

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**A busca da eficiência produtiva através da readequação da
logística interna em uma empresa de fundição de alumínio**

Juliana de Oliveira Alves

TCC-EP-42-2008

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**A busca da eficiência produtiva através da readequação da
logística interna em uma empresa de fundição de alumínio**

Juliana de Oliveira Alves

TCC-EP-42-2008

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.
Orientador (a): Prof.^a: M.Sc. Maria de Lourdes Santiago Luz

**Maringá - Paraná
2008**

Juliana de Oliveira Alves

A busca da eficiência produtiva através da readequação da logística interna em uma empresa de fundição de alumínio

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador(a): Prof^(a). Maria de Lourdes Santiago Luz
Departamento de Informática, CTC

Prof^(a): Olívia Toshie Oiko
Departamento de Informática, CTC

DEDICATÓRIA

Dedico essa conquista ao meu irmão Lucas, que consegue ensinar através da bondade, do respeito e da amizade. Valores admiráveis que o tornam minha inspiração.

EPÍGRAFE

“O fracasso é a oportunidade de começar de novo com mais inteligência e redobrada vontade”.

Henry Ford

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me dá forças e ilumina o meu caminho todos os dias.

Aos meus pais e exemplos Ricard e Ana Maria, que formam meu porto-seguro e sempre estiveram ao meu lado, me ensinando, me apoiando e me aconselhando. A realização desse sonho só foi possível porque essa relação é fortalecida baseada na cumplicidade, no respeito e na união.

Ao meu irmão e amigo amado Lucas, que tanto admiro e que me inspira em sua bondade e carinho.

A João Gustavo, meu parceiro, namorado e amigo, pela paciência, dedicação, respeito, amor e amizade.

Aos amigos Giovana, Stéphanie e Ricardo que amenizam a distância e a saudade de casa e tornam os finais de semana alegres e inesquecíveis.

À querida orientadora M.Sc. Maria de Lourdes Santiago Luz, por sua atenção, dedicação, paciência e sabedoria.

À Aida e Carlos, pela oportunidade ímpar de muito crescimento profissional e pessoal durante pouco tempo. Exemplos de profissionais e pessoas.

Aos funcionários da empresa, pela colaboração na coleta de dados que influenciaram na construção desse projeto.

Aos professores de Engenharia de Produção, pela transmissão de inúmeras e valiosas informações que constituíram a base para que essa realização pudesse ser concretizada.

À Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade e espaço concedidos.

E finalmente, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

A orientação dos processos produtivos, direcionados ao atendimento dos requisitos dos mercados consumidores quanto à qualidade dos insumos e produtos, prazos de entrega e inovações, reforça que a eficiência do sistema logístico se torne uma condição básica para a competitividade de todos os setores da economia. Tais fatores tornam-se fundamentais na maximização da eficiência produtiva culminando em vantagem competitiva no mercado de atuação. O objetivo deste trabalho é apresentar o impacto gerado com a readequação do processo produtivo em um setor de uma empresa de fundição de alumínio 100% reciclado, a fim de aumentar a eficiência produtiva da mesma, através do estudo da logística interna. Tal estudo, limitado ao setor de Linha de Chapas, implicou no redimensionamento de recursos humanos e organizacionais, a fim de produzir com produtividade, utilizando-se de diferentes metodologias na consolidação da tomada de decisões. A readequação da logística interna refletiu no incremento do índice de nível de serviço de 33% para 76%. Com o programa de prevenção de erros, as peças não-conformes entre as etapas diminuíram significativamente, beneficiando a qualidade dos produtos. Todas as implantações realizadas na Linha de Chapas foram fundamentais para o alcance do objetivo traçado: readequar a logística interna da empresa. Atualmente, essa readequação, está sendo implantada nos demais setores da empresa. A busca da eficiência produtiva propiciou o aumento do número de lançamentos do *mix* de produtos e conseqüentemente aumento no faturamento da empresa.

Palavras-chave: Logística interna. Nível de serviço. Eficiência produtiva.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	IX
LISTA DE TABELAS	X
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2 A LOGÍSTICA NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	4
2.1 LOGÍSTICA NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	4
2.2 AS DECISÕES LOGÍSTICAS	8
2.3 A LOGÍSTICA INTERNA.....	8
2.3.1 <i>Movimentação interna dos produtos</i>	10
2.3.1.1 Dimensionamento da mão-de-obra	16
2.3.1.2 Dimensionamento de equipamentos	17
2.3.1.3 Fluxo de Materiais	18
2.3.2 <i>Fluxo de Movimentação das informações</i>	25
2.3.3 <i>Tempo</i>	26
2.3.4 <i>Custo</i>	26
2.3.5 <i>Nível de serviço</i>	27
3 PRODUTIVIDADE	31
3.1 PRODUTIVIDADE E COMPETITIVIDADE.....	32
4 ESTUDO DE CASO	35
4.1 A EMPRESA	35
4.2 O PRODUTO.....	36
4.3 O PROCESSO.....	36
4.4 DEMANDA DO ESTUDO.....	38
4.5 ANÁLISE DA LINHA DE CHAPAS.....	40
4.6 DIAGNÓSTICO	41
4.6.1 <i>Instalações</i>	41
4.6.2 <i>PCP</i>	45
4.6.3 <i>Qualidade</i>	46
4.7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.7.1 <i>Instalações e recursos</i>	47
4.7.2 <i>PCP</i>	53
4.7.3 <i>Qualidade</i>	54
4.7.4 <i>Considerações Finais</i>	55
5 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICE A.....	61
APÊNDICE B.....	63
APÊNDICE C.....	65
APÊNDICE D.....	67

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: As interfaces do sistema logístico	7
Figura 2: <i>Layout</i> por posição física (posicional)	13
Figura 3: <i>Layout</i> em linha (por produto)	13
Figura 4: <i>Layout</i> funcional.....	14
Figura 5: <i>Layout</i> celular	14
Figura 6: <i>Layouts</i> combinados	15
Figura 7: Modelo construtivo da matriz De-Para	19
Figura 8: Modelo construtivo da seqüência fictícia.....	19
Figura 9: Modelo construtivo da tecnologia de grupo	20
Figura 10: Passo do modelo construtivo do método dos elos.....	21
Figura 11: Passo do modelo construtivo do método dos elos.....	21
Figura 12: Modelo construtivo da carta de processos múltiplos	22
Figura 13: Fase da carta de processos múltiplos	23
Figura 14: Fase da carta de processos múltiplos	23
Figura 15: Fase da carta de processos múltiplos	24
Figura 16: Fase da carta de processos múltiplos	24
Figura 17: Fluxo produtivo da empresa	38
Figura 18: Identificação das causas	39
Figura 19: Modelo construtivo da carta de processos múltiplos	48
Figura 20: 1ª Fase da carta de processos múltiplos	48
Figura 21: 2ª Fase da carta de processos múltiplos	49
Figura 22: 3ª Fase da carta de processos múltiplos	49
Figura 23: 4ª Fase da carta de processos múltiplos	49
Figura 24: Nível de serviço nos períodos	56

QUADROS

Quadro 1: Descrição das áreas de decisão	5
Quadro 2: Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de <i>layout</i>	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tempo de produção de cada tipo de peça	43
Tabela 2: Método do Momento aplicado a comparação dos <i>layouts</i>	50

1 INTRODUÇÃO

A logística reúne as principais áreas da engenharia de produção, agregando conhecimento e reforçando os mesmos já existentes através de uma aliança entre recursos, equipamentos, informações e suas respectivas funções. Tais fatores tornam-se fundamentais na maximização da eficiência produtiva.

O sistema logístico deve ter suas variáveis (recursos, equipamentos, informações) interligadas, a fim de planejar e controlar o conjunto de forma eficiente. Liberando pedidos do fornecedor e/ou consumidor, instruindo a movimentação de materiais e atualizando a situação de cada setor.

A movimentação de materiais no sistema produtivo determina a eficiência da logística interna na empresa, desde o recebimento da matéria-prima até o estoque de produtos acabados. Nesse percurso está compreendido o armazenamento, a produção e a embalagem.

O principal objetivo da logística interna é reduzir custos e maximizar lucros da organização através da melhoria dos processos logísticos da empresa.

A partir do momento em que a informação, os produtos e os serviços circulam de forma rápida e eficiente, são criados mecanismos que aumentam a produtividade e conseqüentemente a lucratividade da organização. Ao gastar menos tempo para desenvolver uma atividade, ganha-se tempo para realizar outras.

A conseqüência imediata é a satisfação do cliente, o qual receberá produtos mais rapidamente e de melhor qualidade, pois são gerados dentro de um processo que está sob planejamento e controle.

O objetivo deste trabalho é apresentar, após uma análise detalhada, com observações *in loco* e diagnóstico, o impacto gerado com a readequação do processo produtivo em um setor de uma empresa de fundição de sucatas de alumínio 100% reciclado e de manufatura de artefatos de alumínio para presentes, a fim de aumentar a eficiência produtiva da mesma, através do estudo da logística interna.

Tal estudo implicou no redimensionamento de recursos humanos e organizacionais, sempre atento à manutenção das melhorias contínuas, utilizando-se de diferentes metodologias na consolidação da tomada de decisões.

1.1 Justificativa

A partir de reuniões com a diretoria da empresa, foram levantadas algumas hipóteses sobre como aumentar a produtividade.

Para desenvolver esse estudo, surgiu a necessidade de identificar os “gargalos” de produção, ou seja, estágios do processo com uso indevido da real capacidade, e quais os fatores que geravam essas falhas no sincronismo dos processos.

Depois de identificados, partiu-se para as etapas de intervenção, focando as causas, a fim de que se pudesse minimizar e até mesmo eliminar totalmente os efeitos e as causas prejudiciais.

Após as readequações realizadas, o processo passou a ser controlado e pôde-se atribuir aumento de metas baseando em dados confiáveis.

1.2 Definição e Delimitação do Problema

O estudo foi realizado em uma das linhas da empresa, a Linha de Chapas, devido à falta de planejamento de sua logística interna e da sincronia entre as etapas constituintes do processo produtivo.

Aliados também à falha no dimensionamento de recursos destinados a essa Linha, entre os quais mão-de-obra, equipamentos e espaço físico, esses fatores estavam impedindo o fluxo de composição dos pedidos nos outros setores da empresa, uma vez que as peças não chegavam no tempo preciso.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Adequar produção e demanda da Linha de chapas em uma empresa de fundição de alumínio.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Otimizar processo produtivo;
- b) Dimensionar capacidade de produção;
- c) Elaborar alterações visando à adequação do processo produtivo;
- d) Redimensionar mão-de-obra, equipamentos e fluxo produtivo.

2 A LOGÍSTICA NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

2.1 Logística na Engenharia de Produção

Segundo a ABEPRO, Associação Brasileira de Engenharia de Produção (2008), compete à Engenharia de Produção o projeto, a implantação, a operação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, materiais, tecnologias, informação e energia. Compete ainda especificar, prever e avaliar resultados obtidos destes sistemas para a sociedade e meio ambiente, recorrendo a conhecimentos especializados da matemática, física, ciências humanas e sociais, conjuntamente com os princípios e métodos de análise e projeto de engenharia.

Ainda segundo a Associação, o profissional deve ter uma sólida formação científica e profissional geral que o capacite a identificar, formular e solucionar problemas ligados às atividades de projeto, operação e gerenciamento do trabalho e sistemas de produção de bens e/ou serviços, considerando seus aspectos humanos, econômicos, sociais e ambientais, com visão ética e humana, em atendimento às demandas da sociedade. Logo, percebe-se que o Engenheiro de Produção deve possuir as seguintes habilidades:

- a) dimensionar e unir recursos humanos e financeiros a fim de produzir com qualidade ao menor custo, sempre atento à manutenção das melhorias contínuas, utilizando ferramentas para ajudar na tomada de decisões;
- b) planejar, implementar e controlar sistemas, produtos e processos;
- c) analisar e corrigir demandas, selecionar tecnologias e *know-how*;
- d) acrescentar conceitos e técnicas de qualidade, nos aspectos tecnológicos e organizacionais, formulando normas e procedimentos de controle e auditoria;
- e) perceber o crescimento produtivo e sua interação entre as organizações e os seus impactos sobre a competitividade;
- f) acompanhar a relação dos sistemas de produção com o meio ambiente, desde a utilização de recursos até a disposição final de resíduos e rejeitos;

- g) utilizar indicadores de desempenho, controle, sistemas de custeio, avaliar viabilidade econômica e financeira de projetos, gerenciar e otimizar fluxo de informações.

O engenheiro de produção, face às suas características multidisciplinares e visão sistêmica, pode atuar em diversas áreas, como: finanças, produção, recursos humanos, *marketing* ou desenvolvimento do produto (ALVES, 2007).

Segundo Tubino (2006), as principais áreas de decisão nos sistemas de produção, bem como uma descrição das decisões que devem ser tomadas estão classificadas em nove frentes:

Áreas de decisão	Descrição
Instalações	Localização geográfica, tamanho, volume e <i>mix</i> de produção, que grau de especialização, arranjo físico e forma de manutenção.
Capacidade de produção	Qual seu nível, como obtê-la e como incrementá-la.
Tecnologia	Quais equipamentos e sistemas, com que grau de automação e flexibilidade, como atualizá-la e disseminá-la.
Integração vertical	O que a empresa produzirá internamente, o que comprará de terceiros, e qual política implementar com fornecedores.
Organização	Qual a estrutura organizacional, nível de centralização, formas de comunicação e controle das atividades.
Recursos humanos	Como recrutar, selecionar, contratar, desenvolver, avaliar, motivar e remunerar a mão-de-obra.
Qualidade	Atribuição de responsabilidades, quais controles, normas e ferramentas de decisões empregar, quais os padrões e formas de comparação.
Planejamento e controle da produção	Que sistema de PCP empregar, que política de compras e estoques, que nível de informatização das informações, que ritmo de produção manter e formas de controle.
Novos produtos	Com que frequência lançar, como desenvolver e qual a relação entre produtos e processos.

Quadro 1: Descrição das áreas de decisão
Fonte: Adaptado de Tubino, 2006

Logística, palavra de origem francesa, era um termo militar que significava a arte de transportar, abastecer e alojar as tropas. Com o passar dos tempos, sua definição tornou-se mais ampla, tanto com uso militar quanto industrial: a arte de administrar o fluxo de materiais e produtos, da fonte para o usuário (MAGEE, 1977).

Para Slack et al (2002), a logística inclui o lado da demanda da distribuição física de bens, além dos consumidores imediatos, através da cadeia de suprimentos até o consumidor final. Incluindo atividades de compra e de distribuição da mesma.

Segundo Jacobsen (2006), o objetivo fundamental da logística é atender adequadamente o consumidor final, administrando globalmente e internamente a empresa e seus agentes logísticos externos através de um processo de gestão integrado, cooperativo e harmonioso de negócios que, de forma sistêmica e simbiótica, envolvendo toda a cadeia de demanda e suprimento, que é assim composta: fornecedores, almoxarifado, fábrica, depósito, centros de distribuição, atacadistas, varejistas e consumidores finais.

Segundo Caixeta-Filho e Martins (2001), a infra-estrutura econômica disponível determina as condições gerais de eficiência da economia, o que reflete diretamente no grau de desenvolvimento alcançado pelos países. Ou seja, a existência de uma infra-estrutura adequada potencializa ganhos de eficiência ao nível do sistema produtivo, e não só de empresa individualmente. Isso porque a disponibilidade compatível desses sistemas eleva o produto final, incrementando a produtividade, enquanto reduz o custo por unidade de insumo.

A orientação dos processos produtivos, buscando atender aos requisitos dos mercados consumidores quanto à qualidade dos insumos e produtos, prazos de entrega, assistência técnica e inovações, tem feito com que a eficiência do sistema logístico se torne uma condição básica para a competitividade de todos os setores da economia (CAIXETA-FILHO e MARTINS, 2001).

Ainda segundo os autores, se os sistemas de infra-estrutura não funcionam adequadamente, isso se reverte nas atividades econômicas como aumento de custo. O resultado é perda de competitividade dos produtos de exportação, no mercado internacional, e preços mais altos no mercado doméstico.

Para Martins e Alt (2006), a logística tem três dimensões: dimensão de fluxo (suprimentos, transformação, distribuição e serviço ao cliente), dimensão de atividades (processo operacional, administrativo, de gerenciamento e de engenharia) e dimensão de domínios (gestão de fluxos, tomada de decisão, gestão de recursos, modelo organizacional).

Martins e Alt (2006) acrescentam que o sistema integrado de logística, é regido por três importantes conceitos. O primeiro esclarece que um sistema é uma série de grupos de atividades aparentemente independentes, mas que, agindo sinergicamente, possibilitam a conclusão de um objetivo. O segundo define que grupos de atividades são áreas específicas de atuação dentro das diferentes empresas envolvidas e o terceiro se refere às interfaces que são fronteiras, às vezes tênues, entre grupos de atividades que permitem o fluxo de informações e materiais de forma sincronizada. A Figura 1 ilustra o funcionamento do sistema:



Figura 1: As interfaces do sistema logístico
Fonte: Martins e Alt, 2006

Ballou (2001) acrescenta que a logística se refere à criação de valor, para clientes e fornecedores e acionistas da empresa, expresso em termos de tempo e lugar. Produtos e serviços não têm valor a menos que estejam sob a posse do cliente quando (tempo) e onde (lugar) eles desejam consumi-los. A boa gestão logística vê cada atividade na cadeia de suprimentos como contribuinte no processo de adição de valor.

2.2 As Decisões Logísticas

Segundo Martins e Laugeni (2005), os gerentes de logística estão envolvidos com três tipos de decisão:

- a) estratégicas (longo prazo): quantidade e localização de facilidades, quantidade e função dos centros de distribuição, depósitos e armazéns, tipo de equipamentos de movimentação e de produção e determinação dos estoques;
- b) táticas (médio prazo): meios de transporte, níveis de estoques, medidas de desempenho e roteiros;
- c) operacionais (curto prazo, dia-a-dia): programa diário de produção, programas diários de embarques, roteiros diários e alocação de pessoal.

2.3 A Logística Interna

O termo “Logística” é geralmente utilizado para definir aspectos importantes do transporte de mercadorias, bens e serviços entre clientes e fornecedores ou mesmo entre centros de distribuição ou unidades de uma mesma empresa. Poucas vezes, no entanto, empresas que possuem essa área, mantêm o cuidado com a movimentação que ocorre internamente, seja ela na linha de produção, entre setores ou mesmo dentro do estoque (DIAS, 2005).

A “Logística Interna” (LI) é fator decisivo quando o tema é competitividade, uma vez que as organizações já buscam ao máximo a otimização e a redução dos custos nos transportes que ocorrem fora da empresa, aqueles que se destacam nesta área podem obter um diferencial importante (DIAS, 2005).

Martins e Laugeni (2005) fazem uma comparação histórica da evolução da logística que deu origem a uma ramificação, pois a antiga visão concentrava-se no transporte e na distribuição física (logística externa), mas atualmente envolve métodos e modelos relacionados ao interior da empresa (logística interna): gestão dos materiais e dos suprimentos e o planejamento, programação e controle da produção.

Essa nova visão tem foco no *core business*, ou negócio principal, para produzir os produtos e não distribuí-los (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Nesse sentido, a curva ABC norteia a produção dos produtos do *core business* caso seja necessária a formação de estoques. É um método de ordenação de itens no estoque e classificação em grupos de acordo com suas importâncias que são escolhidas de acordo com o planejamento e foco da empresa (JACOBSEN, 2006).

Martins e Alt (2006) complementam demonstrando que pela experiência, poucos itens, de 10% a 20% são da classe A, enquanto uma grande quantidade, em torno de 50%, da classe C e 30% a 40% da classe B. Isso porque, os itens A são os mais significativos, representando em torno de 35% a 70% do valor movimentado, os itens B de 10% a 45%, e os itens C representam o restante.

Porter (1989), define que a logística interna é o conjunto de atividades relacionadas com recebimento, armazenamento e distribuição de insumos no produto, como manuseio de material, armazenagem, controle de estoque, programação de frotas, veículos e devolução para fornecedores.

Ainda segundo o autor, a logística interna é diretamente responsável pela cadeia de valor da empresa, pois otimiza processos inerentes às atividades: infra-estrutura do *layout* de distribuição interna e sistemas de informação, desenvolvimento de tecnologias de aquisição e atividades primárias de apoio (manutenção de estoques mínimos e entrega dos produtos nos locais de utilização) o que agregará valor ao produto.

Segundo Gasnie (2008), antes de embarcar qualquer mercadoria, a empresa processa informações, relaciona-se com fornecedores, realiza compras, recebe e verifica materiais, embala e movimenta produtos. Além de controlar todo esse fluxo descrito acima, é necessário ainda qualificar colaboradores, medir e gerenciar custos, avaliar e auditar qualidade. Esse é o papel da logística interna.

Os processos da logística interna são responsáveis pela movimentação e armazenagem dos materiais na empresa. Sem esses processos, não haveria fluxo, logo não haveria as transformações que agregam valor ao produto (GASNIE, 2008).

Segundo Martins e Alt (2006), os principais pontos em que a logística interna se baseia dentro da empresa são: movimentação interna dos produtos, movimentação interna das informações, tempo, custo e nível de serviço. Segue nos próximos itens a descrição detalhada de cada um desses tópicos relevantes que irão nortear o trabalho.

A movimentação interna dos produtos se refere aos processos de produção, de estocagem, de coleta e de embarque (MARTINS e ALT, 2006).

A movimentação interna das informações flui em função dos *feedbacks* e controles internos do processo produtivo (MARTINS e ALT, 2006).

O tempo decorrido entre o desejo de compra e entrega do pedido é um dos condicionantes principais da eficácia da cadeia logística, juntamente com custo e qualidade, representará o diferencial competitivo da empresa perante o cliente (MARTINS e ALT, 2006).

Os custos não agregados ao custo da matéria-prima pela adição de valor (transformação física do material), devem ser controlados pela logística interna evitando paradas no fluxo interno, transportes desnecessários e controles de qualidade (MARTINS e ALT, 2006).

O serviço é a percepção pelo cliente da qualidade de atendimento. Não existem equações matemáticas para medir, mas é possível levantar o que representa valor para o cliente, isto é, o nível de desempenho que ele espera em função do preço pago pelo bem (MARTINS e ALT, 2006).

Para concluir, pode-se afirmar que sem uma logística integrada, interna e externa, os fluxos não existiriam, pois ocorreriam rupturas, ocasionando falhas no alcance do principal objetivo de qualquer empresa: a satisfação das necessidades do cliente (GASNIE, 2008).

2.3.1 Movimentação interna dos produtos

Qualquer operação produz bens e serviços, ou um misto dos dois, e faz isso por um processo de transformação. Transformação significa o uso de recursos para mudar o estado ou condição de algo para produzir *outputs*. Resumindo, a produção envolve um conjunto de recursos de *inputs* para transformar algo ou para ser transformado em *outputs* de bens e serviços (SLACK et al, 2002).

Esses *inputs* constituem nos principais fatores de produção, os quais através do seu arranjo e juntamente com a obediência da lógica traçada pela organização da produção e do trabalho formam um ciclo produtivo (CAMAROTTO, 2005).

Os recursos de transformação são aqueles que agem sobre os recursos transformados (materiais, informações e consumidores) e são chamados de “blocos de construção” de todas as operações: instalações e funcionários (SLACK et al, 2002).

As instalações constituem os prédios, equipamentos, terreno e tecnologia do processo de produção. Já os funcionários compreendem aqueles que operam, mantêm, planejam e administram a produção (SLACK et al, 2002).

Layout é definido por Dias (1993) como o arranjo de homens, máquinas e materiais. É a integração do fluxo típico de materiais, da operação dos equipamentos de movimentação, combinados com a característica que confere maior produtividade ao elemento humano.

Camarotto (2005), define o *layout* industrial como a representação espacial dos fatores envolvidos na produção: homens, equipamentos e materiais e suas interações.

A definição desse espaço tem como objetivo o melhor desempenho conjunto das características de custo, flexibilidade, segurança, condições de trabalho, condições de controle e qualidade para o processo produtivo (CAMAROTTO, 2005). Este arranjo deve seguir os seguintes princípios:

- a) Princípio da integração: os diversos elementos que integram os fatores de produção devem estar harmoniosamente integrados visando à eficiência de produção;
- b) Princípio da mínima distância: o transporte não acrescenta valor ao produto;
- c) Princípio de obediência ao fluxo das operações: materiais, máquinas e pessoas devem se dispor e movimentar-se em fluxo contínuo e de acordo com a seqüência do processo de manufatura;

- d) Princípio do uso das três dimensões: o projeto deve estar orientado para usar as três dimensões para melhor utilização do volume do espaço e não da área do espaço;
- e) Princípio da satisfação e segurança: o ambiente deve propiciar boas condições de trabalho e máxima redução de risco;
- f) Princípio da flexibilidade: o arranjo físico deve servir às condições atuais e futuras.

De acordo com Slack et al (2002), o arranjo físico errado pode levar a padrões de fluxo excessivamente longos ou confusos, estoque de materiais, filas de clientes formando-se ao longo da operação, inconveniências para os clientes, tempos de processamento desnecessariamente longos, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e principalmente altos custos.

Para completar, pode-se ainda citar Muther (1978), que afirma que os custos de implantação de um bom arranjo ou de um arranjo deficiente podem ser praticamente idênticos. Mas, uma vez implantado um arranjo deficiente, os custos relativos ao rearranjo, a interrupção de produção e aos novos investimentos tornam quase impossível transformá-lo num arranjo eficiente.

Assim, conclui-se que o arranjo físico interfere e influencia, diretamente e indiretamente, o desempenho de uma empresa e, conseqüentemente, seus índices de produtividade. Slack et al (2002) evidenciam essa referência quando afirmam que as mudanças no arranjo físico podem afetar os custos e a eficácia geral da produção.

Há cinco tipos básicos de arranjo físico, que segundo Slack et al (2002), são:

- a) arranjo físico posicional: onde máquinas, equipamentos, materiais e pessoas se movimentam para o produto ao longo do processo;

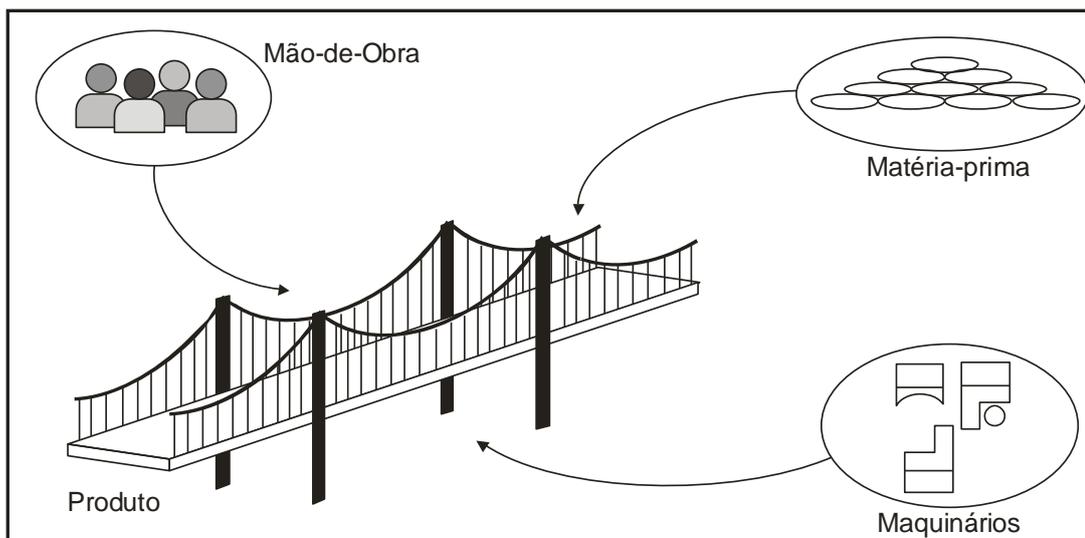


Figura 2: *Layout por posição física (posicional)*
Fonte: Dias, 2005

- b) por produto ou linear: onde a disposição de máquinas e equipamentos obedece ao fluxo do processo produtivo;

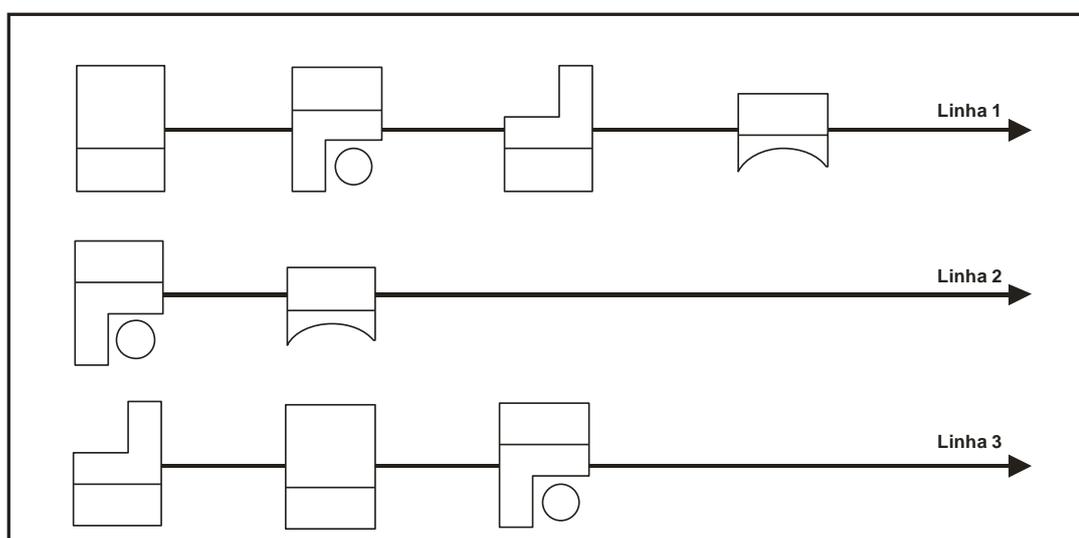


Figura 3: *Layout em linha (por produto)*
Fonte: Dias, 2005

- c) arranjo físico funcional: onde máquinas e processos que realizam operações semelhantes são alocados no mesmo ambiente;

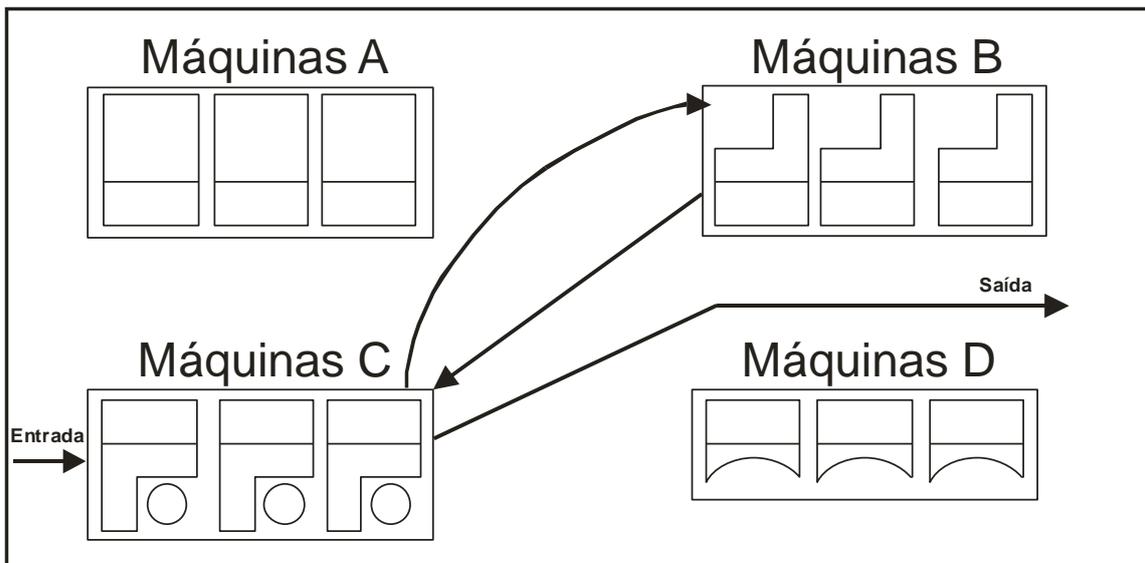


Figura 4: Layout funcional
Fonte: Dias, 2005

- d) arranjo físico celular: caracteriza-se pelo agrupamento de todas as máquinas usadas na fabricação de um determinado grupo ou família de produtos, funcionando como mini-fábricas.

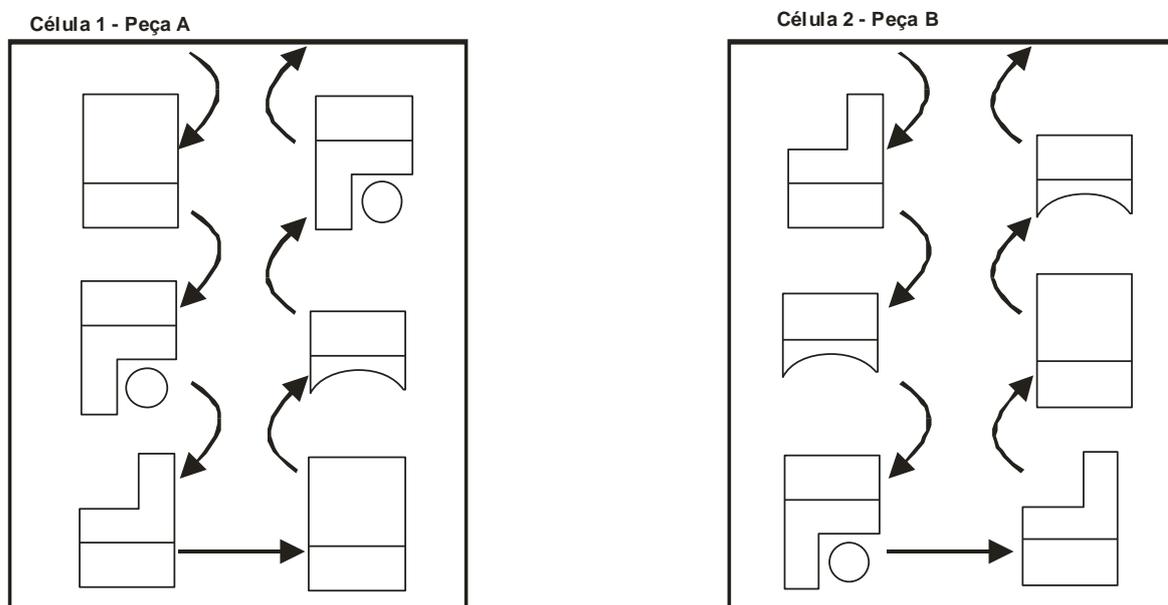


Figura 5: Layout celular
Fonte: Dias, 2005

- e) misto: utilizado para que sejam aproveitadas em um determinado processo as vantagens de dois tipos diferentes de *layout*. Geralmente, se utiliza a associação entre o funcional e a linha de montagem.

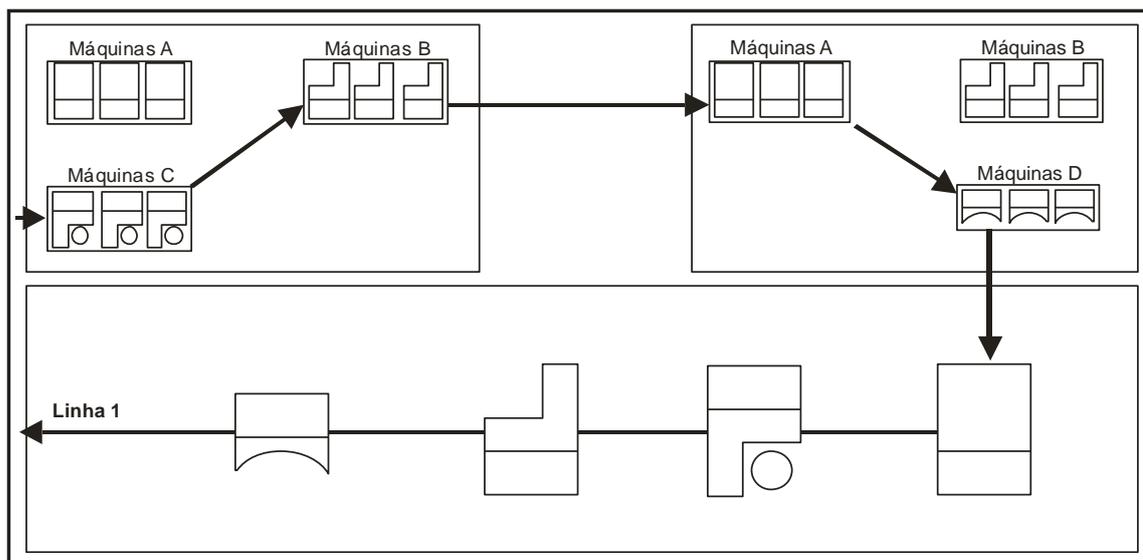


Figura 6: Layouts combinados
Fonte: Dias, 2005

Slack et al (2002) apresentam um quadro que faz um resumo de todos os tipos de *layouts* e explicita vantagens e desvantagens de cada um:

LAYOUT	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Posição fixa	<p>Flexibilidade muito alta de <i>mix</i> e produto</p> <p>Produto ou cliente não movido ou perturbado</p> <p>Alta variedade de tarefas para a mão-de-obra</p>	<p>Custos unitários muito altos</p> <p>Programação de espaços ou atividades pode ser complexa</p> <p>Pode significar muita movimentação de mão-de-obra e equipamentos</p>
Processo	<p>Alta flexibilidade de <i>mix</i> e produto</p> <p>Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas</p> <p>Supervisão de equipamentos e instalações relativamente fácil</p>	<p>Baixa utilização de recursos</p> <p>Pode ter alto estoque em processo ou filas de clientes</p> <p>Fluxo complexo pode ser difícil de controlar</p>
Celular	<p>Pode dar um bom equilíbrio entre custo e flexibilidade para as operações com</p>	<p>Pode ser caro de configurar o arranjo físico atual</p> <p>Pode requerer capacidade</p>

	<p>variedade relativamente alta.</p> <p>Atravessamento rápido</p> <p>Trabalho em grupo pode resultar em melhor motivação.</p>	<p>adicional</p> <p>Pode reduzir níveis de utilização de recursos</p>
Em linha	<p>Baixos custos unitários para altos volumes</p> <p>Dá oportunidade para especialização de equipamentos</p> <p>Movimentação conveniente de cliente e materiais</p>	<p>Pode ter baixa flexibilidade de <i>mix</i></p> <p>Não muito robusto contra interrupções</p> <p>Trabalho pode ser repetitivo</p>

Quadro 2: Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de *layout*
Fonte: Adaptado de Slack et al, 2002

2.3.1.1 Dimensionamento da mão-de-obra

Martins e Laugeni (2005) lembram que em decorrência de alterações de processos produtivos, atualmente não adianta ter mão-de-obra barata se não for produtiva. Na era do trabalhador do conhecimento, seus elevados custos são recompensados por sua produção.

Martins e Laugeni (2005) especificam que para o balanceamento de uma linha de produção, deve-se determinar o tempo de ciclo, que expressa a frequência com que uma peça deve sair da linha, ou seja, o intervalo de tempo entre duas peças consecutivas:

$$TC = \frac{\text{Tempo de produção}}{\text{Quantidade de peças no tempo de produção}} \quad (1)$$

Segundo os autores, a partir do tempo de ciclo, é possível determinar o número mínimo de operadores (N) que teoricamente seriam necessários para uma produção determinada:

$$N = \frac{\text{Tempo total para produzir uma peça na linha}}{\text{Tempo de ciclo}} = \frac{\sum Ti}{TC} \quad (2)$$

2.3.1.2 Dimensionamento de equipamentos

Segundo Martins e Laugeni (2005), a quantidade de equipamentos na produção a ser utilizada depende da capacidade produtiva, do número de turnos e das especificações técnicas de cada equipamento.

Os autores acrescentam que a decisão final dependerá da confiabilidade dos dados do modelo dos equipamentos e da capacidade econômico-financeira da empresa.

Para determinar o número de equipamentos necessários para determinada produção, é importante atentar-se para as unidades das variáveis relacionadas, minutos e unidades compatíveis (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Os dimensionamentos dos equipamentos e dos homens devem ser tratados detalhadamente quando da consideração da estratégia de produção a ser adotada na unidade. No entanto para que estas considerações sejam feitas faz-se necessário um pré-dimensionamento onde se totalizará as frações de homens e equipamentos (CAMAROTTO,2005). A equação geral é apresentada a seguir:

$$N = ((TPOp + TPPr)) * D / J * \eta \quad (3)$$

Onde:

N = número de homens ou de equipamentos no processo;

TPOp = é o tempo padrão para o ciclo de trabalho ou de processo;

TPPr = é o tempo padrão de preparação do equipamento;

D = demanda do processo;

J = jornada de trabalho;

η = rendimento da fábrica.

Quando os equipamentos estiverem relacionados à movimentação de materiais, os mesmos devem ser simples, flexíveis e de baixo custo, preferindo os carrinhos manuais às empilhadeiras (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Quando relacionados à estocagem de materiais, devem ser estruturas moduladas que permitam ampliação em um espaço vertical, paletes padronizados, e que permitam o sistema PEPS-Primeiro que entra, primeiro que sai, programando em uma seqüência crescente das datas de entrada dos produtos (MARTINS e LAUGENI, 2005).

2.3.1.3 Fluxo de Materiais

O fluxo de materiais no sistema produtivo é constituído fisicamente dos itens trocados em um dado sentido entre pessoas (mão-de-obra), materiais (produtos) e informações. (CAMAROTTO, 2005).

Na seqüência, serão apresentados métodos que fundamentam o arranjo físico para adequar a interação entre a mão-de-obra, os equipamentos e o fluxo de materiais.

Método do Momento

Segundo Martins e Laugeni (2005), o Método dos Momentos faz a ponderação de um determinado fluxo de acordo com as distâncias entre as etapas do processo. O fluxo que tiver a menor soma de momentos (M) será o escolhido.

$$M = C_{ij} \times D_{ij} \times Q_{ij} \quad (4)$$

Sendo C_{ij} = custo da distância para transportar uma unidade entre a origem i e o destino j

D_{ij} = distância entre a origem i e o destino j

Q_{ij} = quantidade (ou volume) transportada entre a origem i e o destino j

Carta De-Para

Segundo Camarotto (2005), quando há interesse em explicitar o sentido do fluxo trocado entre os pares, emprega-se uma matriz De-Para, conforme modelo apresentado na Figura 7:

De	Para	1	2	3	4
1		\\\\\\\\\\\\		+	
2			\\\\\\\\\\\\		
3		-		\\\\\\\\\\\\	
4					\\\\\\\\\\\\

Figura 7: Modelo construtivo da matriz De-Para

Fonte: Adaptada de Camarotto, 2005

Segundo o mesmo autor, quando o sentido do fluxo é de difícil definição (ou não interesse em explicitá-lo), ou ainda quando o que se deseja é o total de itens trocados, a tabela representa uma Matriz Triangular.

Método das Seqüências Fictícias

O método das seqüências fictícias é utilizado quando o *mix* corresponde a um pequeno número de produtos com similaridade de processo produtivo, estabelecendo uma seqüência que atenda todos os produtos (Figura 8) (CAMAROTTO, 2005).

Produtos	Seqüências de Operações
I	A B C D A E F D G H
II	A C D A E D G J M
III	B C L A F D G H J
IV	B C D L A E F D J M
Fictício I	A B C D A E F D G H
Fictício II	A B C D A E F D G H J M
Fictício III	A B C D L A E F D G H J M
Fictício IV	A B C D L A E F D G H J M

Figura 8: Modelo construtivo da seqüência fictícia

Fonte: Adaptada de Camarotto, 2005

Tecnologia de Grupo

Segundo Camarotto (2005), outra forma de se estabelecer o arranjo dos recursos, é adotar uma estratégia de família de produtos, de acordo com a similaridade de processo produtivo, chamada de Tecnologia de Grupo. É aplicado em casos em que o *mix* é composto de muitos produtos com uma grande diversidade de processos produtivos.

A abordagem mais conhecida para alocar tarefas e máquinas a células, a análise do fluxo de produção analisa ambos os requisitos do produto e agrupamento de processos simultaneamente (SLACK et al., 2002).

Para obtenção dos grupos, Camarotto (2005) acrescenta que deve-se primeiramente, aplicar o método das seqüências fictícias e construir uma matriz correlacionando produtos e operações.

Tem-se como construção final, o resultado da movimentação das linhas até que se obtenha um arranjo diagonal, conforme ilustrado na Figura 9 (CAMAROTTO, 2005).

Produto	A	B	C	D	E	F	G	H	I
9	X	X							
1	X	X		X					
2	X	X	X						
8		X	X	X					
3			X	X					
7					X	X	X		
6					X		X		
10					X		X		
4								X	X
5									X

Figura 9: Modelo construtivo da tecnologia de grupo
Fonte: Adaptada de Camarotto, 2005

No caso descrito, foi possível identificar 3 famílias de produtos, as quais seriam arranjadas de modo independente na unidade (CAMAROTTO, 2005).

Método dos Elos

O autor relaciona também o Métodos dos Elos, que enfatiza os relacionamentos quantitativos entre as diferentes operações que atendem ao *mix* de produtos (Figura 10).

Produtos	Seqüências de Operações
X	A B C E F
Y	B C D B E F
Z	A B D C E F

Figura 10: Passo do modelo construtivo do método dos elos
Fonte: Adaptada de Camarotto, 2005

Deve-se obter uma matriz diagonal onde a primeira linha represente a seqüência das operações e a primeira coluna represente a mesma seqüência em ordem inversa. A matriz (Figura 11) é preenchida de acordo com os relacionamentos e soma deles deve ser alocada na diagonal inferior (CAMAROTTO, 2005).

	A	B	C	D	E	F
F					III	3
E		I	II		6	
D		II	II	4		
C		II	6			
B	II	7				
A	2					

Figura 11: Passo do modelo construtivo do método dos elos
Fonte: Adaptada de Camarotto, 2005

O método dos elos fornece uma indicação quantitativa para determinar o posicionamento dos recursos produtivos (CAMAROTTO, 2005).

Método da Carta de Processos Múltiplos

Quando há interesse em explicitar o sentido do fluxo trocado entre os setores e há diversos produtos que possuem processos comuns entre si, utiliza-se a Carta de Processos Múltiplos. (CAMAROTTO, 2005).

As Figuras identificadas de 12 a 16 ilustram um exemplo de aplicação dessa metodologia e suas quatro fases (CAMAROTTO, 2005).

Tipo de Equipamento/Processo	Peça A	Peça B	Peça C
Tornos (E1)	1	1	
Fresadoras (E2)	2		1
Retificadoras (E3)		4	3
Tanques de Limpeza óx. (E4)	3	5	
Tanques de Limpeza gordura (E5)	4	6	
Tanques de Cromação (E6)	5	7	
Prensas (E7)		2	2
Furadeiras (E8)		3	
Cabines Pint fundo (E9)	6	8	4
Lixamento (E10)	7	9	5
Cabines Pint e acabamento (E11)	8	10	6
Polimentos (E12)	9	11	7

Figura 12: Modelo construtivo da carta de processos múltiplos
Fonte: Adaptada de Camarotto, 2005

A 1ª fase estabelece os grupos de trabalho, ou seja, grupos de equipamentos que processam as mesmas peças e que estejam no mesmo nível de processamento. Duas regras devem ser seguidas: Regra Horizontal (colocar os mesmos equipamentos na mesma linha) e Regra Vertical (respeitar a seqüência de processamento) (CAMAROTTO, 2005).

A	B	C	
E1	E2		I
E2		E2	II
	E7	E7	III
	E8		IV
E3	E3		V
E4	E5	E6	VI
E4	E5	E6	
E4	E5	E6	
E9	E9	E9	VII
E10	E10	E10	
E11	E11	E11	
E12	E12	E12	

Figura 13: Fase da carta de processos múltiplos
Fonte: Adaptada de Camarotto, 2005

A 2ª fase destaca os grupos de trabalho e as relações entre eles, agrupando equipamentos e processos em blocos funcionais (CAMAROTTO, 2005).

A	B	C		
E1	E2		I	
E2		E2	II	
	E7	E7	III	
	E8		IV	
	E3	E3	V	
E4	E5	E6	VI	
E9	E10	E11	E12	VII

Figura 14: Fase da carta de processos múltiplos
Fonte: Adaptada de Camarotto, 2005

A 3ª fase é a obtenção das relações das atividades em escala e com o fluxo entre elas (CAMAROTTO, 2005).

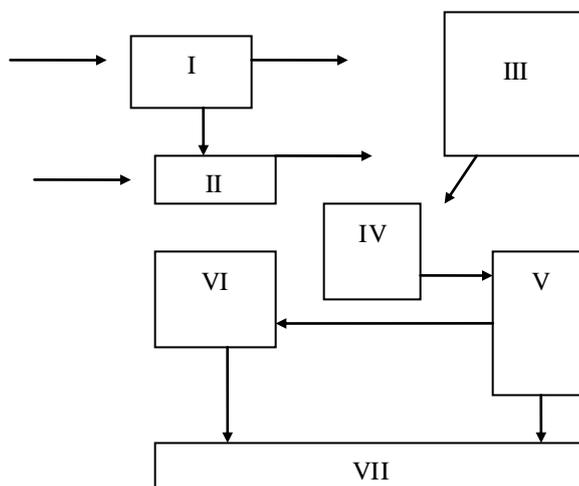


Figura 15: Fase da carta de processos múltiplos
Fonte: Adaptada de Camarotto, 2005

A 4ª e última fase é a obtenção das relações das áreas retirando os espaços vazios entre os blocos (CAMAROTTO, 2005).

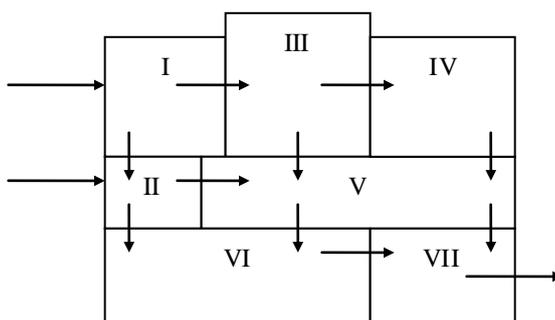


Figura 16: Fase da carta de processos múltiplos
Fonte: Adaptada de Camarotto, 2005

2.3.2 Fluxo de Movimentação das informações

Segundo Ballou (2001), o fluxo de informações está dividido em três fases: procedimentos de interface dos estoques com pedidos de venda, método de transmissão de informações de pedido e regras de pedido.

Martins e Alt (2006) descrevem que a gestão do fluxo de informações é para ter caráter estratégico na obtenção da vantagem competitiva, objetivo final de qualquer empresa. A melhoria da eficácia da utilização da informação passa a ser preocupação de todos na empresa e não somente da alta direção ou do envolvidos com a informática.

Bowersox e Closs (2001) definem que os sistemas de informação logística interligam as atividades para criar um processo integrado, baseado em quatro níveis de funcionalidade:

- a) sistemas transacionais: entrada de pedidos, alocação de estoque, separação de pedidos, expedição, formação de preços e emissão de faturas;
- b) controle gerencial: mensuração financeira, custo, gerenciamento de ativos, mensuração do serviço ao cliente, mensuração da produtividade e mensuração da qualidade;
- c) análise de decisão: programação e roteamento, gerenciamento e níveis de estoque, configuração de redes/instalações e interação vertical x terceirização;
- d) planejamento estratégico: formulação de alianças estratégicas, desenvolvimento e aperfeiçoamento de capacidades e oportunidades, análise do serviço ao cliente focada e baseada no lucro.

Os autores concluem que a informação é um fator fundamental para melhorar a competitividade, pois é um dos poucos recursos cujas capacidades tendem a aumentar e cujo custo tende a diminuir.

2.3.3 Tempo

Segundo Martins e Laugeni (2005), a cronometragem é um dos métodos mais empregados na indústria para medir o trabalho objetivando a eficiência individual para que sejam estabelecidos padrões para a produção e para os custos industriais. O estudo de tempos e métodos é influenciado pelo tipo do fluxo de material dentro da empresa, processo escolhido, tecnologia e características do trabalho.

Martins e Laugeni (2005) ordenam as etapas do estudo do tempo padrão de uma operação, tais como: divisão da operação em elementos, determinação do número de ciclos a serem cronometrados, avaliação da velocidade do operador, determinação das tolerâncias e determinação do tempo padrão.

2.3.4 Custo

Um conceito muito utilizado pela área comercial e de *marketing* é o de valor, ou seja, o quanto o cliente está disposto a pagar pelo desempenho do produto e serviço. O valor é a relação entre desempenho e custo (MARTINS e ALT, 2006).

Os autores acrescentam que fatores como alocação de recursos, eficácia do uso dos recursos, mensuração do empregado e administração de fluxo de caixa, estão diretamente envolvidos com custo.

Segundo Coimbra (2005), o custo logístico é a despesa em atividades de processamento, movimentação, armazenagem e transporte que compreende o fluxo de produtos ou informações.

Dias (2005) explica que através da aplicação de um sistema otimizado de movimentação de materiais pode-se chegar à redução de despesas com mão-de-obra, materiais e outras despesas globais da empresa como acidentes e limpeza.

Segundo Davis et al (2001), os gerentes precisam estar aptos a avaliar o desempenho de suas operações segundo as conseqüências financeiras que elas possam causar.

Ainda segundo os autores, o custo de qualidade está dividido em três importantes controles que contribuem para a minimização do custo monetário total da qualidade quando se atua em cada um deles:

- a) prevenção: esforços para evitar a ocorrência de erros;
- b) detecção e inspeção: avaliação da qualidade desde o recebimento da matéria-prima até a inspeção final;
- c) falha: relacionados aos produtos não-conformes, sem utilidades e ainda aqueles oriundos das reclamações dos clientes. Essas falhas podem ser internas ou externas e devem ser identificadas para posterior atuação a fim de que se elimine.

2.3.5 Nível de serviço

Na perspectiva da logística, serviço ao cliente é o resultado de todas as atividades logísticas ou do processo da cadeia de suprimentos. Com isso, o projeto do sistema logístico estabelece o nível de serviço ao cliente a ser oferecido (BALLOU, 2001).

Segundo Davis et al (2001), os ciclos de vida do produto estão cada vez mais curtos e, portanto, eles tendem a ficar mais rapidamente parecidos com os de outras empresas. Para obter vantagem, as empresas estão fornecendo serviços de “valor agregado”.

É extremamente importante, para qualquer tipo de instituição, saber se o seu nível de desempenho é compatível e se os resultados alcançados são adequados em termos de realidade de mercado (JACOBSEN, 2006).

Para tanto, o primeiro passo é conhecer numericamente a própria *performance* e tentar melhorá-la continuamente. Um segundo passo pode ser a busca do conhecimento do desempenho de outras instituições concorrentes e também do ramo de atividade como um todo, nacional e internacionalmente (JACOBSEN, 2006).

Ainda segundo o autor, a partir desse ponto, de posse das medidas de monitoração, é possível otimizar o processo logístico, procurando compatibilizar os resultados alcançados com os

padrões conhecidos. Tal medida permite identificar causas de problemas que prejudicam o desempenho e atuar na busca de soluções e ajustes.

Nessa circunstância, considerando a importância da logística no contexto organizacional, é importante a medição da qualidade e desempenho dos processos correlacionados. Sendo assim, os indicadores podem servir para medir o desempenho tanto no âmbito interno como externo da organização (MOURA, 2005).

Segundo Davis et al (2001), o desempenho controlado e analisado continuamente, fornece dados que permitirão verificar se as metas e padrões traçados foram alcançados. Entretanto, com uma variedade grande de indicadores de desempenho, é imprescindível que os gerentes sejam seletivos na escolha daqueles que realmente influenciarão no processo.

Ainda segundo os autores, os indicadores mais utilizados e que mais se adequam a diversos processos produtivos são:

- a) produtividade: eficiência que as entradas são transformadas em saídas;
- b) capacidade: volume de saída de um processo, geralmente medido em unidade de saída por unidade de tempo;
- c) qualidade: medida através da taxa de defeito dos produtos fabricados, seja internamente (antes da entrega ao cliente) ou externamente (depois da entrega ao cliente);
- d) velocidade de entrega: existem duas dimensões para mensurar este indicador: tempo transcorrido entre o pedido do cliente até a entrega ao cliente (*lead time*) e variabilidade do tempo de entrega;
- e) flexibilidade: capacidade de produzir produtos personalizados e atender às necessidades de cada cliente;
- f) velocidade do processo: representa o tempo real necessário para a conclusão do processo produtivo, seja como resultado um bem ou serviço, em relação ao tempo onde realmente foi adicionado valor.

Para Martins e Laugeni (2005), o nível de serviço é a relação entre número (valor) de itens entregues e números (valor) de itens pedidos.

O tempo médio para uma empresa processar e entregar um pedido na década de 90 variava de 25 a 30 dias, acrescidos de freqüentes erros na entrega. Isto gerava uma maior necessidade de estoque em todos os elos da cadeia (fabricantes, atacadistas, distribuidores e varejistas). Com o advento da globalização esse cenário vem se transformando, devido às novas demandas provenientes dos altos níveis de competição nacional e internacional (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

Por isso, sistemas computacionais e ferramentas voltadas para a aceleração no atendimento aos pedidos têm sido desenvolvidos no intuito de formar a organização mais competitiva e lucrativa (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

Segundo Bond (2002), a medição de desempenho, de uma forma geral, pode ser definida como atividade de se determinar medidas, extensão, grandeza e avaliação, no sentido de adequar, ajustar, proporcionar ou regular uma atividade. Quando sistematizada, agrega um conjunto integrado de indicadores individuais, que visam prover informações sobre o desempenho de determinadas atividades para determinados fins.

Já sob a perspectiva da gestão da produção, o desempenho pode ser definido como a informação sobre os resultados obtidos de processos ou produtos que permite avaliar e comparar com relação a metas, padrões, resultados passados obtidos em outros processos e produtos (PIRES, 2004).

Além das tradicionais questões internas, empresas, cada vez mais, têm que gerenciar e medir o desempenho de seus principais processos de negócio ao longo da cadeia de suprimentos para garantir a sua competitividade no âmbito nacional e mundial (PAVAN e PIRES, 2004).

Para Bowersox e Closs (2001), as medidas de desempenho logístico servem para comparar o desempenho operacional obtido pelos parceiros com planos pré-estabelecidos de forma conjunta, e daí identificar as lacunas para melhoria em todo o processo.

Podem fazer parte de indicadores de desempenho logístico: o tempo de ciclo de pedido, dias de estoque, freqüência e prazo de entregas, entrega na data prometida, número de entregas

completas e sem erro, custo de armazenagem e movimentação de mercadorias em estoque, custo de venda perdida, ruptura de estoque, produtos vencidos ou avariados, entre outros (DAVIS et al, 2001).

3 PRODUTIVIDADE

O mercado econômico mundial tem se mostrado cada vez mais instável e competitivo, onde os consumidores se tornaram mais exigentes, forçando as empresas a repensarem sobre suas estruturas de produção. Atualmente, o imperativo no mundo dos negócios é oferecer bens e serviços no momento requerido, na quantidade adequada e a preços competitivos. Racionalizar a produção passou a ser imprescindível para a sobrevivência dos empreendimentos lucrativos (VILLAR e PORTO, 2007).

Ainda segundo os autores, concomitante a tais mudanças, tem-se também o desenvolvimento de técnicas e ferramentas eficazes para a adequação da produção às necessidades. Para se alcançar um sistema de manufatura eficiente deve-se combinar: tecnologia de fabricação atualizada, arranjo físico otimizado, mão-de-obra treinada e motivada e uma gerência de produção adequada.

No fim do século XIX, surgiram nos Estados Unidos os trabalhos de Frederick Taylor, pai da Administração Científica, aliados a sistematização do conceito de produtividade, isto é, a procura incessante por melhores métodos de trabalho e processos de produção objetivando o menor custo (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Os autores trazem para época atual afirmando que continua sendo o tema central em todas as empresas. A análise da relação entre *output* (medida quantitativa do que foi produzido) e *input* (medida quantitativa de insumos), permite quantificar a produtividade que sempre foi o grande indicador do sucesso ou fracasso das empresas.

Martins e Laugeni (2005) interam que o conceito de produtividade tem ampla abrangência e que o mais tradicional é a relação entre valor do produto e/ou serviço produzido e custo dos insumos.

Afirmam ainda que todas as técnicas modernas ou antigas, (modismos ou não), atualmente divulgadas, visam o aumento da produtividade. Esse estudo e avaliação do tema vêm recebendo atenção crescente, pois os empresários acreditam que aí está o único caminho da sobrevivência da empresa a médio e longo prazo.

Davis et al (2001) afirmam que as empresas gostariam de medir a produtividade total do processo através dos números totais de entradas e saída, porém as entradas possuem unidades e formas variadas, o que poderia causar certo desentendimento nos gerentes. Por isso, é importante utilizar um ou mais indicadores parciais de produtividade.

$$P = \frac{\textit{output}}{\textit{input}} \quad (5)$$

Sendo P = índice de produtividade

Output = saída de peças

Input = entrada de peças

Produtividade é um indicador relativo. Para ser confiável, ela precisa ser comparada com algum fator. Essa comparação pode ser feita de duas maneiras: com operações similares em outras empresas do mercado (*benchmarking*) ou com o tempo na mesma operação, comparando produtividade em um dado período com os anteriores e seguintes (DAVIS et al 2001).

A administração da produtividade é o processo formal de gestão, envolvendo gerência e colaboradores, a fim de reduzir custos de manufatura, distribuição e venda de um produto ou serviço através da integração de todas as fases do ciclo da produtividade: medida, avaliação, planejamento e melhoria (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Os autores concluem que melhorar a relação *output* sobre *input* e o nível de atendimento aos clientes, permite às organizações ganhar vantagens competitivas nos mercados em que estão.

3.1 Produtividade e Competitividade

Toda empresa seja ela de manufatura ou de serviços está sempre buscando uma forma de obter algum tipo de vantagem sobre seus concorrentes. Atualmente a competitividade existente entre as empresas de um mesmo segmento é muito grande, tornando a sobrevivência no mercado um desafio constante (DIAS, 2005).

Porter (1989) define concorrência como sendo uma força que age continuamente no sentido de diminuir a taxa de retorno sobre o capital investido. Desta forma, se uma determinada indústria apresentar taxa superior que a ajustada pelo “mercado livre” (rendimento igual aos títulos do governo), haverá uma entrada de capital, seja por parte de novas empresas ou por investimentos dos concorrentes já existentes.

Segundo o mesmo autor, essa entrada de capital é limitada por cinco forças competitivas básicas: ameaça de entradas, de substituição, poder de negociação dos compradores, poder de negociação dos fornecedores e rivalidades entre os concorrentes atuais. Segue abaixo a definição de cada uma delas:

- a) Ameaça de entrada: novas empresas que entram para o segmento e/ou desejo de ganhar uma parcela do mercado e freqüentemente recursos substanciais. Como resultado, os preços podem cair ou os custos dos participantes podem ser inflacionados, reduzindo assim, a rentabilidade do setor.
- b) Ameaça de substituição: produtos substitutos reduzem retornos potenciais, colocando um teto nos preços que as empresas podem fixar com lucro. Quanto mais atrativa for a alternativa de preço-desempenho oferecida pelos produtos substitutos, mais firme será a pressão sobre os lucros da indústria.
- c) Poder de negociação dos compradores: compradores também competem através da, barganha por melhor qualidade ou mais serviços e jogando os concorrentes uns contra os outros.
- d) Poder de negociação dos fornecedores: ameaças de elevar ou reduzir a qualidade dos bens e serviços fornecidos. Desta forma, fornecedores poderosos podem sugar a rentabilidade de uma indústria incapaz de repassar os aumentos de custos em seus próprios preços.
- e) Rivalidade entre os concorrentes: essa disputa costuma ocorrer pela concorrência nos preços, batalhas de publicidade, introdução de produtos e aumento dos serviços ou das garantias oferecidas aos clientes.

Para Slack et al (2002), para se atingir a vantagem competitiva em uma empresa de manufatura, deve-se “fazer melhor”. Para o autor, essa é a única forma de se garantir a sobrevivência competitiva em longo prazo.

Os autores acrescentam que “fazer melhor” significa melhorar os cinco desempenhos básicos da produção: fazer certo (com qualidade), fazer rápido (com velocidade), fazer pontualmente (com confiabilidade), poder mudar o que está sendo feito (flexibilidade) e fazer barato (baixo custo).

4 ESTUDO DE CASO

A metodologia adotada neste trabalho foi fundamentada em um estudo de caso, de natureza exploratória, limitado ao setor de produção de peças confeccionadas com chapas de alumínio de uma empresa de fundição de alumínio.

O estudo realizou-se a partir de observações em loco, seguidas de levantamento de dados e informações, tabulação dos mesmos para posterior diagnóstico, formulação de um relatório de propostas de melhoria e implementação das mesmas com devido controle e monitoramento contínuo.

Tal estudo foi realizado a partir das informações iniciais coletadas em junho de 2007 até abril de 2008.

4.1 A Empresa

Fundada em 1991, a empresa iniciou sua história como uma empresa comercializadora de metais. Em meados de 1996 iniciou a produção de utensílios em alumínio, descobrindo na manufatura sustentável um nicho de mercado com grande potencial de crescimento para a região. Por volta de 1998 aconteceu a entrada definitiva no segmento presenteiro do Brasil, atuando assim no mercado de presentes e decorações.

Em 2003 ampliou suas instalações em uma nova sede, com 1500 m² de área construída em um amplo espaço de 6000 m² em um dos bairros industriais na cidade de Maringá, no Paraná. A sede abriga a fábrica, o *show-room*, a área administrativa, o refeitório e a marcenaria.

A empresa possui representantes nos seguintes estados: Pará, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Goiás, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além de contar com o serviço de *telemarketing* dentro da empresa.

A fundição emprega 33 funcionários que possuem uma jornada de trabalho de 8 horas e 50 minutos, de segunda-feira a sexta-feira.

4.2 O Produto

O desejo de criar produtos diferenciados transformou-se em uma verdadeira paixão pelo alumínio. Admirando e valorizando o trabalho artesanal e o desejo de expressar as linhas brasileiras, a empresa voltou-se para a criação e desenvolvimento de peças diferenciadas.

O *mix* de produtos é composto por peças para decoração como porta-retratos, vasos e garrafas e também utilitários, como fruteiras, potes de gelo e bandejas.

O processo produtivo é artesanal, isso significa que as peças são manuseadas individualmente em cada etapa do processo de fabricação.

4.3 O Processo

O fluxo produtivo da empresa funciona regido por um agrupamento de pedidos, denominado ordem de produção, de forma que sua composição seja adequada com a capacidade produtiva de cada setor.

Os produtos se estruturam a partir de duas linhas com processos produtivos diferentes, desde a matéria-prima até o produto acabado.

a) Linha de Fundição

A matéria-prima utilizada é oriunda de sucatas que são derretidas no forno, dotado de uma torre de lavagem destinada ao tratamento da emissão dos gases provenientes da queima.

Fruto da recuperação da sucata do alumínio, as ligas secundárias permitem que o metal seja utilizado na fabricação de diversos semi-elaborados e elaborados, como chapas, perfis, entre outros produtos prontos para reutilização.

A modelagem das peças se concretiza através de moldes envoltos por caixas preenchidas com areia natural, (seu manuseio é inofensivo, pois não contém aditivos químicos), sendo que em cada caixa é aberto um canal por onde é despejado o alumínio derretido. Sua secagem é muito rápida e após alguns minutos as peças são retiradas da terra e levadas até o próximo setor, a Lixa. A peça é lixada por dentro e por fora para

que se possa retirar o aspecto áspero deixado pelo alumínio bruto condensado. E finalmente, ela segue para o Polimento, onde é dado o brilho e o retoque final.

b) Linha de Chapas

As chapas compradas são resultantes da compressão da liga secundária oriunda de sucatas de centros de reciclagem.

As chapas possuem diferentes larguras e são cortadas, na máquina de corte, de acordo com o gabarito de cada peça.

Cada produto tem um grau de dobra para harmonia da peça, por isso, os pedaços de chapas cortados são dobrados na mesa de dobra seguindo o gabarito da peça. Seguem, então, para o Polimento, onde cada parte é polida dos dois lados.

Dependendo da característica do produto, e independente de que Linha pertença, poderá ter como processos subsequentes os setores de Solda e/ou Montagem.

Depois de prontas, as peças vão para o setor de Classificação, onde são feitas a inspeção final e a embalagem em papel reciclado, política de gestão da empresa com foco na sustentabilidade.

Depois de embaladas, as peças são distribuídas de acordo com os pedidos que compõem a ordem de produção. Assim que o pedido é completamente composto por todas as peças requeridas, o mesmo é transportado para Expedição. A Figura 17 esquematiza o fluxograma de processos da fábrica.

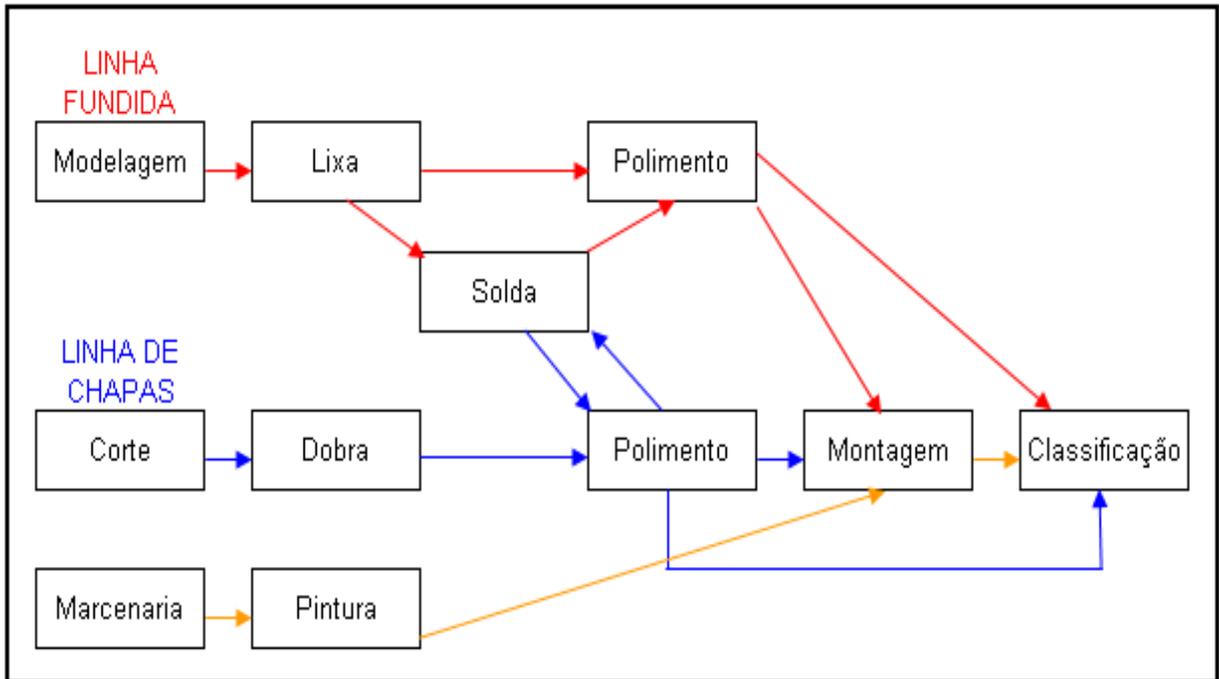


Figura 17: Fluxo produtivo da empresa

4.4 Demanda do Estudo

A fim de aumentar a eficiência produtiva da empresa, definiu-se a necessidade de identificar os “gargalos” de produção, ou seja, estágios do processo com menor capacidade, e quais os fatores que gravam essas falhas no sincronismo dos processos. Para isso, foram levantados os motivos (causas) recorrentes que impediam o fechamento dos pedidos no setor de Classificação.

Durante o período de um mês, diariamente pela manhã, foram levantados os pedidos do dia anterior que não foram fechados e expedidos a fim de identificar as causas do não cumprimento do mesmo. A Figura 18 apresenta a construção do Gráfico de Pareto que permitiu a identificação das causas (de acordo com os setores) que prioritariamente deveriam ser estudadas.

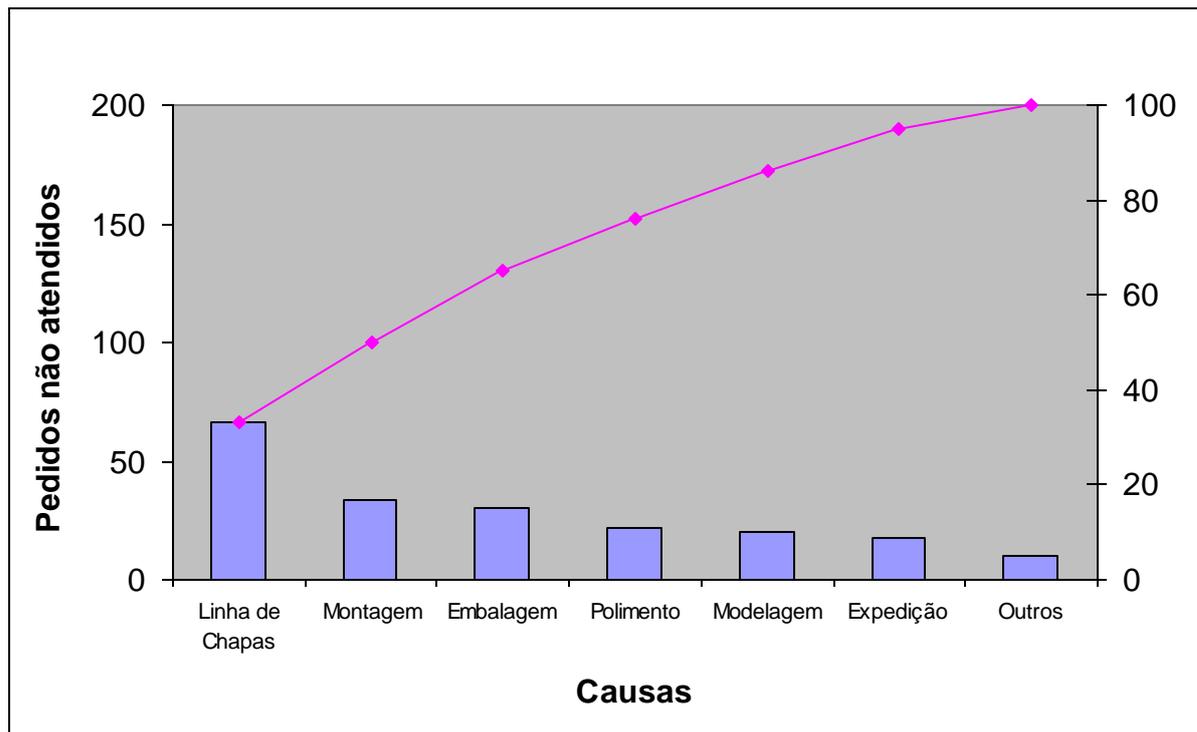


Figura 18: Identificação das causas

Depois de identificadas, partiu-se para as etapas de intervenção, focando as causas, a fim de que se pudesse minimizar e até mesmo eliminar totalmente os efeitos prejudiciais.

As principais causas relacionadas por setor foram:

- a) Linha de Chapas: a linha não conseguia entregar as peças necessárias para que os pedidos do dia fossem fechados;
- b) Montagem: as peças a serem montadas eram disponibilizadas para o setor, próximas ao horário de encerramento de liberação dos pedidos e devido à operação de secagem da cola, estas não eram montadas, pois não havia tempo hábil para secagem;
- c) Embalagem: as peças chegavam próximas ao horário de encerramento de liberação dos pedidos, por isso não havia tempo hábil de limpeza e embalagem das mesmas;
- d) Polimento: como a ordem de produção estava mal dimensionada em relação à capacidade produtiva do setor, era comum o atraso no cumprimento da ordem de produção, gerando um estoque intermediário, atrasando o fechamento de pedidos seguidamente;

- e) Modelagem: O colaborador executa esta atividade conforme a solicitação da ordem de produção. Tal atividade obedece a um seqüenciamento de caixas no chão, as quais são preenchidas com o alumínio derretido todos os dias no fim do expediente. Porém, com o passar do tempo desse preenchimento, ocorria o esfriamento do alumínio que era envasado nas últimas caixas, condensando antes de formar totalmente as peças. Conseqüentemente, essa ordem de produção seguia, para o próximo setor, incompleta. Essas peças passavam a ser refeitas com a ordem de produção do dia seguinte. Logo, passavam a fazer parte dessa ordem posterior, impedindo que o pedido contendo essas peças fosse fechado, ficando retido na expedição durante esse período, um dia a mais dentro da empresa.
- f) Expedição: embora fosse solicitada a coleta de mercadorias, havia dias em que a transportadora não comparecia à empresa.

Através deste levantamento, foi possível identificar que cerca de 67% dos pedidos sofriam algum tipo de atraso na entrega ao cliente, pois dos 300 pedidos mensais, apenas 100 saíam como planejado.

A partir do estudo do princípio de Pareto, decidiu-se iniciar a intervenção pela causa de maior intensidade: o atraso na entrega de peças da Linha de Chapas.

4.5 Análise da Linha de Chapas

Através de observações *in loco*, percebeu-se que a falta de planejamento da logística interna do setor e da sincronia entre as etapas do processo produtivo aliados à falha no dimensionamento de recursos destinados a essa Linha, entre os quais mão-de-obra, equipamentos e espaço físico, é que estavam impedindo o fluxo dos pedidos nos outros setores da empresa. Além disso, o fluxo produtivo precisava de alterações e otimização.

O número de peças diárias a serem produzidas foi baseado no histórico da demanda de pedidos dessa Linha. Definiu-se então, por produção de 30 peças diárias.

4.6 Diagnóstico

Esse estudo foi estratificado em três das nove grandes áreas de decisão da Engenharia de Produção: Instalações, Planejamento e Controle de Produção (PCP) e Qualidade.

4.6.1 Instalações

a) Surgimento

A Linha de Chapas é nova em relação a Linha Fundida. Enquanto a última tem 15 anos, a primeira tem apenas 1 ano e 6 meses. A Linha em estudo se formou dentro do espaço já estabelecido para a fundição, por isso diz-se que ela “nasceu” dentro do espaço originário da Linha Fundida.

Enquanto a Linha Fundida teve, antes de ser instalada, um estudo, ainda que simples, sobre *layout*, disposição das máquinas e fluxo, a Linha de Chapas não possuiu espaço físico destinado a ela antes do início de sua produção, tão pouco um estudo.

Uma amostra de peças confeccionadas com chapas foi levada para uma das feiras em São Paulo, que a empresa participou em Março de 2007, como um teste, o qual obteve sucesso, surpreendendo a todos. Logo iria se fazer necessária a produção dessas peças para a composição dos pedidos.

Como não havia espaço disponível, o polimento das peças da Linha de Chapas começou a ser feito em conjunto com o polimento das peças fundidas, (no mesmo espaço físico), apesar de possuírem processos parcialmente diferentes.

b) Estudo de layout e fluxo de produção

As máquinas foram instaladas sem estudo prévio de posicionamento, fluxo ou mensuração relacionada a número de funcionários necessários ou demanda, apenas construídas a partir da necessidade em razão das vendas da feira.

Conforme o desenho do *layout* antigo (Apêndice A), observa-se o fluxo de cada peça, levada manualmente para os setores de Polimento e de Solda, cruzando por outros setores da produção, o setor da Modelagem e o da Lixa.

c) Transporte

No Polimento, as peças oriundas da Linha de Chapas eram transportadas duas a duas manualmente e dispostas em uma bancada, de forma confusa e desorganizada. Isso ocasionava vários problemas. A seguir os dois mais recorrentes:

- Mistura de chapas componentes de peças diferentes, ocasionando demora para produção, pois eram feitas diversas simulações de construção das peças para separação das chapas correspondentes novamente;
- Quando não se achava, ocasionava desperdícios, pois eram cortadas e dobradas novamente as chapas que haviam “se perdido” na produção.

Na Solda, as chapas eram dispostas no chão, da mesma forma da bancada do Polimento, desorganizada e confusa. Além disso, havia vários contra-fluxos no processo, que contribuíam significativamente para o aumento de tempo de produção.

d) Mão-de-obra

O número de funcionários de produção destinados a essa Linha, foi estipulado da mesma forma que se determinou o posicionamento das máquinas, com decisões momentâneas sem estudo prévio relacionado a demanda, gerando um gargalo. Além disso, essa Linha começava a operacionalizar apenas quando a Linha Fundida estava na metade da jornada de trabalho diário.

A seguir apresenta-se o estudo referente à capacidade necessária para o atendimento à demanda de peças.

Efetou-se o dimensionamento da mão de obra, para posterior comparação. Foi considerado um rendimento (η) em torno de 80% sob a jornada efetiva de trabalho na linha.

Para maior entendimento, algumas variáveis foram calculadas em dois parâmetros: o Tempo de Ciclo real (TCr) e o Tempo de Ciclo teórico (TCt).

Onde:

TC = Tempo de Ciclo

$$TC = \text{Tempo de produção} / \text{quantidade de peças} = (\text{Jornada} * \text{Rendimento}) / \text{Demanda} = \frac{J}{D} * \eta$$

Para $J = 530 * 0,80 = 424 \text{ min}$ e $D = 30$ peças

$$TCt = 424/30 = 14,1 \text{ min}$$

Para calcular o número necessário de colaboradores, considerou-se:

N = número de operadores

$$N = \text{tempo total para produzir uma peça na linha} / \text{Tempo de ciclo} = \sum Ti / TCt$$

sendo Ti o tempo da peça em cada operação

Para calcular o Ti , os tempos dos três grupos do *mix* foram cronometrados e considerou-se distribuição uniforme de demanda desses grupos por ordem de produção, por isso, os tempos nos cálculos foram obtidos de média ponderada entre eles. Segue os cálculos, que deram suporte ao redimensionamento da mão-de-obra:

Tabela 1: Tempo de produção de cada tipo de peça

Demanda diária (un)	Tempo(min)
Peça A	15
Peça B	6
Peça C	9
TOTAL	30

$$\sum Ti = 1194 / 30 = 39,8 \text{ min}$$

Como $\sum Ti = 39,8 \text{ min}$

$N = 39,8/14,1 = 2,8$, ou seja, 3,0 operadores.

Como o ciclo da Linha começava operacionalizar somente na metade da jornada de trabalho, foi considerada uma utilização de 50% da jornada efetiva.

$J = (530/2)*80\% = 212$ minutos

Com esse comprometimento na jornada de trabalho, conseguia se produzir:

$$D = \frac{J}{TCr} = 212/14,1 = 15 \text{ peças}$$

Portanto, nas condições observadas, não se conseguia atender a demanda de 30 peças diárias e para que esta demanda pudesse ser atendida obteve-se que:

$$TCt = 212 \text{ min} / 30 \text{ peças}$$

$$TCt = 7,1 \text{ min/peça}$$

Logo, a cada 7,1 minutos a Linha de Chapas deveria produzir uma peça para que fosse alcançada a produção diária de 30 peças.

Para que se atendesse a demanda nestas condições seria necessário a quantidade de operadores (N):

$$N = 39,8 / 7,1 = 5,6$$
, ou seja, 6 operadores

Verificou-se, portanto, que a Linha de Chapas precisaria de 6 operadores com jornada de 212 minutos para produção diária de 30 peças, porém contava com apenas 2.

A produtividade da Linha foi calculada de acordo com a entrada de peças e a saída das mesmas diariamente, logo:

$$P = \text{output} / \text{input}$$

$$P = 15 / 30 = 50\%$$

É importante lembrar que além do índice de produtividade estar aquém de um nível considerado bom, em torno de 50%, a produção não estava conseguindo atender a demanda.

4.6.2 PCP

a) Programação de produção

A ordem de produção, descrita anteriormente como o agrupamento de diversos pedidos, era liberada para Linha de Chapas. Mais tarde, essas peças eram requisitadas para o fechamento de pedidos que agrupavam a ordem de produção da empresa.

Porém, como não havia mensuração de tempo de produção, estudo de máquinas e funcionários, as peças não chegavam, gerando uma série de pedidos acumulados parados na expedição frequentemente.

b) Comprometimento com a Linha de Chapas

No início da implantação da Linha de Chapas no setor de produtivo, aliado a um vagaroso crescimento de demanda, houve uma falta de comprometimento com a eficiência da mesma de forma generalizada. Como as Linhas estavam no mesmo setor, os funcionários davam preferência a Linha Fundida, deixando apenas parte dos colaboradores do setor da Linha da Fundição para fazer por último as peças da Linha de Chapas.

As atividades de polimento eram realizadas quando os polidores, teoricamente destinados a essa Linha, não estavam envolvidos no polimento da Linha Fundida e eram soldadas quando o soldador não estava soldando as peças originárias da Linha de Fundição.

Isso gerava, mais uma vez, uma série de pedidos acumulados parados na expedição.

c) Operações de corte e dobra

O encarregado do setor de Modelagem da Linha Fundida é também o responsável pelo desenvolvimento e concretização dos lançamentos de peças das duas linhas. Por esse

motivo, foi ele que confeccionou os primeiros modelos e lançamentos das peças da Linha de Chapas.

Após a chegada da feira em que foram lançadas as peças da linha em estudo, o encarregado, (por ser a única pessoa que conhecia as operações de corte e dobra das chapas), tornou-se responsável por essas operações.

Com essa nova atribuição, o encarregado, na maioria das vezes, necessitava de horas extras para realizá-la. Nessas horas eram confeccionadas mais de uma ordem de produção por não conseguir fazer durante a jornada de trabalho normal.

d) Tempo de produção

Não havia cronoanálise, estudo de tempos e métodos, associado à distribuição das atividades do processo, impedindo assim uma programação da produção com datas e um controle de medidas de desempenho, pois não havia dados para serem comparados.

4.6.3 Qualidade

a) Programas de qualidade

Não havia programas de qualidade implantados na empresa, apenas uma tentativa de implantação boicotada pelos funcionários há algum tempo.

b) Documentos

As características dos produtos eram conhecidas apenas pelos funcionários mais antigos na empresa, não havendo nenhum tipo de documento (ficha técnica) relacionado a procedimentos e instruções.

4.7 Resultados e discussão

Através do estudo, constatou-se a necessidade de separar fisicamente as duas linhas. A empresa passou a ter demanda de peças suficiente que justificasse a implantação da linha de chapas adequadamente balanceada, com os processos afins. Com os estudos referentes às técnicas para a implantação e após a consolidação desta, os resultados poderiam servir como parâmetros a ser implantados, também, na Linha Fundida.

Depois de aprovada a separação física, ou seja, a readequação do layout, iniciou-se um estudo sobre dimensionamento de recursos (mão-de-obra e equipamentos), posicionamento dos setores associado à otimização do fluxo, implantação de programação da produção, estudos direcionados a área de qualidade e definição de um plano de ação com metas e acompanhamento detalhado de produtividade, tempos e produção de número de peças por funcionário.

4.7.1 Instalações e recursos

a) Surgimento

Havia um galpão coberto, já construído, onde a intenção era alocar processos conforme o crescimento da empresa, mas sem definição qualquer de setor.

Com a definição do estudo, a solução foi transferir a Linha de Chapas para esse galpão vazio.

b) Estudo de layout e fluxo de produção

O estudo da disposição das etapas do processo produtivo no novo espaço físico foi elaborado de acordo com os princípios de obediência de fluxo, mínima distância entre as operações e os setores produtivos, baseando-se assim na Carta de Processos Múltiplos.

Para isso, o *mix* de produtos da Linha de Chapas foi classificado em três grandes grupos de trabalho, de acordo com o fluxo operacional:

- Tipo A: peças que não passam pela solda;
- Tipo B: peças que passam pela solda e não são lavadas;
- Tipo C: peças que passam pela solda e são lavadas.

A seguir estão relacionadas todas as operações do processo produtivo, seguido de agrupamento e posterior sugestão de alocação das mesmas no *layout* a partir da Carta de Processos Múltiplos.

Tipo de Equipamento/Processo	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Máquina de Corte (E1)	1	1	1
Mesa de dobra (E2)	2	2	2
Polimento (E3)	3	3 6	3 6 8
Solda (E4)		4	4
Lixa (E5)		5	5
Lavagem (E6)			7
Montagem (E7)	4		9
Classificação e Embalagem (E8)	5	7	10

Figura 19: Modelo construtivo da carta de processos múltiplos

A	B	C	
E1	E1	E1	I
E2	E2	E2	
E3	E3	E3	
	E4	E4	II
	E5	E5	
	E3	E3	I'
		E6	III
		E3	I''
E7		E7	IV
E8	E8	E8	V

Figura 20: 1ª Fase da carta de processos múltiplos

A	B	C	
E1	E2	E3	I
	E4	E5	II
	E3	E3	I'

		E6	III
		E3	I'
E7		E7	IV
E8	E8	E8	V

Figura 21: 2ª Fase da carta de processos múltiplos

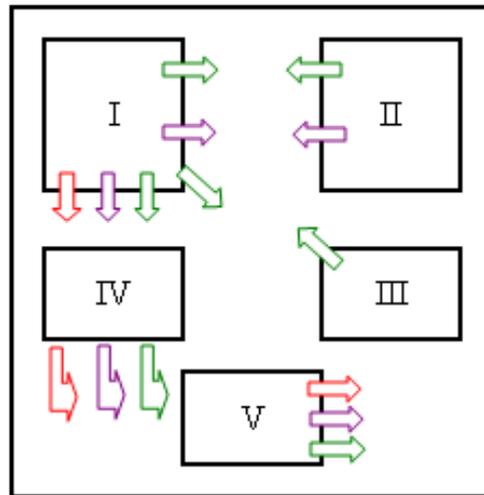


Figura 22: 3ª Fase da carta de processos múltiplos

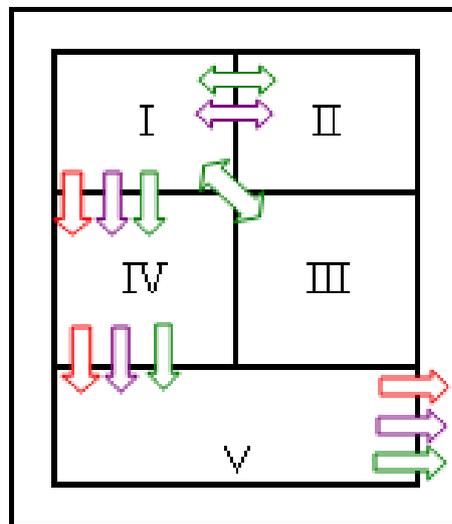


Figura 23: 4ª Fase da carta de processos múltiplos

O *layout* final foi estabelecido conforme a metodologia da Carta de Processos Múltiplos. O mesmo encontra-se no Apêndice B.

A readequação do layout auxiliou na otimização do processo, pois eliminou contra-fluxos e organizou os espaços físicos de cada etapa.

Foi aplicado o Método do Momento para comparação das distâncias entre os setores, referente ao fluxo do processo produtivo, entre o *layout* antigo com o implantado. O fluxo escolhido, para representar a avaliação, foi o do grupo de Peça C por conter todas as etapas.

Adotou-se como denominação *Layout 1*, anterior ao redimensionamento e por *Layout 2* após a implantação (Tabela 2).

Tabela 2: Método do Momento aplicado a comparação dos *layouts*

Fluxo	Distância (m)	
	<i>Layout 1</i>	<i>Layout 2</i>
Até E1	8,00	6,10
E1 - E2	6,60	3,10
E2 - E3	42,70	9,30
E3 - E4	29,50	22,30
E4 - E5	8,40	22,40
E5 - E3	18,30	2,00
E3 - E6	3,00	9,50
E6 - E3	3,00	11,70
E3 - E7	38,30	28,30
E7 - E8	6,40	6,40
Até E8	5,10	5,10
TOTAL	169,30	126,20

Através desse estudo, pôde-se verificar a diminuição em 25% do percurso do fluxo produtivo.

c) Transporte

Foram projetados e construídos três carrinhos móveis seccionados, de maneira que cada secção coubesse uma peça. Cada carrinho é locado em um setor da Linha de Chapas.

O primeiro pertence ao setor de Corte e Dobra, onde as chapas de cada peça ficam dispostas em um espaço da divisão. Obedecendo ao fluxo, localiza-se o segundo carrinho no Polimento e o terceiro na Solda, finalizando o processo.

Após a conclusão da ordem de produção por parte dos setores, os carrinhos correspondentes giram seguindo o fluxo produtivo.

d) Mão-de-obra

A equipe foi redimensionada de acordo com o plano de ação e implantação de metas. Além disso, foi implantada a distribuição das atividades de acordo com o ciclo por colaborador. A seguir apresenta-se o redimensionamento da mão de obra considerando os mesmos 80% de rendimento sob a jornada efetiva de trabalho na linha.

Para maior entendimento na comparação posterior, algumas variáveis foram calculadas em dois parâmetros, o real (r) e o teórico (t).

Onde:

TC = tempo de ciclo

TC = Tempo de produção / quantidade de peças = Jornada / Demanda

A jornada efetiva após a definição da criação do setor é completa.

$J = 530 * 80\% = 424$ minutos

$TCt = 424 \text{ min} / 30 \text{ peças}$

$TCt = 14,1 \text{ min/peça}$

Com as mudanças realizadas e o ciclo otimizado, foi possível trabalhar com ordem de produção para implantação de um estoque de segurança, uma vez que a capacidade produtiva aumentou significativamente, de 30 peças para 45 peças diárias.

$$TCr = 424 \text{ min} / 45 \text{ peças}$$

$$TCr = 9,4 \text{ min/peça}$$

Portanto, a cada 14,1 minutos a Linha de Chapas deveria produzir uma peça para que fosse alcançada a produção diária de 30 peças, porém seu tempo de ciclo estava em 9,4 minutos, possibilitando um aumento de 50% na capacidade.

Com a mão-de-obra redimensionada e exclusiva para a Linha de Chapas, a produção tornou-se organizada, pois há disposição e ordem nas atividades para cada funcionário. De acordo com o estudo previamente realizado, a Linha de Chapas precisaria de 3 operadores com jornada de 424 minutos para produção diária de 30 peças. A Linha passou a ter os 3 colaboradores, porém com uma eficiência maior.

A produtividade da Linha foi calculada de acordo com a entrada de peças e a saída das mesmas diariamente, logo:

$$P = \text{saída (output)} / \text{entrada (input)}$$

$$P = 45 / 30 = 150\%$$

É importante frisar que a Linha está formando um estoque de segurança nortado pela curva ABC. O efeito dessa programação resultou em um aumento aproximado de 30% no faturamento da Linha.

As principais conseqüências desse aumento surtiram efeito em toda a empresa, pois serviu de *benchmarking* aos outros setores.

4.7.2 PCP

a) Programação de produção

Realizou-se um estudo de cronoanálise das operações para que se pudesse mensurar adequadamente os custos e elaborar o balanceamento da Linha de produção, adequando os recursos de manufatura.

O estudo de cronoanálise foi a base para a sincronia do funcionamento do giro dos carrinhos, uma vez que não permite a existência de estoque intermediário e conseqüente sobrecarga, nem tempo ocioso. Com ele, também foi possível minimizar os custos de fabricação das peças.

Foi implementado um sistema de programação de produção, através do rodízio das ordens de produção, obedecendo ao seqüenciamento PEPS (Primeiro que entra, primeiro que sai).

O giro do carrinho é realizado na seqüência: a ordem A (carrinho 1) está no setor de Corte e Dobra, a ordem B (carrinho 2) se encontra no setor de Polimento e a ordem C (carrinho 3) se encontra no setor de solda. Após a conclusão das mesmas os carrinhos seguem para o setor subseqüente, de acordo com a ordem de produção.

b) Comprometimento com a Linha de Chapas

Foi implantado um programa de metas de produção diária com a seguinte regra: o cumprimento na maioria dos dias úteis do mês é reconhecido através de uma política motivacional com prêmios simbólicos.

O conhecimento dessa meta pelos funcionários, trouxe uma ansiedade positiva e benéfica de alcançá-la dia-a-dia. Seu cumprimento traz satisfação e sensação de dever cumprido, o não cumprimento gera força e motivação para superação no dia seguinte. Com isso, a partir da readequação do layout, as metas traçadas, são cumpridas todos os meses.

c) Operações de corte e dobra

As operações de corte e de dobra das chapas passaram a ser realizadas por um colaborador do setor, dando a ele responsabilidade de manter a alimentação do Polimento.

Com o estudo de tempos, foi possível determinar que era necessário apenas meio jornada de trabalho diário para suprir a necessidade das próximas etapas, por isso proporcionou que esse colaborador realizasse outras operações, parte dos outros processos, caracterizando para esse setor um funcionário com flexibilidade de função.

d) Tempo de produção

Passaram a ser controlados índices para possibilitar agir sobre os desvios em relação aos objetivos e metas traçados. Através desse controle foi possível estipular menor prazo de entrega e atender às datas solicitadas pelos clientes.

Além disso, o estudo dos tempos e das dificuldades das operações auxiliou na formação dos custos. Segue no Apêndice C o modelo da ficha de tempos utilizada.

4.7.3 Qualidade

a) Programas de qualidade

Foram implantados dois programas visando a melhoria da qualidade nas peças, no setor e nas instalações.

O primeiro foi o Programa 5S que visa ordem, limpeza, padronização, disciplina, fatores essenciais para que se conservassem áreas de acesso limpas e organizadas, evitasse desperdícios, facilitasse as atividades e a localização de recursos.

O segundo é o *Poka-yoke*, que adota uma política de prevenção de erros. Adotou-se uma filosofia de eliminar ocorrências de não-conformidades no setor de Classificação, obtendo sucesso nessa realização com zero de defeitos.

O Polimento, ao receber o carrinho do setor de Corte e Dobra, confere a ordem de produção de acordo com a quantidade e a conformidade. Seguindo o processo

produtivo, o setor de Solda, que possui uma cópia de ordem de produção, realiza o mesmo procedimento, a conferência nos mesmos moldes.

Essas conferências não levam mais do que 2 minutos e evitam que não conformidades sejam identificadas somente no final do processo, além disso, agiliza a identificação de uma não-conformidade e sua conseqüente reparação.

Antes das peças serem levadas para o setor de Classificação, as mesmas são novamente avaliadas pela encarregada de produção.

Os efeitos causados pelos programas de qualidade implantados na Linha de Chapa foram fundamentais e elogiados pelo setor de Embalagem, devido à eliminação da ocorrência de peças não-conformes que chegavam ao setor. O programa 5S tornou-se referência e motivou os outros setores a aplicar a rotina do programa.

b) Documentos

Foram elaboradas fichas técnicas contendo informações sobre o produto: foto, medidas, fluxo operacional, tempos de processo, especificidade da chapa, dimensionamento. Segue um exemplo no Apêndice D.

Além disso, foram criados gabaritos para todas as peças soldadas.

Os documentos elaborados se mostraram extremamente relevantes principalmente na época de alta demanda de produção, quando o volume de lançamentos (peças que ainda não são rotineiras nas diversas etapas do processo) aumenta significativamente.

4.7.4 Considerações Finais

Todas as implantações realizadas na Linha de Chapa foram fundamentais para o alcance do objetivo traçado: readequar a logística interna desse setor da empresa.

Um dos indicadores de desempenho implantados como meta foi a redução do número de pedidos atrasados, priorizando o nível de serviço. Houve uma queda do índice de pedidos não atendidos de 67% para 45% no início das implantações.

Atualmente, essa readequação, objeto desse estudo, está sendo implantada nos demais setores da empresa, alcançando, até o mês de abril de 2008 um índice de nível de serviço de 76%, conforme ilustrado na Figura 24:

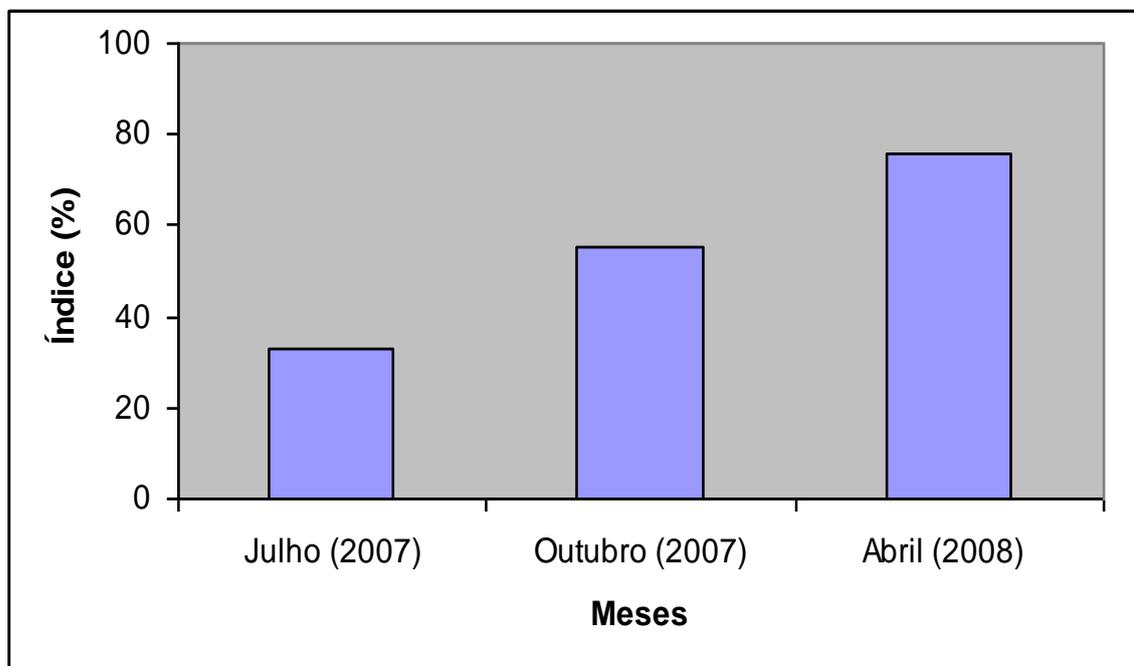


Figura 24: Nível de serviço nos períodos

Através das melhorias implantadas, houve um aumento significativo no consumo de matéria-prima reciclada por período, resultante do incremento no nível de serviço da empresa.

O montante planejado pelo setor de Compras, que antes supria um semestre tornou-se bimestral, numericamente significou aumento em cerca de 50%.

Estima-se que esse crescimento refletiu em um acréscimo em torno de 10% no faturamento mensal da empresa.

5 CONCLUSÃO

Através do estudo, pôde-se concluir que o índice de nível de serviço e a produtividade aumentaram em consequência da readequação da logística interna. A produção balanceada e a construção de estoques contribuíram para que os pedidos fossem atendidos mais rapidamente e atingindo o principal alvo da organização: os clientes, pois, estes ficaram satisfeitos com o atendimento em relação à diminuição do prazo de entrega.

Com o programa de prevenção de erros e a conscientização de senso de organização e limpeza, as peças não-conformes entre as etapas diminuíram significativamente, beneficiando a qualidade dos produtos que foi elogiada pelo setor de Classificação e mais uma vez, pelos clientes.

O resultado de maior relevância foi a adequação e sincronia entre produção e demanda em um dos principais setores que ocasionava diminuição do índice de produtividade da empresa.

Com o processo otimizado e a capacidade (mão-de-obra, equipamentos e fluxo produtivo) redimensionada, o aumento da eficiência produtiva propiciou o aumento de lançamento do *mix* de produtos, pois levou ao Desenvolvimento do Produto maior confiança de produção. Logo, houve o aumento de vendas no mercado e conseqüentemente aumento no faturamento da empresa.

REFERÊNCIAS

- ABEPRO, Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=440&s=1&c=417>>. Acesso em: 15 mar. 2008.
- ALVES, J.O. **Análise da eficiência energética em uma indústria de mobiliário para escritório.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 27., 2007, Foz do Iguaçu. Anais anteriores... Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR650480_9292.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2008.
- BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BOND, E. **Medição de desempenho para a gestão da produção em um cenário de cadeia de suprimentos.** 2002, 125p. Tese (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2002.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D.J. **Logística Empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- CAIXETA-FILHO, J.V.; MARTINS, R.S. **Gestão Logística do Transporte de Cargas.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- CAMAROTTO, J.A. **Projeto de Instalações Industriais.** São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. Apostila do curso de Engenharia de Produção, 2005. Disponível em: <<http://www.simucad.dep.ufscar.br/instalacoes/apostila2005.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2008.
- COIMBRA, C.S. **O custo da ineficiência na logística interna.** In: Congresso USP Controladoria e Contabilidade, 5., 2005, São Paulo. Anais anteriores... Disponível em: <<http://www.congressoeac.locaweb.com.br/artigos52005/508.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2008.
- DAVIS, M.M.; AQUILANO, N.J.; CHASE, R.B. **Fundamentos da administração da produção.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- DIAS, K. I. **Estudo da logística interna como aliada na obtenção de vantagem competitiva.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, 2005.
- DIAS, M. A. P., **Administração de Materiais: Uma abordagem Logística.** 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1993.

GASNIE, D.G. **Logística não é só transporte**. São Paulo. Artigos e cases... Disponível em: <http://www.aslog.org.br/artigo.php?id=3>. Acesso em: 20 maio 2008.

JACOBSEN, M. **Logística Empresarial**. 2. ed. Itajaí: Editora da Universidade do Vale do Itajaí, 2006.

MAGEE, J.F. **Logística Industrial: análise e administração dos sistemas e suprimento e distribuição**. São Paulo: Pioneira, 1977.

MARTINS, P.G.; ALT, P.R.C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOURA, R.A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais**. São Paulo: IMAM, 2005.

MUTHER, R. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blücher, 1978.

PAVAN, F. M.; PIRES, S. R. I. Medição de desempenho na gestão da cadeia de suprimentos: uma proposta de indicadores de desempenho baseados no modelo score e nas dimensões competitivas da manufatura. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 24., 2004, Florianópolis. Anais anteriores... Rio de Janeiro: ABEPRO, 2004. Disponível em: <http://publicacoes.abepro.org.br/index.asp?pchave=pavan&ano=2004>. Acesso em: 25 jul. 2008.

PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos**. São Paulo: Atlas, 2004.

PORTER, M. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

SLACK, N. CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

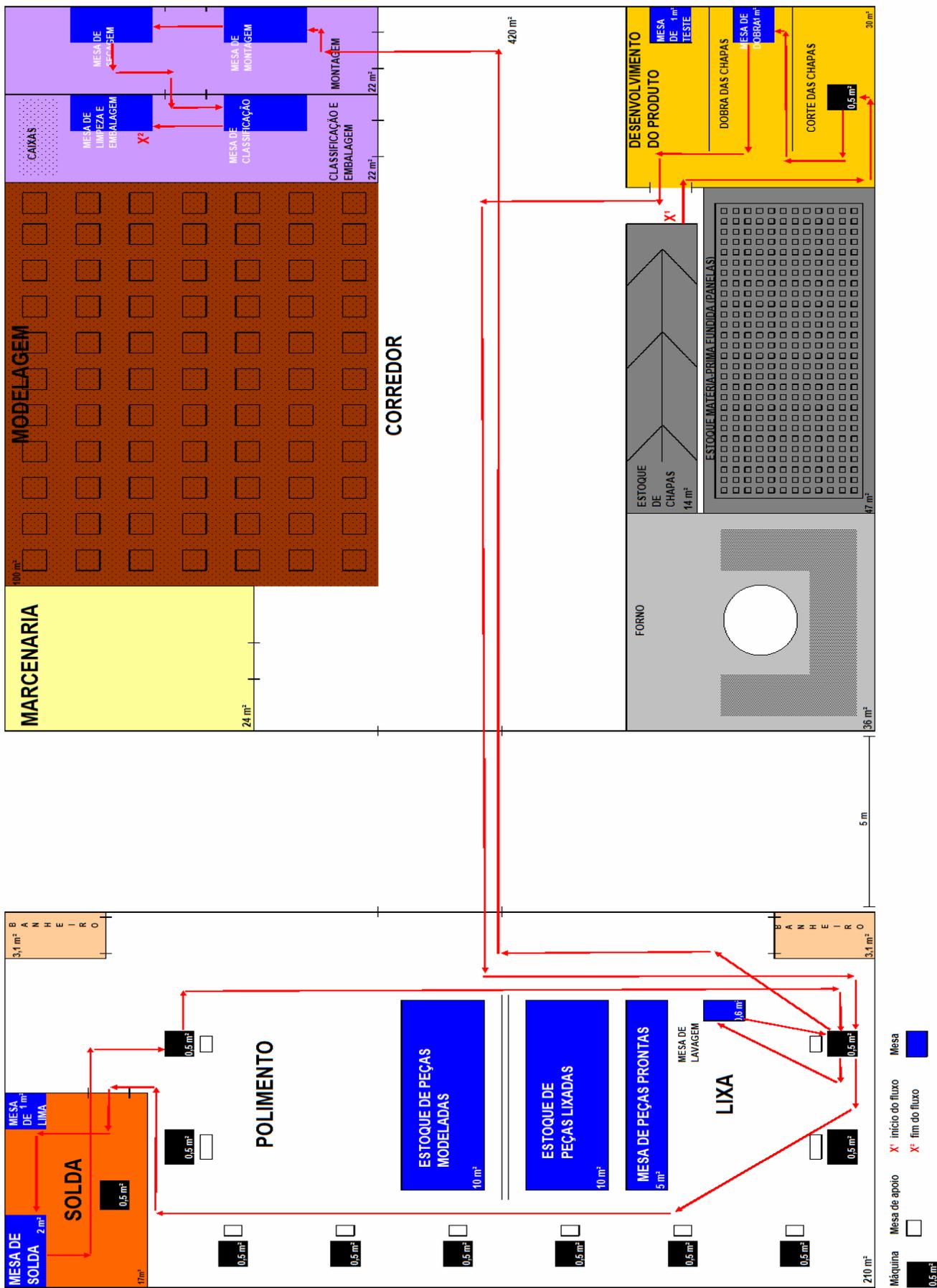
SOUZA, P. T. **Logística interna para empresas prestadoras de serviços**. Guia de Logística. Disponível em: <http://www.guiaelog.com.br/ARTIGO350.html>. Acesso em: 04 abr. 2008.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

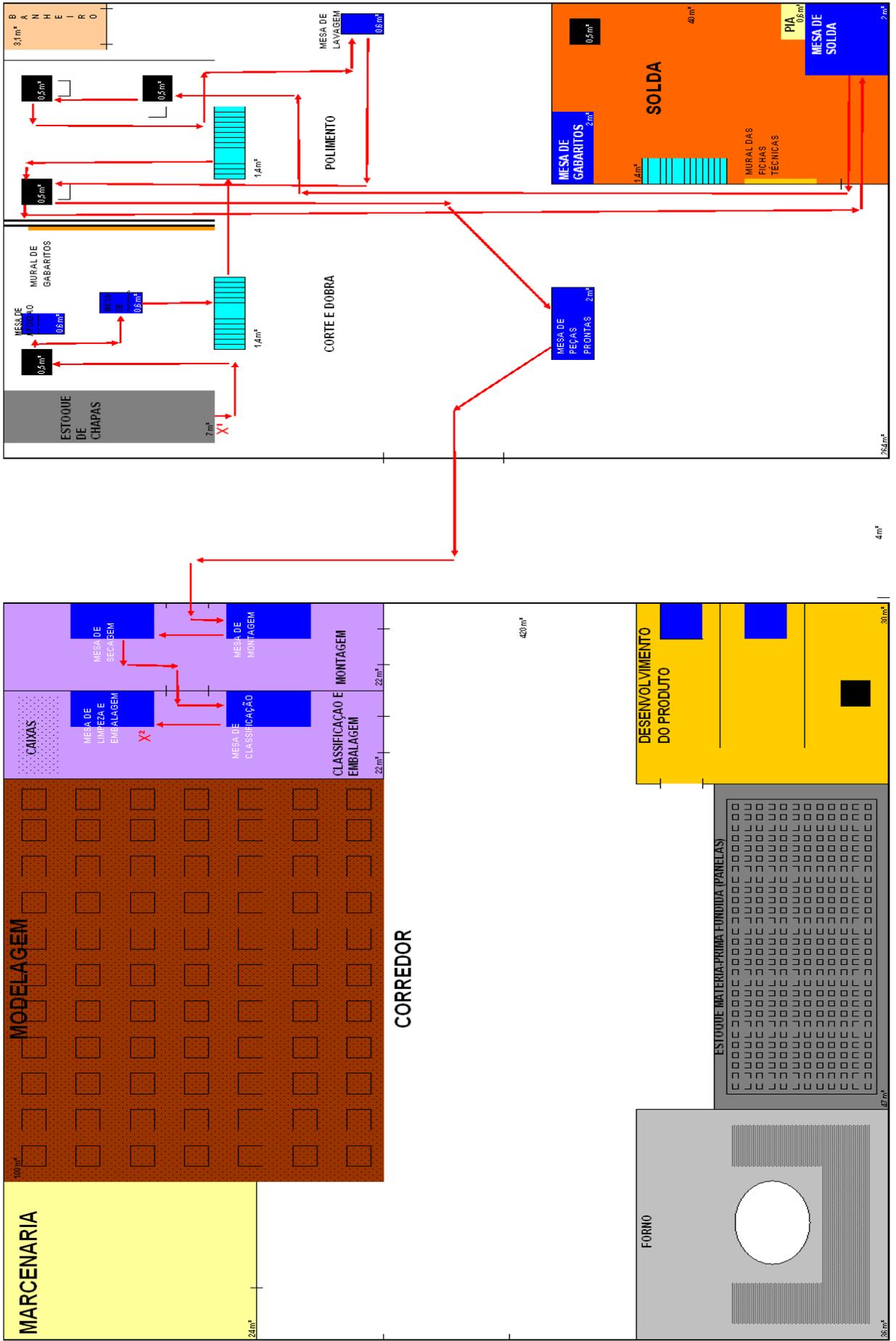
VILLAR, A.M.; PORTO, E.S. **Análise do arranjo físico geral como base para racionalização da produção – um estudo de caso**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007, Foz do Iguaçu. Anais anteriores... Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR570429_0377.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2008.

APÊNDICE A – *Layout Antigo*



APÊNDICE B – *Layout Atual*



APÊNDICE C – Exemplo da ficha de tempos

FICHA DE TEMPOS

Código 3045

Descrição Vaso 11 B fina

Grupo C

Operações (s)							
Corte	Dobra	Polimento	Solda	Lixa	Lavagem	Montagem	Classif. Embalag.
3' 01"	4' 02"	27' 38"	18' 04"	4' 33"	3' 02"	3' 59"	2' 01"
		18' 33"					
		5' 46"					

Resultados

Total aprox. 91 minutos

Peças/dia 4

Meta 5 pç/dia

Dificuldade Alta

Curva ABC A

Obs: Um dos principais produtos que compõem o estoque de segurança

APÊNDICE D – Exemplo da ficha técnica

Ficha	Código	Descrição	Chapa	Medidas
1	3000/01*	Centro mesa barca mad/al*	2,5 cm	5 barras de 78 cm
Tempo de produção: 20 minutos		Base	2,5 cm	2 barras de 16 cm
Opção: pé em alumínio ou madeira		Pé*	2,5 cm	2 barras de 16 cm
<p>Sequência operacional</p> <p>3000 - Corte, dobra, polimento, solda, polimento, lixa e montagem do pé de madeira</p> <p>3001 - Corte, dobra, polimento, solda, polimento, solda do pé de alumínio, lixa e polimento</p>				
<p><u>Cuidados na solda:</u> verificar distância entre barras na base e nível da peça.</p> <p><u>Cuidados no polimento:</u> quando for pé de alumínio, verificar aspecto cortante nas extremidades. Antes da liberação final, analisar a qualidade da peça.</p> <p><u>Cuidados na montagem:</u> verificar nível da peça.</p>				
				

**Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR
CEP 87020-900
Tel: (044) 3261-4196 / Fax: (044) 3261-5874**