

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DE UM
SISTEMA DE CÓDIGO DE BARRAS EM UMA INDÚSTRIA
METALÚRGICA: UM ESTUDO DE CASO**

Renata de Carvalho Paes de Andrade
Orientadora: Gisele Cristina Sena da Silva

Recife, setembro de 2006

Renata de Carvalho Paes de Andrade

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DE UM
SISTEMA DE CÓDIGO DE BARRAS EM UMA INDÚSTRIA
METALÚRGICA: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada à graduação
de Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Pernambuco
como requisito para a conclusão do
curso de graduação

Orientadora: Gisele Cristina Sena da Silva

Recife, setembro de 2006

A554a

Andrade, Renata de Carvalho Paes de

Análise dos impactos da implantação de um sistema de código de barras em uma indústria metalúrgica: um estudo de caso / Renata de Carvalho Paes de Andrade. – Recife: O Autor, 2006.

vi, 44 f.; il., tabs.

Monografia (TCC) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Depto. de Engenharia de Produção, 2006.

Inclui referências bibliográficas e anexo.

1. Engenharia de Produção. 2. Sistema de Produção. 3. Código de Barras. 4. Logística Interna. I. Título.

658.5 CDD (22.ed.)

UFPE/BCTG/2006-116

AGRADECIMENTOS

À professora Gisele Sena, minha orientadora, pela atenção, paciência e dedicação concedidas.

À Musashi do Brasil, pela oportunidade de participação em um projeto de dimensões tão amplas e a confiança na realização do trabalho.

À minha família e amigos que a esta altura se confundem, na forma mais positiva e sem os quais este curso de graduação não teria sido o mesmo.

RESUMO

Este trabalho é voltado para a apresentação de um estudo de caso em uma indústria metalúrgica multinacional referente à implantação de um sistema de controle automático de dados no chão de fábrica, com o propósito de melhorar a precisão, rapidez, segurança e clareza das informações consultadas pelos gestores. A análise foi feita baseando-se no dia-a-dia da empresa alvo, enfrentando dificuldades e tecendo maneiras de contorná-las utilizando ferramentas desenvolvidas pela equipe envolvida e outras encontradas na literatura. Os resultados encontrados foram bastante positivos, amenizando problemas que aconteciam antes do sistema de código de barras e proporcionando informações de alta qualidade, em tempo hábil e de flexibilidade elevada, facilitando a consulta e gerenciamento da fábrica.

Palavras Chave: Sistema de Produção, Código de Barras, Logística Interna.

SUMÁRIO

1. Introdução	3
1.1. Problemática	3
1.2. Justificativa	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo Geral	4
1.3.2. Objetivo Específico	4
1.4. Estrutura do Trabalho	5
2. Fundamentação Teórica	6
2.1. Introdução	6
2.2. Sistemas de Produção	6
2.2.1. Sistema Flexíveis de Manufatura (SFM)	10
2.2.2. Sistema Toyota - Produção Enxuta	14
2.3. Indústria Metalúrgica	16
2.4. Código de Barras	17
2.5. Resumo do Capítulo	23
4. Estudo de Caso	24
4.1. Descrição da empresa	24
4.2. Processo	25
4.3. Situação anterior à implantação	26
4.4. Situação posterior à implantação	29
4.5. Resumo do Capítulo	34
5. Considerações Finais e Resultados Obtidos	39
6. Conclusão	41
7. Referências Bibliográficas	42
ANEXO	

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1. Elementos do Sistema de Produção	7
FIGURA 1.2. Ciclo de Geração e uso de dados de chão de fábrica	13
FIGURA 3.1. Exemplo de Código 39	21
FIGURA 3.2. Exemplo de Código 128	21
FIGURA 3.3. Exemplo de Código ITF	21
FIGURA 3.4. Exemplo de Código UPC ou EAN	22
FIGURA 3.5. Exemplo de Código PDF 417	22
FIGURA 3.6. Exemplo de Código 49	23
FIGURA 4.1. Fluxo de Produção	26
FIGURA 4.2. Ficha de Apontamento	27
FIGURA 4.3. Cartão Verde	28
FIGURA 4.4. Mais de um cartão no cesto de peças	28
FIGURA 4.5. Cartão verde rasurado	29
FIGURA 4.6. Coletor de código de barras	30
FIGURA 4.7. Etiqueta de código de barras	30
FIGURA 4.8. Caixa de peças identificada com etiqueta de código de barras	31
FIGURA 4.9. Rotas seguidas pelos apontadores	33
FIGURA 4.10 Placa de Apontamento	34
FIGURA 4.11 Exemplo de Layout	34
FIGURA 4.12 Treinamento sobre diferença de inventário	36

LISTA DE SIGLAS

ERP – Enterprise Resource Planning

WIP – Work in Process

PCP – Planejamento e Controle da Produção

SFM – Sistemas Flexíveis de Manufatura

STP – Sistema Toyota de produção

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão abordados os principais aspectos deste trabalho, através de uma rápida introdução do assunto e da importância do tema em que se baseia esta monografia. Também são apresentados os objetivos gerais e específicos, a justificativa do trabalho e a estrutura da monografia.

1.1. Problemática

O acompanhamento das movimentações de materiais e produtos especialmente no interior de uma empresa que lida com um sistema de produção discreto, utilizando ordens de produção, é de grande relevância tanto para os gestores da produção como para os responsáveis pelo planejamento e programação. Por acompanhamento entendam-se informações precisas, confiáveis, rápidas, de fácil entendimento e alta flexibilidade para se adequar à disposição e necessidades de quem as precisa consultar.

Para auxiliar neste controle, uma tecnologia que vem sendo bastante difundida entre indústrias ultimamente são identificadores via código de barras que são lidos por coletores de dados portáteis, e que transmitem informações por rádio frequência para softwares de gerenciamento de recursos da empresa (ERPs – Enterprise Resource Planning) em tempo real.

Este trabalho apresentará uma análise sobre os impactos constatados na implantação de um sistema logístico interno de administração de materiais em uma indústria produtora de engrenagens através de um estudo de caso sobre o acompanhamento da implantação do sistema. Será feita uma análise da situação anterior ao projeto, e posteriormente serão evidenciados, através de comparativos de indicadores, os impactos constatados na implantação de um sistema de código de barras, procurando mostrar aspectos positivos e oportunidades de melhoria.

1.2. Justificativa

A grande dinâmica das empresas tem exigido processos mais ágeis e informações mais precisas em períodos de tempo cada vez mais curtos. Baseado nisso um sistema de coleta automática de dados além de proporcionar um melhor acompanhamento do fluxo de materiais e produtos ao longo do fluxo produtivo, pode oferecer uma maior agilidade na

realização da logística interna da empresa, maior acuracidade de estoques, além de uma maior rastreabilidade dos mesmos internamente e externamente à empresa.

A necessidade desse tipo de informações de qualidade, o constante crescimento da empresa estudada e do número de peças produzidas mensalmente, demonstraram que seria imprescindível para um bom controle de produção, o conhecimento de quantas peças estariam em linha fisicamente em diferentes momentos do mês. A sistemática idealizada proporciona uma fidelidade entre os dados visualizados e os dados reais por controlar as unidades de movimentação da fábrica, as quais não passam de caixas plásticas preenchidas de peças. Através de relatórios retirados do próprio sistema (ERP), é possível visualizar a quantidade de caixas que estariam dentro da linha de produção, a que lotes pertencem, em que operações as peças estariam, quando foi feito o último apontamento, entre outras informações.

Desta forma este trabalho justifica-se por oferecer informações oportunas sobre ferramentas utilizadas na implantação de um sistema de controle on-line, o qual proporciona um melhor controle de estoque e WIP, informações mais rápidas e precisas, melhor rastreabilidade, ordens de produção sem apontamentos em duplicidade, ou seja, qualidade no que se refere aos dados manipulados na fábrica.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo apresentar a implantação de um sistema logístico interno de administração de materiais via coletores de código de barras em uma indústria produtora de engrenagens.

1.3.2. Objetivo Específico

São objetivos específicos deste trabalho:

- Realizar uma breve fundamentação teórica sobre os assuntos que dão base a este trabalho
- Analisar a situação anterior ao projeto e evidenciar aspectos importantes no acompanhamento da implantação
- Apresentar ferramentas utilizadas na implantação do sistema e variáveis que devem ser levadas em consideração para a evolução do projeto.

1.4. Estrutura do Trabalho

O primeiro capítulo apresenta a escolha do tema estudado e os objetivos do trabalho.

No segundo capítulo é abordada a fundamentação teórica dos temas que dão base a este estudo e envolvem o projeto. São apresentados conceitos e tipos de sistemas de produção e situado o setor metalúrgico no contexto da monografia.

O terceiro capítulo se aprofunda um pouco mais sobre o assunto código de barras que é o foco principal deste trabalho falando desde a história até tipos de simbologia utilizados atualmente.

Já no quarto capítulo é apresentado o estudo de caso sobre uma indústria metalúrgica, a qual idealizou, planejou e implantou um sistema de coleta automática de dados visando controlar melhor o fluxo das ordens de produção abertas na fábrica. O projeto foi encabeçado pelo departamento de PCP (Planejamento e Controle da Produção) e tinha como alvo principal a redução das diferenças de inventário constatadas mensalmente.

No quinto capítulo encontram-se as recomendações e conclusões finais, com os pontos de melhoria, dificuldades encontradas, comparação entre a situação anterior ao projeto e a posterior incluindo a possibilidade de desenvolvimento de novos estudos voltados para o tema abordado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo trata da fundamentação teórica deste trabalho, situando a indústria metalúrgica no contexto da monografia, aborda Sistemas de Produção focando especialmente nos Sistemas Flexíveis de Manufatura (SFM) e sistema Toyota de Produção, os quais se aproximam bastante do vigente na empresa alvo do estudo de caso deste trabalho. Também será dedicado um tópico a Código de Barras, que é a principal ferramenta utilizada para a coleta automática de dados no chão de fábrica.

2.1 Introdução

A busca por competitividade nas empresas se tornou uma premissa básica para a sobrevivência no mercado. Neste processo, as exigências dos clientes e a instabilidade dos mercados demandam das empresas a capacidade de articularem globalmente os fatores influentes nos seus processos de produção na busca por qualidade dos produtos, eficiência e flexibilidade na produção, de maneira a corresponder à altura os desafios de um mercado competitivo em constante mudança. Internamente isso se reflete em setores que vão desde o marketing até a engenharia de processos passando por vendas, planejamento, finanças e a produção propriamente dita (FABRICIO e MELHADO,1998).

Atualmente, esta questão implica em um crescente aumento nas implantações de sistemas de gestão empresarial integrado, também chamados Enterprise Resoucer Planning – ERP que visam também aumentar a eficiência dos processos de Gestão da Produção.

As mudanças que vêm ocorrendo no mercado exigem que as empresas adotem uma nova postura de atuação frente aos seus clientes, competidores, fornecedores e em relação à sua administração interna. Diante desse contexto, as empresas investem cada vez mais em ações de melhorias, tais como: processos de reengenharia, certificações ISO (International Standard Organization), produção enxuta, custeio por atividades, tecnologia da informação e automação. Entre estes investimentos está a coleta automática de dados e monitoramento de chão de fábrica, cuja implantação é objeto de estudo deste trabalho.

2.2 Sistemas de Produção

Sistema de Produção é a maneira pela qual a empresa organiza seus setores e realiza suas operações de produção, adotando uma interdependência lógica entre todas as etapas do

processo produtivo, desde o momento em que os materiais e os insumos saem do almoxarifado até chegar ao depósito como produto acabado (Chiavenato, 2005).

Distinguem-se no sistema de produção alguns elementos constituintes fundamentais. São eles os insumos, o processo de criação ou conversão, os produtos ou serviços e o subsistema de controle (Moreira, 1993).

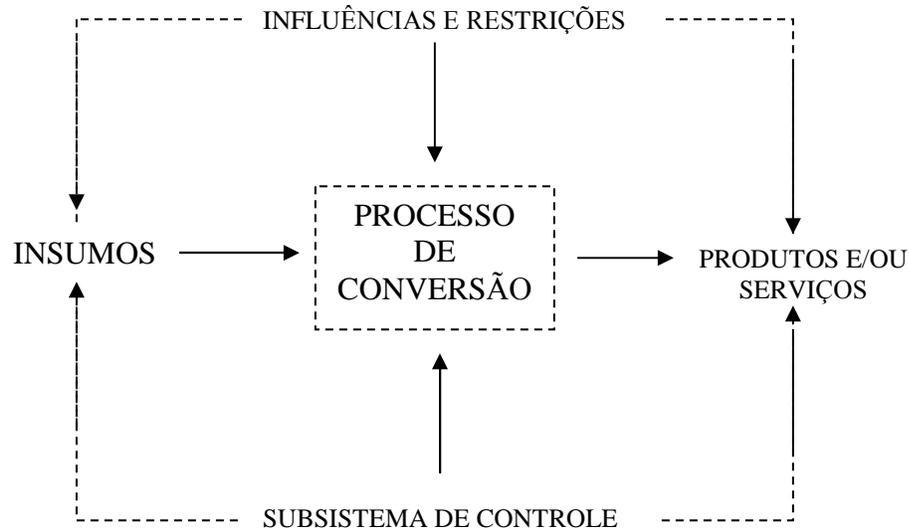


Figura 1.1 – Elementos do Sistema de Produção

Fonte: Moreira (1993)

Fatores relacionados à sobrevivência das empresas em mercados altamente competitivos estão ligados a forma como as organizações planejam estrategicamente seus negócios e a maneira como lidam e reagem às influências e restrições externas.

- Tipos de sistemas de produção

A classificação dos sistemas de produção, principalmente em função do fluxo do produto, reveste-se de grande utilidade na classificação de uma grande variedade de técnicas de planejamento e gestão da produção (Moreira, 1993).

Existem várias formas de classificar os sistemas produtivos (MOREIRA, 1993; PAPADOPOULOS, 1993; TUBINO, 1997). Dependendo da natureza intrínseca do material a ser transformado e a dinâmica do fluxo do produto através da fábrica (por tipo de operações), os sistemas de produção podem ser classificados como sendo: sistemas discretos e contínuos.

Sistemas discretos de produção ou sistemas de manufatura, objeto deste trabalho, são sistemas que podem ser classificados pelo tipo do processo de transformação e pelo volume de produção.

- Tipos de processo de transformação

Dois tipos de processos de transformação são identificados: processos de montagem, onde o produto final é formado a partir de diversos componentes (produção de veículos, eletrodomésticos, etc.), e processo de transformação propriamente dito, o qual é vigente na empresa relatada no estudo de caso, e se consiste no produto final que é resultado de um ou vários processos de transformação (fresa, torno, brocha, etc.) que sofre a matéria prima.

- Volume de produção

O segundo tipo de classificação é o mais conhecido e divulgado na literatura, referenciando sistema de fabricação em massa, em lotes e por encomenda.

Os Sistemas de Produção em Massa são utilizados geralmente para produzir produtos altamente padronizados com demanda estável. Neste tipo de sistema, os produtos fluem geralmente de um posto de trabalho para outro numa seqüência prevista (gerada pelo mesmo roteiro de fabricação para todos os produtos), sendo as operações realizadas nos postos de trabalho altamente repetitivas. Algumas das principais características deste tipo de manufatura são as seguintes:

- a) Obtenção de altos índices de produção devido à produção em grande escala;
- b) Os produtos diferem apenas em termos de montagem final;
- c) Baixos custos de produção devido a economias de escala;
- d) Baixos tempos de processamento improdutivo;
- e) Sistemas altamente balanceados;
- f) Grau de diferenciação relativamente pequeno (produção de poucos modelos de produtos);
- g) Sistemas altamente eficientes e pouco ou nada flexíveis;
- h) O equipamento é geralmente dedicado à manufatura de um único tipo de produto.

Este tipo de sistema é utilizado geralmente por empresas que procuram alta eficiência e ganhos por economias de escala para se manterem competitivos no mercado.

Nos Sistemas de Produção por Encomenda a principal característica é o baixo volume de produção, isto é, os tamanhos dos lotes de manufatura são pequenos, frequentemente um de cada tipo, pelo qual este tipo de produção é conhecido também como produção individual (MOREIRA, 1993; DAUZÈRE and PEREZ, 1994). Este tipo de produção é comumente usado para atender uma necessidade específica dos clientes.

Devido ao grande número de trabalhos realizados neste tipo de sistemas, os equipamentos utilizados na produção devem ser flexíveis e de propósito geral para poder, assim, atender os diversos pedidos por parte dos clientes.

Estes tipos de produção realizados em lugares específicos (fora da fábrica) são conhecidos na literatura como sistemas de produção por projeto (TUBINO, 1997), ou grandes projetos sem repetição (MOREIRA, 1993).

O que diferencia o Sistema de Produção em Lotes da Produção em Massa é a sua flexibilidade, ou seja, a capacidade de produzir um grande número de produtos de volume médio do mesmo item ou produto (fabricação intermitente de produtos em quantidades fixas ou lotes). Os lotes de produção podem ser produzidos apenas uma vez, ou a intervalos regulares de tempo.

Neste tipo de sistema, o produto flui de forma irregular de um centro de trabalho para outro sendo os equipamentos utilizados para este tipo de produção de propósito geral, mas projetados para trabalhar com altos índices de produção. Estes tipos de equipamentos permitem grande facilidade para realizar mudanças tanto no produto como no volume de produção, o que se reflete numa perda de eficiência se comparado com os sistemas de produção em massa.

Assim, este tipo de sistema apresenta maior flexibilidade diante da produção em massa, mas perde no volume de produção. Dois tipos de sistemas podem ser considerados como pertencentes à produção em lotes: 1) Sistemas de Montagem Flexíveis (SMF) e 2) Sistemas Flexíveis de Manufatura.

Sistemas de Montagem Flexíveis (DONATH and GRAVES, 1988) são sistemas que consistem de um conjunto de produtos cada qual com um volume específico de montagem e um número fixo de células. SMF são caracterizados principalmente por possuírem linhas de montagem não balanceadas ou assíncronas, isto implica que, ou o índice de produção não é fixo (isto devido a que os tempos de processamento das operações variam de uma

estação para outra) ou o índice de produção é fixo, mas não necessariamente o mesmo índice para todas as estações de trabalho (CHETTY and GNANASEKARAN, 1996).

Nos SMF, as estações de trabalho são separadas umas das outras e trabalham a índices diferentes daquelas de uma linha de montagem convencional. Devido às estações de trabalho ficarem separadas, as atividades permanecem nas estações de trabalho até que o trabalho seja totalmente completado. Nos SMF, os tempos de processamento diferem de uma estação para outra, o que resulta como consequência das flutuações aleatórias nos índices de trabalho, performance das máquinas, etc. Uma outra característica importante do SMF é a sua flexibilidade de operação, isto é, os trabalhos podem ser direcionados para qualquer célula de trabalho capaz de realizar uma mesma operação, e, em casos de reparos ou quebras nas máquinas, os trabalhos podem ser redirecionados.

2.2.1 Sistemas Flexíveis de Manufatura (SFM)

Sistemas flexíveis de Manufatura (SFM) representam a alma da automação fabril no chão de fábrica, e foram desenvolvidos especialmente para manufaturar produtos em quantidades de volume médio (produção em lotes), oferecendo muito da eficiência das linhas de alto volume de produção (produção em massa) enquanto mantêm muito da flexibilidade achada no tradicional sistema de produção por encomenda ou de baixo volume de produção e por isso se adequa perfeitamente a sistemática utilizada na empresa alvo do estudo de caso.

Sistemas Flexíveis de Manufatura, por outro lado, são exemplos típicos de sistema que tem a capacidade de produzir múltiplos produtos (ou partes) simultaneamente usando vários recursos. Para isso, os SFM utilizam um conjunto de estações de trabalho flexíveis (geralmente máquinas CNC (comando numérico central) e robôs) interconectadas por meio de um sistema de armazenagem e algumas vezes transporte automático controlado por um sistema de computador integrado e um sistema de tomada de decisão (programador), para decidir a cada momento (quando) o que deve ser feito (o que) e em que máquina (onde).

A flexibilidade dada a este tipo de sistema permite-lhe a capacidade de escolher entre vários recursos para realizar uma determinada operação, assim como escolher o roteiro que irá seguir o produto, além de permitir-lhe (ter) um significativo aumento na produtividade. Para conseguir estas vantagens que oferece um SFM, o programador organiza a produção, os programas, e sincroniza a utilização das máquinas para permitir a

introdução de novos produtos, evitando assim possíveis paradas ou quebras de máquinas com o objetivo de aumentar ao máximo a utilização das máquinas.

Dentre as muitas vantagens que apresentam os SFM temos (GROOVER, 1987):

- reduz o custo do trabalho;
- aumenta o nível de utilização dos equipamentos;
- melhora o nível de qualidade dos produtos;
- reduz o custo de produção;
- reduz o inventário de trabalho (produtos) em processo;
- reduz o lead time de manufatura;
- reduz os tempos de setup;
- permite controlar a produção de uma forma mais direta e fácil, etc.

Problemas concernentes a SFMs podem ser divididos em dois tipos: aqueles referentes ao projeto e os referentes à parte operacional. Os referentes ao projeto estão mais relacionados com a seleção ótima dos componentes dos SFMs e suas inter-conexões, incluindo: a) seleção de família de peças, b) seleção de paletes e acessórios, c) seleção dos sistemas de manuseio de material, d) seleção do sistema de informação que liga os vários módulos do SFM com o resto dos módulos da fábrica automatizada e e) layout do SFM (KUSIAK, 1985). Os referentes à parte operacional estão mais relacionados com a utilização do SFM e incluem: a) tamanho dos lotes, b) balanceamento da carga de trabalho, c) planejamento de longo e médio prazo, d) programação e execução, e) gerenciamento das ferramentas, f) respostas a mudanças na demanda e g) reação a quebra/ruptura de recursos (SURI and WHITNWY, 1984).

Considerando que os SFMs utilizam para o seu funcionamento uma série de recursos inter-relacionados entre si (que requerem um investimento muito alto), as decisões envolvidas nas etapas de projeto e operação resultam (sendo) muito complexas. Portanto, é importante planejar, projetar e operar um SFM tão eficientemente quanto possível. Sendo assim, faz-se necessário selecionar alguns métodos que permitam a modelagem e análise de tais sistemas que tenham (a) capacidade de suportar a seleção de boas alternativas de projeto e políticas operacionais.

Devido à grande flexibilidade que apresentam os SFMs que lhes permite escolher entre diversos recursos (máquinas multifuncionais, robôs, etc) e diversos roteiros a serem

seguidos para a fabricação de produtos (permitindo assim um aumento na produtividade), estes sistemas impõem um problema desafiador, que se traduz na correta alocação dos recursos aos diversos processos requeridos para produzir uma gama de produtos, assim como a programação da seqüência das atividades para se obter o melhor desempenho do sistema. Na fase operacional dos SFM, um dos maiores problemas é o relacionado com o planejamento e programação da produção.

Esse tipo de sistema se encaixa perfeitamente ao tipo de processo vigente na empresa estudada, onde há uma variedade de células de produção com máquinas capazes de fazer basicamente a mesma operação só que dispostas em diferentes linhas de produção.

- Controle de informações no chão de fábrica

Para aumentar a eficiência dos processos de Gestão da Produção muitas alternativas têm sido procuradas, mas encontra-se como premissa básica para o desenvolvimento de um bom trabalho de administração a exatidão das informações que se manipula para alcançar as metas estabelecidas. A fidelidade de informações entre o que é passado, especialmente para os responsáveis pelo controle e monitoramento do chão de fábrica, e o real fisicamente requer uma atenção diferenciada, pois podem ser responsáveis pelo sucesso de um planejamento exato ou seu fracasso, que pode variar desde envio de produtos para o cliente de forma emergencial (frete aéreo, por exemplo) até uma parada de linha do mesmo por falta de matéria-prima.

O controle de informações em fábricas com processo de produção contínuo é feito com maior frequência através de coletas de dados automáticas. Um exemplo seriam sensores que monitoram temperatura de caldeiras e acionam válvulas automaticamente quando determinada temperatura é atingida (FAVARETTO, 2001).

Já as fábricas que são de manufatura discreta, as quais utilizam frequentemente ordens de produção, têm a aplicação do monitoramento on-line mais recente. A situação atual observada nestas empresas quanto aos dados de chão de fábrica é exibida na figura 1.2 (FAVARETTO, 2001).



Figura 1.2 - Ciclo de geração e uso de dados de chão de fábrica

Fonte: Favaretto (2001)

A interpretação deste ciclo pode ser iniciada pelo ponto onde as ordens de produção são geradas, com a finalidade de informar o chão de fábrica sobre o que, quanto, quando e como produzir, para atender a demanda.

As ordens de produção servem como instruções à manufatura. Os resultados da manufatura são itens acabados ou intermediários, que precisam ser controlados quanto às quantidades e tempos de produção, entre outros. Isto é necessário para o confronto daquilo que foi planejado com aquilo que foi realmente produzido, permitindo a correção de desvios ou ações gerenciais para evitar que os erros sejam repetidos.

Nesta etapa do processo de produção, os próprios operadores dos equipamentos geralmente fazem apontamentos, indicando produtividade, motivos e tempos de paradas e horários de início e término de operações, devido aos seguintes fatores:

- O registro é feito ao final de uma operação ou turno de trabalho, o que requer que o operador memorize alguns dados para depois registrá-los;
- Falta de procedimentos e sistemática adequados para realização do apontamento;
- Falta de equipamentos de medição adequados (contadores, cronômetros, e outros);
- Falta de ferramentas e meios adequados para anotações e realização de registros;
- Falta de habilidade ou atenção do operador;
- Encobrimento de problemas, visto que a remuneração do operador pode estar diretamente relacionada à sua produção ou produtividade.

Este apontamento manual deve ser digitado em um sistema de informação, que irá disponibilizar estas informações com algum atraso (o tempo entre a produção e a informação estar disponível, passando pela digitação).

Com as informações dos apontamentos é feito o controle da produção, que basicamente compara o que foi planejado com o que realmente aconteceu. As informações de controle são utilizadas para abastecer cadastros de tempos e de produtividades, que auxiliam a programação da produção. Estes cadastros fornecem tempos médios e históricos das operações, além da produtividade dos equipamentos e operadores.

O planejamento da produção utiliza as informações dos cadastros acima para elaborar o programa de produção, fazer um confronto com as restrições do chão de fábrica (disponibilidade de recursos) e então gerar as ordens de produção. A execução dessas ordens reinicia o ciclo apresentado.

Caso as informações sejam geradas contendo imprecisões e imperfeições, estes problemas irão percorrer todo o ciclo e realimentá-lo com uma visão não real do chão de fábrica, criando um círculo vicioso ou uma seqüência de erros.

Sendo assim, o emprego de uma coleta automática de dados de produção tem o potencial de eliminar alguns problemas de apontamentos manuais e proporcionar maior precisão e agilidade às informações transmitidas pelo sistema de gestão utilizado.

2.2.2 Sistema Toyota de Produção – Produção Enxuta

O Sistema Toyota de Produção (STP), sistema de produção fundado por Taiichi Ohno e desenvolvido na Toyota, é a base para a realização de uma Produção Enxuta, uma das nomenclaturas pela qual ficaram conhecidos os princípios, os métodos e as técnicas do STP (LIKER, 2005).

Acreditando que o objetivo das empresas que buscam a sobrevivência é a redução de custos (OHNO, 1997), a Toyota desenvolveu o STP, que busca a eliminação de todas as perdas do processo, contando com seus dois pilares fundamentais de sustentação: o *Just-in-Time* e a Automação (ou Jidoka) entre outras várias ferramentas.

Seguindo o pensamento de Slack (1997) no processo tradicional (empurrado) cada etapa do processo produz na sua máxima capacidade e envia os produtos para um estoque. Da mesma forma, a próxima etapa do processo, vai ao estoque, recolhe os materiais de que irá precisar e produz na sua capacidade máxima para outro estoque. Esse sistema é

caracterizado por estágios isolados uns dos outros por material estocado. Esse tipo de abordagem utiliza os estoques para “esconder” os problemas, pois uma etapa anterior não deixa de atender à etapa posterior, mesmo que tenha havido uma parada de produção, graças ao estoque.

Já na abordagem de produção JIT, a produção passa a ser puxada, pois uma etapa anterior do processo só produzirá o que a etapa posterior tiver solicitado. “Os componentes são produzidos e passados diretamente para o próximo estágio ‘exatamente no momento’ em que serão processados” (SLACK, 1997).

Segundo Ohno, “o passo preliminar para a aplicação do STP é identificar completamente os desperdícios” (OHNO,1997), e em seguida eliminá-los. O objetivo do *Just-in-Time* é “atender à demanda no momento exato com qualidade perfeita e sem desperdício” (SLACK,1997). As sete perdas que devem ser combatidas são:

- Perdas por Superprodução: é considerada a maior de todas pela Toyota “não há desperdício mais terrível em uma empresa do que a superprodução” (OHNO,1997). Ocorre quando é fabricada uma maior quantidade de produtos do que a demandada.
- Perdas por Tempo de Espera: é o tempo em que o operador está parado, esperando para atuar na próxima etapa do processo, o tempo gasto por um produto à espera de ser trabalhado ou mesmo quando o lote do produto está aguardando ser enviado para o cliente.
- Perdas por Transporte: ocorre com o transporte desnecessário dos produtos de um canto a outro da fábrica, tanto do estoque em processo quanto do produto acabado.
- Perdas por Processo: são perdas geradas pelo próprio processo, seja por uso de ferramentas de má qualidade, ou por projetos errados, que podem causar produtos defeituosos e atrasos.
- Perdas por estoque: é uma perda que pode ter sido causada por diversos motivos, como por superprodução ou por falhas no processo em etapas subsequentes, e que também pode gerar vários problemas, como obsolescência de produtos, custos de transporte a armazenagem, entre outros.

- Perdas por movimentação: são ocasionados por movimentos desnecessários ou inúteis do operador, como: procurar peças, caminhar, subir e descer escadas. Diferencia-se da perda por transporte por aquela se tratar do transporte desnecessários de objetos enquanto que a perda por movimentação se refere aos movimentos desnecessários das pessoas.
- Perdas por Produtos Defeituosos: são perdas pelo tempo e trabalho despendidos na produção de um produto desqualificado, pelo retrabalho e pelo descarte.

Nessa abordagem, por praticamente não haver estoques os que estão constando no sistema como disponíveis para a operação seguinte devem realmente estar fisicamente na linha. Isso porque não existe nenhum tipo de “amortecedor” e se ocorrer algum engano, ele pode acarretar parada de máquina por falta de matéria-prima, além de ocasionar movimentação de pessoal procurando as peças que na realidade não existem e que só seriam detectadas como “virtuais” em um inventário.

2.3 Indústria Metalúrgica

A partir dos anos noventa a indústria brasileira passou por um processo que provocou a eliminação da intervenção do estado no setor, a abertura comercial, privatizações, eliminação de restrições à “propriedade industrial” (patentes), a introdução de novas regras de liberalização do investimento estrangeiro, e a eliminação de controles de preço e da maioria dos subsídios e incentivos fiscais concedidos no passado pelo governo federal.

Em relação à indústria metalúrgica é interessante o destaque de alguns indicadores. Segundo dados do IBGE, o valor bruto da produção industrial das empresas industriais, no ano de 1999, girou em torno de 445.023.749 bilhões de reais sendo que 25% destas empresas são do setor metalúrgico, representando 111.255.937 bilhões de reais. Da mesma forma podem-se citar números referentes ao pessoal assalariado ligado à produção, das 3.677.381 pessoas empregadas, aproximadamente 22% estavam no setor metalúrgico, ainda neste mesmo ano foram levantadas o número de empresas cadastradas e constatou-se que das 115.069 empresas do setor industrial e de transformação 21.774 estavam no setor metalúrgico. Portanto percebe-se o importante papel deste setor para o contexto social e econômico do país.

Justificam-se então os investimentos em novas tecnologias viabilizadas por instituições como o SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), o qual concentra esforços em projetos de reformulação tecnológica das unidades que atuam na área metal-mecânica. Esses projetos prevêem instalações de plataformas CAD/CAM, que permitem o desenvolvimento e a manufatura de peças e equipamentos no computador, e de softwares CNC (comando numérico central), que automatizam o controle de máquinas de usinagem proporcionando uma precisão de até 1 micron.

O termo usinagem compreende todo processo mecânico onde a peça é o resultado de um processo de remoção de material. Existem vários processos de usinagem, entre eles serramento, aplainamento, torneamento, fresamento, furação, brochamento, eletroerosão, entre outros.

2.4 Código de Barras

- A História do Código de Barras

O primeiro passo para a invenção do código de barras de hoje veio em 1948, quando Bernard Silver, um estudante, escutou uma conversa na Universidade de Tecnologia da Filadélfia entre o presidente de uma indústria de alimentos e o reitor da Universidade. O que se queria era o uma pesquisa sobre o desenvolvimento de uma tecnologia que capturasse informações dos seus produtos automaticamente na saída da fábrica. Silver convidou seu amigo Norman Woodland para participar da empreitada.

A primeira idéia foi usar desenhos com tinta que brilhassem sob raios ultravioleta. Eles encontraram alguns problemas mas continuaram fazendo testes e estudos. Posteriormente eles fizeram um experimento traduzindo o código Morse para linhas mais finas e mais largas de acordo com o que se conhecia na época. Para ler os dados, empregou um sistema de som. Woodland tinha imprimido um teste padrão com graus variando de transparência na borda da película, brilhada então uma luz através dela enquanto o retrato funcionou. Um tubo sensível no outro lado traduziu os deslocamentos no brilho para ondas elétricas, que por sua vez foram convertidas ao som por alto falantes. Woodland planejou adaptar este sistema refletindo a luz fora de suas linhas largas e estreitas usando um tubo similar para interpretar os resultados.

Os dois patentearam a invenção em 1949 quando o código de barras tinha forma concêntrica conhecido até então como “bull’s eye code”. Woodland foi trabalhar na IBM e ao longo dos anos aperfeiçoou a invenção. A IBM tentou comprar a patente algumas vezes, mas por um preço muito aquém do que os inventores achavam que ela valia. Em 1962 a Philco comprou a patente e a vendeu para a RCA anos depois. A RCA insistia em trabalhar em cima do “bull’s eye code” que sempre apresentava algum tipo de falha. Só em 1971 a IBM resolveu investir em Woodland, um dos inventores do sistema, quem desempenhou um papel proeminente na mais popular e importante versão da tecnologia: o Universal Product Code (UPC).

Atualmente, parte importante das transações em organizações varejistas e atacadistas é feita através do uso da tecnologia do código de barras, permitindo o registro rápido e preciso de movimentos de venda e a gestão dos estoques, garantindo a melhor produtividade e qualidade.

Na Europa, em 1974 fabricantes e distribuidores de doze países formaram um conselho para examinar a possibilidade de desenvolver um sistema padronizado de numeração de artigos para a Europa, semelhante ao sistema do Código Universal de Produtos (UPC) já estabelecido nos Estados Unidos pelo Uniform Code Council (UCC). Como resultado, foi criada em 1977 uma entidade sem fins lucrativos, a "European Article Numbering Association" (EAN) (SEIDEMAN, 2006).

Hoje, mais de 450.000 companhias em todo o mundo usam o sistema EAN.UCC através de uma rede internacional de Organizações de Numeração, atendendo as empresas em 90 países (ZYNGIER, 1991).

Embora o sistema EAN.UCC tenha sido implementado inicialmente pelo setor varejista, ele expandiu-se em pouco tempo para todos os setores industriais e comerciais com o objetivo de identificar não apenas bens de consumo mas também produtos para a saúde, têxteis, autopeças, e muitos outros produtos e serviços.

- Entrada de dados

O esforço na obtenção de sistemas mais eficazes de informação tem encontrado os mais diversos obstáculos, destacando-se, dentre eles, a dificuldade em se alimentar os computadores com dados (*data entry*), tarefa delegada à digitação, muito morosa se

comparada à capacidade de processamento cada vez maior dos computadores e que apresenta o grande inconveniente de estar sujeita a erros.

Surge então a necessidade de codificar cada produto ou agrupamento de produtos com um número que lhe seja único. Com esse código um sistema de informação poderá diferenciar um item de outro e disponibilizar uma infinidade de dados referentes àquele produto que se ache relevante e se queira atribuir.

O sistema EAN.UCC utiliza um código de treze dígitos para diferenciar todos os produtos existentes. No estudo de caso veremos que os códigos utilizados possuem de nove a doze dígitos. A digitação de todos os dígitos das identificações exige um dispêndio de recursos muito grande, daí a importância da entrada automática de dados.

Muitos métodos para a entrada automática de dados têm sido desenvolvidos, entre os quais se destacam:

1. Código magnético – as informações são gravadas em material magnético. Apresenta maior imunidade a fraudes, porém requer contato físico entre o leitor e o código para que a leitura seja efetuada e necessita de material especial.
 2. Código de Barras – as informações são gravadas opticamente em materiais e tintas variadas, bastando que a imagem formada tenha contraste e resolução gráfica adequados. Nesse caso, a geração do código é muito barata. Dado o menor custo e maior facilidade de implantação e utilização, o código de barras tem sido largamente utilizado nas mais variadas aplicações.
- Mecanismo de leitura do código de barras

Os códigos de barras são lidos pela varredura de um pequeno ponto de luz através do símbolo do código de barras impresso. Os olhos vêem apenas uma fina linha vermelha emitida pelo leitor laser (scanner). Todavia, o que acontece é que a fonte de luz do leitor está sendo absorvida pelas barras escuras e refletida pelos espaços claros. Um dispositivo no leitor pega a luz refletida e a converte em um sinal elétrico.

O laser do leitor (fonte de luz) começa a varredura do código de barras em um espaço em branco (a zona de silêncio) antes da primeira barra e continua passando até a última barra, encerrando em um espaço em branco que a segue. Uma vez que o código de barras não pode ser lido se a varredura sair da área do símbolo, as alturas das barras são

escolhidas de modo a facilitar a varredura dentro da área do código de barras. Quanto maior a informação a ser codificada, maior será o código de barras.

Há três tipos básicos de leitores de código de barras - fixo, com memória, e o sem fio.

1. Os leitores fixos permanecem ligados ao seu computador ou terminal, e transmitem um item de dado de cada vez, à medida que o código de barras é lido.

2. Os leitores portáteis com memória são operados por baterias e armazenam os dados na memória para uma posterior transferência dos dados a um computador.

3. Os leitores sem fio também podem armazenar os dados na memória: todavia, os dados são transmitidos para o computador em tempo real. Isso permite acesso instantâneo a todos os dados para decisões administrativas.

Os coletores de código de barras apresentados no estudo de caso fazem parte do terceiro grupo de leitores e transmitem as informações por rádio frequência às antenas espalhadas por toda a fábrica.

- Tipos de código de barras

Um livro publicado em 1997 por Benjamin Nelson contém mais de 260 tipos de simbologia de códigos de barras diferentes. Muitos desses símbolos raramente são usados atualmente, pois foram superados por símbolos melhores. Há basicamente três tipos de código de barras: linear, 2D e composto. Códigos de barras lineares são facilmente identificados pelas suas barras de diferentes larguras. Há muitos símbolos lineares, mas os mais usados são: UPC-A, UPC-E, EAN-8, EAN-13, Código 39, Código 128, e ITF (Interleaved 2-of-5). Símbolos de códigos de barras 2D são divididos em duas categorias, o de simbologia Matricial e códigos Multi-row. Os matriciais parecem uma matriz de pontos impressos e o Multi-row parece códigos lineares só que com duas fileiras de barras uma sobre a outra. Símbolos Compostos são uma categoria que combina um código linear e outro 2D interdependentes.

Alguns exemplos e aplicações:

1) Código 39: sua maior aplicação é na indústria mecânica, pois além de ser alfanumérico, se adapta bem à baixa qualidade de impressão muito comum aos materiais encontrados nesse meio. É de longe a simbologia mais utilizada na categoria que evolue

letras e números, todavia produz códigos relativamente longos, não sendo adequado quando a largura da etiqueta for considerada.



Figura 3.1 – Exemplo de código 39

Fonte: Linha Base Consultoria

2) Código 128: Este código provém da necessidade de uma seleção mais ampla de caracteres que o Código 39 poderia oferecer. Quando a largura da etiqueta é considerada o Código 128 é uma boa alternativa porque é muito compacto e resulta em um símbolo denso. Esta simbologia é frequentemente utilizada na indústria de transportes onde o tamanho da etiqueta é um problema.



Figura 3.2 – Exemplo de código 128

Fonte: Linha Base Consultoria

3) Código ITF (Interleaved Two of Five): Uma simbologia comum no setor de transportes, possui baixa resolução e é bastante utilizado na codificação de embalagens de embarque.



Figura 3.3 – Exemplo de código ITF

Fonte: Linha Base Consultoria

4) Códigos UPC e EAN: Têm a mesma estrutura de codificação e são compatíveis entre si, apesar de serem utilizados em diferentes regiões do mundo, especialmente para identificação de bens para consumo no segmento de varejo.



Figura 3.4 – Exemplo de código UPC ou EAN

Fonte: Linha Base Consultoria

5) PDF 417: Conhecido como Código de Barras 2D (bidimensional) esta é uma simbologia não linear de alta densidade que lembra um quebra-cabeças. Entretanto, a diferença entre este e os demais códigos de barras relacionados acima é que o PDF417 é realmente um arquivo de dados portátil (PDF) em oposição a ser simplesmente o número de referência. Alguns governos ou estados estão se automatizando para que seja impresso um código de barras bidimensional (2D) em sua carteira de motorista. Se o seu estado estiver estudando esta exigência, é interessante saber que há espaço suficiente neste código de barras para codificar o seu nome, foto e o resumo de seus registros de motorista e outras informações pertinentes. Todas estas informações podem ser armazenadas em uma área equivalente ao tamanho de um selo postal.



Figura 3.5 – Exemplo de código PDF 417

Fonte: Linha Base Consultoria

6) Código 49: Esse tipo de código também bidimensional surgiu pela necessidade de codificar mais informações em espaços reduzidos, utilizado especialmente na identificação de objetos pequenos. Pode ter de duas até oito camadas de altura.

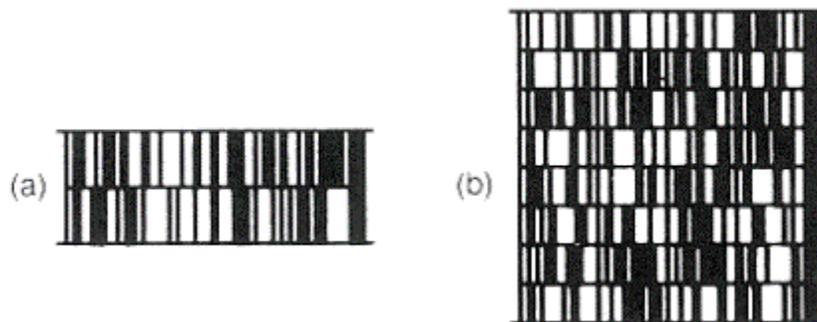


Figura 3.6 – Exemplo de Código 49

Fonte: Linha Base Consultoria

2.5 Resumo do Capítulo

Para um melhor entendimento de sistema de produção dentro de uma indústria metalúrgica (especificamente de usinagem), pode-se entender cada máquina (torno, fresa, brocha, etc.) como uma célula de produção.

Na maioria das indústrias que possuem centros de usinagem, o percurso que as peças fazem de uma máquina a outra é feito de forma discreta, em lotes, já que um fluxo contínuo, nos moldes de produção enxuta com fluxo unitário de peças, poderia significar parada das células subsequentes devido a setups e correção de desvios.

Estas paradas de máquina que comprometem o atendimento à demanda só podem ser encobertas por estoques em processo (WIP). Quando se trabalha com uma produção enxuta a precisão entre a quantidade física e a lógica (presente no sistema de informação utilizado) desses estoques é importantíssima para que decisões possam ser tomadas de forma mais acertada possível.

As unidades de movimentação dos WIP são identificadas com a ordem de produção, código do produto, quantidade, operações executadas, entre outras coisas. As etiquetas de código de barras correspondem a essa identificação e a história deste tipo de simbologia juntamente com suas variações foram igualmente descritas na fundamentação teórica.

4.0 Estudo de Caso

Este capítulo apresenta um estudo de caso que aborda o acompanhamento da implantação de um sistema de coleta automática de dados no chão-de-fábrica de uma indústria metalúrgica. Foi elaborado em uma empresa multinacional de médio porte situada no município de Igarassu no estado de Pernambuco.

4.1 Descrição da empresa

A Musashi do Brasil Ltda é uma multinacional japonesa fabricante de auto-peças para montadoras de veículos de duas e quatro rodas. Seus principais produtos para linha duas rodas são engrenagens para câmbio e extra-câmbio, eixos de câmbio, virabrequim, partida e de balanceamento, tambor de mudanças de velocidade, disco de freio, coroa, pinhão de transmissão, eixo comando de válvulas e bielas. Na linha quatro rodas a predominância é de engrenagens para motores a diesel de tratores, caminhonetes, engrenagens de comando e Bevel Gear (planetária e satélite).

O início das atividades da empresa se deu em 1935 em São Paulo com o nome de Indústria Mecânica Gardony. Em 1975 inaugurou-se a fábrica em Igarassu, região metropolitana do Recife – PE, equipada com a mais moderna maquinaria e que passou a fornecer peças originais diretamente às montadoras. Em 1979 a Honda Motor do Brasil Ltda associou-se à Motogear Norte, proporcionando um amplo programa de expansão e investimento transformando-a na maior e melhor fábrica de eixos e engrenagens para veículos de duas rodas do Brasil. Já em novembro de 1995, a Honda Motor do Brasil assume o controle acionário da Motogear Norte, e com sua filosofia de qualidade total proporcionou uma performance de produção que surpreende pelos resultados alcançados. Em maio de 1997, a Honda associa-se à empresa Japonesa Musashi Seimitsu Industry Co.,Ltda, dando início a um amplo projeto de ampliação e modernização. Em 1998 a Musashi adquire o controle acionário, e em 1999 ocorreu a mudança da razão social para a então Musashi do Brasil Ltda.

O grupo conta hoje com um total de onze fábricas - 2 situadas no Brasil - e seis escritórios espalhados por todo o mundo. A unidade situada em Igarassu, foco deste trabalho dispõe de aproximadamente 1200 colaboradores diretos, produzindo em média dois milhões e trezentas mil peças por mês.

A Musashi do Brasil Ltda segue o padrão ISO 14001, tem o comprometimento com a qualidade através da ISO / TS 16949, e atualmente busca a certificação da OSHAS 18001 que diz respeito à saúde e segurança no ambiente de trabalho.

A fábrica trabalha com o SFM, já que produz uma grande variedade de modelos de peças, utilizando máquinas que podem ser ajustadas para executar operações similares. A produção é puxada, e portanto a incoerência de informações passadas para os gestores no *Just-in-time* tem impactos muito maiores do que em qualquer outro tipo de sistema de produção, podendo acarretar até uma parada de cliente se o erro for relativamente grande.

4.2 Processo

A grande maioria dos seus produtos como foi mencionado são engrenagens, discos de freio, coroas e pinhões, tendo como o input do processo barras de aço, e executando dentro da própria empresa as operações de forjaria, usinagem e tratamento térmico, tudo com um alto controle de qualidade, disponibilizando então no fim do processo produtos reconhecidamente diferenciados.

Na figura 4.1 pode-se entender mais claramente que as barras de aço são cortadas em tamanhos menores denominados billets, os quais serão induzidos (aquecidos) e forjados adquirindo o formato grosseiro da peça que darão origem. Depois disso os forjados são encaminhados para as células de usinagem, onde são feitos os processos de torneamento, fresamento, brochamento, etc. Por último as peças são tratadas termicamente para alterar de forma positiva suas propriedades mecânicas (tensões internas do aço, dureza, etc.), fazendo com que os esforços diários a que são submetidas coroas, dentes de engrenagens e eixos por exemplo, não os desgastem de forma acelerada.

O processo de produção encontrado é discreto, e utiliza ordens de produção para informar o chão de fábrica sobre qual peça, quando e como produzir para atender ao cronograma de pedidos. A mensuração entre o que foi planejado e o que foi produzido é entendida na empresa como nível de eficácia do setor, e as ordens de produção servem também para aumentar esse número, pois contêm os avanços na produção de peças que são mais “fáceis” de fazer, que só aumentam o número da produção, mas que terminam sacrificando o programa mensal das que possuem processos de fabricação mais complexos.

A seguir serão descritas as situações da empresa antes e depois do projeto de implantação do sistema de código de barras para coleta de dados de produção.

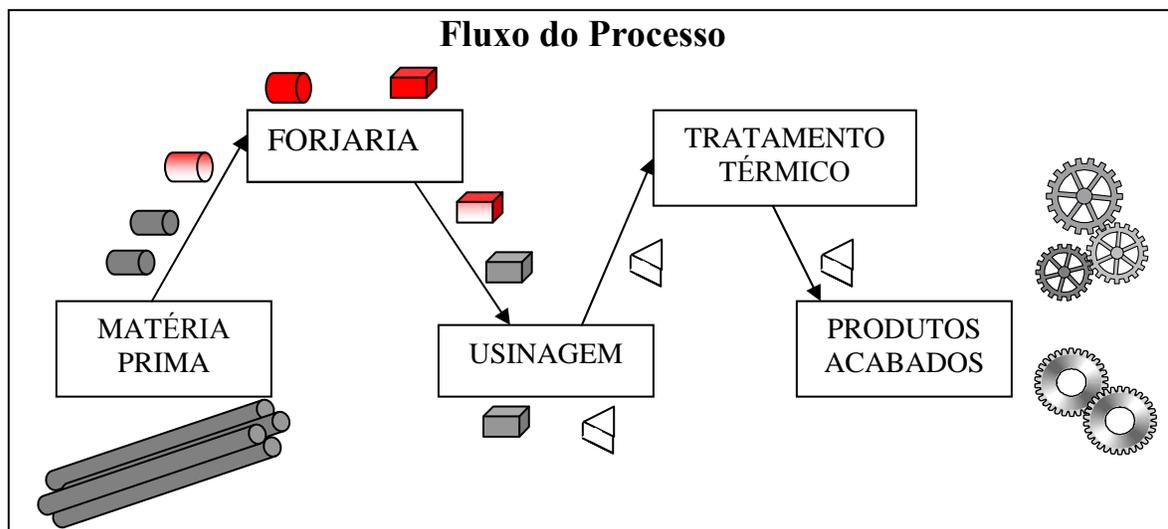


Figura 4.1 - Fluxo de produção

Fonte: Autora (2006)

4.3 Situação anterior à implantação

O acompanhamento dos números de produção de cada peça, o confronto do programado *versus* produzido é feito através de um sistema integrado de gestão empresarial, o qual é alimentado por apontamentos de produção feitos até então por operadores que ficavam em hora extra, com pilhas de fichas, digitando manualmente nos computadores da fábrica o que foi produzido na sua linha pelo seu turno naquele dia, ou até fazendo apontamentos retroativos de outros turnos cujos operadores não puderam ficar até mais tarde para digitar. Um exemplo de fichas de apontamento utilizadas na figura 4.2.

As linhas utilizam na maioria das vezes caixas plásticas para movimentar as peças de uma operação para outra e entre setores. A identificação das caixas se dá utilizando um cartão verde (figura 4.3) que contém informações como a ordem de produção, o código da peça, o lote, a quantidade de peças contidas na caixa e as operações que já foram executadas.

MUSASHI PEÇAS EM PROCESSO

ORDEM DE PRODUÇÃO

CÓD. PEÇA

LOTE

OP.	SETOR	QTDE.	OP.	SETOR	QTDE.

COD 3762 Composer

Figura 4.3 - Cartão verde
Fonte: Banco de dados da empresa



Figura 4.4 - Mais de um cartão no cesto de peças
Fonte: Banco de dados da empresa



Figura 4.5 - Cartão verde rasurado

Fonte: Banco de dados da empresa

4.4 Situação Posterior à implantação

- Metodologia escolhida

Tendo como meta eliminar os problemas citados, muitas metodologias para aumentar o controle foram estudadas, decidindo-se então por um sistema de coleta de dados em tempo real através de coletores de código de barras (figura 4.6), os apontamentos caixa-a-caixa, através de etiquetas de identificação (Figura 4.7) que além de possuírem um desenho que possibilitasse que elas fossem presas às caixas, teriam basicamente as mesmas informações dos cartões verdes com um diferencial de serem marcadas com “seqüenciais” distintos, os quais poderíamos entender como sendo o nome daquela caixa que pertence a uma determinada ordem de produção.

Foi contratada uma empresa de consultoria especializada em soluções de Tecnologia da Informação (TI), ela conduziu o desenvolvimento do programa utilizado no coletor, a interface com o sistema de gerenciamento e configurou a simbologia de acordo com as necessidades da Musashi.



Figura 4.6 – Coletor de código de barras

Fonte: Banco de dados da empresa



Figura 4.7. – Etiqueta de código de barras

Fonte: Banco de dados da empresa

- Tipo de código escolhido

O tipo de codificação optada foi a 128, a qual é mais utilizada em empresas para movimentações internas. Para decidir por uma simbologia levaram-se em consideração necessidades que vão desde o tipo de dados (numérico, alfanumérico), ao espaço disponível para impressão do código. O 128 vem se tornando padrão em muitas indústrias e é o mais indicado quando espaço não é problema. Para situações em que não há muito espaço, as simbologias de Matriz são mais interessantes apesar de incorrerem em investimentos mais altos nos equipamentos capazes de escanearmos.

- Disposição de dados e coerência entre físico e lógico

Para acessar as informações sobre as caixas de peças foi desenvolvida uma transação (relatório específico) no sistema de gerenciamento que possibilita consultas em diversos formatos de todas as etiquetas existentes naquela ordem de produção e que devem estar fisicamente na fábrica. Quando se fala em etiqueta, deve-se entender caixa plástica, preenchida com peças na mesma quantidade e lote descritos na etiqueta. Para uma melhor visualização, a disposição fica como na figura 4.8.



Figura 4.8. – Caixa de peças identificada com etiqueta de código de barras

Fonte: Banco de dados da empresa

Pode-se observar na figura acima que as peças encontram-se organizadas em paliteiro. Padronização é a primeira regra para a implantação de um sistema de controle dessas dimensões. A partir do momento que será cobrada a acuracidade entre as informações contidas na placa de identificação e o encontrado no físico, a organização sobre a quantidade de peças por caixa deve ser de fácil manejo e de visibilidade clara para os operadores, sem fazê-los perder tempo contando peças, e simultaneamente assegurando conferência de informações entre sistema e o real.

A distinção por meio dos seqüenciais (números após o asterisco na barra de cada etiqueta) entre as caixas oferece uma ferramenta preciosa no controle de diferenças de inventário, pois não se vai mais identificar a quantidade total de peças que deveriam estar

no setor e a quantidade que realmente se encontra lá, mas sim as diferenças encontradas em cada caixa. Se por exemplo ao se inventariar um setor não foi encontrada uma determinada caixa, pode-se rastrear quando foi feito o último apontamento nela, quem foi o responsável pelo apontamento, se foi feito sucateamento daquelas peças, qual o motivo, enfim, consegue-se rastrear a um nível bastante profundo as diferenças que antes permaneciam obscuras.

- Atribuição de responsabilidades

A responsabilidade pelos apontamentos inicialmente foi delegada à produção. Verificou-se na implantação propriamente dita uma série de modificações e melhorias tanto no programa como na interface do coletor que eram necessárias para um melhor desempenho do sistema. Devido a essas alterações relativamente freqüentes (principalmente nos primeiros dois meses) e falhas na comunicação de todos que poderiam fazer os apontamentos decidiu-se por criar um time de apontadores de produção sob responsabilidade do PCP, departamento que na empresa estudada responde pelas diferenças de inventário.

Um outro ponto importante para aumentar a credibilidade do sistema foi delegar mais responsabilidade aos apontadores. Foi definido então que cada apontador precisa colocar seu código (identificação dentro da empresa de 4 dígitos) e uma senha individual recebida para fazer os apontamentos. Isso incentivou forçosamente o comprometimento com o que era apontado (conferência de quantidade de peças – físico *versus* etiqueta, cuidado com lotes, etc.) e facilitou a rastreabilidade de falhas e necessidade de treinamentos específicos. O código do apontador também fica impresso na margem inferior esquerda da etiqueta, enquanto que no lado direito, ao lado do seqüencial fica escrita a operação que aquela caixa sofreu, nos casos de divisão ou reimpressão de etiquetas.

Essa exigência se deu para que as reimpressões de etiquetas sejam feitas apenas quando se tiver certeza da perda da original, pois a situação de encontrar duas caixas de peças cada uma com uma etiqueta, mas nestas contendo o mesmo seqüencial impresso, é o mesmo de ter uma dessas caixas sem etiqueta o que é inadmissível para o sistema.

- Organização da equipe

O time de apontadores foi dividido entre os três turnos e foram definidas rotas a serem seguidas de forma a abranger todas as linhas nas quais o sistema havia sido

implantado até então. Essas rotas são o mesmo que um mapa da fábrica com marcações dos locais onde devem ser feitos apontamento e qual apontamento deverá ser feito. Trabalha-se atualmente com duas pessoas por turno e cada uma é responsável por um grupo de setores (A ou B) como se pode observar na figura 4.9. O time tem a responsabilidade de percorrer as rotas fazendo os apontamentos das caixas que estão sobre os cavaletes de “peças para apontamento” e que já sofreram a operação declarada na placa e então movimentá-las para o banco de peças apontadas que estão disponíveis para a execução da próxima operação.

Essa sinalização das paradas para apontamento é feita através de delimitações pintadas no chão ao redor dos cavaletes que sustentam as caixas e com cartazes que avisam que operação deve ser apontada ali como a figura 4.10.

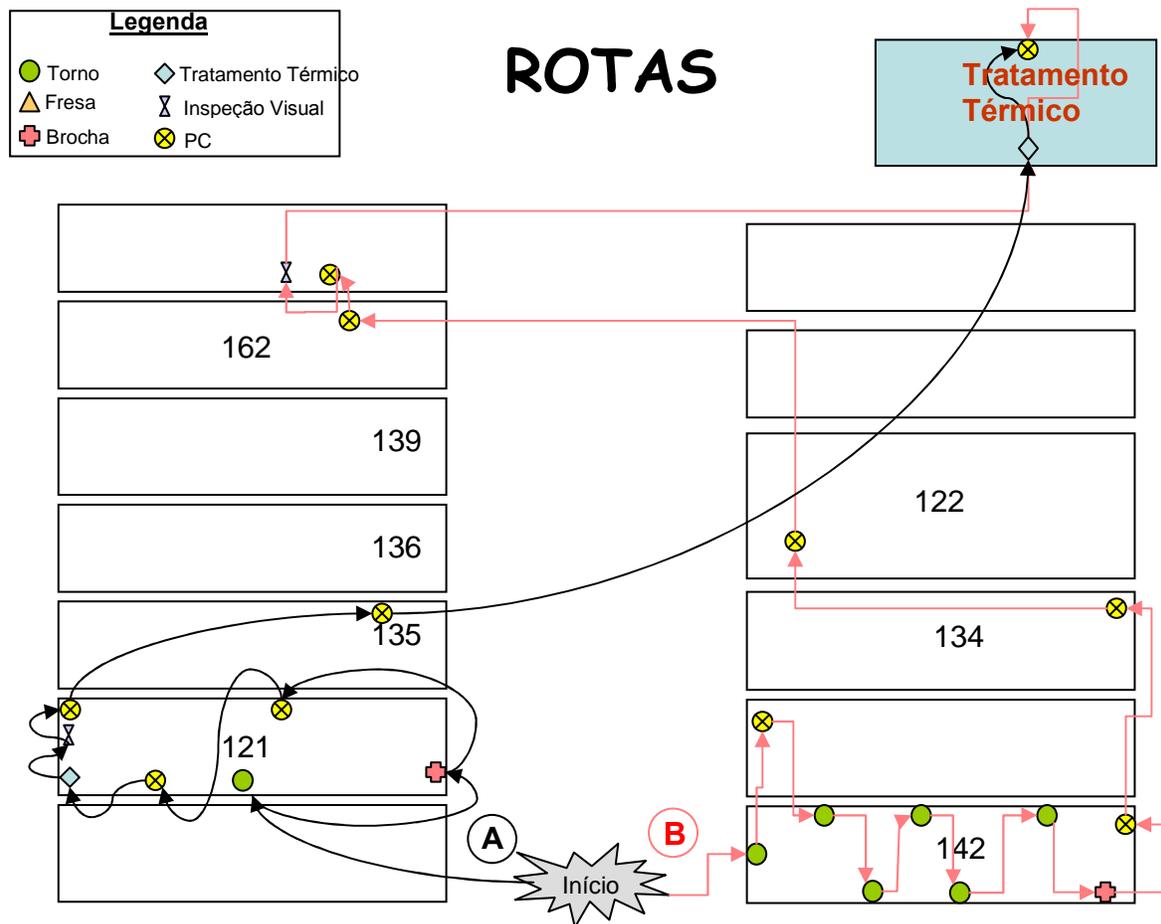


Figura 4.9 – Rotas seguidas pelos apontadores

Fonte: Banco de dados da empresa



Figura 4.10. – Placa de apontamento

Fonte: Banco de dados da empresa

- Organização Visual

A organização visual, que deixa claro o que deve ser feito, tanto através de delimitações, placas e principalmente instruções de trabalho é crucial para o envolvimento das pessoas que trabalham nos apontamentos e os operadores que manipulam e movimentam as peças. Na figura 4.11 é representado o layout de uma das linhas de produção com as devidas demarcações (linhas verdes) entre os locais de apontamento (caixas vermelhas) e os bancos de peças apontadas (triângulos invertidos cor de rosa ou amarelo).

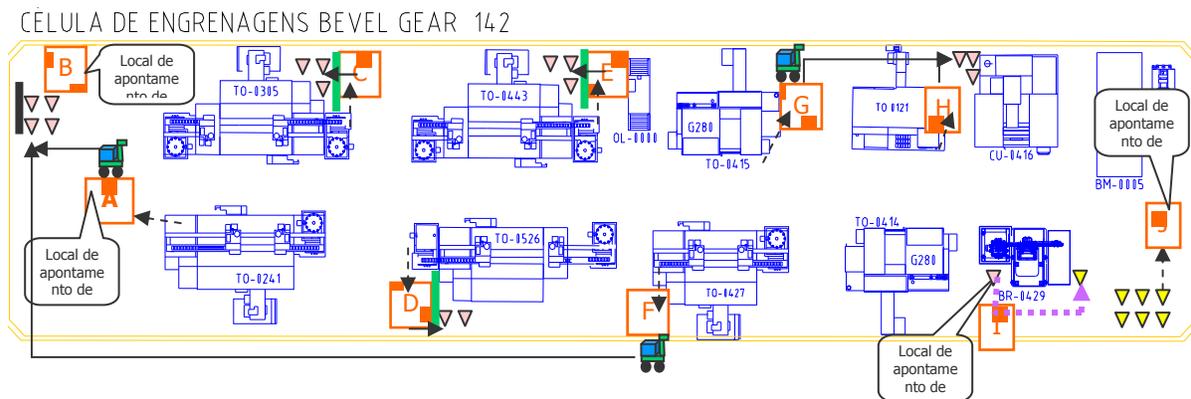


Figura 4.11 – Exemplo de Layout

Fonte: Banco de dados da empresa

Os padrões devem estar expostos em locais de máxima visibilidade para aqueles a que se destinam, e ser de fácil entendimento com muitas fotos e objetividade deixando bastante claro o certo e o errado, este formato está disponível no Anexo I.

- Importância do envolvimento dos setores

É extremamente importante o envolvimento de todos os setores da fábrica na implementação de um projeto destas proporções. Na empresa estudada a sistemática de cartões verdes era praticada há pelo menos 15 anos, e qualquer mudança em procedimentos praticados há tanto tempo requer uma dedicação de esferas mais altas para que se possa envolver toda a fábrica numa adaptação de cultura das pessoas que vão lidar operacionalmente com o novo sistema.

- A Qualidade devido aos impactos na criação de novos padrões, reformulação de antigos, olhar crítico sobre os mesmos, para que estejam em conformidade com as normas adotadas.
- O departamento de Kaizen tem responsabilidade sobre fazer as padronizações necessárias desde os paliteiros como já foi comentado como carrinhos de varão que são utilizados para movimentação de peças maiores.
- A produção tem possivelmente um dos papéis mais importantes, que é dá resultado através de redução de diferenças de inventário. Este assunto atualmente é bastante delicado principalmente em empresas que produzem bens em número elevado e são de médio a grande porte. Tendo em vista esta situação, foram elaborados treinamentos voltados a operadores que recebiam os cestos com forjados do setor de matéria-prima e organizavam as peças nos paliteiros para que identificassem cada caixa devidamente com a etiqueta de código de barras, sempre prestando atenção à coerência de quantidades (físico *versus* sistema). Esta situação possibilita a identificação de diferenças entre o número que foi declarado como enviado pela matéria-prima à usinagem naquele cesto, e o que realmente veio fisicamente. Parte do treinamento que esclarece esse ponto está na figura 4.12. Há inconsistências entre esses números frequentemente, já que o número de peças é calculado através de regra de três, descontando-se a tara do cesto (frequentemente imprecisa), no caso de peças estampadas os “estampos” (discos centrais que faziam parte das peças) muitas vezes caem

dentro do cesto junto com as peças, o que também ocasiona inconsistência na hora do cálculo baseado na pesagem, sem contar as situações onde são encontradas peças X dentro do cesto de peças Y.

TREINAMENTO PARA "DETTETIVES" DE DIFERENÇA DE INVENTÁRIO

(Operadores que arrumam peças do cesto de forjado para caixas)

Dados:

- Peça 2X01232
- Padrão de peças por caixa azul: 100

Quantidade de peças que vieram no cesto: 230

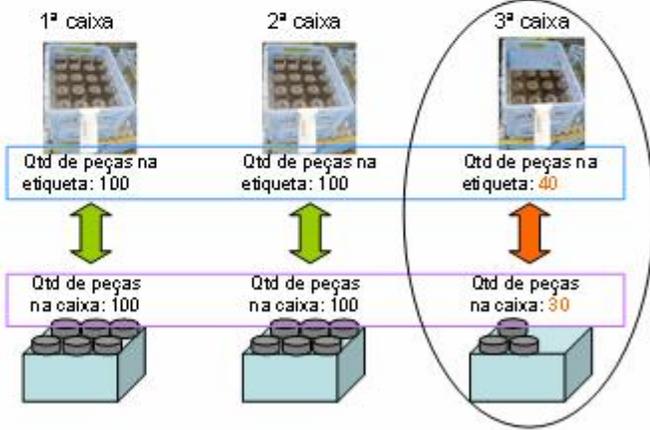
Quantidade de etiquetas que vieram no cesto:

2 etiquetas de 100	+	
1 etiqueta de 40		
		240 peças

Cesto de Forjado na Produção



Caixas plásticas com peças na linha de usinagem



TREINAMENTO PARA "DETTETIVES" DE DIFERENÇA DE INVENTÁRIO

(Operadores que arrumam peças do cesto de forjado para caixas)

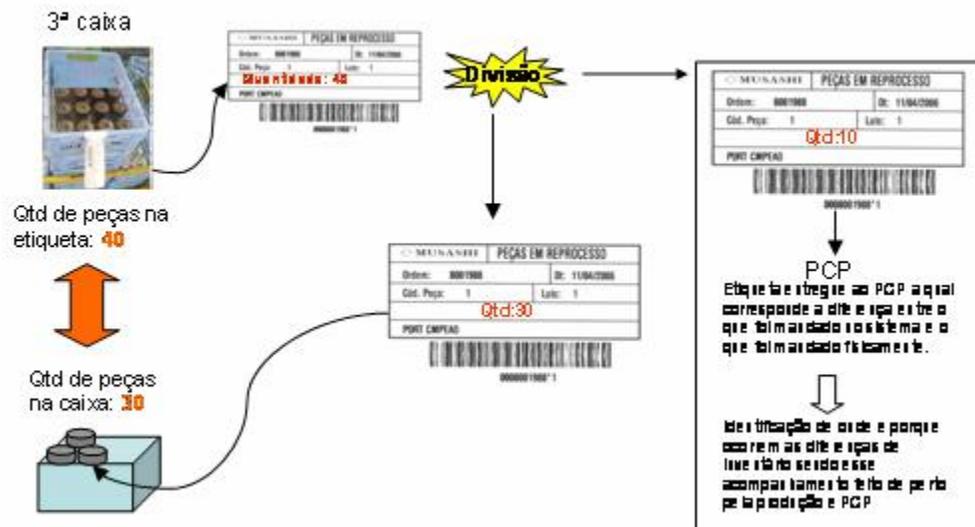


Figura 4.12 – Treinamento sobre Diferença de Inventário

Fonte: Banco de dados da empresa

- O setor de Informática deve conceder todo o suporte necessário tanto de software como de hardware diante das dificuldades encontradas. No caso de recursos físicos, há necessidade de disponibilizar computadores para que os apontadores possam fazer consultas e análises no sistema de gerenciamento, também é importante estar periodicamente fazendo rondas para verificar se os sinais das antenas estão com boa qualidade, checar periodicamente cada um dos coletores, verificando se há algum problema ou falha, e finalmente disponibilizar quantidade de impressoras de etiquetas em locais adequados e fornecendo qualidade de impressão. No que concerne o software, o departamento deve estar preparado para manipular relatórios de forma a oferecer aos usuários do sistema de gerenciamento flexibilidade e clareza de informações, ter disponibilidade para resolver problemas operacionais que porventura possam ocorrer de forma imediata, já que qualquer atraso pode impactar nos números da fábrica, e pelo menos no estágio inicial dedicar-se a melhorias no sistema desenvolvendo poka-yokes que impeçam erros como lotes com número de caracteres acima dos possíveis de existirem na fábrica.
- Conhecimento interno sobre linguagem de programação utilizada

Um ponto que é fundamental para o bom andamento do projeto e deve ser observado indispensavelmente na fase de pré-implantação é o treinamento de pelo menos uma pessoa do setor de Informática da empresa sobre o tipo de programação que deverá ser utilizada nos coletores. Esse funcionário deve estar preparado para acompanhar boa parte do tempo os consultores externos que foram contratados para desenvolver o sistema e aprender o máximo possível, diminuindo então a dependência da fábrica para com a firma de consultoria. Esta ação impacta na agilidade de resolução de problemas, já que a consultoria passa apenas um período de tempo na fábrica, facilidade e agilidade para desenvolver melhorias, o que indiretamente traz ganhos tanto de tempo, desempenho do sistema e financeiros, já que negociações pós-implantação com a consultoria incorrem em novos gastos.

- Divulgação de informações entre a equipe de apontadores

Quando ocorrem erros que a Informática não consegue solucionar em um curto prazo, é importante que todos os apontadores tomem conhecimento do ocorrido e tenham condições de contornar aquela situação. Para esta comunicação entre todos que fazem parte da equipe e que trabalham em três turnos diferentes foi criado um livro de registro de ocorrência que serve tanto para passar informações ou pendências de um turno para outro, como para reclamações e sugestões de melhorias.

4.5 Resumo do Capítulo

O estudo de caso exemplifica através da relação real entre o sistema de produção encontrado na metalúrgica, e o implantado para utilização na coleta de dados, aspectos e variáveis que devem ser observados desde o planejamento de um projeto dessas proporções, até ferramentas que podem ser utilizadas rotineiramente com o intuito de driblar dificuldades enfrentadas por controladores da produção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RESULTADOS OBTIDOS

A introdução de uma nova ferramenta de controle em um sistema de produção não é simples e requer grande esforço e dedicação da equipe que comanda tamanha responsabilidade. Se for utilizada uma tecnologia também relativamente recente, pode-se ter uma resistência ainda maior do que a que seria naturalmente encontrada, além da maior demanda de tempo para treinar as pessoas envolvidas no projeto.

A complexidade aumenta quando se leva em consideração a quantidade de setores que devem ser envolvidos para que o sistema possa ser implantado e rode de maneira homogênea. Alguns cuidados básicos foram identificados como fundamentais:

- a) Procurar assessoria de empresas ou profissionais que atuem na área (informática, logística, código de barras, etc.) e treinar funcionários da própria empresa para assumirem o comando do sistema desenvolvido suprindo as necessidades dos usuários quando da saída dos consultores.
- b) O processo pelo menos inicialmente deve ser concentrado nas mãos de um grupo reduzido de pessoas. É melhor evitar situações em todos sabem um pouco e ninguém sabe o suficiente.
- c) Deve ser feito um trabalho de divulgação internamente e externamente à fábrica para evitar resistências descabidas que venham a atrapalhar o processo na sua fase mais delicada que é a implantação.
- d) Um cronograma realista deve ser estabelecido mesmo que exija algum tempo a mais que o desejado.
- e) Deve-se ter em mente que o sistema só estará 100% eficiente algum tempo após sua implantação. Portanto é necessário que se esteja preparado para imprevistos no início.

Como resultados positivos encontrados, ainda que em escala inferior ao possível, comparando-se a situação anterior e a posterior, observe a Tabela 5.1.

ANTES	DEPOIS
1º) Produção do 3º turno de um dia só era digitada na tarde do dia seguinte → Informações atrasadas	1º) Apontamento de produção online → Informações rápidas
2º) Incerteza quanto ao número de peças em cada operação → Informações inconsistentes	2º) Quantidade de peças em cada operação confiável → Informações precisas
3º) Probabilidade de perda de cartões de identificação alta → Troca de lotes	3º) Etiquetas presas às caixas → Menor possibilidade de troca de lotes
4º) Apontamentos com quantidades equivocadas (quantidade escrita no cartão errada ou digitada errada) → Ocorrência de ordens sem saldo	4º) Apontamento de quantidades fiéis ao registrado na etiqueta → Ordens exatas

Tabela 5.1 – Resultados Obtidos

Fonte : Autora (2006)

Há algumas limitações do sistema que devem ser estudadas para verificação do impacto. Como exemplo tem-se o apontamento de horas paradas, o qual não pode ser feito pelo coletor e que continua mantendo os operadores em hora extra para digitação manual, análise de eficiência de máquinas cujas operações são apontadas automaticamente quando a atividade posterior a ela é apontada, entre outros pontos que não são relevantes para o trabalho em questão.

6. CONCLUSÃO

Foi apresentada a implantação de um sistema de coleta automática de dados e pôde-se fazer um comparativo entre as situações anterior e posterior à implantação, exemplificando melhorias obtidas no que concerne a qualidade, precisão e rapidez das informações circulantes na empresa estudada.

A realização deste trabalho trouxe grande aprendizado para a aluna já que possibilitou a aplicação de conhecimentos adquiridos ao longo do curso de graduação passando por temas de gestão da produção, tecnologia da informação, logística, processos industriais, mecânica entre outros. A convivência com a aplicação do projeto foi uma experiência enriquecedora e que certamente servirá como base para a vida profissional e amadurecimento da formanda.

Como esta monografia possui informações sobre situações e rotinas que, como é intrínseco e vital para o processo, estão em constante melhoria, é possível que os procedimentos em vigor descritos neste trabalho sofram alterações em períodos de tempo relativamente curtos. Este ponto dá margem e abertura para que trabalhos futuros possam ser desenvolvidos em cima do que foi escrito nesta monografia. Como exemplo pode-se estudar a possibilidade de coletar dados que ainda não são utilizados no sistema como as horas de máquinas paradas, trabalhar em cima de procedimentos utilizados na identificação de sucata e como o sistema deverá se adaptar a essa realidade e identificação de materiais não conformes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHETTY, K., GNANASEKARAN, O. C. "A Petri Net Based Methodology For the Design of Layouts in FMSs". Carleton University, Canada, 1996.

CHIAVENATO, Idalberto. Administração da Produção. São Paulo: Editora Campos, 2005.

DONATH, M., GRAVES, R.J., and Carlson, D.A., 1988, Flexible assembly systems: the scheduling problem for multiple products. *Journal of Manufacturing Systems*, 8, 27-33.

FABRICIO, M.; MELHADO, S. 'Projeto Simultâneo e a Qualidade na Construção de Edifícios.' In. Seminário Internacional: Arquitetura e Urbanismo: Tecnologias para o Século XXI. Anais: FAU-USP, São Paulo, 1998.

FAVARETTO, F. Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados de chão de fábrica. São Paulo, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

GROOVER, M. Solutions manual: automation, production systems and computer-integrated manufacturing, 1987. Ed. Upper Saddle River.

KUSIAK, A., Flexible Manufacturing Systems: A Structural approach. *Int. J. Production Research.*, vol. 23, nº 6, pp. 1057-1073, 1985.

KIRCHMER, M.: Business Process Oriented Implementation of Standard Software, Springer-Verlag, Berlin, 1998.

LINHA BASE CONSULTORIA – Tipos de Código de Barras mais Utilizados
< <http://www.linhabase.com.br/codigodebarras/codigodebarra.asp> > Acesso em:
22/07/2006

LIKER, J. O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MOREIRA, Daniel. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Pioneira Editora, 1998.

OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAPADOPOULOS, HEAVEY C.; BROWNE J. Queuing theory in manufacturing systems analysis, Chapman & Hall, 1993.

QUEEN'S UNIVERSITY OF EDUCATION

<<http://educ.queensu.ca/~compsci/units/encoding/barcodes/history.html>> Acesso em: 22/07/2006

SCHEER, A.W.: Principles of Efficient Information Management, Springer-Verlag, Berlin, 1991.

SEIDEMAN, T. Artigo do American Heritage of Invention and Technology, Forbes, 2006.

<<http://www.basics.ie/History.htm>> Acesso em: 15/08/2006.

SLACK, Nigel. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1997

S.DAUZERE-PERES. Rapport LAAS N° 94292. 4th International Workshop on Project Management and Scheduling, Leuven (Belgique), Juillet 1994

<http://dbserver.laas.fr/pls/LAAS/publis.rech_auteur?langage=FR&clef=1757> Acesso em: 07/09/2006

SURI, R. and WHITNBY C., Decision Support Requirements in Flexible Manufacturing. Journal of Manufacturing Systems, vol. 3, n° 1, pp. 27-38, 1984.

TUBINO, Dalvio F. Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica – Porto Alegre:Bookman, 1999.

VOLLMANN, T.E.: Integrated Production and Inventory Management, Business One Irwin, Homewood, 1993.

ZYNGIER, Mauro L; GROSSMAN, Fábio. Código de Barras da teoria à prática. São Paulo: Editora Nobel, 1991.

ANEXO I – Modelo Instrução de Trabalho Calibração Forjaria

	CÓDIGO: 422 001 00	FOLHA: 1/1
	Instrução de Trabalho	
	Título: Instrução de Trabalho de identificação de peças na saída da calibração	

| Peça | Quantidade por caixa |
|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|
| 200 x 740 | 80 |
| 200 x 760 | 80 |

Elaboração	Gerente
Supervisor	Supervisor de Produção

CERTO



O caso chega para calibração com a quantidade de peças e as etiquetas para identificar as caixas que vão sair da prensa



Operador coloca as etiquetas do caso e as coloca no conteúdo



Quando completar cada caixa, o operador deve etiquetá-la observando a quantidade que está se caindo na etiqueta para que tenha a mesma quantidade de peças no fardo (dentro da caixa)



A organização das caixas no pallet deve obedecer a figura ao lado, observando que cada caixa deve estar com a sua etiqueta virada para o lado externo (possibilitar a leitura sem haver necessidade de desmontar o pallet) e o centro do pallet não deve ter caixas



ERRADO



Caixa sem a etiqueta e!!!!

Como resultado: Mistura de lotes e dificuldade para a rastreabilidade



Arrumação de caixas no pallet ERRADA!

Como resultado: Dificuldade de visualização das etiquetas e leitura para a rastreabilidade

CERTO



Pontos Importantes:

* Quantidade física (Qtd peças na caixa) = Quantidade na etiqueta

- * Para identificar as caixas de SALDO E PRODUTO NÃO-CONFORME : chamar apontador do turno para dividir a etiqueta o mais rápido possível e prendê-las às caixas. (sob hipótese alguma deixar alguma caixa sem etiqueta de identificação!)

ERRADO



Identificar e dizer caixa que contém o saldo restante com código verde E a etiqueta de código de barras (para ficar mais fácil a identificação)

NÃO-CONFORME



As peças não-conformes quando devem ser devidamente identificadas com etiqueta de código de barras e deve-se colocar uma fita vermelha (bolinha) para diferenciá-las das peças boas