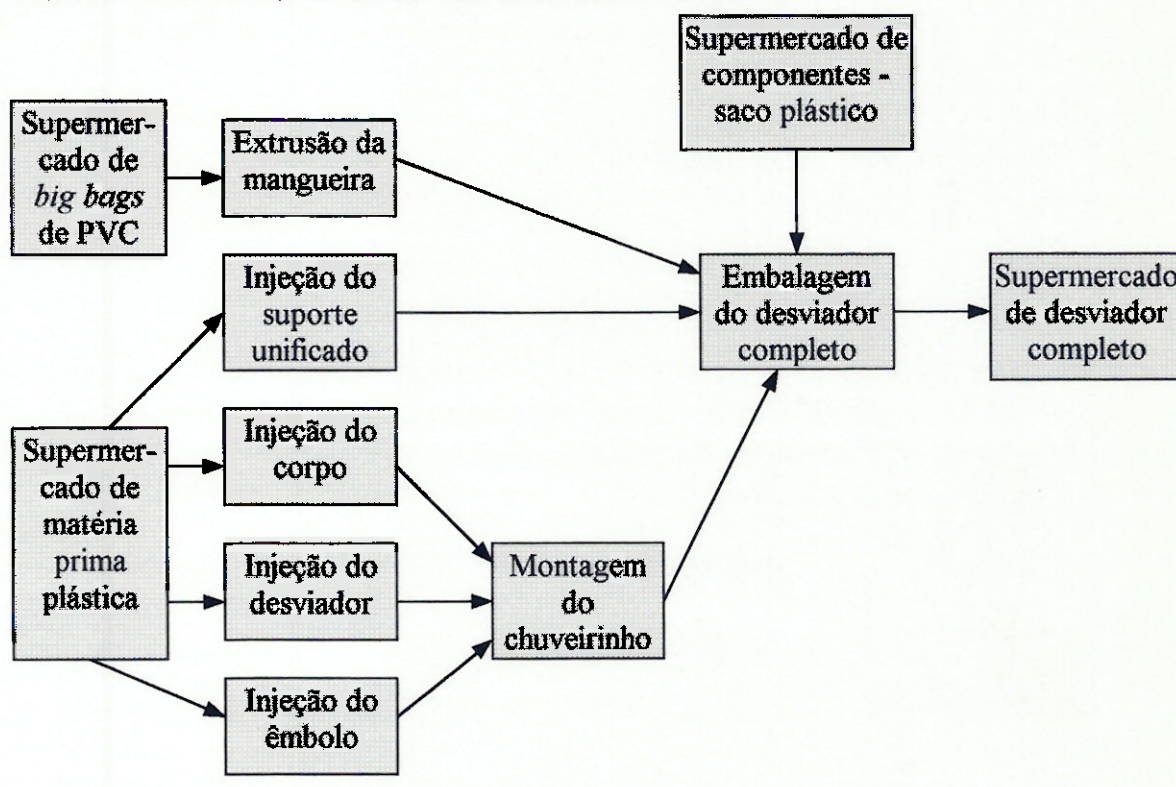
de alocação⁴⁵ à mini-célula. Deste modo, ela apenas fará farte da célula mãe (Maxi Ducha) e prestará serviços para a mini-célula da capa.

- **Mini-célula do Desviador completo (chuveirinho)**

Esta mini-célula já está parcialmente montada pois possui injetoras, extrusoras, máquinas especiais para montagem do chuveirinho e algumas bancadas (postos para embalagem). Localizada no primeiro andar, está ainda incompleta, aguardando a chegada de algumas injetoras. Também não existem locais previstos para supermercado de matéria prima (*big bags* de PVC e *pallets* com outros materiais plásticos em sacos), componentes (sacos plásticos) ou supermercado para peças em processo dentro da célula, nem mesmo para os componentes acabados (desviador completo).

A parte da mini-célula já existente foi construída com o intuito de liberar área do piso térreo para as injetoras grandes que estavam para chegar, passando do térreo para o segundo nível (com menor pé direito e cuja laje suporta menor carga⁴⁶ apenas adequada a injetoras de pequeno porte, não suportando aquelas de porte grande). O fluxo para a mini-célula completa pode ser visto a seguir:

Figura 5.4 : Fluxograma da Mini-célula do Desviador



⁴⁵ O mesmo que para a célula - “a máquina ou equipamento que estiver dedicado 70 % ou mais do seu tempo ou capacidade disponível para uma única célula deve fazer parte desta e então “prestar serviços” para as outras.”

⁴⁶ Até 3.000 kg / m².

A concepção desta mini-célula envolve a logística de movimentação de materiais internamente à mini-célula, bem como suas entradas e saídas. Como esse subconjunto é usado apenas no final das linhas de montagem, ele deve estar próximo e ter fácil movimentação até o ponto de uso. Portanto, a mini-célula está localizada no piso superior numa posição sobre as linhas de montagem. Para que o desviador completo chegasse mais facilmente até o ponto de uso foi estudada a colocação de uma esteira ligando os dois pisos de forma que os contentores⁴⁷ tivessem um fluxo claro, definido e com mínima movimentação.

Essa esteira deve ser reversível - desce com caixas 1018 completa e sobe vazia - o supermercado deve ficar em cima, ficando em baixo apenas contentores necessários para meio dia de produção.

A célula deve conter os seguintes elementos:

- Área para PVC (10 *big bags* - marfim e 4 - branco cristal) com 1 tonelada cada;
- Área para *big bags* vazios;
- Área para caixas tipo 1018 de desviador completo - 360 contentores e mais 150 vazios;
- 4 injetoras;
- 3 extrusoras (hoje só existem duas);
- 2 máquinas de montagem de chuveirinho;
- Área para sacos plásticos (4 *pallets*);
- Área para peças em processo (4 componentes e 1 subconjunto);
- Silo do *big bag* em uso - PVC;
- Área para demais matérias primas além do PVC
 - Polietileno (estanteria)
 - master (estanteria)
 - PP (2 *pallets*);

O *lay out* definido para esta mini-célula pode ser visto no *lay out* completo (Figura 5.6 : *Lay Out* Proposto - Nível 2), contemplando essas considerações.

• Dois Turnos: Segunda Pré-Linha e Apenas 2 Linhas de Montagem

Um ponto bastante questionável quando da apresentação do fluxo produtivo é a existência de 3 linhas de montagem e apenas 1 pré-linha o que faz a logística interna entre pré-linha e linhas ser difícil. Além disso, existe um problema quanto aos equilíbrios de fluxos entre transformação (injetoras) e montagem, como já foi visto.

⁴⁷ Tipo 1018 cujas dimensões são razoavelmente grandes (como pode ser visto no Anexo 3 - Tabela A.3.2 - Dimensões dos Contentores Utilizados) e cuja quantidade por contentor é de apenas 140 peças o que faz com que o fluxo diário de contentores entre a mini-célula e as linhas seja grande.

De forma a minimizar esses problemas, tornar o fluxo mais contínuo e constante e minimizar o volume de produtos nas linha de montagem, fez-se necessário um estudo para 2 turnos na montagem. Como resultado deste estudo (colocado no item 5.1.2 - Dois Turnos nas Linhas de Montagem e no item 5.2 - Balanceamento de Linha) evidencia-se que seriam necessárias apenas 2 linhas de montagem e 2 pré-linhas.

Portanto, tem-se até aqui 2 linhas e 2 pré-linhas como proposta e também o balanceamento de ambas. Cabe agora verificar seu arranjo dentro do *lay out* da célula. Verifica-se que a pré-linha deve estar alinhada com a linha e deve percorrer um fluxo linear terminando com a caixa coletiva (contendo os produtos acabados) sendo enviada ao armazém via esteiras aéreas.

O *lay out* proposto deve considerar a existência de uma caixa d'água subterrânea para abastecer as injetoras cuja laje não suporta muita carga⁴⁸ e portanto, não comporta o peso de uma injetora, não existindo, entretanto, problemas para utilização como área para linhas e pré-linhas, bem como para supermercado dessas. Deve-se, então, utilizar a área do térreo onde estão as 3 linhas e fazer pequenas mudanças de forma a colocar mais uma pré-linha e abandonar uma das linhas, ficando apenas com 2 delas.

Deve-se considerar também, área para supermercado junto às linhas (se possível, alocando cada peça próximo ao ponto ou posto de uso). Esse supermercado deve ser utilizado tanto para componentes fabricados na célula como para aqueles comprados, prevendo, inclusive, área para embalagens (coletiva e individual).

Outro ponto a ser colocado é o fluxo e a determinação da posição dos corredores. O *lay out* para as 2 pré-linhas e linhas pode ser observado na Figura 5.5 - *Lay Out* Proposto - Térreo.

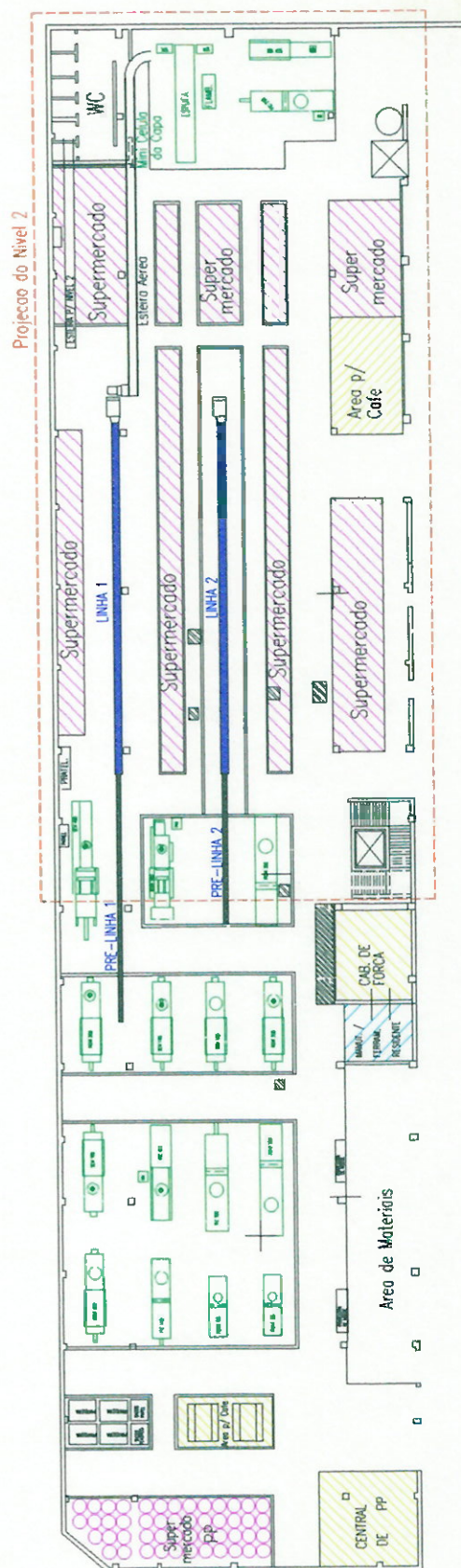
5.3.4 - *Lay Out* Proposto

Após diversos estudos, diferentes opções e possibilidades, chegou-se a um *lay-out* final o qual pode ser visto a seguir. Este contempla as diversas considerações e propostas colocadas anteriormente, bem como as máquinas, áreas e supermercados necessários.

No *lay out* proposto para o térreo também aparece a área projetada para o nível 2 onde pode ser observado que este ocupa praticamente metade da área sobre a célula (parte sobre as linhas).

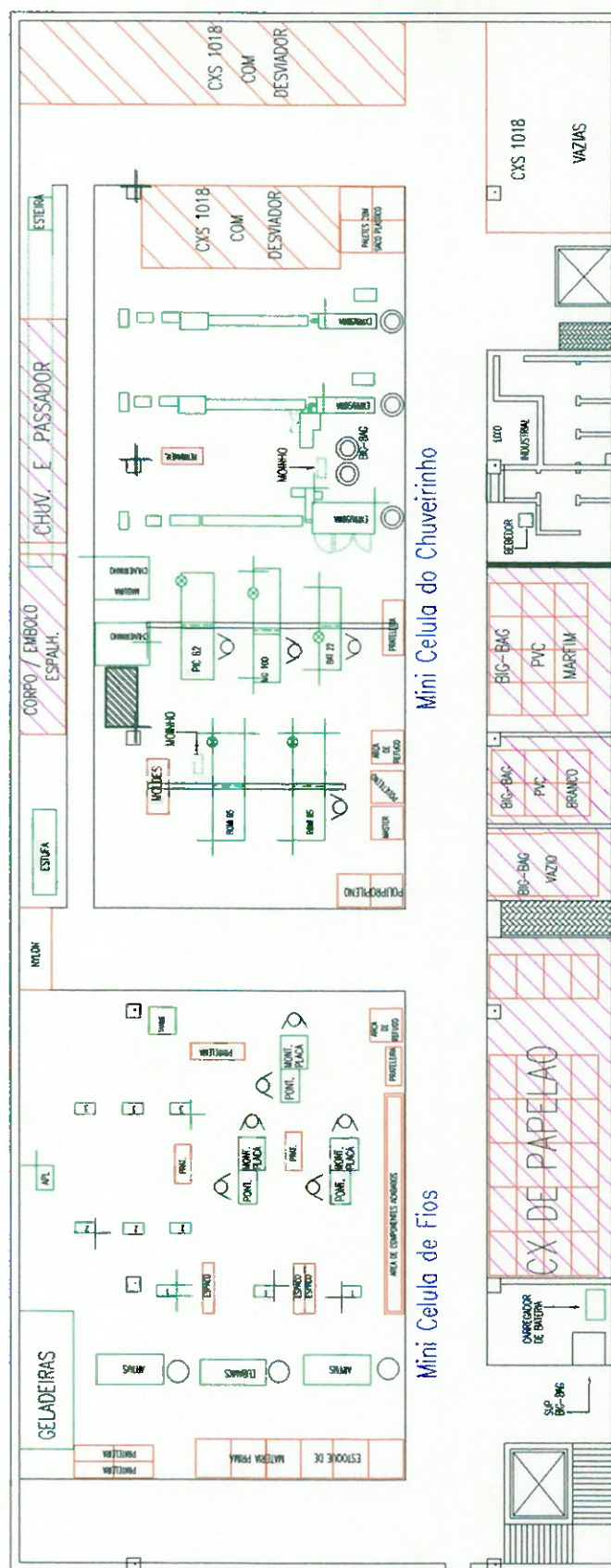
⁴⁸ Até 1500 kg / m².

Figura 5.5 : Lay Out Proposto - Andar Térreo⁴⁹



⁴⁹ Figura fora de escala.

Figura 5.5 : Lay Out Proposto - Nível 2⁵⁰



⁵⁰ Figura fora de escala.

Capítulo 6

Estratégia de Implantação das Propostas

6 - Estratégia de Implantação das Propostas

6.1 - Metodologia para Implantação das Propostas

Para que as propostas apresentadas no capítulo anterior possam ser implantadas de forma organizada e sem contratempos, existe a necessidade de um planejamento da forma de implantação, suas etapas, seqüência e restrições. Como maior restrição tem-se que a célula continuará produzindo durante a implantação e esta deve dificultar o mínimo possível sua operação normal, causando o mínimo de paradas.

Para a implantação das propostas, pode-se analisá-las segundo as “Dez Etapas para Implantação da Filosofia *JIT*” colocadas na Fundamentação Teórica (item 2.4). Essas não devem ser seguidas à risca, mas devem ser adaptadas para a realidade atual da empresa, uma vez que ela já adota, em parte, a filosofia. Assim:

As etapas 1, 2 e 3 (Planejamento / Reconhecimento de Oportunidades; Organizar para Obter Êxito; Motivação, Conscientização e Educação, respectivamente) já foram executadas e o início deste trabalho pode ser encarado como uma reavaliação das prioridades e rededicação aos princípios e ferramentas. Assim, a formação do Grupo de Projeto para estudo da célula em questão e os diversos treinamentos que serão aplicados bem como o comprometimento da empresa com o propósito exemplificam a afirmação anterior.

A etapa 5 (Melhoria na Qualidade) está sendo abordada por outras partes do Grupo de Projeto e portanto não será a atenção desta fase, enquanto que a etapa 8 (Redução dos Tempos de Preparação) deve ser tratada como um projeto futuro. A última etapa (10 - Redes de Fornecedores) está sendo desenvolvida diretamente pela área de materiais, como visto no item 3.3.3 - Sistema de Informações, e então não será aqui abordada.

Quanto às etapas 4, 7 e 9 (Organização do Local de Trabalho; Adequação do *Lay-Out* Produtivo e Sistema de “Puxar”, respectivamente), estas dizem respeito à implantação dos projetos propostos. Sendo, portanto, os temas a serem abordados. Quanto à etapa 6 (Carga de Produção Uniforme) o redimensionamento do *kanban* e a instituição de 2 turnos na montagem visam este aspecto. No que diz respeito ao aspecto sazonalidade de venda do produto e a adequação da produção à demanda, este deve ser colocado como um “projeto futuro” não sendo abordado no momento.

Portanto, devem ser abordadas algumas etapas específicas para implantação deste projeto. Assim, tem-se algumas ações a serem tomadas que serão apresentadas nos itens seguintes.

Antes de apresentar as ações específicas, cabe ressaltar que, de forma geral, para a elaboração das propostas, os encarregados das áreas afins com o projeto¹ foram participantes quando da elaboração das mesmas, de forma a validar o que estava sendo feito. Quando da apresentação das propostas para a diretoria e gerência estes encarregados também estavam presentes. Deste modo, o projeto ficou mais próximo da realidade do chão de fábrica e aquelas pessoas que realmente irão lidar com a nova situação ficaram comprometidas com esta.

Dada a presença da diretoria e gerência, os encarregados percebem a importância do projeto e de seus objetivos “globais”, extrapolando o limite de sua área de atuação e passando para a fábrica como um todo. Assim, os encarregados sentem-se parte atuante do processo.

Deste modo, cabem a eles passar para os líderes e demais operários as mudanças e seus objetivos, as dificuldades e problemas durante o período de “obras” e adaptação, e a forma como eles podem cooperar, tornando todos engajados ao processo. Para completar o entendimento e engajar os operários com o propósito, ainda existem os treinamentos (itens 1.2.3 e 4.1.4), como os de *JIT*, *kanban* e de qualidade, e que também abordam os objetivos da empresa e a participação e responsabilidade do operário, tornando-o comprometido com o todo.

6.2 - Limpeza e Organização

Limpeza e organização é uma das ferramentas colocadas na Fundamentação Teórica como fazendo parte da filosofia *JIT*. Ela também aparece como uma das etapas para a implantação do *JIT* sendo importante, pois apresenta uma sistemática para se processar mudanças e “padronizar” os métodos e locais para que a área esteja sempre de acordo a filosofia.

Será então aplicada a ferramenta 7 do *JIT* (item 2.2.7 da Fundamentação Teórica), onde aparecem algumas etapas que podem ser apresentadas como cinco princípios para organização do ambiente físico que consistem em:

- 1 ° Liberar as áreas (eliminando o que é obsoleto ou não necessário);
- 2 ° Arrumar e organizar com metodologia;
- 3 ° Limpar com metodologia;
- 4 ° Padronizar;
- 5 ° Disciplinar.

Isso será feito, em uma primeira fase, na área de **matérias primas** (fundo da célula). Para isso, foi feito um “inventário” de todos os materiais plásticos presentes na célula, desde recuperados ou corantes à matéria prima virgem. A partir deste levantamento, pode-se classificar os materiais para verificação de sua utilidade e aplicação em determinado produto. Esse levantamento e classificação foi efetuado

¹ Fios, injetoras, produção e montagem.

junto à área de materiais e pode ser visualizado em anexo (Anexo 5 - Tabela A.5.1 - Lista de Materiais e Quantidades).

Nesta tabela pode ser observado: o consumo previsto para o material em questão, uma classificação da matéria prima mostrando se está em linha ou não, em quais produtos é utilizada e qual o destino a ser dado a ela.

Portanto, a partir dos dados apresentados na Tabela A.5.1, verifica-se que muitos materiais estão fora de linha e outros possuem uma quantidade muito grande em estoque (acima de 3 meses e, em certos casos, até alguns anos). Além disso, foram identificados também aqueles materiais que são utilizados em outros produtos e que agora, devido à decisão de se ter uma área exclusiva para a célula em questão, deverão ser realocados para outras áreas, ficando ali somente aqueles materiais de uso no produto.

Para a implantação das fases para limpeza e organização, primeiramente esta área (supermercado de materiais) deve ser liberada, aqueles materiais em excesso ou fora de linha devem ser vendidos, os materiais pertencentes à outros produtos devem ser realocados e a área liberada deve passar por uma reforma e limpeza. Como a empresa passou por um período de concordata, desde seu início (1991) pouco foi feito no sentido de conservação desta área. Assim, deve-se:

Quadro 6.1 : Atividades para Implantação da Limpeza e Organização

<i>Atividades para Limpeza e Organização</i>
• Pintar paredes e teto;
• Limpar, arrumar ou trocar luminárias;
• Trocar vidros quebrados e limpar os demais;
• Limpar piso, arrumando-o (buracos e desníveis);
• Pintar ou colocar novo piso;
• Pintar faixas e corredores (após dimensionamento e definição do <i>lay out</i>);
• Colocar estruturas e equipamentos;
• Identificar claramente cada área reservada com nome, dados e quantidade;
• Padronizar para expansão para áreas futuras e para manutenção rotineira; (material, tipos e cores, etc.);
• Padronizar a forma de identificação (cores, letras, local, etc.);
• Disciplinar o pessoal através de treinamento e dando condições para que seja executada a rotina instituída.

Essa tarefa foi iniciada com a área de matérias primas mas deve continuar para as demais, conforme o ordenamento a seguir:

Quadro 6.2 : Priorização das Áreas

<i>Ordem</i>	<i>Priorização das Áreas</i>
1	Área de supermercado de matéria prima
2	Área do segundo nível (1º andar)
3	Área de transformação - injetoras e pré-linha
4	Área das linhas de montagem

Isto deve ser feito em partes devido às restrições já apresentadas anteriormente.

A empresa deve formar uma “cultura” para limpeza e organização devendo ser enfatizada desde sua implantação e reforçada ao longo do tempo de modo que se mantenha. Para isso, deve-se organizar coerentemente a forma como isso será passado para (e cobrado dos) operários, além do claro comprometimento e correta postura por parte da direção.

6.3 - Mudanças de *Lay Out*

As mudanças de *lay out* devem ser feitas de forma ordenada e devem estar aliadas com algumas tarefas da limpeza e organização² e outras da manutenção de modo a ser implantado corretamente. Dentre estas últimas pode-se colocar a nova infra-estrutura para rede hidráulica das máquinas injetoras³ já que a existente não comporta o maior número de máquinas agora presente.

Como colocado no início deste capítulo, a implantação das propostas deve ser executada com a célula em funcionamento, ocasionando o mínimo de paradas. Além disso, algumas tarefas só poderão ser executadas em finais de semana, quando a montagem pára.

Para algumas atividades devem ser contratadas empresas especializadas ou então mão de obra temporária. Dentre as atividades que envolvem a contratação de empresas especializadas tem-se a movimentação de máquinas injetoras para o segundo piso com a utilização de guindaste. Dentre outros serviços a serem terceirizados tem-se a pintura do piso e pintura das paredes e teto.

As demais tarefas que envolvem serviços de pedreiros, serralheria, encanador, eletricista ou outros técnicos serão executadas por membros da equipe de manutenção e em alguns casos será contratada mão de obra temporária.

Existem diversas atividades que devem ser executadas para que o novo *lay out* possa ser implantado. Estas foram listadas a seguir. Algumas são bastante abrangentes e genéricas e devem ser desdobradas quando da sua execução, enquanto

² Estando bastante relacionada à etapa 4.

³ Cujas responsabilidades são de outro membro do Grupo de Projeto.

que outras são bastante simples ou diretas. Dentre estas tarefas listadas, também aparecem algumas que dizem respeito à limpeza e organização, mas, como já foi colocado, estas estão bastante ligadas ao *lay out*, estando vinculadas à sua estratégia de implantação. Assim tem-se:

- Pintura das paredes e teto;
- Pintura do piso;
- Instalação elétrica, hidráulica e pneumática;
- Transferência da área de fios e placa e instituição da mini-célula de fios no primeiro andar;
- Transferência das injetoras que devem sair do térreo (algumas do antigo "setor de injetoras");
- Transferência das injetoras para 1º piso;
- Recuperação do piso;
- Instalação das máquinas e equipamentos;
- Colocação de faixas para demarcação;
- Colocação de prateleiras, estantes e outras estruturas;
- Identificação das áreas, setores, componentes, matérias primas, etc.

Dentre atividades específicas para o **segundo nível** tem-se:

- Retirar armário de madeira que não será utilizado e a "salinha de sistemas", uma vez que o segundo nível deve ser dedicado à Maxi Ducha, implicando em quebra das paredes e liberação da área como espaço para contentores vazios à serem utilizados neste setor;
- Alinhamento (e recuperação) das esquadrias das janelas (apenas aquelas empenadas), troca de vidros quebrados e substituição das esquadrias das 2 últimas janelas (do fundo);
- Acerto dos buracos no piso, retirando também os pequenos trilhos existentes e fora de uso como preparação para a pintura;
- Pintura das paredes, teto, piso, faixas no chão (para demarcação) e tubulação (água, ar e elétrica);
- Instalação de esteira para contentores (a esteira já existe e está fora de uso);
- Colocação de calhas e lâmpadas;
- Colocação de talhas para os suportes dos *big bags* no teto sobre as extrusoras;
- Transferência de estruturas para armazenagem - prateleiras;
- Deslocamento de interruptores da área destinada às caixas coletivas e do bebedor da área destinada às caixas coletivas para próximo ao banheiro;
- Canalização da saída do ar condicionado da área administrativa (parede lateral);
- Transferência da área de pintura para atual área de sucata (ocupa apenas pequena área e estará mais próxima da manutenção);
- Deslocamento do carregador de bateria da empilhadeira e dos suportes dos *big bags* para local designado (próximo ao monta carga);
- Reforma da segunda rampa de acesso ao outro prédio (rampa do fundo);

- Colocação de separação para o corredor de acesso ao banheiro (*guard rail*);
- Transferência das prateleiras para moldes;
- Instalação de talha elétrica para as 2 novas injetoras;
- Transferência e instalação da terceira extrusora;
- Fixação de hastes no teto para identificação: endereçamento dos supermercados;
- Pintura das bancadas da mini-célula de fios;
- Definição de extintores e sinalizações de segurança;
- Transporte e instalação (hidráulica, elétrica e pneumática) de :
 - máquinas de corte de fios
 - desbobinadeiras;
 - bancadas;
 - ponteadeiras e bancadas de montagem das placas;
 - estufa para nylon ;
 - tanque de normatização;
 - duas injetoras Romi 65;
- Revestimento dos pés das cadeiras e troca das rodas dos carrinhos de movimentação para adequação ao novo piso;
- Limpeza da área, inclusive vidros;
- Realocação dos materiais em seus devidos lugares;

Existem algumas atividades específicas para o térreo sendo que essas devem ser desenvolvidas para a implantação do *lay out* definido para este nível:

- Pintura do piso e paredes (em partes);
- Troca dos vidros quebrados;
- Transferência, posicionamento e instalação das injetoras conforme *lay out*;
- Instalação de talhas elétricas para as injetoras (aquelas ainda não existentes);
- Desativação do “Setor de Injetoras” passando sua área para a célula;
- Transferência da estufa da capa e da flambadora;
- Transferência da linha de montagem 2;
- Colocação da segunda pré-linha;
- Distribuição das bancadas entre as pré-linhas conforme projeto;
- Transferência das bancadas de colocação da placa e do êmbolo da pré-linha para as linhas;
- Transferência das prateleiras de molde desnecessárias (e também os moldes que servem outras células);
- Liberação da área de fios cedendo-a à área de materiais;
- Liberação de pequena área para instituição da “manutenção e ferramentaria residente e de apoio”;
- Transferência dos porta *pallets* (para matéria prima) em excesso, deixando apenas o necessário;
- Pintura das faixas no piso;
- Definição e identificação dos supermercados de matéria prima e componentes;
- Implantação do “sistema de alimentação automático de PP”;

- Transferência da “área do café”;
- Definição e colocação de extintores, bebedores, lixos, “arcas de refugo”, sacos de papel/papelão, polionda, etc.;
- Instalação de infra-estrutura elétrica, hidráulica e pneumática necessárias (incluindo luminárias);
- Retirar bancadas fora de uso, estufa, e outros materiais que não estão sendo utilizados;

Dentre as atividades citadas, existem muitas que só podem ser executadas após a aprovação e correta definição dos dois turnos na montagem. A partir disto podem ser desenvolvidas algumas atividades que dizem respeito tanto ao novo *lay out* como outras relacionadas com a forma de organização (definição dos encarregados, líderes, número de funcionários em cada turno, etc.).

Para a implantação das mudanças de *lay out*, estrategicamente estas devem ser executadas antes do início da alta da sazonalidade, ou seja, até o fim de janeiro de 96. Deve-se aproveitar ainda a época de férias coletivas (Natal e fim de ano). As mudanças devem estar relacionadas também ao “projeto de águas”⁴ o qual prevê uma reformulação completa do sistema de refrigeração e de água industrial existente, incrementando-o de modo a se adequar a nova capacidade. Esta relação se deve à definição da posição e número de injetoras para que se possa dar continuidade ao “projeto das águas” contemplando esta situação.

Anteriormente puderam ser vistas diversas atividades dos mais diferentes tipos. Algumas delas podem ser realizadas em paralelo enquanto outras têm uma rede de precedência necessitando que algumas sejam executadas antes para que então possam ser iniciadas. Existe ainda o problema de recursos, uma vez que praticamente todas as atividades que envolvem mudanças e instalações serão executadas pela área de manutenção. Deste modo, verifica-se a importância do estabelecimento dos relacionamentos e precedências, a partir dos quais será montado o ordenamento de execução das diversas atividades gerais.

Assim, todas as atividades apresentadas foram relacionadas com aquelas definidas pelos demais componentes do Grupo de Projeto e então foram interligadas, atribuídas as precedências entre atividades e foram contatadas as áreas responsáveis pela execução das mesmas (como manutenção, setor de compras⁵ ou a própria produção). Estas áreas auxiliaram o esclarecimento e a definição das precedências, desdobraram suas atividades e forneceram prazos de execução.

Todos os dados e considerações colocados foram passados para o programa “*Super Project*” que determinou a duração das atividades e do projeto bem como mostrou claramente a rede de atividades, precedências e interrelações, mostrando

⁴ Projeto que está sendo desenvolvido para a fábrica como um todo devido à compra de novas máquinas o que fez o sistema de refrigeração e de água industrial atual não comportar tal incremento de capacidade.

⁵ Também para o caso de contratação de serviços de terceiros.

também as datas, prazos e áreas responsáveis⁶, formando um **cronograma para o projeto**. Como isto foi feito para o projeto como um todo e foi elaborado pela equipe de Tempos, Métodos e Processos, não será colocado neste trabalho. Deve-se considerar que existem algumas atividades pendentes (como a definição dos dois turnos na montagem) das quais outras são dependentes, portanto a “rede” (ou cronograma) ainda não está completamente definida.

6.4 - Implantação do *Kanban*

Para a implantação do *kanban* deve-se considerar a situação sobre a qual esta acontecerá⁷. Numa primeira instância deve-se verificar qual a situação atual para o *kanban* e também para os painéis existentes, sua localização e número de cartões presentes atualmente.

Deve-se então implantar os cartões dimensionados para a situação atual, ainda sem a implantação dos 2 turnos ou as mudanças de *lay out*. Isto é, apenas como forma de controlar a situação enquanto as mudanças (mais demoradas) não acontecem. Deste modo, utilizar-se-á o número de cartões calculado para o valor de 60.000 unidades, o que está representado pela coluna 3 da Tabela A.3.3 - Número de Cartões Redimensionado (para situação atual e para 2 Turnos). O tipo de contentor para cada peça já foi especificado (Tabela A.3.1), bem como a quantidade por contentor. Os dados presentes no cartão e a forma de operação do mesmo devem seguir os princípios de funcionamento do sistema, colocado no item 3.3.3 e no 5.1.3 - Considerações para a Operação do *Kanban* (principalmente a tabela 5.1 - Regras Básicas para Funcionamento do Sistema *Kanban*).

Assim, deve-se verificar o número de cartões de cada item até então presente no chão de fábrica (nos painéis ou presos aos contentores) e então se adicionar ou retirar a diferença para o número estipulado.

Numa segunda etapa, após a instituição dos 2 turnos e do novo *lay out*, o número de cartões em circulação pode ser dado pela quarta coluna da mesma Tabela A.3.3 e então devem ser retirados cartões até que o novo valor seja atingido.

A implantação do *kanban* deve ser simultânea aos treinamentos e ser feita de forma adequada para que não volte a cair em descrédito e, então, funcione corretamente de forma confiável.

Outra consideração a ser colocada diz respeito aos painéis e sua localização. Os painéis das seções (como estamparia e resistências) serão únicos e presentes um em cada seção, uma vez que o número de itens é pequeno e não tem a sua produção dedicada à célula.

⁶ Manutenção, engenharia, compras, produção, etc.

⁷ Onde o *kanban* já está em funcionamento, porém de forma incorreta e desacreditada.

Quanto aos painéis das injetoras e extrusoras presentes na célula, estes devem ser distribuídos por grupo-máquina (ou grupo de máquinas que produzem o mesmo tipo de peças). Isto facilita a existência de padrões visuais (para cada grupo-máquina) e também a existência de calibradores ou métodos de aferição, desenhos das peças, modo de armazenagem, etc. de forma que a qualidade também possa ser privilegiada.

Como os painéis devem ser utilizados tanto para os cartões *kanban* quanto pela área da qualidade, a equipe de tempos e métodos ficou responsável pela sua idealização, projeto e acompanhamento da confecção.

No que diz respeito às mini-células presentes na célula, nestas também devem existir painéis para os seus produtos (subconjuntos confeccionados pela mini-célula). Isso facilita o controle e o fluxo de materiais, além de permitir uma maior caracterização à mini-célula.

Para o correto funcionamento do *kanban* e o alcance de seus objetivos, o treinamento dos funcionários é de grande importância, uma vez que toda a responsabilidade para a operação da produção no chão da fábrica cabe aos operários diretos. O sucesso do *kanban* depende então da conscientização, comprometimento e participação de todos os funcionários envolvidos. Para isso, o treinamento sobre *kanban* é vital e junto com ele o comprometimento da gerência e da direção da empresa⁸, enfatizando a importância, cobrando seu correto funcionamento e utilização, apoiando o treinamento e a solução de problemas e, caso alguma exceção se sobreponha ao cartão, esta deve estar bem clara, utilizando-se cartão especial (por exemplo: outra cor), etc.

O treinamento deve ter 2 partes: uma expositiva, em sala de aula e outra *on the job* (*OJT*). Para o treinamento em sala de aula devem ser utilizadas transparências e também cartões, peças (ou *kits*) e painéis de exemplo, de forma a simular a operação real. Deve ser, ainda, distribuída uma "cartilha" explicando a importância do *kanban*, sua finalidade e funcionamento, bem como a forma de operação, mostrando o conteúdo do cartão, as faixas do painel e seu significado, a localização de cada um deles, etc.⁹

Quanto ao treinamento *OJT*, este deve ser feito pelo encarregado ou operador líder na situação real de trabalho, sob condições normalmente encontradas e também preparando o operador para situações excepcionais.

Deve existir um responsável, o **coordenador do sistema**, sendo ele a pessoa que irá verificar o funcionamento do mesmo e o único a autorizar a retirada ou o

⁸ Não basta o apoio da alta direção da empresa, é necessário o compromisso do dirigente com o programa.

⁹ Esta cartilha deve conter instruções simplificadas orientadas para o funcionamento do *kanban*, sem entrar em considerações teóricas. Isto visa a não geração de dúvidas nem a sofisticação de informações a nível operacional, evitando confundir o operador.

incremento do número de cartões. Deve ser uma pessoa ciente e comprometida com a sua operação e que tenha relação com o chão de fábrica e com a programação de produção, além de possuir poder para decisão e para tomada de ações.

Os novos operários que forem entrando na empresa devem passar por treinamento onde deve ser incluso aspectos sobre *JIT* e *kanban*, enfatizando sua importância e seu papel.

O sistema de cartões *kanban* tem um esquema de operação simples e descomplicado. Entretanto, está fortemente ancorado na participação e no comportamento das pessoas envolvidas na sua operação. Sem esta colaboração, dificilmente deixarão de ocorrer sérios problemas. Outro ponto com influência decisiva no funcionamento do sistema *kanban* é a consistência do padrão de qualidade das peças fabricadas, onde as falhas devem ser encaradas como uma oportunidade para melhoria.

Capítulo 7

Conclusão e Projetos Futuros

7 - Conclusão e Projetos Futuros

7.1 - Comentários Finais

O trabalho atingiu seus objetivos primeiros e apresentou o “redesenho para uma célula de manufatura de modo a melhorar sua qualidade e sua produtividade”. Deve-se colocar que não apenas as tarefas e etapas aqui desenvolvidas, mas também aquelas apresentadas como de responsabilidade de outros membros do Grupo de Projeto formam o conjunto de atividades desenvolvidas para que o objetivo global fosse atingido.

Cabe ressaltar a importância de um estudo de viabilidade para o projeto. Este não foi feito para o trabalho em questão, uma vez que ele deve ser desenvolvido para todo o projeto global elaborado pelo Grupo. Assim, não foram apresentados nem os resultados (melhorias trazidas) quanto ao retorno e aos investimentos, não podendo-se quantificar os ganhos advindos da maior qualidade e produtividade, menores refugos e retrabalhos, etc. e creditá-los somente a esse projeto (TF), mas deve-se considerar os “investimentos” em manutenção, conscientização, treinamentos, mudança no produto, etc. sendo que tanto as áreas quanto os investimentos e retornos estão interligados e são interdependentes¹⁰.

No que diz respeito ao **foco** deste **trabalho**, pode-se dizer que foi desenvolvido conforme esperado, abordando 3 aspectos “prioritários” para a célula em questão. Quanto aos aspectos abordados, verificou-se que o sistema *kanban* não pode ser aplicado da forma como foi idealizado pela Toyota. Este teve que sofrer adaptações¹¹ para se adequar a uma forma de produção e processo diferente¹² daquela concebida originalmente, mas que não inviabiliza sua utilização. Ao contrário, verifica-se que com a aplicação dos princípios da filosofia *JIT* (e dos objetivos perseguidos¹³) obtém-se melhorias tanto para o processo quanto para o controle, contribuindo também para a melhor organização da célula e diminuição do custo do produto. Para isto se tornar possível, o papel do *kanban* é indispensável.

Assim, com o percurso rápido do fluxo de operações e com baixo nível de estoques, cada parte da operação é exposta aos problemas das outras. Deste modo, a eficiência do sistema, como um todo, pode ser julgada. Os gargalos e os elos fracos na cadeia são expostos e podem ser melhorados e então os problemas são notados imediatamente. Mais que isso, porém, a estrutura motivacional da operação é sensibilizada. Deste modo, é do interesse de cada um assegurar que todas as partes

¹⁰ Além disso, a viabilidade da aquisição das novas injetoras já havia sido estudada antes desse projeto e levava em consideração também o investimento para a instalação das mesmas.

¹¹ Principalmente no que diz respeito à forma de dimensionamento do número de cartões.

¹² Compare a situação apresentada neste trabalho com uma indústria automobilística em termos de forma de produção, variedades e volumes de produto, tipos de processo, etc..

¹³ Principalmente a redução de desperdícios através da redução de inventário.

da operação funcionem da mesma forma e o todo da operação é motivado a melhorar-se antes de aceitar a “proteção” que o material em processo (estoque) pode lhe proporcionar.

Segundo Giansesi e Corrêa (1994), “manter a continuidade do fluxo de produção com pouco estoque em processo não é uma tarefa fácil. É necessário exercer certa pressão sobre os trabalhadores para que produzam, sistemática e consistentemente, segundo as taxas de produção e os níveis de qualidade esperados, para que nenhuma etapa do fluxo seja interrompida por falta de material.”

Além das vantagens do projeto e cuidados que devem ser tomados para seu correto funcionamento (já apresentados), outras melhorias foram obtidas. Dentre elas, aparece o dimensionamento do estoque de matérias primas e componentes, estabelecendo seus limites de modo a ter menor capital de giro “empatado” e maior controle (evitando o acontecimento de acúmulos descontrolados de materiais; materiais fora de uso ou com altos estoques).

O objetivo primeiro deste trabalho foi o redesenho de uma célula de manufatura para adequação às novas condições existentes. A seguir será apresentado um “Quadro Resumo” envolvendo a situação da célula no início de 1995 e a situação proposta, já adequada para às novas condições (fornecendo um “panorama” destas). Neste quadro podem ser visualizadas as soluções e algumas das melhorias obtidas para os problemas existentes, apresentados no item 4.2 - Diagnóstico do Problema.

Quadro 7.1: Quadro Resumo

	<i>Início de 95</i>	<i>Situação Proposta</i>
Capacidade	400 mil prod./mês	440 mil prod./mês (+ 10 %)
Produto	Modificações no projeto (menos 5 componentes)	Linhas, postos e produção adequados ao “novo produto”
Máquinas	15 injetoras e 2 extrusoras	22 injetoras e 3 extrusoras (definição de máquinas x moldes)
Turnos	Mudança p/ 4x1 na transformação e montagem em 1 turno (desbalanceamento de fluxos)	Transformação em 4x1 e montagem em 2 turnos (melhoria de fluxos)
Pré Linha	Uma (alimentando as 3 linhas)	Duas (1 para cada linha)
Linhas	3 linhas (com balanceamentos e capacidades diferentes)	2 linhas de mesmo balanceamento e capacidade
Super-mercados	Desorganizados e sem controle (p/ MP e componentes)	Organizados, dimensionados e identificados
Kanban	Desacreditado e não funcionando (necessidade de 60.000 pç)	Redimensionado e funcionando (necessidade de 40.000 pç)
Lay Out	Fios em área provisória Área do Desviador incompleta Setor de Injetoras em mudança	Mini-célula de fios - Nível 1 Mini-célula do Desviador Instituição da mini-célula da Capa

Quanto a aplicabilidade dos projetos propostos e a sua implantação tem-se que parte das propostas já foram aprovadas e implantadas enquanto que outras ainda esperam por uma definição quanto à aprovação e implantação.

Dentre as primeiras tem-se: o dimensionamento do *kanban*, sendo que este já foi aprovado e implantado (para o 1º caso - apenas um turno na montagem), parte dos operários já foi treinada e os novos painéis estão sendo confeccionados. Outro projeto que também está sendo implantado diz respeito às mudanças de *lay out* relacionadas ao primeiro andar. Essas são: a mini-célula de Fios, a complementação da mini-célula do Desviador (chuveirinho) e área para supermercado de matéria prima. A área já passou por uma reforma e adequação, as máquinas e bancadas já foram instaladas e os supermercados de matéria prima e componentes já foram definidos. Pode-se dizer que nesta área a implementação do projeto será completa e que hoje¹⁴ ela está cerca de 90 % executada. O seu funcionamento e operação correm como esperado e alguns pequenos contratempos existentes durante a implantação foram solucionados ou contornados a contento.

Quanto ao *lay out* do nível térreo, este foi aprovado parcialmente, sendo que o caso da instituição dos 2 turnos na montagem ainda depende de uma definição e da negociação com funcionários e com sindicato. Quando existir esta definição, então será viável a implementação das 2 linhas de montagem e a adoção da segunda condição do número de *kanbans* (1/3 menor que a anterior). Isto também permitirá a instituição da mini-célula da Capa e da segunda pré-linha.

No que diz respeito aos balanceamentos de linha e de pré-linha, pode-se dizer que algumas das proposições já foram adotadas. São aquelas relacionadas às mudanças de conteúdo de montagem em alguns postos (para adequação ao novo projeto). O balanceamento das pré-linhas e das 2 linhas depende da implementação dos 2 turnos e portanto da viabilização completa do *lay out* deste nível térreo onde o novo balanceamento deve ser adotado.

Algumas das atividades que envolviam limpeza e organização ou mesmo reforma da área do térreo já foram aprovadas, algumas foram disparadas, outras já estão em andamento e restam ainda algumas a serem executadas. Dentre as primeiras, encontram-se a organização dos supermercados de matérias primas, a liberação do "Setor de Injetoras"¹⁵, a mudança de algumas máquinas e postos, a pintura (piso parede e teto) de parte da área, entre outros.

Finalizando, após o comentário sobre o andamento da implantação das propostas, cabe a colocação sobre uma maneira para acompanhar a evolução das melhorias relacionadas à implantação das propostas e avaliá-las (não apenas aquelas apresentadas neste trabalho mas todas as desenvolvidas pelo Grupo de Projeto). Deve-se construir um conjunto de indicadores para a célula sendo que estes devem estar relacionados à: produtividade e eficiência da mão de obra,

¹⁴ Novembro / 95.

¹⁵ Liberando espaço para a célula.

atingimento dos objetivos, qualidade do produto, índices de desperdícios, retrabalho e refugo, redução de inventário, entre outros.

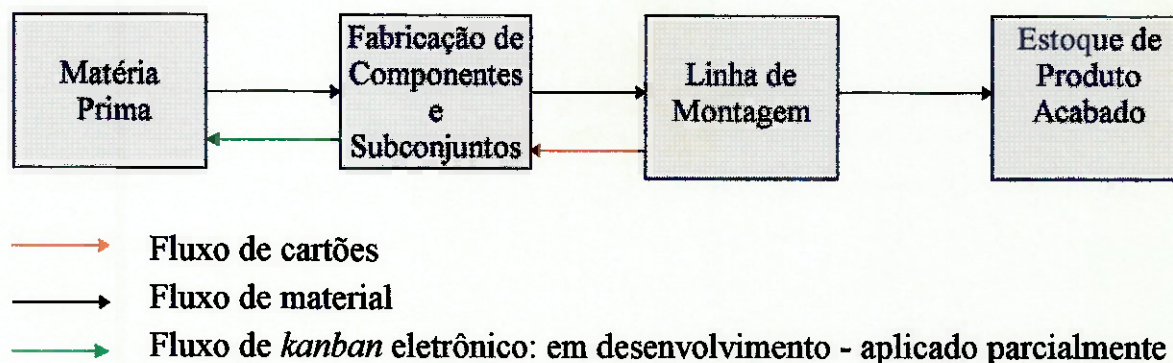
7.2 - Projetos Futuros

Nesta etapa serão colocados alguns **projetos futuros**, sendo estes um complemento ou a continuação do trabalho ou mesmo uma evolução deste. Assim, serão abordados, sucintamente, alguns temas e tópicos julgados relevantes para um tratamento futuro.

7.2.1 - *Kanban* entre Depósito de Produto Acabado e Montagem:

Hoje o *kanban* na empresa está presente nas seguintes áreas:

Figura 7.1 : Fluxo do *Kanban* Atual



Portanto, verifica-se que o cartão só é utilizado efetivamente entre a linha de montagem e a fabricação de componentes e subconjuntos e, em alguns casos, entre a fabricação e os fornecedores.

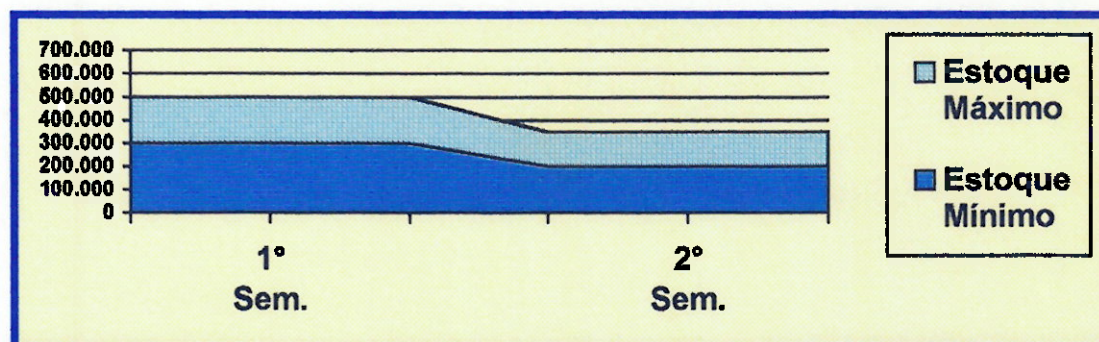
A proposta a ser desenvolvida como um projeto futuro é justamente o *kanban* não existente hoje (Entre o DPA¹⁶ e a Montagem). Com isto, a linha de montagem teria seu “disparo” para produção quando fossem enviados os cartões vindos do DPA. Deste modo, no caso de não ocorrerem vendas e o armazém estiver completo (supermercado cheio), não se deve montar. A partir do momento que este passar a liberar produtos para expedição, os cartões voltam a circular e a montagem passa a produzir conforme o estipulado pelo *kanban*. Isso trás uma diminuição do número de produtos acabados no DPA e faz com que a empresa tenha uma resposta mais rápida ao mercado, tanto se ele parar de consumir quanto no caso das vendas aumentarem.

¹⁶ DPA = Depósito de Produto Acabado, sendo que este está localizado fisicamente no mesmo prédio.

Este caso é propício para a aplicação do *kanban* eletrônico interno¹⁷, pois a infra-estrutura já existe para outras atividades (código de barras na entrada do DPA, interação com o sistema de vendas dando baixa automática do produto acabado e até mesmo um micro na área de montagem - utilizado para a confecção das etiquetas de código de barras). Deste modo, somente é exigida a confecção do sistema e o cálculo do “número de cartões”.

Este “número de cartões” foi colocado entre aspas pois, na realidade, seria o cálculo de máximos e mínimos com base no estoque de segurança, estoque médio e estoque máximo. Deve-se levar em consideração que a demanda do produto é sazonal e portanto a definição de máximos e mínimos deve contemplar essa situação. Para isso poderiam ser determinadas duas “faixas de trabalho”, onde existiriam 2 mínimos e máximos diferentes para as diferentes épocas do ano. Isso pode ser melhor visualizado, através de um exemplo, no gráfico seguinte:

Gráfico 7. 1 : Exemplo de Situação para *Kanban*: DPA - Montagem



O estudo para determinação desses números e períodos deve levar em consideração: a capacidade produtiva da célula; o tempo de resposta do sistema, as oscilações que podem ocorrer na mão de obra; a flexibilidade exigida da célula; a sazonalidade e suas implicações; o problema da perda da venda (e talvez da fatia de mercado) por não disponibilidade do produto em estoque, etc..

7.2.2 - Desenvolvimento de Fornecedores

Deve-se priorizar novos fornecedores a serem desenvolvidos como parceiros como já feito com alguns, cujos resultados foram bastante interessantes. Sempre procurando utilizar o *kanban* eletrônico pela sua agilidade, facilidade de operação e pela redução de custo operacional que trás.

¹⁷ Para maiores detalhes consulte a referência 14 - *Kanban* eletrônico: um estudo de viabilidade e um exemplo de implementação.

7.2.3 - Diminuição Gradativa do Número de Cartões

Deve-se diminuir o número de cartões *kanban* em circulação, diminuindo também o estoque em processo (supermercado) e “forçando” o aparecimento de problemas que devem ser atacados com critérios. (Giansesi e Corrêa, 1994).

7.2.4 - Kaizen

Adotar o melhoramento contínuo, onde se obtém um crescimento e melhoria lento e contínuo - em pequenos passos (Moura, Banzato e Fullmann, 1989) utilizando-se de *know-how* convencional e conhecido, através de esforços, e não de grandes investimentos. Para o *Kaizen* pode-se usar, segundo os mesmos autores já citados, os “5W” onde deve-se perguntar por quê ? (*Why*) pelo menos 5 vezes, de modo a se obter as causas dos problemas e então agir sobre elas.

7.2.5 - Manutenção Preventiva

Este projeto, apesar de já estar em desenvolvimento, deve incluir desde a manutenção ou conferências feitas rotineiramente pelo operadores até a substituição ou reforma do equipamento de forma planejada. Deve ter como objetivo a *TPM* (*Total Productive Maintenance*).

7.2.6 - Aperfeiçoamento do Set-Up

A troca rápida de ferramentas é um dos requisitos da filosofia *JIT* e consiste na aplicação da ferramenta 2 - *Set up* (troca rápida de ferramenta) - colocada na Fundamentação Teórica (item 2.2.2). Nela foram descritas as vantagens do *set up* rápido e os requisitos para troca rápida de ferramentas.

O aperfeiçoamento do *set up* não foi uma das atividades prioritárias no projeto (devido aos motivos já mencionados em outros itens), mas é uma atividade muito importante para o perfeito funcionamento do *JIT* trazendo diversos benefícios. Sua aplicação deve começar pelas máquinas “gargalo” (aquelas que trabalham com alta taxa de utilização da capacidade) ou por aquelas onde existe um maior número de ferramentas. Para as máquinas “cativas”, onde só existe uma ferramenta trabalhando e não existem trocas¹⁸, o *set up* rápido deve ser desenvolvido em segundo plano, dando-se preferência para os casos anteriores.

¹⁸ Há menos trocas para manutenção.

Quando a troca rápida estiver desenvolvida, a célula ganhará também maior agilidade e flexibilidade, permitindo uma maior adequação ao ambiente turbulento existente, facilitando melhorias futuras ou a produção de um novo produto.

7.2.7 - Treinamentos Constantes e Planejados

O treinamento deve envolver o despertar, a sensibilização e motivação do pessoal envolvido abrangendo os aspectos da qualidade e da produtividade. Além disso, deve-se atualizar e reciclar o treinamento técnico, fazendo-o na própria linha de montagem (*On the Job Training*), baseado nas instruções de trabalho (Padronização de Métodos), previamente atualizadas, desenvolvidas e validadas.

O treinamento também serve como apoio ao sistema *Kaizen* (Melhoria Contínua), fornecendo as ferramentas, definindo os critérios, treinando, incentivando, reconhecendo e recompensando aqueles que realmente mereçam.

O treinamento também deve conscientizar todo o pessoal para a filosofia “da minha máquina cuido eu” também interligado ao projeto da manutenção. O treinamento deve abordar inclusive as condições de manuseio, criando um procedimento próprio para isso, a conscientização a respeito da importância do *kanban* e também do *andon* já existente e seu funcionamento.

7.2.8 - Flexibilidade nas Áreas de Trabalho

Segundo Monden (1984), a obtenção de flexibilidade no número de operários de uma área de fabricação, para adaptação às alterações de demanda, é denominada *Shojinka*. Significa alterar (reduzir ou aumentar) o número de operadores quando a demanda de produção é alterada. A fim de se implementar esse conceito, três fatores são pré requisitos:

- Projeto adequado do *lay out* das máquinas.
- Operadores versáteis e bem treinados; por exemplo, um operador multifuncional.
- Avaliação contínua e revisões periódicas das rotinas de operações padronizadas.

Os operadores multifuncionais são preparados através de um sistema de rotação de trabalho. A revisão das rotinas de operações padronizadas pode ser feita através da contínua melhoria nos trabalhos manuais e mecânicos. O propósito de tais melhorias é a redução da quantidade necessária de operadores mesmo em períodos de aumento de demanda. Assim, através de treinamento e rodízio de operários (rotação de postos) pode-se obter operários multifuncionais, pré requisito básico para o aumento da flexibilidade

7.2.9 - Rotinas para *Housekeeping* Sistêmico

O *housekeeping* não é para ser aplicado uma única vez, mas, uma filosofia para aplicação rotineira de maneira consciente e sistemática. Após a primeira fase do *housekeeping*, já apresentada no item 6.2 - Limpeza e Organização, este deve ser feito constante e naturalmente para não acontecer mais o que havia ocorrido. Para isto, deve ser elaborado um *Check-List* com atividades, intervalos para execução e responsável, de forma a se obter uma constância e confiança neste trabalho, como o exemplo apresentado a seguir. Além disso, deve-se lembrar da ferramenta 7 (item 2.2.7 - Limpeza e Organização) e as suas 4 etapas.

Quadro 7.2 : Exemplos para Rotinas de *Housekeeping* Sistêmico

<i>Atividade</i>	<i>Área Responsável</i>	<i>Respon-sável</i>	<i>Frequên-cia</i>	<i>Datas / Visto</i>		
<i>Limpeza do piso</i>	Própria célula	Limpeza	Diária			
<i>Limpeza das máquinas</i>	Própria célula	Operador	Diária			
<i>Limpeza dos postos de trabalho</i>	Própria célula	Operador	Diária			
<i>Pintura das Paredes</i>	Manutenção	Pré definido	Anual			
<i>Faixas e Demarcações</i>	TMP / Manutenção	Pré definido	Trimestral			
<i>Ordenamento das prateleiras de Moldes/ Ferramentas</i>	Própria célula	Supervisão da área	Mensal			
<i>Troca de Lâmpadas</i>	Própria célula	Pré definido	Quando necessário			
<i>Manutenção e Organização dos painéis Kanban</i>	TMP	Pré definido	Mensal			
<i>Organização dos supermercados</i>	TMP / Própria célula	Pré definido	Semanal			
<i>Atualização de materiais e componentes quando das mudanças de engenharia</i>	TPM/ própria célula	Pré definido	Quando necessário			
<i>Troca dos contentores quebrados</i>	Materiais	Pré definido	Mensal			

Bibliografia

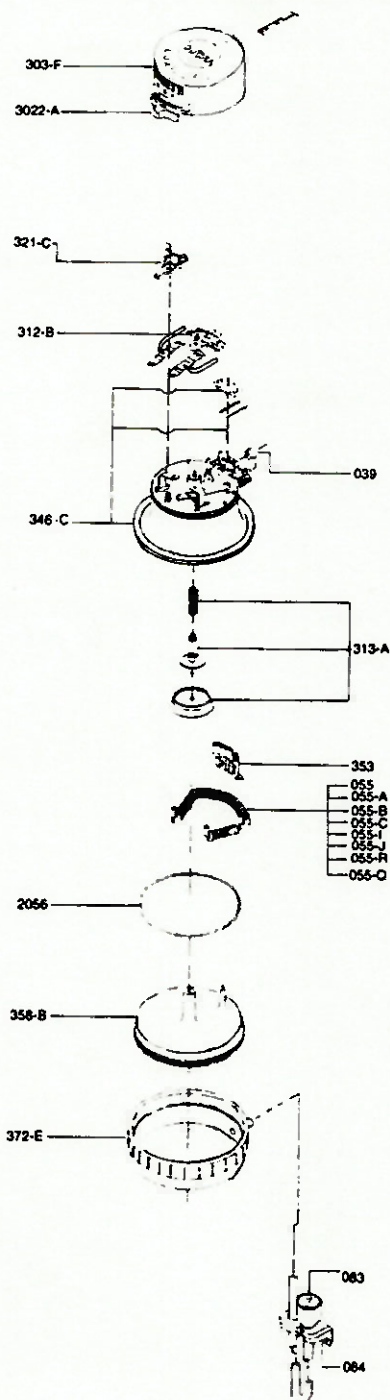
Bibliografia

- 1 - MONDEN, Y. Sistema Toyota de produção. São Paulo, IMAM, 1984.
- 2 - CORRÊA, H.L., GIANESI, I. G. N. Administração estratégica de serviços : operações para satisfação do cliente. São Paulo, Atlas, 1994.
- 3 - _____, JIT, MRP e OPT. São Paulo, Atlas, 1994.
- 4 - COOPERS & LYBRAND CONSULTORES. Metodologia para implantação de um programa just-in-time. s.n.t. (apostila).
- 5 - MANUAL do Sistema Lorenzetti de Produção, s.n.t. (apostila).
- 6 - BASSETTO, A. L.; et al. Análise de uma célula de manufatura. São Paulo, EPUSP / DEP, 1993.
- 7 - ATENDIMENTO ao cliente é prioridade da vencedora. Anamaco, São Paulo, v. 4, n.43, p.58-60, jun., 1995.
- 8 - MOURA, R. A.; BANZATO, J. M.; FULLMANN, C. Técnicas de produção just-in-time. São Paulo, IMAM, 1989.
- 9 - WHEELER III. W. A. Straight talk on just-in-time. s.l., Coopers & Lybrand, s.d.
- 10- MOURA, R. A., Os mitos do kanban no Brasil. Atualidades em Qualidade e Produtividade. São Paulo, n.1, p.A-3-6, 1985.
- 11 - MOURA, R. A., Kanban, outro desafio do Japão à produtividade. Atualidades em Qualidade e Produtividade. São Paulo, n.1, p.A-14, 1985.
- 12 - JUST-IN-TIME: produção mínima, produtividade máxima. Revista da Indústria, v.1, n.1, p.25-28, maio, 1987.
- 13 - YOSHINAGA, C. Qualidade total: a forma mais prática e econômica de implementação e condução. São Paulo, s.ed., 1988.
- 14 - MASCHERONI, J. M.; MOLINA, J. G. Kanban eletrônico: um estudo de viabilidade e um exemplo de implementação. Máquinas e Metais, São Paulo, n.350, p.232-243, mar., 1995.

Anexos

Anexo 1: Vista Explodida do Desenho de Conjunto

MAXI DUCHA



Catálogo	Descrição
039	Redutor de pressão
055	Resistência 4 400W-127V
055-A	Resistência 5 400W-220V
055-B	Resistência 4 400W-220V
055-C	Resistência 3.200W-127V
055-I	Resistência 3.200W-127V
055-J	Resistência 5 400W-127V
055-Q	Resistência 3.200W-220V(salobn)
055-R	Resistência 3.200W-127V(salobn)
083	Chuveirinho branco
084	Suporte chuveirinho/mangueira
303-F	Capa
312-B	Placa móvel com contatos e cabos
313-A	Aconchador completo
321-C	Chave INYDES/VER
346-C	Corpo branco completo
353	Suporte para resistências
358-B	Disco separador
372-E	Espalhador
2056	Anel de vedação o-ring
3022-A	Botoe para chave INYDES/VER

Anexo 2: Balanceamento de Linha

Quadro A.2.1 : Balanceamento de Linha - TMP

BALANCEAMENTO DE LINHA - TMP					PLUS08	
PRODUTO	MAXIPLUS LINHA 02	FLX DA LINHA 10,48		DATA 23/06/95	ELABORACAO: ENGENHARIA DE TEMPOS E METODOS	
		Demanda Mensal	Prod./ Dia	Prod./ Hora		
		100000	5000	573		
NUMERO OPERACAO	DESCRICAO DA OPERACAO	TEMPO (cent.)	PECAS/ HORA	TOT HRS 1000	QTD POST P/CALCULO	QTD POST NECESS.
	LINHA DE MONTAGEM					
100	MONTAR RESISTENCIA	30,15	199	5,025	2,9	3
200	MONTAR DISCO SEPAR E POSICIONAR E	24,88	241	4,146667	2,4	3
300	REGULAR E MONTAR CHV L/D E CALIBRA	38,33	157	6,388333	3,7	4
400	REVISAR PROD. E POSICIONAR CAPA	26,42	227	4,403333	2,5	3
500	LIMPAR E EMBALAR EM SACO PLASTICO	17,72	339	2,953333	1,7	2
600	GRAMPEAR SAC PLA C/PROD. EM ALCA	14,25	421	2,375	1,4	2
700	EMBALAR EM CX COLETIVA	18,94	317	3,156667	1,8	2
	ALIMENTADOR				1,0	1
	VOLANTE				0,5	0,5
	ABASTECEDOR				0,5	0,5
	REFUGO				1,0	1
	NUMERO TOTAL DE FUNC LINHA MONTAG				19,4	22

Anexo 3 : Kanban - Dados Relevantes

Fluxo de Componentes:

A seguir aparece um estudo do fluxo de componentes, peças e necessidades para entendimento dos desbalanceamentos de fluxo causados pelos diferentes turnos.

Horas trabalhadas no fim de semana - Injetoras¹

Sexta feira (a partir das 16:24)	=> 7,5h	-	0,5 h
Sábado (inteiro)	=> 24 h	-	1,5 h
Domingo (inteiro)	=> 24 h	-	1,5 h
Segunda feira (até 6:40)	=> 6,7h	-	0,5 h

$$\text{TOT} \Rightarrow 62,2 \text{ h} - 4 \text{ h} = 58,2 \text{ h disponíveis}$$

$$58,2 \times 85 \% (\text{ eficiência }) = 49,5 \text{ h trabalhadas durante fim de semana.}$$

Quantidades montadas por semana: (cálculo para capacidade objetivo)

$$22.000 \text{ pç / dia} = 110.000 \text{ pç / sem ;}$$

$$168 \text{ h disponíveis / sem} - 10,5 \text{ h (30' de intervalo por turno)} = 157,5 \text{ h}$$

$$157,5 \text{ h} \times 85 \% (\text{ eficiência }) = 133,9 \text{ h trabalhadas por semana.}$$

Portanto : $110.000 / 133,9 = 821,5 \text{ pç / h}$ (é a produção horária para efeito de cálculo da capacidade de produção) $\Rightarrow 821,5 \text{ pç / h} \times 49,47 \text{ h} = 40.640 \text{ pç / fim semana (p/ 22.000) (ou } = 36.968 \text{ pç / fim semana (p/ 20.000)).$

Ao considerar perdas (para efeito de cálculo) $\Rightarrow 110.000 / 168 = 654,76 \text{ pç/h}$ é a produção horária esperada quando considera-se as perdas ao utilizar 168 h / semana.

A partir deste número pode-se calcular a **necessidade de contentores** (tipo 1018 ; para fim de semana) e portanto a área para as 4 principais peças do produto (e também as mais volumosas e críticas) Assim, tem-se para 22.000 pç / dia com 4 alturas de empilhamento:

¹ Contadas desde o final do turno de montagem na sexta feira até o início do turno de montagem na segunda feira - Apenas a transformação (injetoras) trabalha neste período.

Item	Nº Contentores	Área ocupada c/ 4 cx empilhadas (m ²)
Corpo	410	55
Capa	100	14
Espalhador	142	21
Disco Separador	82	11
Total	734	101

Simulação:

Montagem: trabalha 8,75h/dia x 5 dias/sem. = **43,75 h/sem**

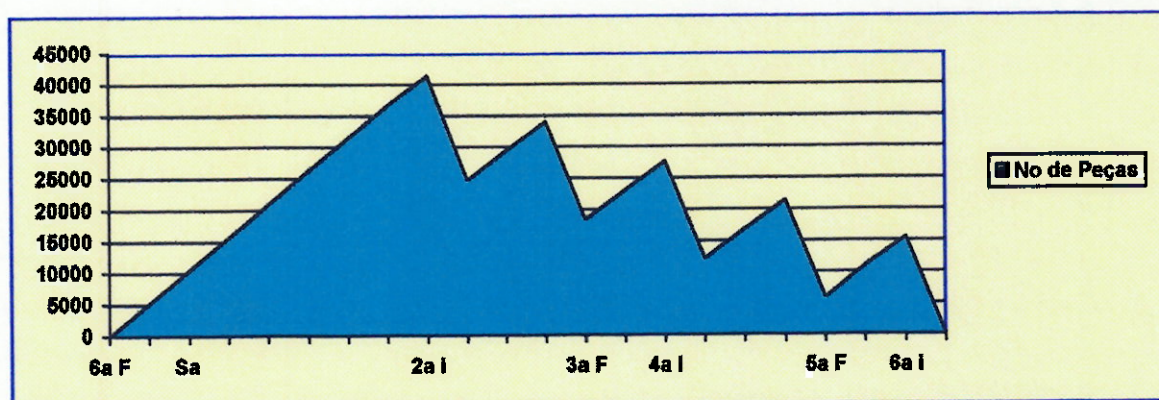
110.000 pç / 43,75h = 2.514,3 pç/h (é o fluxo para as linhas de montagem).

Portanto, (2514,3 - 821,5) pç/h = **1.692,3 pç/h** montadas “a mais” do que foi produzido no dia pela transformação. Isso mostra que a linha é mais rápida que o setor de injeção e portanto o número de contentores não cresce durante a semana.

Para montagem de 22.000 pç/dia e produção de 15.714,3 pç/dia injetadas (24 x 654,76 pç/h) tem-se uma diferença de 6.285,7 pç a consumir por dia do estoque formado no fim de semana.

Além disso, durante o período de montagem apenas seriam injetadas 5.729,15 enquanto seriam montadas 22.000 peças.

A partir de todas considerações feitas acima pode-se construir o gráfico seguinte que mostra as variações de quantidades em estoques caso a produção e a montagem funcionassem num sincronismo teórico dentro de seus turnos e a produção horária fosse constante como a já definida.



Este é o gráfico que aparece no item 5.1- Dimensionamento do *kanban*. (onde 6aF = Sexta feira - fim da montagem (16:24 hs); Sa = Sábado; 2ai = Segunda feira início da montagem (6:40 hs); e assim em diante).

Aqui é apresentada uma tabela com todas as peças e componentes que apresentam quantidades “kanban”, ou seja, todas peças, subconjuntos, conjuntos, componentes e materiais para embalagem que são produzidos ou transportados via *kanban*. Essa tabela, colocada a seguir, contém: o item, a quantidade por contentor, o tipo de contentor e a forma como são armazenadas neste.

Em seguida, tem-se uma tabela com as dimensões e volume para cada tipo de contentor utilizado.

Tabela A.3.1 : Contentor, Quantidades definidas pelo *kanban* e Modo de Armazenagem para cada item da Maxi Ducha

<i>Item</i>	<i>Content</i>	<i>Quant</i>	<i>Modo de Armazenagem</i>
<i>Corpo Completo</i>	1018	100	4 cam. com 25 un. cada
<i>Capa</i>	1018	410	a granel
<i>Espalhador</i>	1018	290	a granel
<i>Disco Separador</i>	1018	500	a granel
<i>Desviador Completo</i>	1018	140	arrumadas lado a lado
<i>Corpo do Chuveirinho</i>	1011	1900	a granel
<i>Espalhador do Chuveirinho</i>	1011	3000	a granel
<i>Passador (Suporte Unificado)</i>	1011	1800	ensacado e colocado no contentor
<i>Chuveirinho Completo</i>	1011	900	a granel (cx. papelão)
<i>Êmbolo do Chuveirinho</i>	1002	1350	a granel
<i>Suporte do Contato Completo</i>	1011	1000	arrumadas lado a lado
<i>Suporte do Contato</i>	1011	5000	a granel
<i>Contato Inferior (Lâmina)</i>	1005	8200	a granel
<i>Anel O'ring</i>	1011	3000	a granel
<i>Diafragma</i>	1011	1500	a granel
<i>Contato Fixo Esquerdo</i>	1005	4000	a granel
<i>Contato Fixo Direito (assanh)</i>	1005	3000	a granel
<i>Barra de Ligação</i>	1005	2500	a granel
<i>Acionador</i>	1005	1400	a granel
<i>Suporte da Resistência</i>	1005	1500	a granel
<i>Chave liga/desl. (chavinha)</i>	1005	2400	a granel
<i>Botão</i>	1005	3800	a granel
<i>Espiral Grande</i>	1005	1050	a granel
<i>Espiral Pequena</i>	1005	3900	a granel
<i>Mola</i>	1002	1400	a granel
<i>Fio Terra</i>	1002	1000	a granel
<i>Terminal de Latão (Resist)</i>	Carretel	12000	carretel completo

Tabela A.3.2 : Dimensões dos Contentores Utilizados

<i>Contentor</i>	<i>Volume (l)</i>	<i>Medidas Externas</i>			<i>Medidas Internas</i>		
		<i>Alt. (cm)</i>	<i>Larg. (cm)</i>	<i>Comp. (cm)</i>	<i>Alt. (cm)</i>	<i>Larg (cm).</i>	<i>Comp (cm)</i>
1001	2,5	11,5	16,5	16,5	11	15	15
1002	4,2	12	16	31,5	11	13,5	28
1005	18	20	33	47	18	29	37,5
1011	44	25	44	60	23	40	48
1018	186	48,5	56	89	46	50	81

<i>Descrição</i>	<i>Dimensões</i>
Pallet Padrão	1000 x 1200 mm
Big bag 1 ton. p/ PP	950 mm de raio x 1800 mm de altura
Big bag 1 ton. p/ PVC	1150 mm de raio x 1000 mm de altura

Tabela A.3.3 : Número de Cartões Redimensionado - para Situação Atual e para 2 Turnos

<i>Item</i>	<i>Quant / Contentor</i>	Número de Cartões	
		Sit. Atual (60.000 un.)	Sit. 2 Turnos (40.000 un)
<i>Corpo Completo</i>	100	600	400
<i>Capa</i>	410	146	98
<i>Espalhador</i>	290	207	138
<i>Disco Separador</i>	500	120	80
<i>Desviador Completo</i>	140	429	286
<i>Corpo do Chuveirinho</i>	1900	32	21
<i>Espalhador do Chuveirinho</i>	3000	20	13
<i>Passador</i>	1800	33	22
<i>Chuveirinho Completo</i>	900	67	44
<i>Êmbolo do Chuveirinho</i>	1350	44	30
<i>Suporte Contato Completo</i>	1000	60	40
<i>Suporte do Contato</i>	5000	12	8
<i>Contato Inferior (lâmina)</i>	8200	7	5
<i>Anel O'ring</i>	3000	20	13
<i>Diafragma</i>	1500	40	27
<i>Contato Fixo Esquerdo</i>	4000	15	10
<i>Contato Fixo Direito</i>	3000	20	13
<i>Barra de Ligação</i>	2500	24	16
<i>Acionador</i>	1400	43	29
<i>Suporte da Resistência</i>	1500	40	27
<i>Cabo L/D (chavinha)</i>	2400	25	17
<i>Botão</i>	3800	16	11
<i>Espiral Grande</i>	1050	57	38
<i>Espiral Pequena</i>	3900	15	10
<i>Mola</i>	1400	43	29
<i>Fio Terra</i>	1000	60	40
<i>Terminal de Latão</i>	1200	50	33

Anexo 4 : Balanceamentos e Lay-out

**Tabela A.4.1 : Capacidade de Produção e Utilização das Máquinas
Injetoras para Cada Peça**

Descrição do Item	No Cav	Prep (h)	Tipo Ferrament	Máquina	Matéria Prima	Prod Hor (pç / h)	Neces. Mensal	Status	Cap Prod. (pç/h)
Corpo (5)	4	1	semi	SEM 400	PP+mast. branco	250	500.000	cativa	1050
	4	1	semi	ROMI 300R		250	(4 %)	cativa	
	2	1	semi	SEM 180		100	520.000	cativa	
	2	1	semi	ROMI 200		100		cativa	
	2	1	semi	--		100		--	
	4*	1	semi	ROMI 300		250		83 %	
Espalhador (5)	4	2	semi	ROMI 300	PP+mast. branco	280	470.000	cativa	1120
	2	2	semi	SEM 180		140	(6 %)	cativa	
	2	2	semi	SEM 180		140	500.000	cativa	
	2	2	semi	PIC 300		140		23 %	
	2	2	semi	--		140		--	
	4*	2	semi	ROMI 200		280		cativa	
Disco Separador (4)	4	2	auto	SEM 180	PP+mast. preto	385	500.000	cativa	890
	4	2	auto	PIC 140		385	(5 %)	cativa	
	2	2	auto	ROMI 200		120	525.000	cativa	
	6**	2	auto	--		--		--	
Capa (2)	6	1	auto	PIC 250	PP+mast. branco	568	470.000	cativa	988
	4	1	auto	SEM 100		420	(4%) 490.000	68 %	
Acionador (2)	8	0,86	auto	ROMI 65	PP natural	1406	500.000	66 %	2812
	8	0,86	auto	--		1406	(6%) 530.000	--	
Suporte da Resist. (2)	8	1	auto	ROMI 65	nylon V-33	2490	550.000	39 %	3339
	4	1	auto	--		849	(2%) 560.000	--	
Passador/ Suporte (2)	4	1	auto	ROMI 65	PP+mast. branco	998	550.000	99 %	1368
	2	1	auto	--		370	(4%) 570.000	--	
Botão (2)	8	1	auto	ROMI 65	PP+mast. cinza	3270	550.000	32 %	4230
	4	1	semi	--		960	(8%) 595.000	--	
Chave L/D (2)	8	1	auto	ROMI 65	PP natural	1402	500.000	65 %	2670
	6	1	auto	--		1268	(4%) 520.000	--	
Corpo do Chuveirinho (2)	8	0,7	auto	PIC 65	PP+mast. branco	1119	550.000	95 %	2238
	8	0,7	auto	--		1119	(11%) 611.000	--	

<i>Embolo Chuv.</i>	16	1	auto	BAT 22	PE+mast. branco	1635	550.000 (14%) 627.000	67 %	1635
<i>Espalh. Chuv.</i>	10	1	auto	MG 100	PVC bco	1626	550.000 (11%) 611.000	66 %	1626
<i>Sup.Contatos</i>	8	1	auto	ROMI 65	nylon V-33	2449	550.000 (2%) 560.000	40%	2449
<i>Chuveirinho (2)</i>	-	-	auto	Máq. Chuv.	só montag.	1529	550.000	65 %	3058
	-	-	auto	Máq. Chuv.		1529	(4%) 570.000		

* Moldes que ficarão disponíveis a partir de janeiro / 96.

** Molde em projeto (portanto não será considerado neste estudo - disponibilidade prevista para o 2º semestre de 96).

Número de horas produtivas:

720 hs / mês - 30' de parada por turno = 685 hs / mês

685 hs x 85 % (eficiência) = 573,5 horas trabalhadas / mês

Nesta etapa deve-se levar em consideração que certas peças não são utilizadas apenas para a Maxi Ducha, mas também para outros produtos. Assim, em certos casos será feito um dimensionamento máximo de capacidade seguindo o critério apresentado a seguir:

<i>Quantidade para Dimensionamento</i>	<i>Caso de Aplicação</i>
440.000	Quando for específico para a Maxi Ducha
470.000	quando servir à Maxi e T 43 ou Maxi e Lorenduxa
500.000	Quando servir para Maxi, T 43 e Jet Set 3
550.000	Quando for comum a todos produtos do tipo chuveiro

Além dessas quantidades foram indicadas porcentagens que correspondem à peças de reposição (até 6 % conforme o item) ou perdas (por refugo na montagem - até 8 %).

Tabela A.4.2 : Materiais Comprados (para a Maxi Ducha)**Legenda:**

<i>Item</i>	<i>Descrição</i>
<i>Quantidade</i>	Quantidade máxima utilizada no mês de maior consumo
<i>Frequência</i>	Frequência de recebimento (em intervalos: dia, semana, mês)
<i>Estoque</i>	Quantidade máxima necessária para dimensionamento de estoque, já considerando estoque de segurança.
<i>Quant. por contentor</i>	Quantidade de material por contentor padrão (kg/pallet; kg/saco; kg/bobina; kg/ carretel; kg/big bag; pç/saco; caixas/pallet; pç/contentor 1011; etc.
<i>No de Content.</i>	Número de contentores necessários para tal quantidade em estoque
<i>No de camad.</i>	Número de camadas para empilhamento
<i>Área para estoque</i>	Área, o nível do piso, necessária para estoque (em metros quadrados)

Matérias Primas Plásticas:

<i>Descrição</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Frequência</i>	<i>Estoque</i>	<i>Quant. por contentor</i>	<i>No de contentor</i>	<i>No de camad</i>	<i>Área para estoque</i>
<i>Polipropileno</i>	114 Ton	2 x semana	57 Ton	1500 kg/pal 1000 kg/big	38 pallet 57 bigs	2 2	23 38
<i>Master Preto</i>	370 kg	1 x trimestre	1080 kg	25 kg/saco = 60 sacos/pal	1 pallet	1	1,2
<i>Master Branco</i>	2730 kg	1 x semana	1360 kg	25 kg/saco = 60 sacos/pal	1 pallet	1	1,2
<i>PVC Branco Cristal</i>	6380 kg	1 x semana	3200 kg	1500 kg/pal 1000 kg/big	3 pallets 4 bigs	2 1	2,4 4.8
<i>Polietileno</i>	480 kg	1 x trimestre	1400 kg	25 kg/saco = 60 sacos/pal	1 pallet (56 sacos)	1	1,2
<i>PVC Marfim</i>	45,6 Ton	variável	10 ton	1000 kg/big	10 bigs	1	11,5
<i>Nylon A-216 V-33</i>	3400 kg	1 x semana	1700 kg	25 kg/saco 60 sacos/pal	68 sacos 2 pallets	1	2,4

Matérias Primas Metálicas:

<i>Descrição</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Frequência</i>	<i>Estoque</i>	<i>Quant. por contentor</i>	<i>No de contentor</i>	<i>No de camad</i>	<i>Área para estoque</i>
<i>Bobina de Latão</i>	6560 kg	1 x semana	3280 kg	100 kg/bobina	33 bobinas	4 cam x 4 fileiras	0,8x0,8x0,6 = 1 vão
<i>Bobina de Cobre</i>	8900 kg	1 x semana	4450 kg	100 kg/bobina	45 bobinas	5 cam x 4 fileiras	0,8x0,8x0,6 = 1 vão
<i>Bobina de Tombak</i>	3460 kg	1 x semana	1730 kg	100 kg/bobina	18 bobinas	8 cam x 4 fileiras	0,8x0,8x0,6 = 1 vão
<i>Contato de Prata</i>	88.000 pç	1 x semana	44.000 pç	30.000 pç/pote	2 potes	2	armário
<i>Contato de Prata</i>	968.000 pç	1 x semana	484.000 pç	30.000 pç/pote	17 potes	2	armário
<i>Bobina de Latão (t)</i>	1190 kg	1 x semana	590 kg	10 kg/bobina	60 bobinas	10 cam x 4 / cam	1 x 1 x 0,6 = 1 vão
<i>Fio de Inox</i>	395 kg	1 x trimestre	1160 kg	20 kg/rolo	58 rolos	6 x 4	2 vãos de prateleira
<i>Fio Fe/Cr/Al</i>	6400 kg	1 x semana	3200 kg	10 kg/carretel	320 car. 48 c./pal	2 cam.por prateleira	8 vãos de prateleira

Material para Embalagem:

<i>Descrição</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Frequência</i>	<i>Estoque</i>	<i>Quant. por contentor</i>	<i>No de contentor</i>	<i>No de camad</i>	<i>Área para estoque</i>
<i>Alça Branca</i>	506.000 pç	variável	220.000 pç	400 pç/pac 60 pac/pallet	10 pallets	1	12
<i>Saco Plástico</i>	506.000 pç	1 x semana	220.000 pç	2000 pç/pac 40 pac/pallet	3 pallets	1	3,6
<i>Etiq. Adesiva</i>	42.200 pç	1 x trimestre	126.500 pç	--	--	--	armário
<i>Caixa Coletiva</i>	42.200 pç	1 x semana	21.000 pç	280 pç/pallet	75 pallets	2	60

Material Comprado fora:

<i>Descrição</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Frequência</i>	<i>Estoque</i>	<i>Quant. por contentor</i>	<i>No de contentor</i>	<i>No de camad.</i>	<i>Área para estoque</i>
<i>Anel O'ring</i>	516.120 pç	1 x semana	253.000 pç	3000 pç / cont	85	8	3
<i>Fio Terra</i>	70.654 m	variável	37.326 m	3000m/car.	13 car. = 1 pal.	1 pallet 20 car/pal	1,2
<i>Cabo Plá st. 4mm</i>	99.195 m	variável	54.928 m	1000m/car.	55 car. = 2 pal.	1 pallet 20 car/pal	3,6
<i>Cabo Plá st. 2,5mm</i>	87.432 m	variável	47.705 m	1500m/car.	32 car. = 2 pal.	1 pallet 20 car/pal	2,4
<i>Diafragma</i>	516.120 pç	1 x semana	253.000 pç	1500 pç / cont	169	8	6

Material de Consumo:

<i>Descrição</i>	
<i>Fita Adesiva</i>	*
<i>Óleo Lilly White</i>	
<i>Catalisador (Epoxy)</i>	*
<i>Filme Gravação</i>	*
<i>Solvente Retard.</i>	*
<i>Tinta Cinz. (Epoxy)</i>	*
<i>Fio Fe Galv. Tref.</i>	*
<i>Veja Limp. Pesada</i>	*

* Local de Estoque : Almoxarifado de material de consumo e de escritório -
Portanto não há necessidade desses dados para o dimensionamento proposto.

Tabela A.4.3 : Itens Internos X Kanban X Área Necessária
(para situação com 2 turnos)

<i>Item</i>	Quant / Contentor	Sit. 2 Turnos No Contem.	Área Necessár.(m²)
<i>Corpo Completo</i>	100	400	50,00
<i>Capa</i>	410	98	12,20
<i>Espalhador</i>	290	138	17,24
<i>Disco Separador</i>	500	80	10,00
<i>Desviador Completo</i>	140	286	35,71
<i>Corpo do Chuveirinho</i>	1900	21	0,79
<i>Espalhador do Chuveirinho</i>	3000	13	0,50
<i>Passador</i>	1800	22	0,84
<i>Chuveirinho Completo</i>	900	44	1,68
<i>Êmbolo do Chuveirinho</i>	1350	30	0,37
<i>Suporte Contato Completo</i>	1000	40	1,51
<i>Suporte do Contato</i>	5000	8	0,30
<i>Contato Inferior (lâmina)</i>	8200	5	0,13
<i>Anel O'ring</i>	3000	13	0,50
<i>Diafragma</i>	1500	27	1,01
<i>Contato Fixo Esquerdo</i>	4000	10	0,26
<i>Contato Fixo Direito</i>	3000	13	0,34
<i>Barra de Ligação</i>	2500	16	0,41
<i>Acionador</i>	1400	29	0,74
<i>Suporte da Resistência</i>	1500	27	0,69
<i>Chave L/D (chavinha)</i>	2400	17	0,43
<i>Botão</i>	3800	11	0,27
<i>Espiral Grande</i>	1050	38	0,98
<i>Espiral Pequena</i>	3900	10	0,27
<i>Mola</i>	1400	29	0,36
<i>Fio Terra</i>	1000	40	0,50
<i>Terminal de Latão</i>	12000	3	0,25

Anexo 5 : Limpeza e Organização

Tabela A.5.1 : Lista de Materiais e Quantidades

<i>Abreviação</i>	<i>Descrição</i>
<i>Descrição</i>	Descrição da matéria prima em estoque
<i>Quant.</i>	Quantidade deste material em estoque (em kg)
<i>Cons. Médio</i>	Consumo médio mensal deste material (em kg)
<i>St</i>	Status do material (L = em linha; FL = fora de linha)
<i>Produtos</i>	Produtos onde o material é utilizado
<i>Dest.</i>	Destino a ser dado ao material (V = venda; VP = Venda Parcial; Muda = mudança, saindo da célula; P = permanece na célula)

<i>Descrição</i>	<i>Quant</i>	<i>Cons. Médio</i>	<i>St</i>	<i>Produtos</i>	<i>Dest.</i>
<i>Poliacetal Cop. Mitsubishi</i>	675	364	L	P 41/ M Torn. PPM / Lorend. / Jet4	Muda
<i>ABS natural AM 1000 cyclogel</i>	1875	-	L	Torn Metálica	VP- Muda
<i>ABS cinza cyclogel</i>	450	1022	L	Jet Master/Turbo	Muda
<i>ABS cream cyclogel</i>	325	-	FL	Seladora	V
<i>ABS laranja cyclogel</i>	500	-	FL	Seladora	V
<i>ABS bege t 100 macroplast</i>	1800	-	L	Jet Master/Turbo	VP - Muda
<i>ABS bege cyclogel</i>	1125	-	L	Jet Master/Turbo	VP - Muda
<i>ABS bege am 1000 macroplast</i>	50	-	L	Jet Master/Turbo	VP - Muda
<i>ABS sea shell</i>	250	-	L	Jet Master/Turbo	VP - Muda
<i>Composto PVC cyclan preto</i>	200	204	L	Jet 4	Muda
<i>Composto PVC kompor preto</i>	100	-	L	Fita PVC (Célula do Chuveirinho)	P
<i>Composto PVC ramon preto</i>	50	-	L	Fita PVC	P
<i>PE bege brilhante macroplast</i>	25	-	FL	-	V
<i>Poliestireno branco proquigel</i>	25	-	FL	-	V
<i>Poliestireno marrom proquigel</i>	100	-	L	T 43	Muda
<i>Poliestireno preto macroplast</i>	25	360	L	Torn. Met / Jet4	Muda
<i>PP composto HBF cinza esp</i>	75	903	L	Maxi Aquec.	Muda
<i>PP composto HBF branco</i>	75	-	L	Jet Master/Turbo	Muda
<i>PP natural Valtec</i>	5400	91500	L	Maxi Ducha	P
<i>PP composto HBF natural</i>	1275	91500	L	Maxi Ducha	P
<i>PP composto HBF bege brilh</i>	2550	-	L	T 43	VP - P
<i>PP composto HBF marrom</i>	2250	-	FL	-	V
<i>PP com talco cinza fosco</i>	400	264	L	P 41 / PPM	Muda
<i>PP com talco marrom fosco</i>	300	-	L	Maxi Torneira	Muda
<i>Master branco cristal colorcon</i>	250	2015	L	Maxi Duc/T43/ Jet3	P
<i>Master cromex 31060 bco cris</i>	1100	2015	L	Maxi Ducha	P
<i>Master cinza colorcon</i>	50	2	L	Maxi Aquecedor	Muda
<i>Master termaster preto</i>	1000	265	L	Maxi Duc/Trad/ Jet4/T43/ ...	P