

Kleber José Arantes

Gerenciamento da fabricação de estampados utilizando a  
sistemografia.

São Paulo

2007

Kleber José Arantes

Gerenciamento da fabricação de estampados utilizando a  
sistemografia.

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentada à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para  
obtenção do título de Mestre Profissional  
em Engenharia.

Área de concentração: Engenharia  
Automotiva.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Batalha

São Paulo

2007

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Arantes, Kleber José**

**Gerenciamento da fabricação de estampados utilizando a sistemografia / K.J. Arantes. -- São Paulo, 2007.**

**p.**

**Trabalho de curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.**

**1.Manufatura enxuta 2.Estamparia 3.Produtividade I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica II.t.**

## Dedicatória

Dedico este trabalho a minha esposa e meus filhos que foram incentivadores de meu estudo. E a meus pais que sempre me deram força em meus caminhos.

## Agradecimentos

Agradeço à Escola Politécnica da USP o apoio durante a elaboração deste trabalho;

À Secretaria da Engenharia Automotiva;

À General Motors do Brasil que disponibilizou suas dependências para a realização deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Gilmar Ferreira Batalha, pela orientação deste trabalho.

“Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida e viver com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, pois o triunfo pertence a quem se atreve...

E a vida é muita para ser insignificante”.

(Charles Chaplin)

## Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar resultados da implementação do *Lean Manufacturing*, que na General Motors é o sistema conhecido como GMS (Sistema Global de manufatura), para aumentar a produtividade de uma linha de prensas robotizadas da estamperia da Fabricação de Componentes, localizada no município de São José dos Campos – São Paulo. Utilizando um conjunto de indicadores integrados ao Plano de Negócios da Empresa, evidenciou-se o impacto gerado pela implantação dos conceitos *Lean* no sistema de produção. A avaliação realizada considerou os resultados dos indicadores antes e após a implementação da Manufatura Enxuta e sistemografia na referida linha de produção. Por meio dos resultados alcançados, evidenciou-se também que a implementação dos conceitos de Manufatura Enxuta em plantas consideradas antigas (*Brownfield*) não somente é possível como também pode trazer resultados vantajosos para a organização que os adota. Com o mercado automobilístico cada vez mais concorrido, tanto no Brasil como no mundo, a necessidade de se ter produtividade para a redução de custos estruturais vem estimulando diversas montadoras a investirem neste sistema. Isto porque tal sistema favorece a melhoria dos níveis de qualidade e produtividade. Os resultados alcançados demonstraram claramente que o processo de Manufatura Enxuta e sistemografia implementado, trouxe uma melhoria expressiva na produção, evidenciada pela evolução do indicador de produtividade.

Palavras-chaves: Manufatura Enxuta, GMS, estamperia, produtividade, sistemografia.

## **Abstract**

This study had as objective to evaluate results of lean manufacturing, if General Motors the system is known as GMS, ( Global Mnuufacturing System), to improve the productivity of robotized press line of components manufacturing, press shop situated of São José dos Campos Sity, São Paulo. Utilizing a kit of indicators integrated whith Buisness Plan of enterprise, evidenced the impact from lean concepts implementation of production system. The valuation realizedated considered the results of indicators before and after implementation of lean manufacturing and sistemography in that production line. Through of results catched, evidence to if the implementation of lean manufacturing and sistemography concepts in Complexs considered old or Brownfield, not only is possible if can bring profitable results to organization if belive that with Automobilistic Market more crowded, in Brazil or in productivity to decrease structures cost is paying attention of many interprises to invest that system. It why that system suport improvement of quality and productivity indicators. The results catched showed easily it the proess of lean manufacturing and sistemography working, brouth the improvement in production showed that evolution of productivity indicator.

Key Words: Lean manufacturing, GMS, Press Shop, Productivity, Systemography.



## Lista de Figuras

Figura 1	Planejamento Estratégico Funcional e sua inter-relação com o Planejamento Estratégico Organizacional.....	19
Figura 2	Processo de Mudança .....	21
Figura 3	Representação Gráfica Modelagem Organizacional .....	23
Figura 4	Estrutura para reengenharia de processos .....	24
Figura 5	Tempo para Implementação da Reestruturação .....	24
Figura 6	Tempo para Implementação da Reestruturação .....	25
Figura 7	Sistemógrafo do Corte da barra .....	31
Figura 8	Matriz Estrutural do Sistema Geral para o Sistemógrafo “Corte da Barra” .....	32
Figura 9	Estrutura de desenvolvimento de um Fluxo de Trabalho (Workflow) .....	34
Figura10	Representação gráfica de rotas .....	36
Figura 11	Estrutura genérica de um Workflow .....	38
Figura 12	Formato de redes de Petri .....	39
Figura 13	Ciclo do PDCA .....	43
Figura 14	Fluxograma processo de fabricação de estampados .....	58
Figura 15	Sistemógrafo de processo da linha D .....	59
Figura 16	Sistemógrafo do controle de produção antigo .....	60
Figura 17	Sistemógrafo Produção Seqüenciada .....	62
Figura 18	Painel de controle da produção seqüenciada .....	63
Figura 19	Sistemógrafo do Alarme Escalonado .....	64
Figura 20	Painel eletrônico e sirene do sistema andon na cabeceira da linha D .....	66
Figura 21	Sistemógrafo de trabalho padronizado no início de produção	67

## Lista de Gráficos

Gráfico 7.1	Pancadas por hora (média mensal) da linha D .....	69
Gráfico 7.2	Paradas da linha D causada pela manutenção .....	70
Gráfico 7.3	Comparativo de Produtividade .....	70
Gráfico 7.4	Comparativo de Produtividade Acumulado .....	71
Gráfico 7.5	Scraps Antes/Após Sistemografia .....	71
Gráfico 7.6	Retrabalho Antes/Após Sistemografia .....	72

## Lista Tabelas

Tabela 4.1	Estudo comparativo entre os processos de reestruturação....	26
Tabela 4.2	Produção em Massa versus Produção Enxuta .....	48
Tabela 4.3	Diferenças entre as Fábricas Framingham e Takaoka Constatadas pelo grupo de Pesquisadores do MIT .....	49
Tabela 4.4	Produção em Massa versus Produção Enxuta .....	54

## Sumário

1.	Introdução.....	13
2.	Desenvolvimento .....	15
3.	Objetivo .....	16
4.	Revisão Bibliográfica .....	17
4.1.	Planejamento Estratégico .....	18
4.2.	Processos de Reestruturação .....	20
4.2.1	Controle de Qualidade Total .....	22
4.2.2	Modelagem Organizacional .....	22
4.2.3	Reengenharia.....	23
4.2.4	Análise Comparativa dos Processos Reestruturação .....	24
4.3	Métodos de Modelagem Organizacional .....	26
4.3.1	Método de Estudo de Sistemas – Sistemografia .....	27
4.3.2	Definições do Método .....	27
4.3.3	Redes de Processadores e Matriz Estrutural do Sistema .....	29
4.3.4	Etapas para Modelagem do Sistema através da Sistemografia..	30
4.3.4	Exemplo de Utilização da Sistemografia .....	31
4.4	Fluxo de Trabalho (Workflow) .....	33
4.4.1	Classificação de Fluxos de Trabalho .....	33
4.4.2	Definições do Método .....	34
4.4.3	Representação de Fluxos de Trabalho .....	39
4.4.4	Considerações sobre Fluxo de Trabalho.....	40
4.5	Conceitos Gerais de Administração .....	40
4.5.1	Atividades do Sistema de Administração da Produção (SAP).....	41
4.6	Manufatura Enxuta.....	42
4.6.1	Metodologias do PDCA.....	42
4.6.2	O Sistema de Produção Enxuta .....	46
4.6.3	Da Produção em Massa para a Produção Enxuta.....	47
4.6.4	O “Pensamento” Enxuto: Nova Filosofia de Produção .....	49
4.6.5	O Conceito de Valor: A Base do Pensamento Enxuto .....	50

4.6.6	Os Disperdícios Clássicos dos Processos Produtivos .....	51
4.6.7	Jidoka: Pilar de Sustentação da Produção Enxuta .....	52
4.6.8	Resumos das Características da Produção Enxuta .....	54
4.6.9	Os Diferentes Tipos de Processo de Produção .....	55
5.	Material e Método .....	56
6.	Procedimento .....	57
6.1	Mapeamentos dos erros de processo.....	58
6.2	Balanceamento de produção.....	59
6.3	Processo .....	61
6.4	Desperdício .....	61
6.5	Balanceamento na produção .....	62
6.6	Gerenciamento visual .....	64
6.7	Trabalho Padronizado .....	66
6.8	Times de Trabalho .....	67
6.9	Eliminação de desperdício na linha D .....	67
7.	Resultados .....	69
8.	Discussão .....	73
9.	Conclusão .....	75
10.	Referências Bibliográficas .....	76
11.	Anexos .....	81

## 1. Introdução

Com o processo de globalização em curso, o mercado mundial para as montadoras de veículos se tornou mais competitivo, exigindo a redução de custos e melhorias níveis de produtividade e qualidade, entre outras necessidades. Tudo isto, sem prejudicar a saúde e a segurança dos trabalhadores.

O desafio da sobrevivência das organizações, aliado à competitividade e à agilidade tecnológica, fez emergir novas técnicas gerenciais, as quais buscam manter as organizações em um cenário constante de mudanças, desenvolvendo sistemas administrativos eficientemente ágeis e suficientemente fortes para os padrões estabelecidos pela nova formação econômica da sociedade (REIS, 2004)

A globalização da economia e o surgimento rápido e contínuo de novas tecnologias impõem-se como forma de mobilizar as organizações para a obtenção do grau máximo de competitividade, modernidade e qualidade, de modo a assegurarem sua sobrevivência e o seu crescimento. (REIS, 2004)

A linha de prensas robotizadas denominada D na estamperia da Planta de São José dos Campos, da General Motors do Brasil, estava com um rendimento abaixo da capacidade de carga denominada pelo fabricante contribuindo diretamente com a insatisfação de nossos clientes, pois este atraso gerava o comprometimento de seus processos. Esse problema estava diminuindo a competitividade da estamperia já que esta tinha dificuldade no gerenciamento do processo, diminuindo também a qualidade do serviço. De acordo com Machado (1994) produzir com melhor qualidade significa produzir com maior produtividade, o que resultaria em menos desperdício e menos retrabalho, e, por fim, menos custo.

Todo o grupo envolvido pelo trabalho é responsável pela produtividade e qualidade e a missão principal da liderança é traçar os métodos e as diretrizes a serem seguidos, mostrando como fazer para obter os melhores resultados. (MACHADO, 1994)

Para se ter noção dos níveis de competitividade que tem - se externamente e onde essas informações podem ser utilizadas para mostrar ao grupo a grandeza do problema. Faz - se por meio de empresas de consultoria, uma pesquisa do índice de produtividade que de acordo com, Martins, 1999, tem demonstrado uma capacidade em média três vezes maior das novas unidades em relação às fábricas antigas no país, e a média da diferença de ciclo (ociosidade), nas linhas de montagem de automóveis em todo país girava em torno de 40%.

As diferenças no processo de implementação do GMS, considerando fábricas modernas e antigas, começam pelo modelo de treinamento das pessoas que irão efetivamente implementar e operar o novo sistema

A GM vem desenvolvendo um sistema denominado GMS (Global Manufacturing System ou Sistema Global de Manufatura) que tem por objetivo tornas as empresas do grupo (mundial) mais competitivas. Esse sistema é a organização de todas as ferramentas que já utilizávamos no passado e algumas atuais que nasceram para ajudar a manufatura nesse mundo competitivo de hoje. Essas ferramentas são compostas de recursos de todas as plantas da General Motors do Mundo e revelou-se um verdadeiro empreendimento de gestão inovadora e guarda identidade com os princípios da Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing*.

Em nosso caso, que estaremos utilizando algumas ferramentas do GMS em uma linha de prensas de uma planta antiga, será necessário utilizar o sistema de implantação *Brownfield* (Plantas velhas), onde os treinamentos devem acontecer como atividade paralela.

Buscaremos também comprovar através deste trabalho a importância da adoção de um método de produção mais eficiente em nossas linhas de prensas da estamperia de São José dos Campos, especificamente linha D, para garantir, não somente a sobrevivência, mas o crescimento da satisfação de nossos clientes.

## 2. Desenvolvimento

O tema desenvolvido tem importância tanto pelo aspecto empresarial como pelo acadêmico.

Sob o aspecto empresarial, a avaliação e modificação no processo contribuem para melhorar a produtividade de uma linha de prensa e torná-la mais competitiva, visto que dentro de uma mesma empresa existem outras estamparias concorrentes que trabalham para usar de seus números um atrativo para novos projetos conseqüentemente sua sobrevivência.

O estudo mostra também que a aplicação de *Lean manufacturing* em plantas consideradas antigas (*Brownfield*) pode resultar em ganhos significativos contribuindo para a sobrevivência da organização pela estratégia de melhoria da competitividade associada à manufatura.

Sob o enfoque acadêmico, o desenvolvimento de estudos relacionados à aplicação da Manufatura Enxuta, tem um modo geral grande influência sobre a produção científica não somente pelo conteúdo do campo teórico e prático como também pelo interesse que o assunto tem suscitado (REIS, 2004)

A existência de processos semelhantes com resultados diferentes mostra-nos a importância da padronização dentro de uma empresa, unindo as pessoas que ali trabalham com o mesmo objetivo (*One Company- GMB- Valores corporativos*) e criando a cultura de dividir as boas práticas para a obtenção de um resultado único e consistente.



### 3. Objetivo

Implantar uma estrutura com conceitos de manufatura enxuta e sistemografia para aumentar a produtividade da linha robotizada de prensas Komatsu (linha D) da estamparia da General Motors do Brasil, planta de São José dos Campos, São Paulo.

Aplicar na linha D as melhores práticas que já foram utilizados em outras linhas de prensas com base na manufatura enxuta e sistemografia e implantar outros métodos se for, o caso, para buscar o melhor rendimento de produtividade que a linha possa oferecer.

E apesar de a qualidade dessas linhas serem um assunto de grande importância, nesta etapa do trabalho, não será demonstrado nenhum tópico sobre esse assunto, tendo como foco principal a produtividade.

Assim como os índices da linha robotizada D que serão utilizados apenas para despertar o interesse no trabalho e não serão utilizados para efeito de comparação durante o trabalho.

## 4. Revisão Bibliográfica

Uma organização é definida neste capítulo como a associação de pessoas que busca produzir bens, prestar serviços à sociedade e atender às necessidades de seus próprios participantes. Para isto, esta é organizada em processos que visam aumentar a satisfação do consumidor, melhorar a eficiência das operações do negócio, aumentar a qualidade do produto, reduzir os custos, como o estrutural, diminuindo o número de retrabalhos e scrap e enfrentar novos desafios decorrentes de mudança de mercado, como os concorrentes com seus modelos competitivos e valores atraentes. (REIS, 2004)

Com isso, o processo de planejamento estratégico continua a ocupar a primeira posição das questões chave para o sucesso das principais organizações (WARD & GRIFFITHS & WHITMORE, 1990). Neste contexto, a partir desta visão do processo de negócios, os processos de reestruturação buscam realizar os objetivos estabelecidos pelo mesmo.

Como ferramentas destes processos de reestruturação, pode-se citar a Sistemografia e fluxo de trabalho que fazem uso de suas metodologias para otimizar e gerenciar as atividades das organizações. (REIS, 2004)

As atividades de uma organização podem ser divididas em operacionais e gerenciais, sendo que neste caso, a primeira trata dos processos de fabricação e a segunda de processos de administração industrial. (CHASE, 1988)

Uma organização pode ser definida como uma associação de pessoas que têm como objetivo a produção de bens, prestação de serviços à sociedade e atendimento das necessidades de seus próprios participantes. Além disso, possui uma estrutura formada por pessoas que se relacionam colaborando e dividindo o trabalho para transformar insumos em bens e serviços. (BERNARDES, 1988). Esta definição abrange tanto a abordagem Clássica, caracterizada pelo padrão de ordem da administração, quanto à das Relações Humanas, determinada pelas relações interpessoais.

Sob um outro ponto de vista, começa-se a reconhecer a organização como um sistema marcado por sua capacidade de auto-renovação. Com isso, as organizações começam a ser tratadas como estruturas mais fluidas e concebidas como “organizações de aprendizagem”, caracterizadas por mudanças, caos e comportamentos cíclicos. (WHEATLEY, 1992)

Assim, o reconhecimento da organização como uma entidade consciente torna-se fundamental para qualquer planejamento, na medida em que uma vez compreendida a organização, os processos de mudanças serão mais fluidos e compatíveis com a mesma.

#### 4.1 Planejamento Estratégico

O conjunto de medidas da organização, para alcançar seu objetivo frente às mudanças de mercado, é definido por planejamento estratégico organizacional. Este conjunto de medidas é tomado, para que a organização, a médio e longo prazo, desenvolva e mantenha uma adequação razoável entre seus objetivos e recursos. (KOTLER, 1993)

O Planejamento Estratégico Organizacional é composto por Planejamentos Estratégicos Funcionais, os quais se preocupam com as disposições de recursos que correspondem àquela função na organização. Assim, a coerência entre Planejamento Estratégico Funcional e Planejamento Estratégico Organizacional torna-se imprescindível para o cumprimento dos objetivos da organização. A figura ilustra o conceito do Planejamento Estratégico Funcional como uma parte do Planejamento Estratégico Organizacional. (PIVA, 1996)

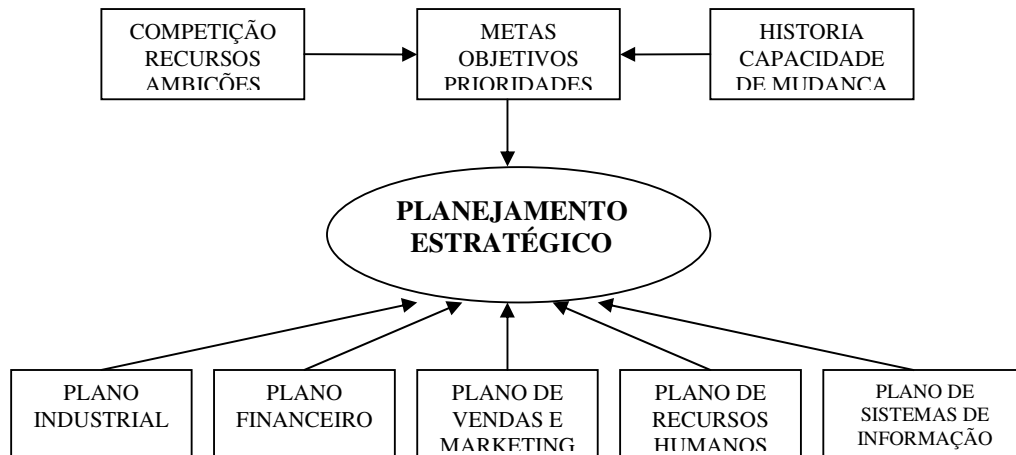


Figura 1 – Planejamento Estratégico Funcional e sua inter-relação com o Planejamento Estratégico Organizacional, (PIVA,1996) et al (ALTER, 1992)

A partir disso, como o enfoque deste trabalho está sob apenas dois Planejamentos Estratégicos Funcionais, sendo estes os Planejamentos Estratégicos Industriais e de Sistema de Informação. O primeiro é a soma total de decisões relacionadas com a produção, armazenamento e distribuição de bens e serviços, envolvendo desde localização de fábricas, projeto de plantas, automação de processos até que tipo de empregados contratar. O segundo deve refletir as funções e dados necessários para suportar o negócio, os objetivos, fatores críticos de sucesso e as necessidades de informação da alta administração. Além disso, ambos devem retratar como a tecnologia pode ser utilizada para criar novas oportunidades e/ou vantagens competitivas. (PIVA, 1996)

Isto porque, a afirmação que a tecnologia gera vantagens competitivas e torna uma organização mais produtiva e lucrativa, pode não ser uma afirmação um tanto óbvia, já que investimentos em tecnologia devem ser justificados com relação aos indicadores de desempenho.

- Produtividade (“Os investimentos em tecnologia aumentam a produtividade?”),
- Competitividade (“Os investimentos em tecnologia agregam valor para os consumidores”),
- Lucratividade (“Os investimentos em tecnologia melhoram a performance do negócio?”).

Mesmo sem possuir respostas para estas perguntas algumas organizações continuam a investir enormes somas de dinheiro em tecnologia, esperando um retorno considerável, apesar da existência, em alguns casos, de contradições quanto aos benefícios esperados. (BRYNJOLFSSON, 1994)

Na maioria dos casos em que existem estas contradições, as organizações não estão levando em conta o fato que o grande potencial da tecnologia é fundamentalmente melhor, e não como a solução dos problemas que possuem hoje. (PORTER, 1992)

Enfim, as organizações, através do Planejamento Estratégico Organizacional, devem buscar a reestruturação de seus processos para tirarem um melhor proveito da tecnologia e utilizá-la de forma a “transformar a tecnologia em uma arma competitiva” (PORTER, 1992), para que no futuro estas sejam bem sucedidas.

#### 4.2 Processos de Reestruturação

Os métodos utilizados para reestruturar uma empresa devem ser focados em dois pontos: nos recursos humanos e na tecnologia de informação, uma vez que os recursos humanos desenvolvem e mantêm a estrutura e a organização necessárias para sustentar os processos de reestruturação, e a tecnologia de informação desenvolve e mantêm a infra-estrutura do conhecimento. (MARTIN, 1996)

A figura abaixo introduz alguns métodos, ressaltando a importância dos recursos humanos e da tecnologia de informação:

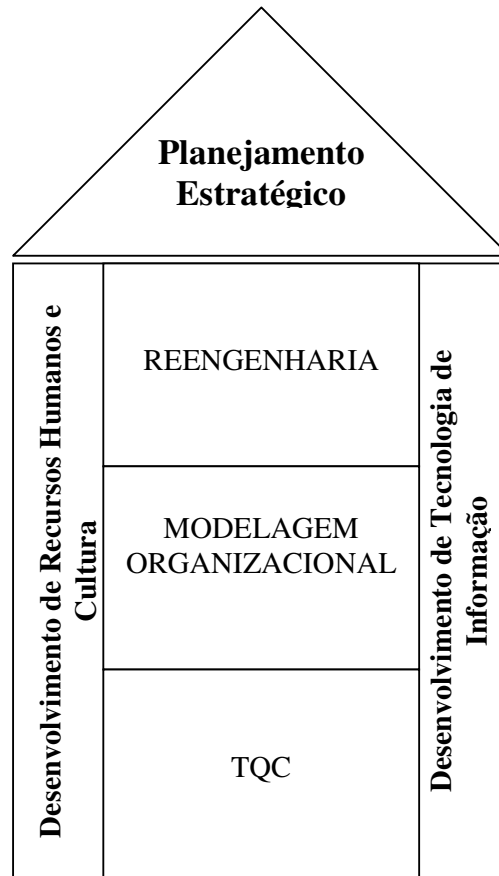


Figura 2 – Processo de Mudança (MARTIN, 1996)

Nesta figura, normalmente, quanto mais próximo da cabeça da seta, maior a mudança contemplada, sendo que estes métodos seguem por grau de mudança: TQC (Controle da Qualidade Total), Modelagem Organizacional e Reengenharia.

O principal objetivo destes processos de reestruturação é a mudança dos processos atuais em processos mais eficazes com relação aos indicadores de desempenho, em termos de custo e satisfação do cliente. Além de fazer uma transição multidirecional, onde haja aprendizado contínuo em todos os níveis da organização.

#### 4.2.1 Controle de Qualidade Total

Este sistema é conhecido pela sigla TQC (Total Quality Control), que se baseia na participação de todos os setores da empresa, principalmente dos empregados, no estudo e na condução do controle da qualidade.

Qualidade possui diferentes significados para os mais variados contextos. Segundo (FALCONI, 1994), “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”. Já especificamente, no contexto de manufatura de bens, “um produto de qualidade é aquele que tem a performance para o qual foi projetado”. (NAHMIAS, 1997)

Este método está preocupado com a criação de uma cultura de melhoria contínua da qualidade. Os mestres japoneses desse método chamam-no “kaizen”, sendo que a tradução deste termo é “todos melhoram tudo, o tempo todo”. Com isso, o “kaizen” é um modo de aprendizado viral para a empresa moderna, uma vez que os resultados de todos aprenderem a fazer melhor seu trabalho o tempo todo são registrados, para que outros possam ser treinados e habilitados a usar estas técnicas. (FALCONI, 1994)

#### 4.2.2 Modelagem Organizacional

A modelagem organizacional é uma abordagem que se utiliza de um conjunto de princípios da engenharia, para modelá-la, identificando pontos fortes e fracos, para que, assim, se elimine os pontos fracos da empresa. Este redesenho promove uma mudança descontínua, diferente da melhoria contínua característica do “kaizen” ou da TQC, embora não seja uma substituição fundamental das atividades de trabalho e da estrutura gerencial geradas pela reengenharia. Além disso, ela envolve a agilização do fluxo de trabalho, a automação de atividades ou a introdução de redes de computadores para que se possam obter melhores informações. (PIVA, 1996)

O redesenho, na modelagem organizacional, consiste de duas fases: a engenharia reversa e a engenharia evolutiva. A primeira é a modelagem da situação atual do negócio e a segunda é o reprojeto do negócio, através da substituição ou eliminação dos pontos fracos identificados no modelo, figura 3.

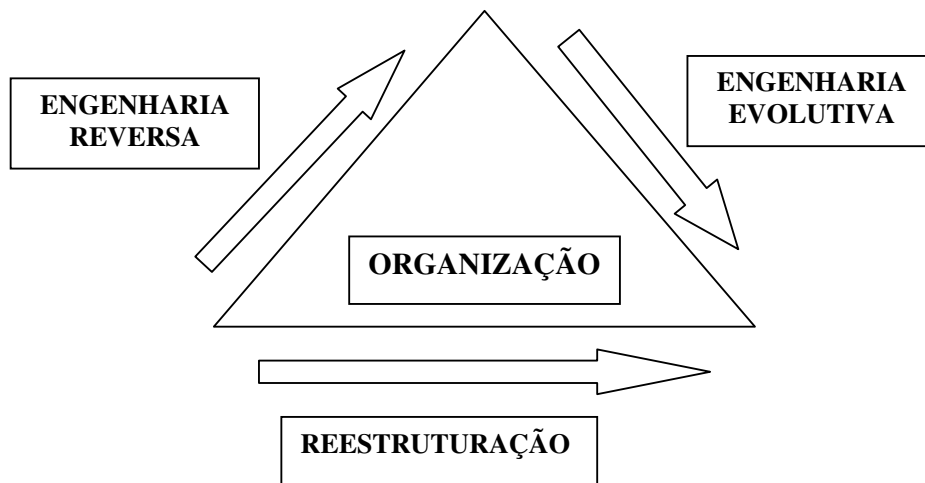


Figura 3 – Representação Gráfica da Modelagem Organizacional (PIVA, 1996)

#### 4.2.3 Reengenharia

A reengenharia segundo (Hammer & Champy, 1994) é o “repensar fundamental e a reestruturação radical dos processos empresariais que visam alcançar drásticas melhorias em indicadores críticos e contemporâneos de desempenho tais como custos, qualidade, atendimento e velocidade”.

Como o TQC, a reengenharia preocupa-se com a melhoria dos processos de trabalho, visando à satisfação do cliente. Entretanto, enquanto o TQC emprega um fluxo constante de melhorias incrementais, a reengenharia sucateia o processo de trabalho existente, substituindo-o por um processo radicalmente diferente, e exigindo freqüentemente uma grande reestruturação da organização.

A reengenharia deve-se ao fato de que na maioria das organizações, os processos e estruturas foram reunidas antes das demandas atuais, em um período caracterizado pela gerência hierárquica, divisões do trabalho, produções em massa inflexíveis e manuais de procedimentos rígidos; e atualmente, exige-se que estes processos sejam rápidos, fluidos e flexíveis. (MARTIN, 1996)

Segundo Davenport (1994), a estrutura para a reengenharia de processos é, como pode ser visto na figura 4:



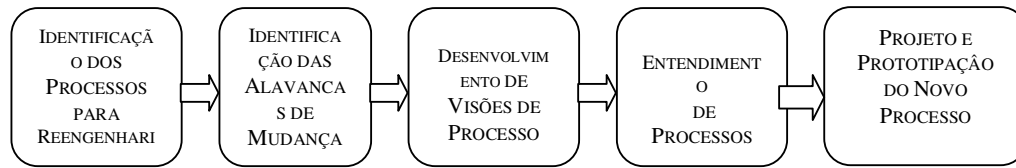


Figura 4 – Estrutura para reengenharia de processos

#### 4.2.4 Análise Comparativa dos Processos de Reestruturação

A TQC, a modelagem organizacional e a reengenharia não são processos mutuamente exclusivos (MARTIN, 1996). Assim, é necessário compreender todo o espectro de processos de reestruturação e os elementos necessários ao seu sucesso, a fim de selecionar e combinar estes processos de forma mais apropriada às circunstâncias.

Assim, a figura 5 faz um estudo comparativo disto:

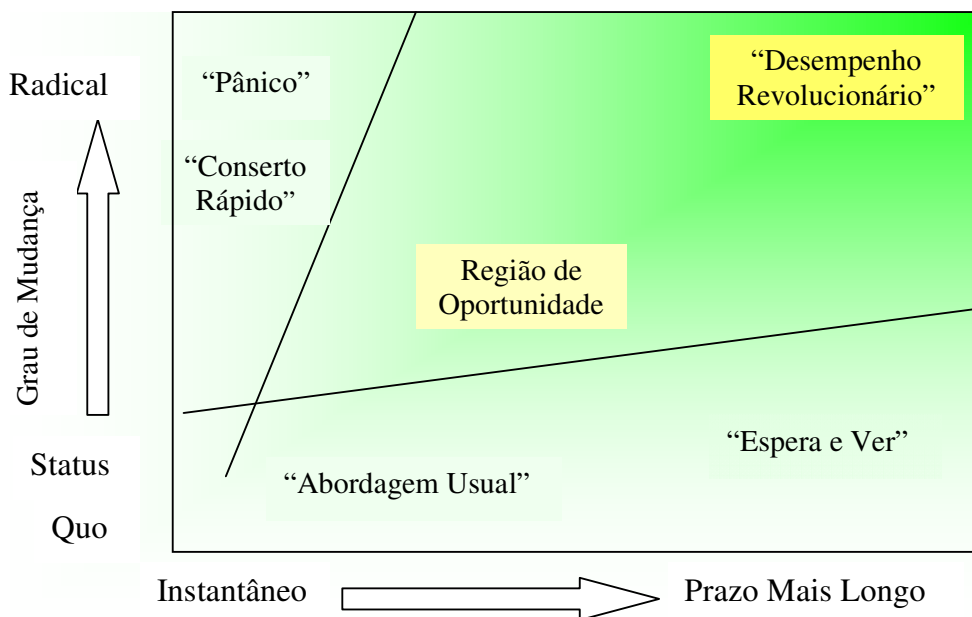


Figura 5 – Tempo necessário para Implementação da Reestruturação

Este quadro mostra os campos dos processos de reestruturação, existindo regiões benéficas e prejudiciais. A manutenção do *status Quo* é uma atitude passiva de esperar o que acontece, ano após ano, adiando a adaptação crucial. Este adiamento na região inferior do campo de joga acaba resultando na migração para região superior, de “resultados rápidos”, ou “modo de pânico”. A área no canto superior direito da “região de oportunidade” oferece a maior promessa de resultados e

maior desafio à liderança, uma vez que a decisão de tentar o desempenho revolucionário precisa ser consciente e proposital caso se queira superar grandes barreiras e chegar a esse campo. Portanto, ao fazer uma analogia da figura 5 com processos de reestruturação, tem-se a figura 6:

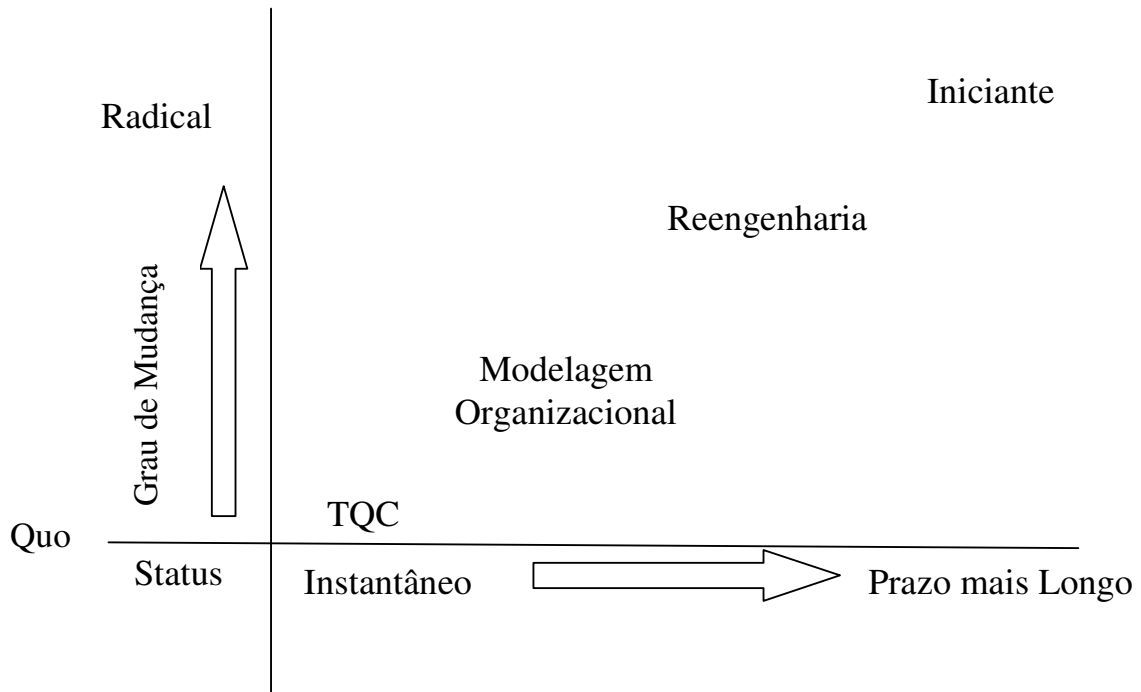


Figura 6 – Tempo necessário para Implementação da Reestruturação

Como forma de complementar esta comparação a tabela 1 mostra a análise dos métodos de reestruturação em termos de prós e contras:

	Prós	Contras
TQC	Implementação Simples Custo de Investimento Mínimo Solução Segura	Não resolve problemas de larga escala Apenas pequenas melhorias de desempenho Não reduz o tempo de respostas aos clientes Não gerencia todo fluxo de trabalho
Modelagem Organizacional	Solução Técnica mais Simples Menos Risco Custo de Implementação menor que da Reengenharia Solução à curto Prazo	Menos Flexibilidade Satisfação limitada do Cliente Possível criação de redundâncias Problemas de Rede e Conectividade Dificuldade de fornecer dados Integrados
Reengenharia	Eliminação de Redundância Custos Operacionais Inferiores Banco de Dados Integrados Redução de Reconciliação	Custo de desenvolvimento mais elevado Custos adicionais de implementação Recursos humanos Mudança da política de procedimentos Despesas de Reorganização Demissões Necessárias

Tabela 4.1: Estudo comparativo entre os processos de reestruturação (MARTIN, 1996)

#### 4.3 Métodos de Modelagem Organizacional

A partir das análises feitas com relação aos processos organizacionais podemos afirmar que este trabalho se insere no contexto da modelagem organizacional. Isto porque, este estudo tem como o enfoque os processos industriais e de sistema de informação e não a organização como um todo, propondo mudanças descontínuas para os mesmos.

A seguir, um estudo das principais ferramentas para o estudo da engenharia reversa (modelagem do processo) e engenharia evolutiva (otimização do processo) será feito.

#### 4.3.1 Método de Estudo de Sistemas – Sistemografia

A sistemografia é um método de estudo e modelagem de sistemas complexos, que se baseia, fundamentalmente, na Teoria do Sistema Geral no conceito de Visão Sistêmica. (BRESCIANI, 1999)

Este tipo de modelagem é uma maneira bem eficaz na obtenção de informações sobre o sistema a ser estudado, proporcionando uma maior capacidade de se entendê-lo (assim como seus problemas) e otimizá-lo de forma conveniente. Esta modelagem fundamenta-se preferencialmente na visão das empresas e das organizações sobre o enfoque de processos (operacional), e não mais sobre o enfoque de funções (funcional).

Segundo (Davenport, 1994), o processo pode ser definido como: “Uma ordenação específica de atividades e trabalho no tempo e no espaço, com começo, meio e fim, insumos e saídas claramente identificadas, resultando num produto especificado para determinado cliente ou mercado”. Com isso, o processo se constitui de uma seqüência de atividades integradas por um fluxo material e/ou de informações, com saídas comuns e bem definidas.

#### 4.3.2 Definições do Método

O Sistemógrafo é o modelo sistêmico representativo do processo, constituído de um conjunto de processadores interligados entre si que recebem dados (entrada) e fornecem resultados (saídas). Com este modelo é possível entender a dinâmica do objeto processado ao longo do tempo.

Na sistemografia, os objetos são classificados de acordo com a sua família em dois tipos: os objetivos modificados (processados) e os objetivos modificadores (processadores). Os objetivos têm a sua situação modificada no tempo pelos objetos processadores. Os processadores são considerados “caixas pretas”, ou seja, é irrelevante o seu conteúdo, sendo necessário apenas conhecer a relação entre as

suas entradas e suas saídas. Assim sendo, as características relevantes aos processadores são: capacidade de armazenagem, transporte e produção; intensidade do nível de consumo próprio; eficiência; eficácia.

As classificações dos objetivos de acordo com sua categoria do sistemógrafo são três: operacional (que visa as atividades desenvolvidas), informacional (que utiliza as informações para desenvolver as atividades) e decisional (constituído pelo conjunto de decisões tomadas a partir das informações para realização das atividades).

Além disso, estes objetos podem ser classificados quanto às alterações no comportamento do objeto em relação aos referenciais de tempo (tempo para realizar o processo relevante), espaço (deslocamento relevante do objetivo no processo) e forma (se o processo alterou ou converteu o objetivo).

Por fim, os objetivos podem ser classificados quanto aos níveis progressivos de complexidade (BRESCIANI, 1999):

1º Nível – Objeto Passivo: o objeto é inerte e não exerce qualquer processamento. Exemplo: uma pedra, uma galáxia, etc... . A representação gráfica é simples.

2º Nível – Objeto Ativo: o objeto processa, realiza e exterioriza seu comportamento. A representação gráfica neste caso é uma caixa preta.

3º Nível – Objeto Regulado: o objeto também processa, realiza e exterioriza um comportamento, porém, manifesta uma efetiva regularidade na sua atividade. Sua representação gráfica é de laço.

4º Nível – Objeto Informado: o objeto também processa, realiza e exterioriza um comportamento de forma regular, porém utilizando a informação. Sua relação gráfica é de laço informacional (feedback).

5º Nível – Objeto com Decisão: o objeto tem capacidade de tomar decisão com base em uma informação que provoca uma ação predefinida e conhecida. Na sua representação gráfica, detém o projeto do objeto, conhece a finalidade deste objeto e é um processador operacional com conexão informacional de laço.

6º Nível – Objeto com Memória: objeto além de tomar decisão se apóia em um processo de memorização. A representação gráfica é a do processador

decisional, de memorização e operacional. Possui um algoritmo no interior do comando.

7º Nível – Objeto com Pilotagem: o objeto se articula segundo três subsistemas agregados e fundamentais: decisional, informacional e operacional; o sistema interno de pilotagem (que engloba coordenação) é de natureza hierarquizada e o seu processador decisional deve ter capacidade de coordenação e capacidade de tratamento de informação. Sua representação gráfica pode ser complexa com cada subsistema contendo processadores conectados aos demais subsistemas.

8º Nível – Objeto com Inovação: o objetivo tem a capacidade de inovação de gerar informação simbólica, de aprendizagem, de inteligência e de se auto-organizar. A sua representação gráfica é complexa e possui sistema de decisão com imaginação-concepção e de decisão com seleção, sistema de informação e sistema de operação.

9º Nível – Objeto com Auto-Finalização: o objetivo passa a ter no seu sistema de pilotagem um subsistema de finalização que lhe dá a capacidade de gerar os seus próprios objetivos e de ter consciência da sua existência e identidade: e, diagnóstico e, no seu sistema de pilotagem engloba os fatores citados acima.

Com análise do sistemógrafo, pode-se otimizar o processo eliminando os processadores com as seguintes características: nível baixo de complexidade (menor do que 3), somente tipos espaço e tempo, isto é, se o processo não alterou ou converteu o objeto, e somente categoria operacional. Com isto, pode-se montar uma tabela comparativa do processo atual e do processo sugerido.

#### 4.3.3. Redes de Processadores e Matriz Estrutural do Sistema Geral

O processo representado por meio da sistemografia torna-se algumas vezes muito complexo. Assim, para um melhor entendimento da relação entre os vários processadores desde sistemógrafo (rede de processadores), utiliza-se uma ferramenta denominada Matriz Estrutural do Sistema Geral.

Esta Matriz deixa evidente a conexão entre os vários processadores do sistemógrafo e como se estas conexões são arborescentes ou de retro alimentação. Também, é possível evidenciar se as conexões são simples (uma única entrada e saída no processador) ou elaboradas; complicadas (constituídas unicamente por

relações arborescentes) ou complexas (onde os processos não são obrigatoriamente numerosos, mas são conectados por relações circulares).

#### 4.3.4. Etapas para Modelagem de Sistemas através da Sistemografia

As seguintes etapas de desenvolvimento de um sistema podem ser identificadas (adaptado BRESCIANI, 1999):

1º - Definir o processo a ser analisado, caracterizando os processadores responsáveis pelas entradas e saídas do sistema.

2º - Construir o sistemógrafo operacional do sistema, dispondo em um fluxograma as diferentes etapas do processo e representando cada uma com um determinado processador operacional.

3º - Construir o sistemógrafo informacional do sistema, dispondo em um fluxograma as diferentes etapas de utilização do processamento da informação; as informações tipicamente processadas são informações de fornecedores, de pedidos, de estoque, etc.

4º - Construir o sistemógrafo do sistema decisional do sistema de produção, dispondo em um fluxograma as diferentes etapas do processo de decisão e representando cada uma segundo os mesmos critérios adotados para os outros dois sistemas (operacional e informacional); é importante notar que a tomada de decisão se apóia na informação disponível e afeta a operação.

5º - Classificar todos os processadores do sistemógrafo em categorias e tipos e construir uma tabela comparativa; esse procedimento permite o processo de busca da racionalização, flexibilidade e agilidade do sistema.

6º - Relacionar os problemas em uma ordem de prioridade, adotando critérios qualitativos e quantitativos, identificar e encontrar soluções para os problemas, que levem às modificações operacionais, informacionais, decisoriais e organizacionais (funcionais e estruturais) e ao estabelecimento de estratégias visando acompanhar e controlar o processo de evolução do sistema. Esta etapa também é conhecida como remapeamento de processos, onde é utilizado muitas vezes o diagrama “espinha de peixe” de Ichikawa.

7º - Propor a solução dos problemas na forma de recomendações estratégicas e de procedimentos e, em uma fase posterior, implantar, acompanhar e aprimorar as

mudanças sistêmicas (tecnológicas e administrativas) propostas em uma estratégia estabelecida.

#### 4.3.5. Exemplo de Utilização da Sistemografia

Na Figura 7, baseado em, Silva, 2000, tem-se o esquema do sistemógrafo genérico do processo de corte de uma barra:

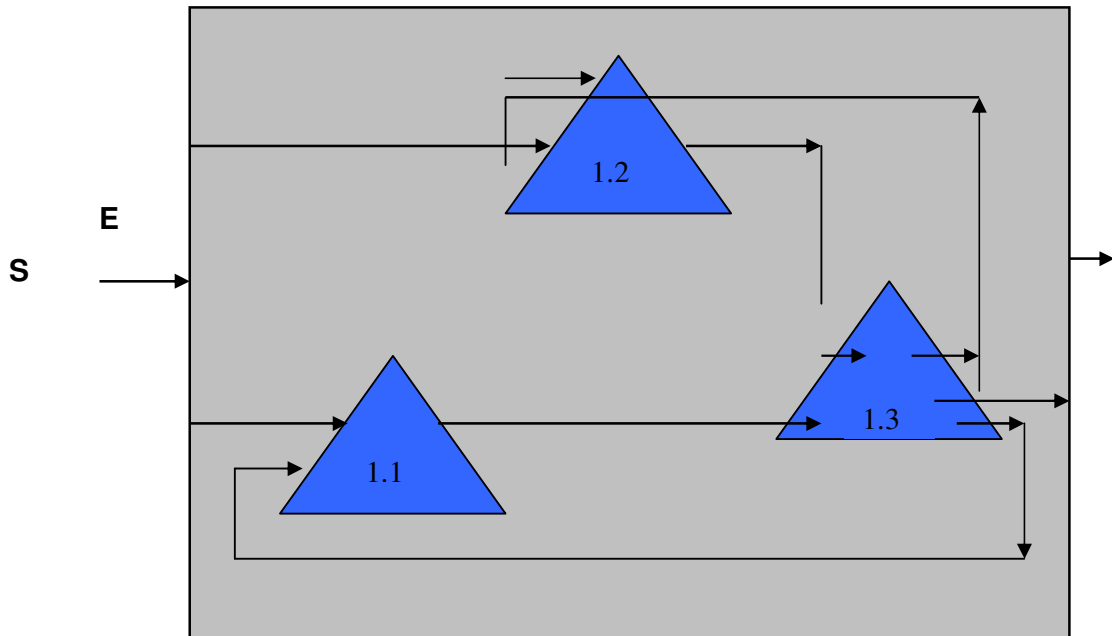


Figura 7 – Sistemógrafo do Corte da barra (SILVA, 2000)

Neste sistemógrafo, representado pela caixa cor cinza, temos 3 processadores:

- 1.1 - Este processador é responsável por transportar a matéria-prima para a operação de corte da barra de aço (transporte);
- 1.2 – Este processador é responsável por preparar a guilhotina para operação de cortar (preparação);
- 1.3 – Este processador é responsável pelo corte da barra de aço, transformando-a em tarugos (corte da barra).
- 1.4 - O sistemógrafo apresentado deixa evidente as entradas, as saídas e as retromitâncias de cada sistemógrafo.



As Informações de entrada do sistemógrafo vêm do processo “recebimento da matéria-prima” (que não está representado), que informa aos processadores 1.1 e 1.2 que as barras estão estocadas no pátio de aço. O processador 1.1 informa para o processador 1.3 que a barra de aço já foi transportada para a guilhotina, enquanto que o processador 1.2 informa para o processador 1.3 que a guilhotina está preparada. O processador 1.3 dá feedback ao processador 1.2 relatando informações de folga existentes entre as lâminas de corte e sobre o ajuste do curso da guilhotina. O mesmo processador 1.3 retro alimenta o processador 1.1 sobre a necessidade da maior quantidade de barras. A saída deste sistemógrafo é à saída do processador 3, onde ocorre o envio dos tarugos para o próximo processador, o processador “aquecimento do tarugo”.

Para este sistemógrafo tem-se a seguinte matriz estrutural do sistema geral, que pode ser vista na figura 8:

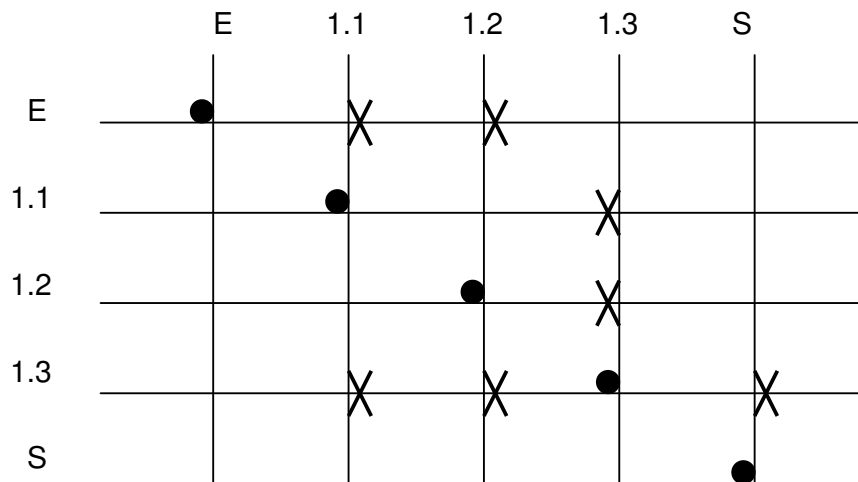


Figura 8 – Matriz Estrutural do Sistema Geral para o Sistemógrafo “Corte da Barra” (SILVA, 2000)

Uma particularidade desta matriz é acima da diagonal principal temos as relações arborescentes e abaixo dela temos as relações de retromitâncias.

#### 4.4. Fluxo de Trabalho (Workflow)

Em indústrias ou em escritórios, o conceito de Fluxo de Trabalho está muito ligado a processos e a atividades. Este conceito existe desde a industrialização, como forma de aumentar a eficiência através da padronização de trabalho e organização de processos, através da separação das atividades de trabalho em: tarefas, regras, escopos e procedimentos que controlam a maior parte do trabalho nas organizações. Se uma organização documenta seus negócios e atividades em termos de processos, a mesma pode recriar ou aperfeiçoá-los continuamente para atingir suas metas. (BARTHELMESS, 1996)

Assim, o Fluxo de Trabalho é uma ferramenta de análise, compreensão e automação de atividades da organização e da tecnologia.

##### 4.4.1 Classificação de Fluxos de Trabalho

Os Fluxos de Trabalho podem ser divididos nas seguintes classificações:

- Administrativo: correspondem a processos previsíveis e repetitivos podendo ser automatizados e orientados para objeto;
- Ad hoc: criado para ser utilizado dinamicamente por grupos de trabalho cujos participantes necessitem executar procedimentos individualizados para cada documento processado dentro do fluxo de trabalho. É o mais elementar tipo de Fluxo de Trabalho;
- Produção ou Transação: correspondem a processos previsíveis e repetitivos podendo ser automatizados. São formados por fluxos alternativos e complexos envolvendo acessos a múltiplos sistemas de informação e o processamento de grandes volumes de dados.

#### 4.4.2 Definições do Método

Os sistemas de Fluxo de Trabalho são sistemas de software que oferecem a possibilidade de especificar, modelar, executar, emitir relatórios e dinamicamente controlar o fluxo de trabalho, envolvendo múltiplos elementos humanos e sistemas computacionais heterogêneos, autônomos e distribuídos correspondendo ao resultado da integração entre processos de negócios e a tecnologia.

Os sistemas acima são chamados de sistemas de gerenciamento de Fluxo de Trabalho e estes devem prover mecanismos para definir dependências entre tarefas e controle automatizadas, lidando com integração e interoperação com diversos sistemas de informação. Além disso, envolve todas as etapas compreendidas entre modelar processos até a implementação do Fluxo de Trabalho, passando esse modelo gráfico para uma linguagem de especificação de Fluxo de Trabalho, otimizando, executando, controlando e atualizando o mesmo, o que pode ser visto na figura 9.

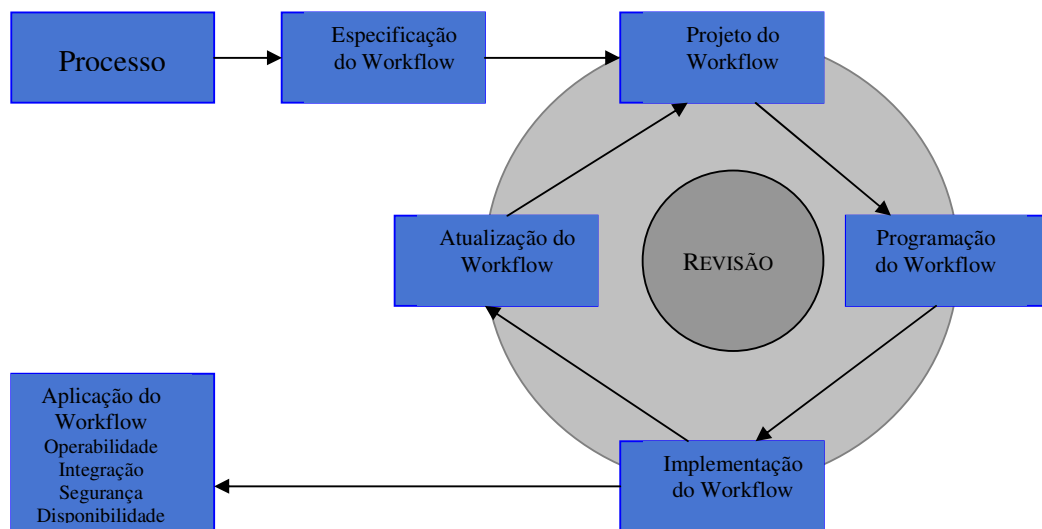


Figura 9 – Estrutura de desenvolvimento de um Fluxo de Trabalho (Workflow)

Sistema de Fluxo de Trabalho, geralmente, estabelecem uma separação clara entre modelagem e execução como duas etapas distintas. A modelagem identifica os processos automatizados, criando modelos que procuram ser abstrações dos processos de negócio da organização. Em uma segunda etapa, a execução, cria as instâncias do processo, chamadas de casos.

Cada caso flui de acordo com as especificações do modelo correspondente. Estes modelos são interpretados pelo sistema de Fluxo de Trabalho que dispara as atividades e distribui as mesmas para seus respectivos agentes. (BARTHELMESS, 1996)

Vários conceitos e definições foram estabelecidos para padronizar os componentes de um Fluxo de Trabalho. Os conceitos principais podem ser classificados em:

- Atividade: trabalho que forma uma etapa lógica dentro de um processo, podendo ser automática ou manual.
- Tarefa automática: uma tarefa que pode totalmente ou parcialmente ser automatizada e que possa ser controlada ou monitorada diretamente pelo Sistema de gerenciamento de Fluxo de Trabalho.
- Agente: um recurso humano que realiza o trabalho contido em sua respectiva Lista de Tarefas mantidas pelo Sistema de gerenciamento de Fluxo de Trabalho.
- Lista de Tarefas (Worklist): uma lista com atividades que foram delegadas para um agente (ou em alguns casos um grupo de agentes) pelo Sistema de gerenciamento de Fluxo de Trabalho.
- Gerenciador da Lista de Tarefas (Worklist Handler): componente do Sistema de gerenciamento de Fluxo de Trabalho que gerencia a Lista de Tarefas do agente (ou um grupo de agentes) e posiciona o componente do Sistema de gerenciamento de Fluxo de Trabalho responsável pelo controle das tarefas pendentes e das realizadas.
- Mecanismo de Execução de Fluxo de Trabalho (Workflow Engine): componente do Sistema de gerenciamento de Fluxo de Trabalho responsável

pela execução (inicialização, acompanhamento e finalização) de todos os Fluxos de Trabalho.

Outros conceitos foram criados para estruturar e sincronizar processos e tarefas:

- Fluxo (Rota): ordem que as tarefas de um Fluxo de Trabalho devem ser realizadas
- Rota Paralela: segmento de fluxo em que uma ou mais tarefas podem ser executadas em paralelo, gerando várias linhas de controle
- Rota Seqüencial: segmento de fluxo em que várias atividades são executadas em seqüência, gerando apenas uma linha de controle. Geralmente ocorrem quando uma atividade necessita do resultado de outra para ser realizada
- “And-Split”: um ponto no fluxo de um Fluxo de Trabalho onde uma única linha de controle se abre em duas ou mais atividades paralelas.
- “And-Join” : um ponto no fluxo de um Fluxo de Trabalho onde duas ou mais atividades paralelas se transformam em uma única linha de controle.

Isto tudo pode ser representado na figura 10.

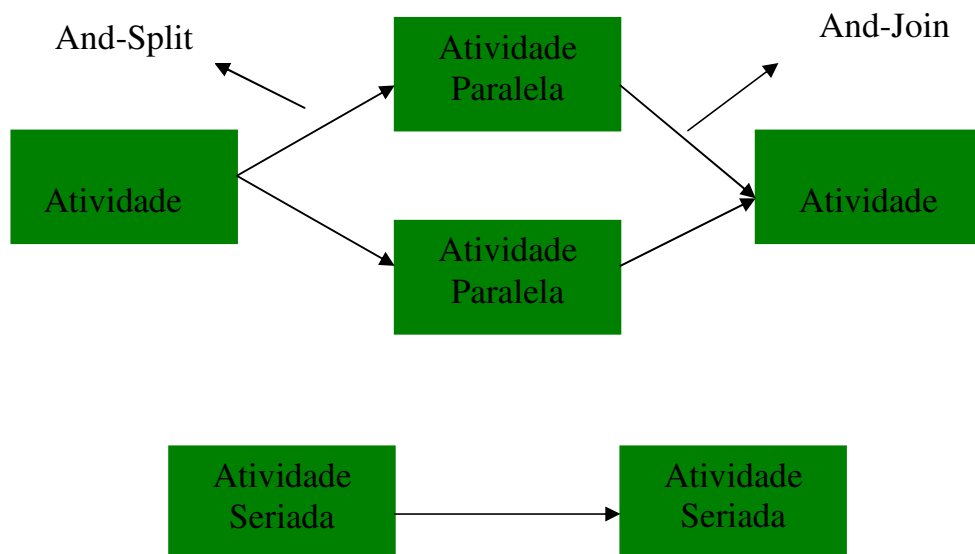


Figura 10. - Representação gráfica de rotas

Entre os Mecanismos de [Execução de Fluxo de Trabalho](#), pode-se dividi-los entre sincronizador, guardião e comunicador:

- Sincronizador: é responsável pela sincronização das ações e/ou atividades realizadas por um grupo de agentes controlando o início das atividades de forma que estas somente aconteçam quando todos os subsídios e/ou resultados de atividades anteriores estiverem disponíveis.
- Guardião: representa a manipulação dos documentos associados aos casos
- Comunicador: sistemas de correio eletrônico.

Em sistemas de workflow, o principal elemento é o do sincronizador, pois é na distribuição e sincronismo que se baseia o sistema.

Assim, a figura 11 exemplifica estas definições:

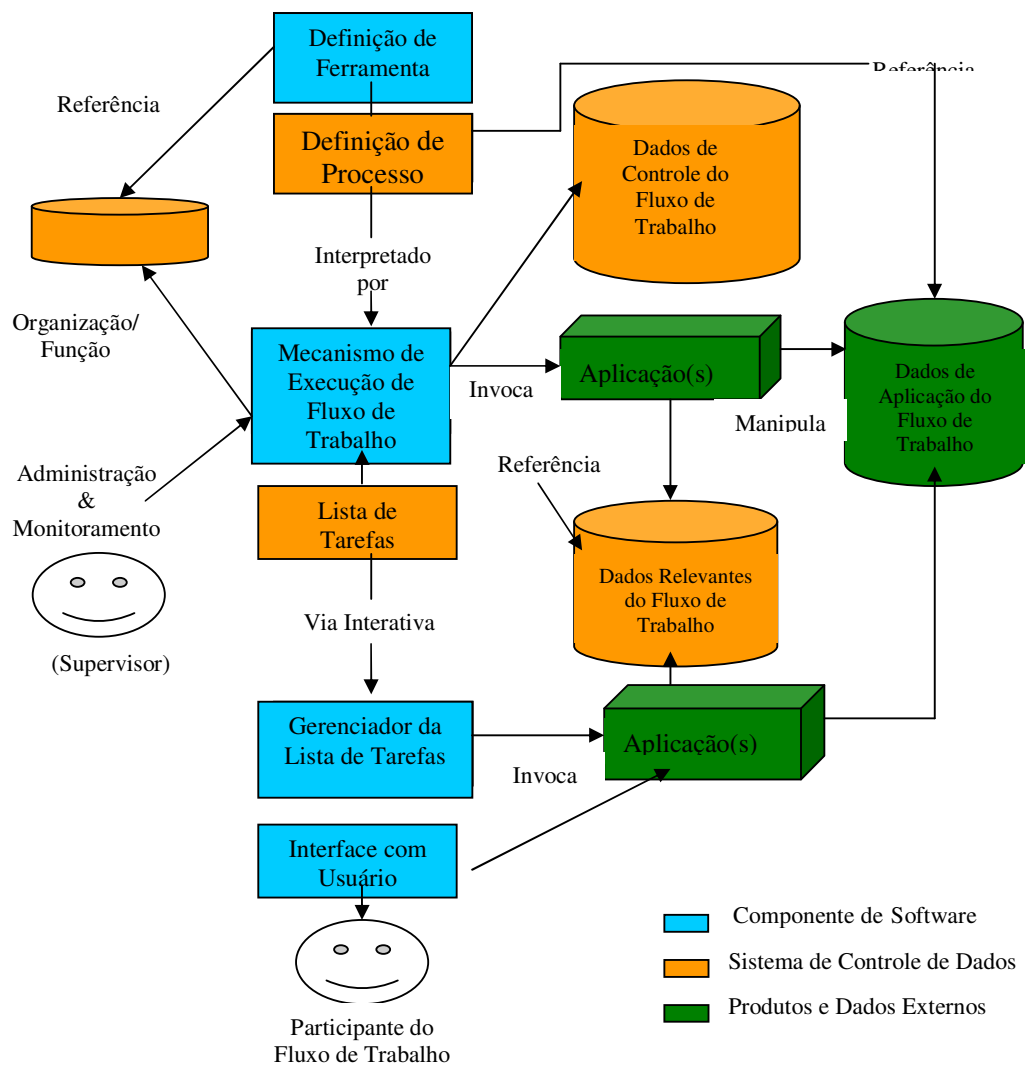


Figura 11 - Estrutura genérica de um Workflow (TELLES, 1997)

#### 4.4.3 Representação de Fluxos de Trabalho

Como formas de representação, o Workflow pode ser apresentado no formato de redes de Petri (figura 12), representando um sistema como uma coleção de lugares, transições, arcos e marcadores.

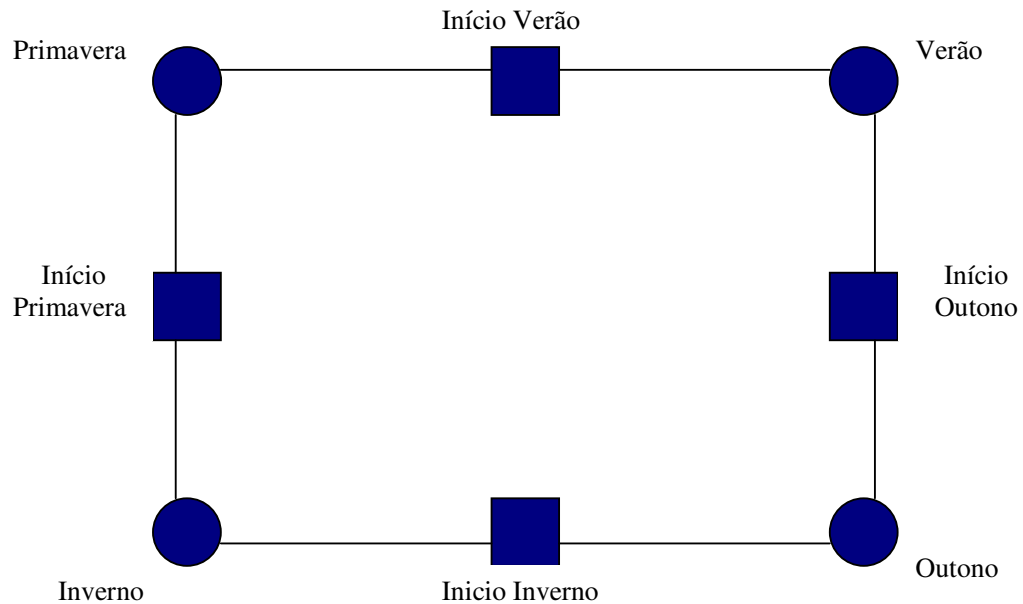


Figura 12 – Formato de redes de Petri.

O marcador indica a estação do ano. Quando ocorrer início da próxima estação, o marcador transita para a próxima estação. (BARTHELMESS, 1996) et al. (REIZIG, 1982)

Os lugares contêm marcadores e funcionam como entradas para as transições. Uma transição ocorre quando um marcador se move para outro lugar, se existir um arco entre a transição e o lugar. Antes que a transição ocorra, um marcador precisa estar presente em cada um dos lugares aos quais a transição é conectada por um arco. A possibilidade de uso de múltiplos marcadores para representar a execução de atividades por diversos agentes é um dos atrativos sobre outros formalismos. O estado em redes de Petri é representado pelas posições instantâneas dos marcadores, sendo, portanto mais expressivos do que o único admitido em máquinas de estado.



Para que a modelagem do Workflow seja bem sucedida, uma simbologia deve ser adotada. Essa simbologia deve representar tarefas, fluxo e seus eventuais desvios, etc. Por exemplo, o símbolo de tarefa pode conter informações como nome, descrição, local de execução e grau de acesso.

Assim, o sistema de workflow pode ser representado graficamente através de suas atividades, empregando uma linguagem visual onde as principais atividades são representadas por retângulos ou ovais. Essas atividades podem corresponder a atividades atômicas realizadas diretamente pelo agente designado executor ou por atividades abstratas que por sua vez admitem ser subdivididas em etapas menores. (BARTHELMESS, 1996)

#### 4.4.4 Considerações sobre Fluxo de Trabalho

Para o sucesso da aplicação de um sistema de Fluxo de Trabalho, há uma necessidade de que ele seja desenvolvido com o máximo envolvimento possível daqueles que efetivamente executam o trabalho, e não somente por um grupo de especialistas devido as não correlações que ocorreriam. Assim as atividades devem ser estruturadas de tal forma que permitam um grande grau de liberdade a todo o momento. (REIZIG, 1982)

#### 4.5. Conceitos Gerais de Administração da Produção

Os Sistemas de Administração de Produção (SAP) são sistemas que promovem o Planejamento e Controle de Manufatura, provendo informações necessárias para um gerenciamento eficiente do fluxo de materiais, efetiva utilização de pessoas e equipamentos, coordenação das atividades com fornecedores e distribuidores, e a comunicação com os consumidores sobre as exigências de mercado. (VOLLMANN, 1997)

Desta forma, o objetivo do Processo de Manufatura é o de garantir uma adequação entre atendimento de mercado e a estratégia de empresa, através da

obtenção de “níveis desejados de desempenho em relação aos critérios competitivos da manufatura.” (CORREA, 1993)

Assim as atividades gerenciais que os SAP suportam para cumprimento de seus objetivos, envolvem:

- Planejamento a capacidade requerida e avaliada;
- Planejamento dos recursos necessários;
- Planejamento níveis apropriados de estoque;
- Programação das atividades de produção;
- Capacidade de saber da situação corrente;
- Capacidade de reagir eficazmente às mudanças;
- Capacidade de prover informações a outras funções;
- Capacidade de prometer e cumprir prazos.

É importante salientar que os requisitos do SAP podem variar de empresa para empresa, na medida em que este depende da natureza do processo de produção, das expectativas do consumidor e das necessidades da alta administração.

#### 4.5.1 Atividades do sistema de administração da produção (SAP)

O Planejamento e Controle da Manufatura são feitos em três diferentes fases, através da ligação e coordenação dos vários departamentos da empresa. (VOLLMANN, 1997)

A primeira fase consiste na determinação dos objetivos da empresa para o planejamento e controle da manufatura, também denominado de Planejamento Geral da Manufatura, onde se tem os processos:

- Planejamento de Capacidade, que prove a capacidade necessária para produzir um produto hoje ou no futuro;
- Previsão e Gerenciamento da demanda, que consiste na coordenação de todas as atividades do negócio que demandam da capacidade da manufatura;

- Planejamento Agregado da Produção, que prove as entradas da produção e determina o papel da produção na estratégia da empresa; é a interface entre as decisões de curto prazo e estratégias, promovendo o balanceamento da produção com a demanda em horizontes de médio prazo;
- Programa Mestre da Produção, que é a versão desagregada do planejamento agregado.

A segunda fase envolve o conjunto de medidas que devem cumprir o planejamento detalhado de material e de capacidade. Esta fase recebe informações do Programa Mestre de Produção que alimenta o planejamento detalhado de material, sendo núcleo desta segunda fase o MRP (Manufacturing Resource Planning), que será discutido posteriormente.

A terceira fase do sistema da administração da produção (SAP) é a execução dos planos da fase anterior tanto na fábrica como em Compras, levando em consideração prioridades e execuções apropriadas, incluindo na mesma o Planejamento e Controle do chão de fábrica.

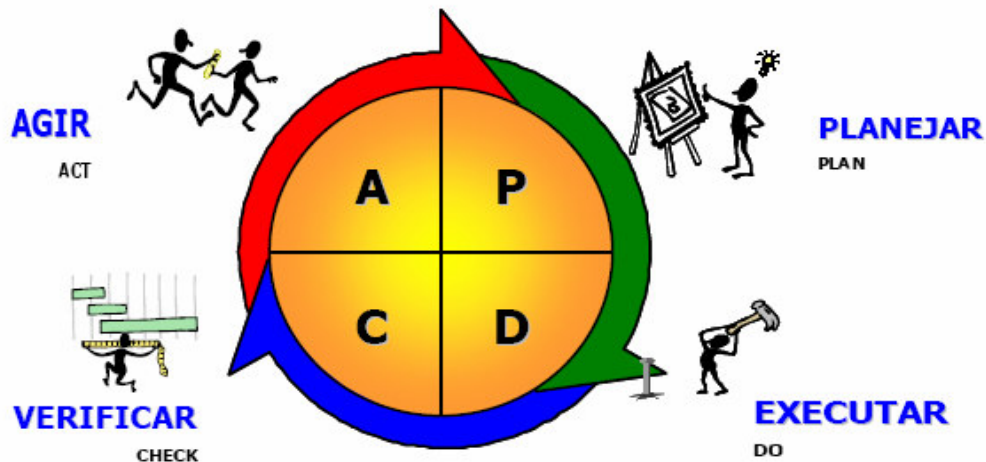
Agora, segue um detalhamento dos processos das três fases citadas anteriormente, para que haja um melhor entendimento de todas as partes que constituem um sistema de administração da produção (SAP). (VOLLMANN, 1997)

## 4.6 Manufatura Enxuta

### 4.6.1 Metodologias do PDCA

Um dos métodos mais conhecidos para a implantação de um sistema de gerenciamento para melhorias contínuas foi criado por Edwards Deming, estatístico e consultor norte-americano, no início da década de 50. O método, conhecido como P.D.C.A. (*Plan, Do, Check, Action*), é aplicado principalmente com o objetivo de promover melhorias em processos de qualquer natureza, com conseqüente manutenção de resultados. Então, o que é o ciclo P.D.C.A ?

O ciclo P.D.C.A. é um método gerencial de tomada de decisão que pretende, como um de seus principais objetivos, garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência e crescimento das organizações. Segundo os conceitos de Ishikawa (1986) e Campos (1996), o método do P.D.C.A. contém quatro etapas bem definidas, conforme mostra a Figura13:



Fonte: Adaptado de Ishikawa (1986)

Figura 13 - Ciclo do PDCA

#### Descrição das Etapas do PDCA

##### 1. *Plan* = Planejar (P)

Neste estágio inicial do ciclo são estabelecidas as metas, assim como o método que será usado para alcançá-las.

##### 2. *Do* = Fazer ou Executar (D)

Tudo o que foi planejado anteriormente é agora executado. Os dados são coletados para análise, tratados e utilizados na etapa seguinte para verificação do desempenho do processo. Para isto é de suma importância a educação, o treinamento, a motivação e o comprometimento das pessoas envolvidas no processo.

##### 3. *Check* = Verificar (C)

Nesta fase, os dados coletados são comparados com a meta, para análise da tendência dos mesmos. É nesta fase que as ferramentas estatísticas assumem importância analítica. Muitas são comumente utilizadas nesta e outras fases do modelo PDCA, tais como: Gráfico de Pareto, Histograma, Intervalo de Confiança, Gráfico de Controle, Índice de Capacidade de Processos e Confiabilidade.

#### 4. *Action* = Atuar (A)

Esta etapa assume um papel importante no processo, onde se prevê que duas possibilidades podem ocorrer:

4.1 - A meta é atingida: neste caso, adota-se o plano proposto como sendo o padrão a ser seguido.

4.2 - A meta não é atingida: neste caso deve-se agir sobre as causas da frustração da meta, adotando-se a ferramenta “5W1H” em cada medida a ser tomada para correção das causas fundamentais. O uso do “5W1H”, segundo Werkema (1995), tem-se mostrado eficiente para ajudar na resolução das causas fundamentais e seu desdobramento pode ser resumido como segue:

- QUE (*WHAT*): definem-se a(s) tarefa(s) que será (ão) feita(s), mediante um plano de execução.
- QUANDO (*WHEN*): traça-se um cronograma detalhando o(s) prazo(s) para o cumprimento da(s) tarefa(s).
- QUEM (*WHO*): denomina-se qual(is) será(ão) a(s) pessoa(s) responsável(is) pela(s) tarefa(s).
- ONDE (*WHERE*): determina-se em que local(is) a(s) tarefa(s) deverá(ão) ser executada(s).
- PORQUE (*WHY*): significa a razão pela qual a(s) tarefa(s) deve(m) ser executada(s).
- COMO (*HOW*): estabelece-se a maneira mais racional e econômica pela qual a(s) tarefa(s) deve(m) ser executada(s).

Além das melhorias qualitativas nos processos e produtos, para que estas atinjam o cliente final, segundo a visão de Deming é necessário o comprometimento de todos, principalmente da alta administração da empresa, porém isto não significa sucesso necessariamente ou não garante a melhoria contínua.

É necessário que haja, além do comprometimento da alta gerência, o compromisso com o treinamento dos funcionários e também com a sua formação.

O treinamento das habilidades de cada funcionário contribui para o seu crescimento e desenvolvimento, fazendo com que ele se sinta orgulhoso dos trabalhos que executa, melhorando significativamente o seu desempenho.

O treinamento é fundamental em uma organização, sendo que todos devem ser treinados em métodos estatísticos básicos para que possam compreender os conceitos relativos à variabilidade e indicar maneiras de como remover as causas das variabilidades. Por outro lado, os métodos estatísticos permitirão que sejam

separados os problemas especiais (que podem ser resolvidos pelos próprios empregados) dos problemas comuns (que devem ser resolvidos pela gerência).

O treinamento adequado deve proporcionar aos trabalhadores compreensão sobre seus trabalhos e suas tarefas do dia-a-dia, além de tratar das tarefas de toda a área à qual ele pertence, para que tenha conhecimento e versatilidade em relação a todas as operações. Isto pode ser considerado motivacional, resultando em melhoria qualitativa, pois os empregados sentem-se envolvidos e comprometidos com o processo como um todo, podendo opinar em outras operações e sugerir modificações que valham como o “combustível” da melhoria contínua.

Após vários anos de pesquisa com operários, Deming e seus colaboradores encontraram algumas barreiras que são os principais bloqueadores da qualidade e produtividade nas empresas :

- Treinamento inadequado.
- Atraso e falta de componentes.
- Instrumentação e documentação escrita inadequados.
- Planejamento inadequado (serviço de última hora).
- Desenhos ultrapassados.
- Projeto inadequado (desenhos alterados após execução, gerando retrabalhos).
- Chefes sem conhecimentos suficientes para liderar.
- Ferramentas e instrumentos errados e inadequados.
- Falta de comunicação entre operários e administração.
- Ambiente de trabalho inadequado (frio, calor, gases no ambiente);
- Avaliação de desempenho por méritos.
- Falta de Qualidade dos fornecedores, gerando atrasos no serviço.
- Esforço para conseguir ajuda técnica dos engenheiros.

De acordo com Deming (1986), a administração precisa se comprometer fortemente para eliminar estas barreiras, pois elas ferem profundamente a auto-estima dos empregados, impedindo a sua realização profissional e prejudicando fortemente a qualidade e, com ela, a produtividade.

Na visão compartilhada de Juran (1990), a responsabilidade pela melhoria da qualidade dos processos, produtos e serviços, está intimamente ligada com as atividades administrativas, ou seja, a maioria dos problemas é de responsabilidade da Administração e não dos operadores. Mesmo assim, o autor acha que os trabalhadores diretos podem causar ações de impacto nos processos, influenciando

diretamente na melhoria da qualidade. A importante contribuição deste pesquisador e autor, nas várias transformações do conceito de qualidade ao longo da história, se deve ao fato de o mesmo ter transformado a idéia de que “Qualidade é o atendimento às especificações” em uma noção mais voltada para o usuário. Sendo assim, o criador da expressão “Adequação do uso”, pode muito bem atender as especificações e, ainda assim, ser prejudicial para o usuário. Na sua visão, a qualidade tem dois pontos considerados críticos:

1. Desempenho do produto: mostra a satisfação com o produto, se referindo a características como:

- . Rapidez no atendimento às solicitações dos clientes;
- . Eficácia do produto;
- . Uniformidade intrínseca de um processo de produção deste produto;

2. Ausência de deficiências: mostra a insatisfação com o produto, se referindo a deficiências como:

- . Atraso na entrega;
- . Problema na utilização;
- . Retrabalhos e refugo nas fábricas;

Uma observação importante de Juran, 1990, diz respeito à satisfação e à insatisfação com um produto. A satisfação ele considera o motivo pelo qual o cliente compra e a insatisfação é o motivo pelo qual os clientes reclamam. Dizem eles, ainda que seja perfeitamente possível que um produto que não tenha deficiências, apresente uma baixa desempenho de vendas, pelo fato de algum produto concorrente ter desempenho melhor.

#### 4.6.2 O Sistema de Produção Enxuta

A introdução de metodologias capazes de maximizar resultados é uma necessidade imposta pelo mercado. Indiferente ao tipo de empreendimento industrial, a possibilidade da utilização da conceituação desenvolvida para dar forma à Produção Enxuta poder-se-á constituir no diferencial competitivo. Apesar do consenso entre autores e especialistas como (Schonberger,1988; Shinohara,1988; Womack,1996) acerca da aplicabilidade da Produção Enxuta em qualquer tipo de empresa, a base referencial disponível na literatura sobre Produção Enxuta é predominantemente focada nos casos dos processos produtivos seriados da indústria automobilística.

Outros renomados pesquisadores como Alford et al (2000) e Cusumano (1994), também discutem os limites da aplicação do conceito da Produção Enxuta. A seguir descrevem-se os aspectos mais importantes da criação do conceito de Produção Enxuta e sua evolução a partir dos conceitos de produção em massa (WOMACK, 1998).

#### 4.6.3 Da Produção em Massa para a Produção Enxuta

Os americanos Henry Ford (Ford Motor Company) e Alfred Sloan (General Motors) foram quem conduziram após a Primeira Grande Guerra a transformação da produção artesanal, por séculos liderados pela Europa, em produção em massa. O ponto chave da produção em massa é a consistente intercambialidade das peças na linha de montagem e sua facilidade de ajuste, cuja idealização alterou nossas noções mais fundamentais de como produzir bens, tanto quanto o nosso comportamento sócio-econômico. Os conceitos de produção em massa mantiveram – se absolutos por um longo período, até que uma nova filosofia de produção promovesse uma segunda grande transformação acerca de como produzir bens.

Esta nova filosofia teve origem no Japão na década de 50 e evoluiu ao longo dos tempos sendo adotada nos mais diversos países (CUSUMANO, 1989; OHNO, 1997 e SCHONBERGER, 1993). A mais proeminente aplicação desta nova filosofia se deu na Toyota Motor Company. Em meados dos anos 40 quando a família Toyota, fundadora da Empresa resolveu ingressar na fabricação de veículos, deparando-se com uma série de problemas e desafios a serem contornados, quais sejam:

- Um mercado doméstico limitado e demandando vasta variedade de produtos;
- A mão-de-obra nativa induzida pelas novas leis trabalhistas após a ocupação norte-americana, se organizou formando sindicatos fortes que exigiam maiores garantias: a estabilidade no emprego surgiu naturalmente;
- A expressiva presença de fabricantes de veículos do mundo, ávidos por ingressarem no Japão, e por fim;
- A impossibilidade de aquisição de tecnologia ocidental num contexto de uma economia nacional arruinada pela guerra.
- Outro fator a colaborar com o desenvolvimento desse novo sistema de produção foi a instalação dos conceitos da qualidade na indústria japonesa. Estes foram difundidos no Japão na década de 40, por iniciativa das forças de ocupação norte-americanas e



sob a liderança de consultores como W. E. Deming, J. M. Juran e A. Feigenbaum. Incluí-se aí desde os métodos estatísticos de garantia da qualidade até outros de abordagem ampla incluindo programas participativos como os círculos da qualidade e outras ferramentas de desenvolvimento empresarial. Contudo o Sistema Toyota de Produção só veio a atrair a atenção da indústria japonesa e mundial com a primeira crise do petróleo em 1973. O mundo já havia passado da fase em que a indústria vendia tudo o que produzisse, resultado do desequilíbrio entre oferta e demanda após a Última Grande Guerra, evoluindo para um ambiente onde a disponibilidade não mais era vantagem competitiva. Até então, o princípio da produção em massa onde o custo de um bem diminui drasticamente na proporção do aumento das quantidades produzidas, havia sido inteiramente comprovado (Schonberger,1993 e Ohno,1997). A rápida reação da indústria japonesa deu-se pela falta de alternativas: o Japão dependente de fontes energéticas e materiais, teve como única opção a melhor administração desses recursos.

Comparativamente, a Tabela 4.2 a seguir nos dá a medida dos resultados auferidos pelo conceito da Produção Enxuta. Ela deriva da pesquisa realizada pelo MIT – *Massachusetts Institute of Technology* em 1987 quando pôde-se comparar a fábrica da montadora General Motors de Framingham, Massachusetts – EUA, com a Toyota em Takaoka, na Toyota City – Japão. Ambas as plantas industriais, na época da pesquisa, tratavam-se de construções “maduras”: a da GM foi construída em 1948 e a da Toyota em 1966 (WOMACK, 1992).

	<b>GM Framingham</b>	<b>Toyota Takaoka</b>
Horas de montagem por carros	40,7	18
Defeitos de montagem por 100 carros	130	45
Espaço de montagem por carro (m <sup>2</sup> )	0,75	0,45
Estoque de peças (média)	2 semana	2 horas

FONTE: WOMACK, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. A Máquina que Mudou o Mundo. p. 71. 13ª Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992

Tabela 4.2 – Produção em Massa versus Produção Enxuta

As observações entre Framingham e Takaoka são interessantes e importantes para o entendimento da lógica da Produção Enxuta. A Tabela 4.3 a seguir apresenta as observações realizadas pelo grupo da pesquisa do MIT e resume as principais diferenças entre as Plantas.

	<b>GM Framingham</b>	<b>Toyota Takaoka</b>
Nos corredores	muitos trabalhadores indiretos	praticamente inexistente
Espaço da fábrica	vários espaços extras para reparos e estoques	mínimo possível, evitando espaços para estoques e o contato face a face
Controle da qualidade (detecção de peças defeituosas)	Somente gerentes seniores podem parar a linha e, em muitas vezes ela estava parada por falta de materiais ou problemas com máquinas	Qualquer trabalhador pode puxar uma corda sobre a estação de trabalho e parar a linha, entretanto ela quase não parava
Final da linha	áreas de reparos presentes	quase inexistente as áreas de reparos
Estoques intermediários	dias	minutos
Moral da força de trabalho	ritmo mais rigoroso e sentido de finalidade	ritmo menos rigoroso

FONTE: Compilação de dados pelo autor a partir da obra Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. A Máquina que mudou o Mundo. 13ª Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992

Tabela 4.3 – Diferenças entre as Fábricas Framingham e Takaoka Constatadas pelo grupo de Pesquisadores do MIT.

Ainda sobre a pesquisa do MIT, Womack (1992) fez o seguinte e eloqüente comentário acerca da filosofia enxuta versus a produção em massa :

Talvez a mais impressionante diferença entre a produção em massa e a Produção Enxuta resida em seus objetivos finais. Os produtores em massa estabelecem para si mesmos uma meta limitada – “bom o suficiente” – que redundava numa quantidade tolerável de defeitos, um nível máximo de estoque aceitável e numa limitada variedade de produtos padronizados. Melhorar mais ainda – argumentam eles – custaria muito caro ou superaria a capacidade dos seres humanos.

#### 4.6.4 O “Pensamento” Enxuto: Nova Filosofia de Produção

É conhecido que esta nova filosofia tem sido nomeada e explicada sob diferentes termos, como por exemplo: *Fabricação Classe Universal* (Schonberger,1988), *Excelência na Manufatura* (Hall,1988) ou *Fabricação Superior* (Harmon,1991). Ao ser aplicada pelas empresas, atribuem-lhe nomes próprios como é o caso do *GMS* na General Motors Corporation. Na opinião de Plenert (1990), a conceituação dessa filosofia de produção evoluiu através de três estágios. Inicialmente foi entendido como um conjunto de ferramentas como o Kanban e os

Círculos da Qualidade. Depois como uma metodologia de manufatura e, então, como uma filosofia geral de gerenciamento referida em muitos casos como nas denominações descritas no parágrafo anterior. A evolução do conceito impõe-se tanto pelas características da nova abordagem como pela inovação baseada na engenharia, ao invés da inovação baseada na ciência. A aplicação prática desta nova filosofia iniciou-se e foi difundida sem qualquer base científica formal: visitas a fábricas, descrições de casos e consultorias têm sido os meios de transferência tecnológica. A nova filosofia de produção é conhecida como “Produção Enxuta” ou “Sistema Toyota de Produção”, constituindo-se no modelo adotado na Toyota e estruturado por Taiichi Ohno, vice-presidente da companhia na época. Contudo, várias são as definições da filosofia de Produção Enxuta conforme apresentado a seguir:

A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a idéia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida (OHNO,1997).

A busca de uma tecnologia de produção que utilize uma menor quantidade de equipamentos e mão-de-obra para produzir bens sem defeitos no menor tempo possível, com o mínimo de unidades intermediárias, entendendo como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requerido pelo cliente. Eliminar todo desperdício através de esforços concentrados da administração, pesquisa e desenvolvimento, produção, distribuição e todos os departamentos da companhia (SHINOHARA,1988).

A de conferir o máximo número de funções e responsabilidades a todos os trabalhadores que adicionam valor ao produto na linha, e a adotar um sistema de tratamento de defeitos imediatamente acionado a cada problema identificado, capaz de alcançar a sua causa raiz (WOMACK,1992).

#### 4.6.5 O Conceito de Valor: A Base do Pensamento Enxuto

O ponto essencial para o pensamento enxuto é o valor, assim como o cliente final o reconhece. E só é significativo quando expresso em termos de um produto específico (um bem ou um serviço e, muitas vezes, ambos simultaneamente) que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico (WOMACK,1996).

Poucas empresas promovem agressivamente essa definição de valor. As empresas aéreas e os construtores de aviões, por exemplo, baseiam seu conceito de valor em ativos extraordinariamente caros. Sejam eles sob a forma de grandes aviões, do conhecimento em engenharia, dos equipamentos, das instalações para fabricar aviões maiores ou ainda de enormes complexos aeroviários. O pensamento obsoleto, que gira em torno da eficiência, sugere que a melhor forma de utilizar esse ativo e essa tecnologia é colocar um número cada vez maior de passageiros em grandes aviões.

Esse tipo de medição da eficiência, focalizado no avião e na rota – apenas dois entre os muitos elementos de toda a viagem – perde a visão do todo. E o que é muito pior do ponto de vista do valor para o passageiro: simplesmente não atende as suas necessidades. O resultado desse tipo de pensamento é o sofrimento dos passageiros (não é isso que entendem como valor!), a geração de menores lucros por parte dos fabricantes (porque as empresas aéreas não podem comprar novos aviões) e o fato de muitas das empresas aéreas estar a quase uma década à beira da falência nos Estados Unidos. A Europa e partes do leste asiático não ficam muito atrás (WOMACK,1996).

Em suma, especificar o valor com precisão é o primeiro passo essencial no pensamento enxuto. Oferecer o bem ou o serviço errado da forma certa é desperdício (JONES, 2001 e WOMACK,1996).

#### 4.6.6 Os Desperdícios Clássicos dos Processos Produtivos

Na visão de Ohno (1997) a Produção Enxuta é o resultado da eliminação de sete tipos clássicos de desperdícios :

1. Superprodução – produzir mais do que o necessário ou requerido cria um incontável número de outros desperdícios: área de estoque, deterioração, custos de energia, manutenção de equipamentos, escamoteamento de problemas operacionais e administrativos através de “estoques de segurança”;
2. Retrabalho ou correção – refere-se aos desperdícios com retrabalhos e perdas de materiais defeituosos.
3. Superprocessamento – quando defeitos ou limitações (capacidade) nos equipamentos estão presentes. O processo pára ou se desenvolve lentamente.

Operações extras são introduzidas; quando é executado esforço para atender uma condição que não é requerida.

4. Inventário – é o dinheiro “aprisionado” no sistema produtivo. Pode ser a “tranqüilidade” da fábrica. Todo remédio desnecessário deve ser evitado; quaisquer peças, sub-montagens ou veículos completos que estejam apenas estocados ou estejam aguardando entre operações.

5. Movimentação de materiais – deslocamentos desnecessários ou estoques temporários, criando “passeios” de materiais, funcionários e equipamentos;

6. Movimentação do operador – acontece pela diferença entre trabalho e movimento. É a ação de quem realiza algum tipo de seleção ou procura peças sobre a bancada de trabalho. Qualquer movimento de um membro de time ou máquina o qual não adiciona valor.

7. Tempo de espera – quando o operário permanece ocioso, assistindo uma máquina em operação. Ou quando o processo precedente não entrega seu produto na quantidade, qualidade e tempo certo; nenhuma atividade ou operação sendo executada; “nada sendo feito”.

Assim, no sistema de Produção Enxuta tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. Todo desperdício apenas adiciona custo e tempo. Todo desperdício é o sintoma e não a causa do problema (OHNO, 1997).

#### 4.6.7 Jidoka: Pilar de Sustentação da Produção Enxuta

A Produção Enxuta, nos moldes da descrição feita por Taiichi Ohno quando descreveu o Sistema Toyota de Produção, tem, como um dos pilares o Jidoka ou “autonomação”, expressão adotada por alguns especialistas e tradutores a fim de não se confundir com automação (OHNO,1997 e SHOOK,2001). O conceito origina-se de um tear inventado por Toyoda Sakichi, fundador da Toyota Motor Company.

O tear interrompia seu funcionamento se quaisquer dos fios que estavam sendo tecidos se rompesse. Um dispositivo que distinguia entre condições normais e anormais havia sido instalado no tear, impedindo a produção de defeitos. A “autonomação” desempenha duplo papel. Ela elimina a superprodução e evita a fabricação de defeituosos. Também muda o significado da gestão, isto é, não é mais necessário um operador assistindo, tal como um espectador, enquanto a máquina

estiver funcionando “autonomamente”. Como resultado, um trabalhador pode atender diversas máquinas já que apenas quando a máquina pára, devido a uma situação anormal, é que ela recebe atenção humana. Sob o aspecto da administração da produção no dia-a-dia, a consideração a ser feita acerca do trabalhador que “assiste” a máquina trabalhar é, além do óbvio desperdício de tempo relacionado ao período onde ele não está agregando valor ao produto que está manufaturado, o fato de que anormalidades jamais serão corrigidas enquanto o trabalhador estiver tomando conta de uma máquina, vigiando para o caso de uma eventual anormalidade (OHNO, 1997). A essa capacidade de julgar a conformidade do produto e paralisar automaticamente a produção de forma a permitir que a situação seja investigada, denominou-se como uma automação com um toque humano. Além do sentido tratado até aqui, Taiichi Ohno vai além ao estender o conceito de “automação” como um sistema de gestão autônomo de toda a empresa. Sobre isso, Ohno (1997) descreve todo esforço despendido na Toyota no sentido de idealizar e implantar um sistema capaz de, autonomamente, fazer julgamentos no nível mais baixo possível; por exemplo, quando parar a produção, que seqüência seguir na fabricação de peças, ou quando são necessárias horas extras para produzir a quantidade necessária. Ohno (1997), a fim de explicar acerca deste sistema de gestão autônomo, faz uma interessante analogia :

No corpo humano, o nervo autônomo nos faz salivar quando vemos uma comida saborosa, ... essas funções são desempenhadas inconscientemente sem qualquer orientação do cérebro. Na Toyota nós começamos a pensar sobre como instalar um sistema nervoso autônomo na nossa própria organização empresarial que crescia rapidamente, ... a construção de um mecanismo de sintonia fina na empresa de forma que a mudança não seja sentida como mudança, é como implantar um reflexo nervoso no corpo.

#### 4.6.8 Resumos das Características da Produção Enxuta

A Tabela 4.4 a seguir busca resumir as particularidades da Produção Enxuta em relação ao conceito tradicional da produção em massa.

<b>Produção em Massa</b>	<b>Produção Enxuta</b>
Estabelecer Inspetores da Qualidade	Todos os funcionários são Verificadores da Qualidade
Produzir sem Controles Ambientais	Produzir dentro das Normas Ambientais (ISO 14000)
Produzir sem parar a linha passando pequenos defeitos para área seguinte	Produzir sem passar defeitos para outra área de trabalho
Grande variedade de produtos são mais produtivos	A maior eficiência se dá pelo eficiente cumprimento do mix ideal de produção
Produzir a maior variedade por modelo	Estabelecer as restrições por modelo conforme mão-de-obra balanceada
Produção a 100% da capacidade de mão-de-obra	Produção dentro do tempo ideal de mão-de-obra de 95%
Trabalhos variados	Trabalhos Padronizados

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Tabela 4.4 – Produção em Massa versus Produção Enxuta.

Portanto, no Sistema de Produção Enxuta:

- Não há estoques para encobrir peças com defeito. Não é mantido estoque intermediário;
- Erros, se houver, são descobertos e corrigidos na fonte. Abandona-se o controle estatístico após a produção;
- Os retrabalhos são feitos pelo mesmo funcionário;
- Cada funcionário exige que não haja nenhum defeito dos materiais e peças da operação anterior;
- O empregado pode parar a linha para corrigir a qualidade. A responsabilidade pela qualidade não é do inspetor, mas do operador ou fornecedor;
- Padrões mensuráveis de qualidade, produtividade e gráfico causa-efeito são expostos e visíveis;
- As máquinas são verificadas todos os turnos/dias. Os operadores preenchem a lista de verificação;

#### 4.6.9 Os Diferentes Tipos de Processo de Produção

Pelo o que facilmente explica-se em função de suas origens, a filosofia da Produção Enxuta e a aplicação de todo o seu menu de técnicas e ferramentas industriais, encontra abundantes e valiosos exemplos que se passam na indústria montadora de automóveis. Para que se compreenda as limitações próprias a este segmento e deste em relação aos demais, faz-se necessário a revisão dos diversos tipos de produção existentes.

Os sistemas de processamentos podem ser classificados em intermitentes e contínuos. O intermitente sub classifica-se em “repetitivo em massa”, “repetitivo em lotes ou por projetos” ou “sob encomenda”. A complexidade das atividades de planejamento e controle de produção aumenta na proporção direta do distanciamento da produção contínua.

A filosofia da Produção Enxuta, coerente às suas origens japonesas, busca criar um sistema de produção por unidades discretas, típico do segmento automobilístico e de auto-peças, que se assemelhe ao máximo possível ao processamento contínuo, reduzindo-se assim a necessidades de complexos sistemas de planejamento e controle de produção (SCHONBERGER,1993). Então, para a plena adoção da filosofia da Produção Enxuta, lembrando-se que nos restringimos aqui a abordagem no tocante à manufatura, torna-se desejável um fluxo de produção uniforme e o mais suave possível. Observe-se que uma pequena variação na extremidade final do fluxo produtivo gera mudanças nas operações precedentes, que são amplificadas na proporção direta dos tamanhos dos lotes, tempos de preparação das máquinas e tempos de espera. Conforme nos indica Chase (1998), a maneira para evitar esse problema é a de fazer com que as perturbações no final do processo produtivo sejam tão pequenas quanto possíveis.



## 5. Material e Método.

Serão utilizados indicadores para a avaliação da *performance* da linha robotizada e acompanhamento dos controles de parada de linha e seus causadores, controle de estoque e verificação de suas quantidades que serão acompanhadas diariamente.

. Alguns recursos para a captação de dados que demonstrem os indicadores de produtividade atuais e após as mudanças no processo.

As propostas de controle de produção terão que ser suportadas pelo grupo de controle de produção em seu banco de dados

Serão criados formulários para os coordenadores de time de produção pudessem buscar números relevantes para nosso estudo e criação de propostas. Esses formulários terão como objetivo principal criar uma informação segura e confiante da real condição da linha de produção. (Anexo)

## 6. Procedimento

Toda análise foi feita com os conceitos do *Lean manufacturing*,

Utilizando a sistemografia para facilitar a compreensão e utilização do novo processo. Criou-se um passo a passo seqüenciado para diminuir a possibilidade de erros. Através dos indicadores do BPD (Business Plan deployment), Desdobramento do Plano de negócios análise visual dos métodos e processos das equipes que trabalham nessas linhas, sempre utilizando como base teórica as ferramentas do GMS e outras bases teóricas que tivemos no mestrado profissionalizante.

O presente trabalho avaliou e alterou parte do gerenciamento do processo de produção na linha robotizada D da estamperia do Complexo Industrial da GMB de São José dos Campos – SP, por este motivo, os resultados observados devem ter análise restrita ao ambiente industrial estudado.

O estudo desenvolvido no âmbito do GMS e *Lean Manufacturing* restringiu-se à quatro dos cinco princípios do GMS e um total de oito elementos.

Foi realizado um acompanhamento diário na linha de produção para a detecção das oportunidades de melhoria, os fatores fundamentais para esse acompanhamento foram:

- Aproximação dos operadores para descobrir as suas reais dificuldades.
- Aproveitar da experiência do pessoal de chão de fábrica para ajudar no processo de mudança no processo de trabalho.
- Criar uma condição para a aproximação dos grupos de suporte (manutenção, ferramentaria, manuseio e qualidade) para a solução do problema,
- Utilizar da literatura para divulgar os fundamentos das propostas de melhoria.
- Programar as melhorias, buscando o consenso de todos envolvidos com o processo, os três turnos de trabalho.

Após detectar os problemas e sugestões, eram levadas as propostas para a gerência da fábrica e após o aval desse grupo, aplicávamos as mudanças e acompanhávamos os resultados.

Para que esses problemas fossem identificados foram utilizados alguns procedimentos descritos a seguir:

### 6.1 Mapeamentos dos erros de processo

Esse trabalho de análise e avaliação do processo teve como base a busca constante na literatura já demonstrada anteriormente, manufatura enxuta personalizada pelo Sistema Global de Manufatura da General Motors.

O início do trabalho teve que ser feita com a revisão do processo completo, todas as etapas, do recebimento da bobina até a entrega das peças no estoque para consumo do cliente.

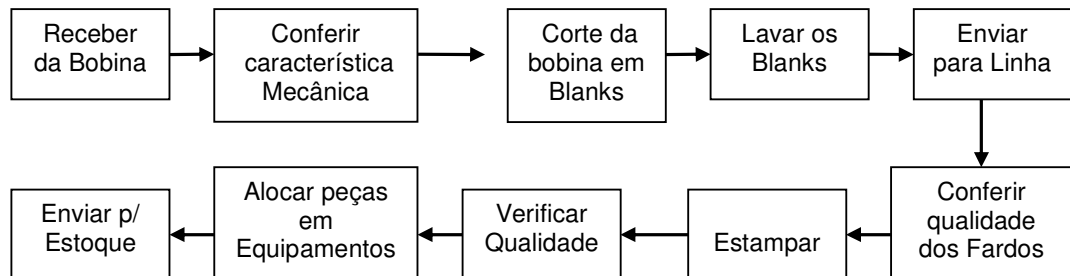


Figura 14. – Fluxograma do processo de fabricação de estampados

O foco era encontrar condições que poderiam afetar a produtividade da linha e condições que tinham bons resultados, porém, comprometiam a qualidade. Apesar desse assunto não fazer parte deste trabalho, o equilíbrio da produtividade e qualidade é a base para qualquer sucesso de uma empresa, essas informações podem ser encontradas em qualquer literatura de manufatura enxuta. Foi detalhado o processo de estampagem em uma linha para facilitar a compreensão e focar somente nos problemas da linha D.

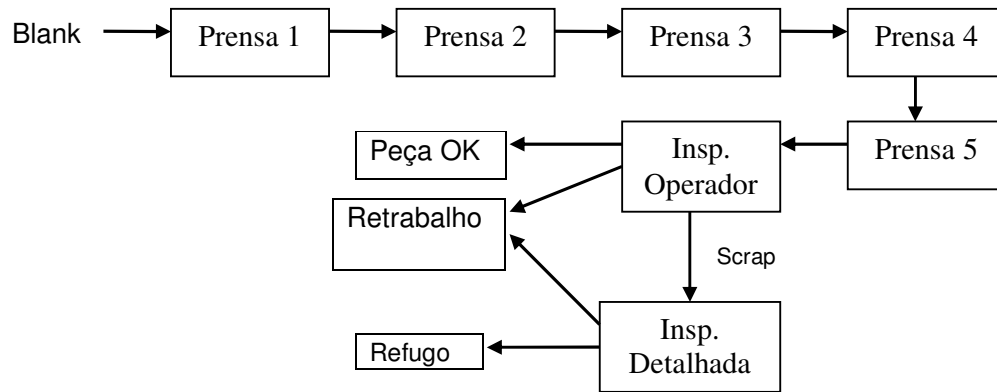


Figura 15. - Sistemógrafo de processo da linha D

Foram utilizados indicadores de produtividade e qualidade para iniciar o trabalho de análise, acompanhamento de produção, avaliação dos estoques, verificação da satisfação dos clientes.

## 6.2 Balanceamento de produção

Percebemos que os recursos em máquinas e dispositivos que tínhamos eram suficientes para buscar melhores resultados, máquinas com oito anos de funcionamento da marca Komatsu que é um fabricante consagrado de prensas; robôs ABB, que também tem certa confiabilidade no mercado e no grupo general Motors.

As atividades que dependem da sensibilidade e experiência do homem poderiam ser mais exploradas, inclusive seu comprometimento e métodos de trabalho. Uma das principais mudanças que foram feitas, são a padronização do processo, pois, percebemos resultados diferentes variando em turnos, tínhamos que buscar as melhores práticas em um só processo, todos melhorando. (TPM)

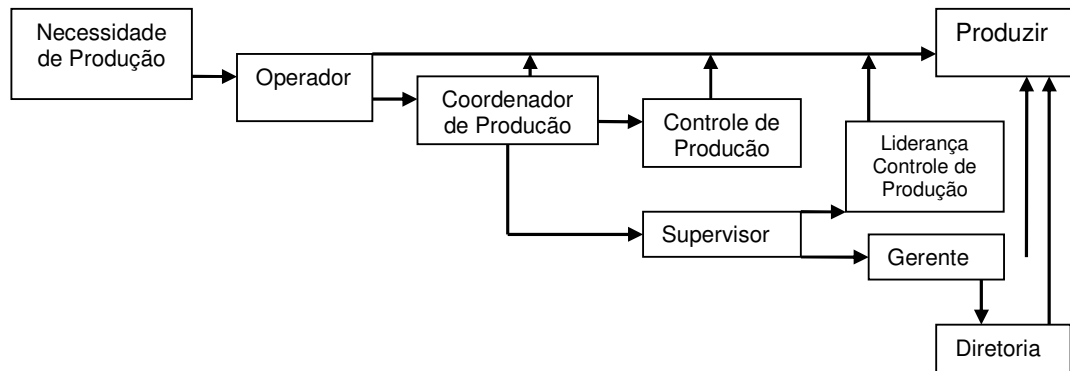


Figura16. - Sistemógrafo do controle de produção antigo

O programa das peças a serem fabricadas é responsabilidade do controle de produção, onde, baseados em previsões e solicitações com alguns dias de antecedência, eles balanceavam de forma não estratégica a produção os lotes.

A forma não estratégica deriva-se das solicitações que não respeitavam o prazo de antecedência desejado, alguns itens aparecem repentinamente devido a mudanças no programa de nossos clientes, que afetam na produtividade da linha.

Existiam perdas que eram esperadas devido a set-ups e interrupções no processo, essas perdas esperadas aumentavam com as mudanças de última hora no processo.

Outro fator que afetava na estratégia da produção era as tomadas das decisões da seqüência de produção. Existia uma relação de peças a serem fabricadas, porém, não era definida a seqüência, ficando a responsabilidade desta decisão para a liderança, que muitas vezes não conseguia efetuar o trabalho com a melhor estratégia, sobrecarregando outros turnos e gerando perdas em momentos que necessitavam uma capacidade de resposta diferenciada.

Uma das maneiras que utilizamos para perceber a necessidade de mudanças no processo de seqüenciamento de produção, foram as quantidades desbalanceadas de lotes no estoque, tínhamos famílias com produção além da necessidade de três dias, que é o planejado, e outras com estoque zero, onde tínhamos que fabricar os lotes e entregar diretamente no cliente para não comprometer sua produtividade, desta maneira, diminuindo a nossa credibilidade com eles.

### 6.3 Processo

Durante acompanhamentos com o pessoal, percebemos uma carência nas tomadas de decisão com os membros de time e coordenadores de time e em alguns casos com a supervisão.

As principais dificuldades eram:

- Dificuldade de atendimento das áreas de suporte, como ferramentaria, manutenção eletromecânica, manuseio e qualidade.
- Definir qual era o momento certo para solicitar ajuda da liderança imediata, em que situação teria que chamar o CT, a supervisão, o gerente e se for o caso o diretor. Quais seriam as variáveis para criar um padrão sem dependências e com a capacidade de resposta eficaz.
- Padronizar os processos de trabalho para conseguir comparar os turnos e buscar as melhorias pertinentes a cada um eficazmente.

### 6.4 Desperdício

O controle de produção fazia uma programação diária para as peças a serem manufaturadas, essas informações tinham como fonte as solicitações dos clientes que eram geradas pelas previsões do grupo de vendas.

As quantidades de peças que eram determinadas para serem produzidas tinham como base o consumo que varia de plataforma para plataforma, ou seja, o modelo do carro. Existem peças que são usadas em mais modelos que outros.

Percebemos que essa programação não era cumprida por completo em algumas situações, criando um sobre estoque que atrapalhava o armazenamento de outros itens. Essa produção a mais era gerada pelos seguintes fatores:

- Aproveitamento de matéria prima que estava estocado devido problemas de qualidade, e foram liberadas posteriormente.
- Aproveitamento do item que estava sendo produzido ser de fácil processo e ganhar em quantidade para elevar os records da linha.
- Não era feito interrupções para set-ups nos finais dos turnos.

- Aproveitamento de equipamentos disponíveis para locação.
- Estratégia de ampliar a produção para compensar possíveis paradas para manutenções.

Esses desperdícios de super produção e inventário chamaram a atenção para um trabalho de eliminação de desperdícios que se encontra a literatura de manufatura enxuta.

Outro desperdício causado pela falha na administração do processo era a produção de peças que necessitavam de retrabalho ou eram eliminadas devido a seus defeitos. Essa condição era gerada pelo foco em aumentar o volume de maneira descontrolada, sem princípios de aumento de produtividade com o *Lean manufacturing*.

Abaixo serão descritos os mecanismos utilizados para melhoria do processo:

### 6.5 Balanceamento na produção

Foi criado um programa de produção balanceada que determina a seqüência certa para todos os dias de produção. As famílias de peças a serem produzidas foram divididas em cinco, segunda-feira à sexta-feira, desta maneira a produção de certa peça não mudará por fatores externos, impondo uma condição de disciplina para todos, os envolvidos com o processo e até o cliente.

Desta forma até a compra de matéria prima fica mais organizada e com menos possibilidade de atrasos por falta de informação antecipada.

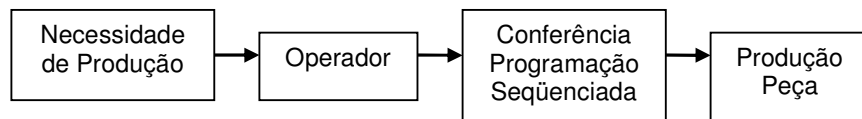


Figura 17 - Sistemógrafo produção seqüenciada

O balanceamento visa:

- Balancear estoques, não produzindo excessos e não deixando zerar estoque
- Sequenciar as famílias à serem produzidas, para balancear as perdas por set-ups por turno.
- Evitar interrupções criando uma cultura disciplinada para nossos clientes e parceiros.
- Diminuir a necessidade da liderança de tomar decisões de seqüenciamento dos lotes produzidos, disponibilizando seu tempo para focar em outras atividades, como TPM, melhorias contínuas, segurança e desenvolvimento de pessoas com treinamentos "on the job".

A mudança deste processo nos trouxe ganhos de produtividade e redução de custo. No acompanhamento da produtividade anual, podem-se perceber os resultados variando próximos dos períodos de transição.



Figura 18 - Painel de controle da produção seqüenciada, produção pré-determinada para todos os dias do mês.



A produção na quantidade certa para o cliente e aproveitamento da área física nos estoques, trouxe uma redução de custo (vide abaixo) e alguns ganhos imensuráveis já citados como: Tempo para focar em outras atividades, satisfação do cliente e segurança.

## 6.6 Gerenciamento visual

Foi criada uma tabela com todas as situações de dificuldade no processo, considerando o evento, tempo de exposição, quem deveria ser chamado e quando.

Spear (2002) afirma que o desempenho de uma organização está relacionada à capacidade resolver problemas rapidamente e de buscar impedir que defeitos sejam gerados e complementa dizendo que a ocorrência de problemas já aparece em delegar responsabilidade, coordenar as atividades quando não se têm regras previamente definidas (Spear, 2002). Monden (1994) afirma que defeitos são sinônimos de problemas, que para serem eliminados, precisam ter suas causas (erros) combatidas e para isso faz-se necessário incorporar ao processo mecanismos ou sistemas capazes de detectar e procurar impedir que eles voltem a existir.

Esse processo foi padronizado por todo o grupo e em todos os turnos. O sucesso deste trabalho de hierarquia de informações teve apoio do sistema andon, gerenciamento visual, que cria uma condição favorável para todos que estão na fábrica a participar dos eventos que estão ocorrendo na linha.

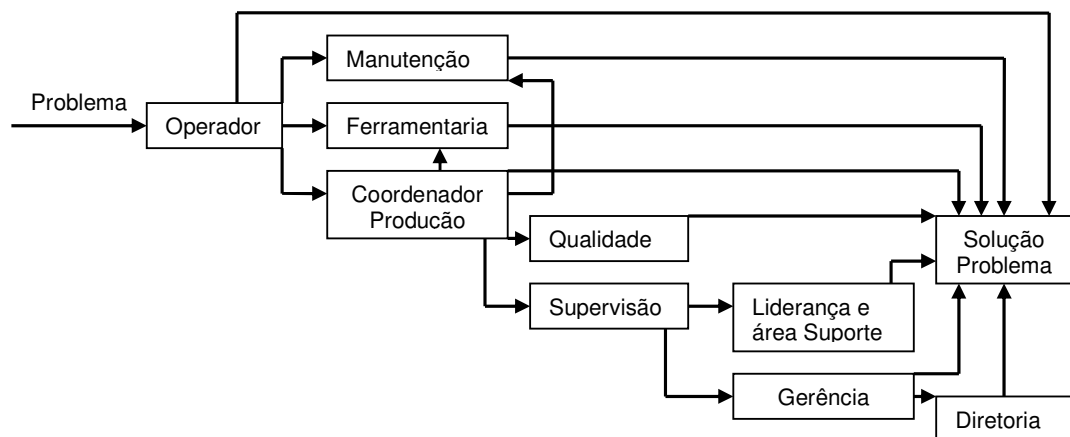


Figura 19 - Sistemógrafo do alarme escalonado

Quando se tratava de problemas de qualidade, o operador tinha que pedir ajuda ao coordenador de time em cinco minutos, este após quinze minutos de linha parada, também teria que pedir ajuda a sua supervisão e assim sucessivamente com os respectivos tempos de trinta minutos e uma hora, gerência e diretoria.

A decisão de solicitar ajuda das áreas de suporte poderiam ser tomadas por qualquer membro do grupo e a qualquer momento. Outras paradas de linha por outros motivos variavam o tempo de decisão por categoria, mas, aproximava bem do tempo determinado para problemas de qualidade.

Esse procedimento também existe para os grupos de suporte e seus líderes. O trabalho foi feito pelo grupo de produção junto à outros departamentos e o sucesso só seria alcançado com o comprometimento de todos, principalmente porque temos o mesmo diretor para responder.

A instalação do sistema andon na linha robotizada, com luminárias e painéis (visual) e sinais sonoros para alertar a todos das necessidades do processo e atendimento no menor tempo possível foi necessário devido a necessidade de minimizar o tempo de atendimento ao processo, da liderança e equipes de suporte.



Figura 20 - Painel eletrônico e sirene do sistema andon na cabeceira da linha D.

### 6.7 Trabalho padronizado

Foi criada uma pasta chamada de trabalho padronizado que obtém todas as informações das famílias que são fabricadas nessa linha de prensa e detalhes da peça como: medidas, tolerâncias e locais críticos para defeitos. Todos os times envolvidos nessa linha de prensa deveriam anotar as particularidades de cada corrida de produção, experiências, dificuldades e ações que foram tomadas, desta maneira, criando um ambiente de parceria com foco único, conhecido como um dos valores da corporação "One company".

Trabalho padronizado: as operações são organizadas na melhor seqüência possível com, garantia de segurança, qualidade e produtividade, utilizando a combinação de todos os recursos disponíveis.

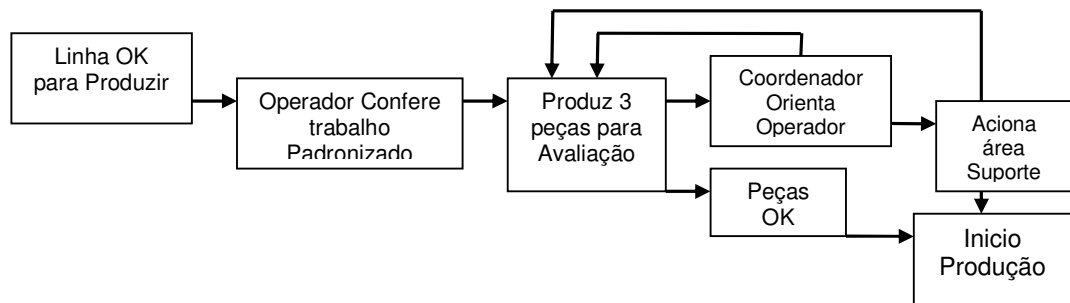


Figura 21 - Sistemógrafo de trabalho padronizado no início de produção

O trabalho é quebrado por elementos e examinado de modo a definir o método mais seguro e eficiente. Desta forma o trabalho padronizado é definido e sustentado pela atenção e repetição.

Através de melhoria contínua, o trabalho padronizado pode ser revisado e melhorado toda vez que um método mais adequado é encontrado e implementado em consenso com o time de trabalho envolvido. (General Motors Automotive handbook, 1996).

### 6.8 Times de trabalho

O conceito de trabalho permite obter mais rendimento do conhecimento das pessoas, facilitando o treinamento e distribuindo as responsabilidades. Pode ser aplicado de modo interdepartamental, quebrando barreiras através de times multifuncionais, melhorando a avaliação dos processos, agilizando a implementação de melhorias.

O treinamento "on the job" a principal iniciativa para mudar a cultura e valorizar os funcionários, desta maneira, buscando mais ainda seu comprometimento no processo e aprendizado das novas ferramentas.

### 6.9 Eliminação de desperdício na linha D

A teoria de eliminação de desperdício contém fatores que poderiam ajudar em nosso projeto de aumento de produtividade, assim, buscamos na literatura conceitos que poderiam agregar valores ao processo.

O desperdício de super produção, produzir mais que o necessário que já foi citado anteriormente, foi a base para a aplicação da produção seqüenciada, que foi a proposta de pré determinar todas as famílias e quantidades que seriam produzidas e o dia a ser manufaturada. Independentemente de conseguir um dia de produção sem perdas, onde teríamos tempo para avançar na produção do dia seguinte, o planejamento de produção seria seguido com disciplina para manter o cliente em uma cultura semelhante, conseqüentemente ele teria que organizar seu processo também, trazendo ganhos para toda a corporação envolvida com o sistema.

Outro ganho com a produção seqüenciada foi a eliminação de desperdício denominada Inventário, que é o excesso de material sobre o necessário pelo cliente.

O desperdício denominado "defeitos e/ou retrabalhos" que é produzir peças defeituosas que necessitam de reparo, foi minimizado com a instalação do efeito visual do andon. Este processo permitiu a aceleração do processo de atendimento da linha, seja feita pela fermentaria, manutenção ou qualidade, ambas podem minimizar os defeitos das peças, seja na tomada de decisão ou intervenção no processo.

Essas iniciativas foram feitas utilizando conceitos de manufatura enxuta e uma das iniciativas que facilitaram para a aplicação dos conceitos foram o treinamento do pessoal, apresentando as ferramentas e ganhos que poderia trazer para todo o time.

## 7. Resultados

O gráfico 7.1, a seguir mostra-nos os ganhos na produtividade durante o ano de 2006, de janeiro a dezembro. Pode-se perceber o aumento dos níveis das colunas em azul, ficando acima dos objetivos consistentemente após o quarto mês do ano.

A pancada por hora de produção é unidade mais utilizada para processos de estampagem em todo mundo e demonstra com a maior fidelidade a produtividade de linhas de prensas. No caso de linhas robotizadas como a linha D, a medida das pancadas é feita da linha conjugada com os robôs, ou seja, o sistema completo. Como exemplo, uma prensa consegue ciclar com aproximadamente 16 golpes por minuto (Unidade de medida para a prensa isolada), se multiplicarmos por 60 minutos, teremos 960 golpes por hora. A condição de várias etapas em um processo de estampagem, sendo necessária a transferência das peças e tempo de transporte consomem o restante das pancadas calculadas, 960 (pancada nominal por prensa) – 500 (pancada média da linha) = 460 (perda de processo).

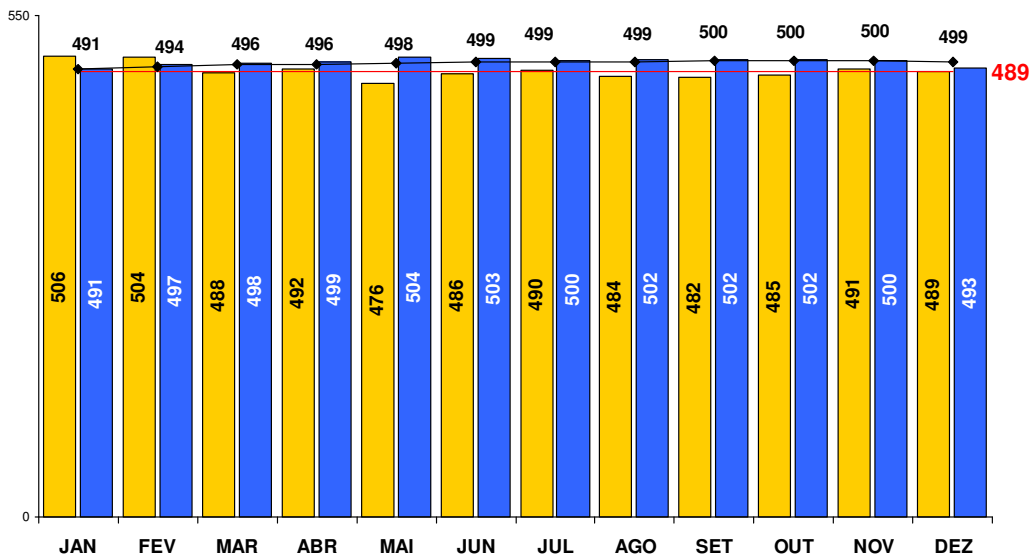


Gráfico 7.1 - Pancadas por hora (média mensal) da linha D.  
(verde – 2005 / azul –2006), sendo que a sistemografia foi aplicada após o mês de maio2006.

Esse gráfico 7.2 demonstra o período completo de 2006. Pode-se perceber a tendência no 2º semestre do ano em queda das horas de máquina parada.

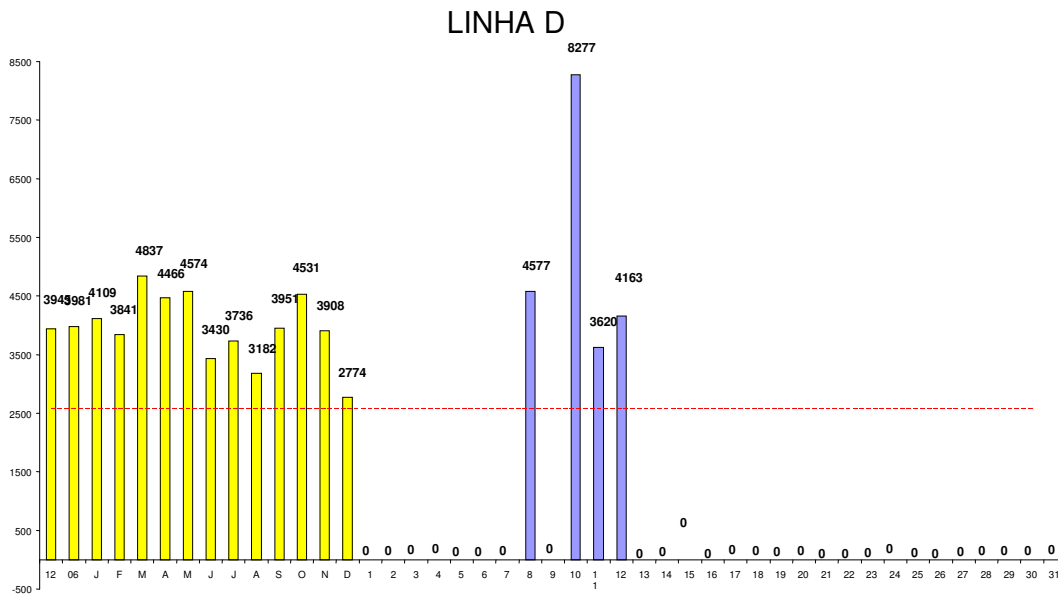


Gráfico 7.2 - Paradas da linha D causado pela manutenção.

O gráfico 7.3 mostra a evolução de pancadas por hora em um período de três meses. Essa demonstração de aumento de produtividade, não teve peças selecionadas, esses números foram extraídos dos controles de produção de dias normais.

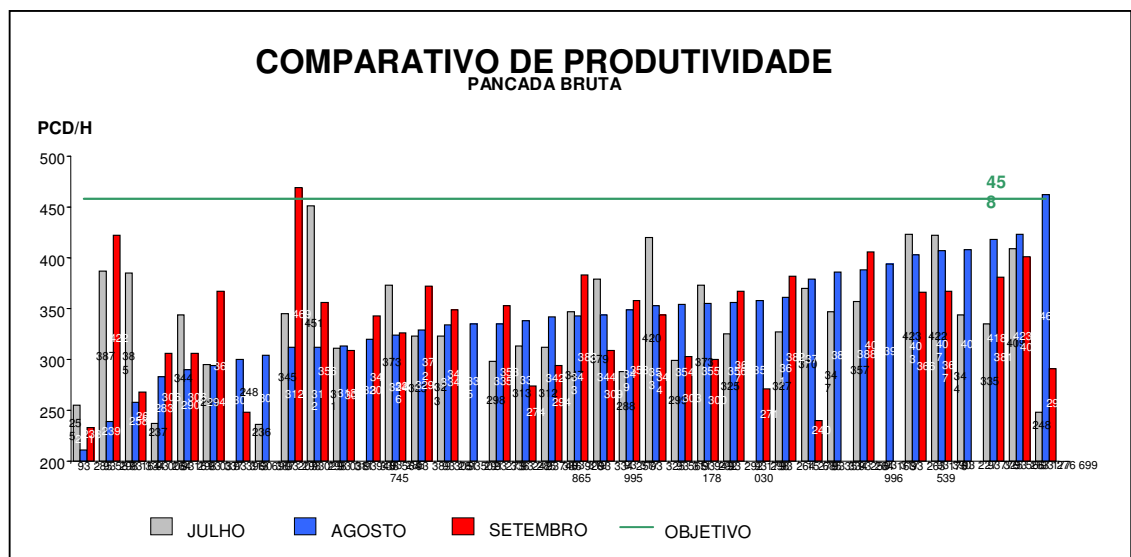


Gráfico 7.3 – Evolução de pancadas por hora na linha D no período de três meses

No gráfico abaixo, 7.4 podemos observar que houve um aumento no número de pancadas durante o processo de implementação da sistemografia.

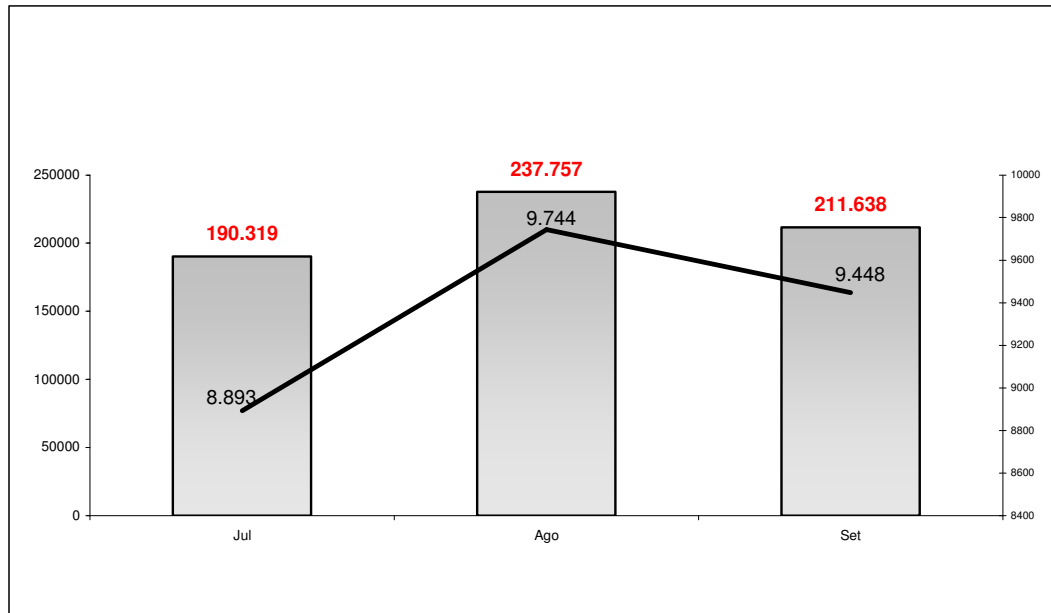


Gráfico 7.4 – Acumulado de pancadas dos três meses da evolução.

No gráfico 7.5 temos o número de SCRAPS durante o ano de 2006, onde pode ser observado uma diminuição no nº. de SCRAPS após aplicação da sistemografia.

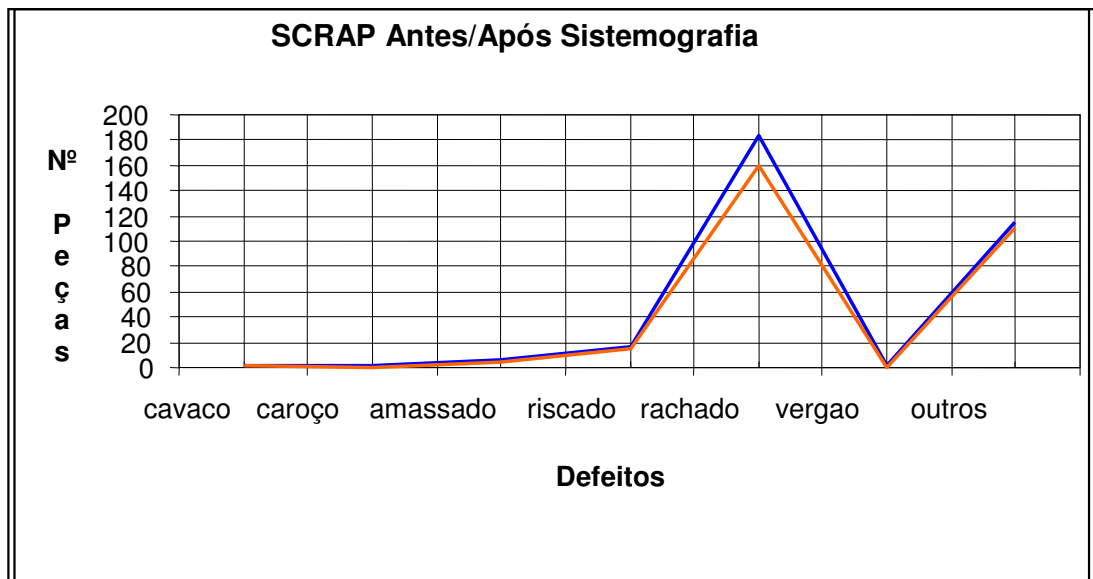


Gráfico 7.5 – SCRAP Antes/Depois Sistemografia.



O gráfico 7.6 apresenta os dados de Retrabalho durante ano 2006, no qual podemos observar diminuição das peças para Retrabalho, após aplicação da sistemografia.

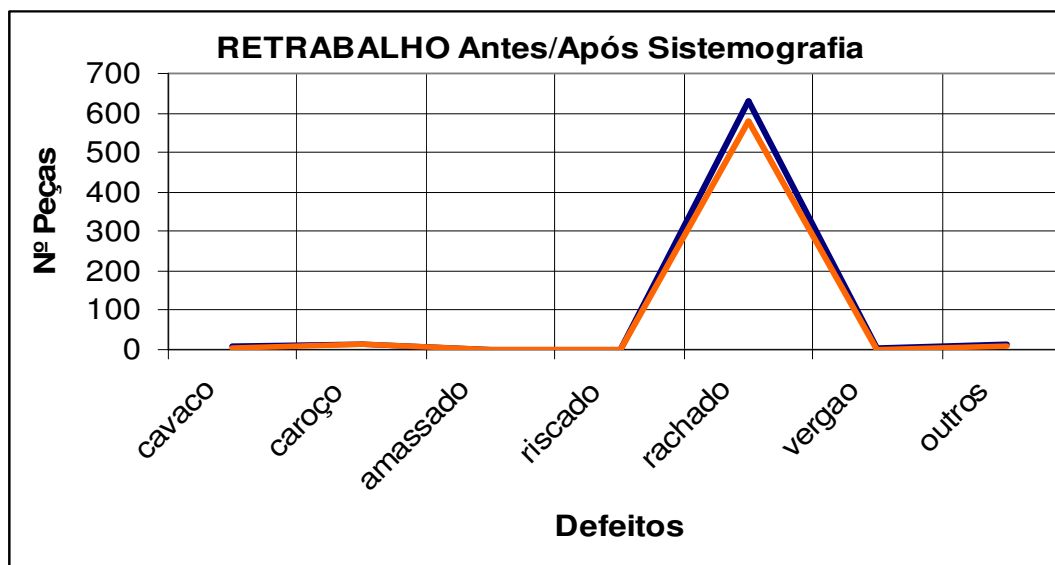


Gráfico 7.6 – Retrabalho Antes/Após Sistemografia.

## 8. Discussão

Podemos observar que após ter sido realizada uma Reestruturação organizacional, através da sistemografia, obteve um aumento da produtividade na linha de prensas analisada. Isto vai de encontro com as afirmações de Reis, 2004 que coloca a sistemografia como ferramenta importante no processo de reestruturação que visa otimizar e gerenciar as atividades das organizações. E esta de acordo também com Bresciani, 1999 que afirma poder-se otimizar o processo e comparar o processo atual e o sugerido através de tabelas que podem ser montadas para aplicação da sistemografia.

Observamos também diminuição das paradas da manutenção eletromecânica, e conforme acompanhamento do grupo não foi feitas grandes melhorias nos equipamentos, mas, mudança de cultura do atendimento de máquinas, seguindo o alarme escalonado conforme estabelecido e utilizando os recursos do andon. O que vem de encontro com Já para Côrtes (2001), um processo integra pessoas, ferramentas e métodos para executar uma seqüência de passos com o objetivo definido de transformar determinadas entradas em determinadas saídas. Já que nessa etapa do processo a participação das pessoas e seu perfeito entendimento do processo é de suma importância para melhoria da produção.

Outra melhoria constatada neste trabalho é uma diminuição de aproximadamente 10% no número de Retrabalhos e SCRAPS na linha D, o que colabora em grande parte com o aumento da produção.

Assim podemos sugerir que a sistemografia deva ser empregada na Reengenharia de Processos por apresentar simplicidade na modelagem, já que pode através da construção de um fluxograma mapear e reorganizar os processos. (BRESCIANI e KINTSCHNER, 2004)

Por sua característica, o método do Fluxo de Trabalho é mais aplicável para a otimização do fluxo de tarefas e informações de um escritório, mas também é aplicável a estudos de processos de fabricação.

Por outro lado, a sistemografia também é aplicável a processos de fabricação, mas seu maior enfoque está na otimização destes, através de ferramentas para a simplificação e melhoria dos mesmos.

Baseado nas observações acima é indicado a aplicação da Sistemografia para a otimização dos processos juntamente com o uso de Fluxos de Trabalho, garantindo um entendimento total do processo dentro da organização.

## **9. Conclusão**

Concluiu-se que os ensinamentos sobre manufatura enxuta são realmente importantes para a ampliação de resultados de produtividade e qualidade.

Podemos melhorar resultados de linhas de produção sem investir grandes valores em capital, a otimização do processo pode ajudar a melhorar os ganhos com a redução dos custos estruturais, que diretamente ou indiretamente trazem inúmeras vantagens para todo o grupo envolvido.

A aplicação do processo de manufatura enxuta só será alcançada com eficiência se tiver a participação de todos, do operador de máquinas até a diretoria, funcionários diretos e indiretos (aqueles que suportam o grupo de produção).

Para que se possam evidenciar com maior propriedade os ganhos em produtividade com a aplicação da sistemografia, podemos sugerir um estudo futuro no qual deverá ser feitas as alterações em um maior número de linhas com avaliação de mais dados da produção.

## 10. Referências Bibliográficas

1. ALTER, S., *Information Systems – A Management Perspective*, The Benjamin/Cummings Publishing Co., 1992.
2. BARTHELMESS, P., *Sistemas de Workflow: Análise da Área e Proposta de Modelo*, Instituto de Informatica, UNICAMP, Campinas, 1996.
3. BERNARDES, C. H., *Teoria Geral das Organizações: Os Fundamentos da Administração Integrada*, Ed. Atlas, São Paulo, 1988.
4. BRESCIANI, E. F., *Método de Estudo de Sistemas – sistemografia*, Unicamp e PUC, Campinas 1999, pp 1-17.
5. BRYNJOLFSSON, E., HITT, L., *Creating Value and Destroying Profits? Three Measures of Information Technology's Contributions*, Cambridge, MIT Sloan School of Management, 1994.
6. CAMPOS, Vicente F. *Gerenciamento pelas diretrizes*. 2ª Ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996. 334 p.
7. CHASE, Richard B. *Production and Operation Management*. 8th ed. UK: IE-Mc Graw Hill, 1998.
8. CORREA, H. C., *Just in Time, MRPII e OPT: Um Enfoque Estratégico*, Editora Atlas, São Paulo, 1993.
9. CÔRTEZ, Mario Lúcio, Chiossi, Thelma C.S., *Modelos de qualidade de software*, Campinas Editora da Unicamp, 2001, 148p.

10. CUSUMANO, M. A. *The Japanese Automobile Industry*. Cambridge: Harvard University Press, 1989.
11. CUSUMANO, M. A. *The Limits of Lean*. Cambridge: Sloan Management Review, Summer 1994.
12. DAVENPORT, T. H., *Reengenharia de Processos – Como Inovar na Empresa através da Tecnologia da Informação*, 3ª ed., Editora Campus, Rio de Janeiro, 1994.
13. DEMING, William E. *Out of the crisis*. Boston, MA: MIT Press, 1986.
14. FALCONI, V. C., *Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-dia*, 3ª ed., Editora Bloch, Rio de Janeiro, 1994.
15. GENERAL MOTORS CORPORATION, *Manual do Sistema Global de Manufatura*. GM LAAM Learning Center, 2000
16. HALL, R. W. *Excelência na Manufatura*. 3ª Ed., São Paulo: IMAM, 1988.
17. HAMMER, M., CHAMPY, J., *Reengenharia: Revolucionando a Empresa em função dos Clientes, da Concorrência e das Grandes Mudanças da Gerência*, 25ª ed., Editora Campus, Rio de Janeiro, 1994.
18. HARMON, R. L., Peterson, L. D. *Reinventando a Fábrica : Conceitos Modernos de Produtividade Aplicados na Prática*, Rio de Janeiro: Campus, 1991.
19. ISHIKAWA, Kaoru. *TQC, Total Quality Control: Estratégia e Administração da Qualidade*. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1986.

20. JONES, Daniel T. *Seeing the whole: Mapping the extended value stream*, transparências apresentadas no Lean Manufacturing Conference, Dearborn, MI, May/2001.
21. JURAN, J.M., *Planejando a Qualidade*. São Paulo: Pioneira. 1990.
22. KOTLER, P., *Administração de Marketing: Análise, Planejamento, Implementação e Controle*, 3ª ed. , Editora Atlas, São Paulo, 1993.
23. MACHADO, L.R.S., *Controle de Qualidade Total*, São Paulo: Pioneira, 1994. 394p.
24. MARTIN, J., *A Grande Transição*, Editora Futura, São Paulo, 1996.
25. MARTINS, V.J., *Empresa Rumo Consultoria*. 1999.
26. NAHMIAS, S., *Production and Operations Analysis*, 3ª ed., McGraw-Hill International Editions, 1997.
27. OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção, além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997. 137p
28. PIVA, D.J., *Recomendações para Otimização e Adaptação de Metodologias de Elaboração do Planejamento Estratégico de Sistemas de Informação aos Novos Tempos*, Instituto de Informática, PUC, Campinas, 1996.
29. PLENERT, G. J., *Three Differing Concepts of JIT*. Production and Inventory Management Journal, Second Quarter, 1990, p. 1-2.

30. POTER, M.E., *Vantagem Competitiva: Criando e Sustentando um Desempenho Superior*, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1992.
31. REIS, A. C., SREEKUMARAN-NAIR K. *Implementação da Manufatura Enxuta na General Motors do Brasil: Avaliação do Desdobramento do Plano de Negócios na Planta da S-10*. Taubaté, Dissertação de Mestrado, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração. UNITAU, 2004.
32. REIZIG, W., *Petri-Nets*. Springer – Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 1982.
33. SCHONBERGER, R.J., *Fabricação Classe Universal: As Lições de simplicidade aplicadas*. São Paulo: Pioneira, 1988.
34. SCHONBERGER, Richard J. *Técnicas Industriais Japonesas*. 4ª Ed. São Paulo: Pioneira, 1993.
35. SHINOHARA, I., *New Production System: JIT Crossing Industry Boundaries*. Productivity Press, 1988, 197 p.
36. SILVA, I.B., BRESCIANI, E. F., *Modelo de Sistema integrado de Produto e Processo com Melhoria Contínua de Qualidade*, UNICAMP, Campinas, 2000, pp 1-55.
37. SPEAR S. and BOWEN, H.K., *Decoding the DNA of the Toyota Production System*, Harvard Business Review, September-October 1999, p. 95-99.
38. TELLES, J. M. F., *Sistema Gerenciador de Workflows para a Integração de Processos em Ambientes Organizacionais Distribuídos*, Instituto de Informática, PUC, Campinas, 1997.



39. VOLLMANN, T. E., BERRY, W. L., WHYBARK, D. C., *Manufacturing Planning and Control System*, 4ª ed., MacGraw-Hill, Boston, 1997.
40. WARD, J., GRIFFITHS, P., WHITMORE, P., *Strategic Planning for Information System*, John Wiley & Sons Ltd, England, 1990.
41. WHEATLEY, M. J., *Liderança e a Nova Ciência*, Editora Cultrix, São Paulo, 1992.
42. WOMACK, J. P.; JONES, Daniel T. *A Mentalidade enxuta nas empresas*. 7ª edição, Rio de Janeiro, RJ : Campus, 1998.
43. WOMACK, J. P.; JONES, Daniel T. e ROOS, D. *A Máquina que Mudou o Mundo*, Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.

Anexos



Controle de ocorrências da linha


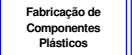



  		REGISTRO DE OCORRÊNCIAS - MANUTENÇÃO				
<b>CÉLULA A - ALTEMIR / MARCOS P.</b>						
DATA: ____/____/____						
Nº	EQUIP.	TURNO	PRINCIPAIS PARADAS	RAZÃO DA PARADA	ESPEC.	TEMPO
01		1º <input type="checkbox"/>			MEC <input type="checkbox"/>	
		2º <input type="checkbox"/>			ELE <input type="checkbox"/>	
		3º <input type="checkbox"/>				
02		1º <input type="checkbox"/>			MEC <input type="checkbox"/>	
		2º <input type="checkbox"/>			ELE <input type="checkbox"/>	
		3º <input type="checkbox"/>				
03		1º <input type="checkbox"/>			MEC <input type="checkbox"/>	
		2º <input type="checkbox"/>			ELE <input type="checkbox"/>	
		3º <input type="checkbox"/>				
04		1º <input type="checkbox"/>			MEC <input type="checkbox"/>	
		2º <input type="checkbox"/>			ELE <input type="checkbox"/>	
		3º <input type="checkbox"/>				
05		1º <input type="checkbox"/>			MEC <input type="checkbox"/>	
		2º <input type="checkbox"/>			ELE <input type="checkbox"/>	
		3º <input type="checkbox"/>				
06		1º <input type="checkbox"/>			MEC <input type="checkbox"/>	
		2º <input type="checkbox"/>			ELE <input type="checkbox"/>	
		3º <input type="checkbox"/>				
07		1º <input type="checkbox"/>			MEC <input type="checkbox"/>	
		2º <input type="checkbox"/>			ELE <input type="checkbox"/>	
		3º <input type="checkbox"/>				
08		1º <input type="checkbox"/>			MEC <input type="checkbox"/>	
		2º <input type="checkbox"/>			ELE <input type="checkbox"/>	
		3º <input type="checkbox"/>				
09		1º <input type="checkbox"/>			MEC <input type="checkbox"/>	
		2º <input type="checkbox"/>			ELE <input type="checkbox"/>	
		3º <input type="checkbox"/>				

Tabela Alarme escalonado

 <b>GMS - Sistema Global de Manufatura</b> SISTEMA DE ALARME DE ESCALONAMENTO E CRITÉRIOS DE EMISSÃO DE 5 PASSOS NA ESTAMPARIA								
EMISSÃO DE 5 PASSOS PELO SUPERVISOR OU CT DA ÁREA AFETADA COM O PROBLEMA								
CATEGORIA	TIPO DE PROBLEMA E FORMA DE AÇIONAMENTO	ANDON	ALARME 1		ALARME 2		ALARME 3	
			RADIO	RADIO	QUEM AVISA	RADIO	RADIO	
SEGURANÇA	ITENS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA E REPAROS PENDENTES A MAIS DE 15 DIAS / TODOS ACIDENTES OCORRIDOS	-	1ª SEMANA	2ª SEMANA	SUPERVISOR OU CT DA PRODUÇÃO PARA ÁREA RESPONSÁVEL			
QUALIDADE / CUSTO	10 OCA (RACHURAS / DISTENÇÃO / FALTA DE MATERIAL)	1 A 3	4 A 10	11 A 30	SUPERVISOR OU CT DA PRODUÇÃO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	31 A 50	ACIMA DE 51	
	APARÊNCIA / ITENS CA, CAROÇO, CAVACO, MARGEM, FERRAMENTA, DEFORMAÇÃO	1 A 10	11 A 20	21 A 50	SUPERVISOR OU CT DA PRODUÇÃO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	51 A 100	ACIMA DE 101	
	AUDITORIA DE SPÉCIFIC COM VALOR ACIMA DO OBJETIVO (REAJUSTADA PARA PRODUÇÃO)		ACIMA DE 100	ACIMA DE 50	SUPERVISOR OU CT DA QUALIDADE PARA ÁREA RESPONSÁVEL			
CAPACIDADE DE RESPOSTA	ACIDENTES COM FERRAMENTAS COM DANOS REPARÁVEIS EM LINHA DE PRODUÇÃO	até 10'	15 A 30'	30 A 60'	SUPERVISOR OU CT DA FERRAMENTARIA PARA ÁREA RESPONSÁVEL	ACIMA DE 60'	ACIMA DE 80'	
	ACIDENTES COM FERRAMENTAS COM DANOS REPARÁVEIS SOMENTE EM OFICINA	EMISSÃO DE 5 PASSOS	EMISSÃO DE 5 PASSOS	EMISSÃO DE 5 PASSOS	SUPERVISOR OU CT DA FERRAMENTARIA PARA ÁREA RESPONSÁVEL	EMISSÃO DE 5 PASSOS	EMISSÃO DE 5 PASSOS	
	EQUIPAMENTO PARADO (PREENH, TRANSPORTADORES)	15 MIN	30 A 10 MIN	15 A 30 DE	SUPERVISOR OU CT DO MANUSEIO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	30 MIN A ACIMA	ACIMA DE 30 MIN	
CAPACIDADE DE RESPOSTA	PARADA DE MÁQUINA	IMEDIATO	10 MINUTOS	11 A 30 MINUTOS	SUPERVISOR OU CT DA PRODUÇÃO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	ACIMA DE 60 MINUTOS		
	FALTA DE EQUIPAMENTO ESPECIAL PARA ATENDER PRODUÇÃO	15min	15 A 30min	30 A 40 min	SUPERVISOR OU CT DO MANUSEIO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	40 A 50min	ACIMA DE 51	
	SUBSTITUIÇÃO DE EMPILHADORA EM CASOS DE QUEBRA	15min	15 A 30min	30 A 40 min	SUPERVISOR OU CT DO MANUSEIO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	40 A 50min	ACIMA DE 51	
	ESPERA DE MATERIAL PARA ATENDER CABECERA PRONHA	15min	15 A 30min	30 A 40 min	SUPERVISOR OU CT DO MANUSEIO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	40 A 50min	ACIMA DE 51	
	AGUARDAR ADIANTAMENTO DA MANUTENÇÃO DE EMPILHADORA	15min	15 A 30min	30 A 40 min	SUPERVISOR OU CT DO MANUSEIO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	40 A 50min	ACIMA DE 51	
	ESPERA DE CARRINHOS LIBERADOS NO BOLSÃO PARA DESCARGA NA DOCA	15min	15 A 30min	30 A 40 min	SUPERVISOR OU CT DO MANUSEIO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	40 A 50min	ACIMA DE 51	
	AGUARDAR FIM DO BLOQUEIO DE MANUTENÇÃO PÓTE PLANTE E EMPILHADORA	15min	15 A 30min	30 A 40 min	SUPERVISOR OU CT DO MANUSEIO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	40 A 50min	ACIMA DE 51	
	INTERVALO DE IMPRESSÕES DE ETIQUETAS PARA RECEBIMENTO / LIBERAÇÃO DE RENAF / PRODUÇÃO	15min	15 A 30min	30 A 40 min	SUPERVISOR OU CT DO MANUSEIO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	40 A 50min	ACIMA DE 51	
	QUEDA DE SISTEMA IMPOSSIBILITANDO A EMISSÃO DE NOTAS FISCAIS	15min	15 A 30min	30 A 40 min	SUPERVISOR OU CT DO MANUSEIO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	40 A 50min	ACIMA DE 51	
	ATRASO NA ENTREGA DE MATERIAL CRÍTICO PARA SCs	15min	15 A 30min	30 A 40 min	SUPERVISOR OU CT DO MANUSEIO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	40 A 50min	ACIMA DE 51	
	INTERVALO E IMPRESSÕES DE NOTAS FISCAIS TERMINAL RODVIÁRIO	15min	15 A 30min	30 A 40 min	SUPERVISOR OU CT DO MANUSEIO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	40 A 50min	ACIMA DE 51	
DESCARGA DO CAMINHÃO DE AÇO PACOTE NO SIRPLUS	20min	20 A 30min	30 A 40 min	SUPERVISOR OU CT DO MANUSEIO PARA ÁREA RESPONSÁVEL	40 A 50min	ACIMA DE 51		

QUEM AVISA	QUEM AGE
MEMBRO DE TIME (MT)	COORDENADOR
COORDENADOR DE TIME (CT)	SUPERVISOR
SUPERVISOR	GERENTE
GERENTE	DIRETOR
DIRETOR DA PLANTA	DIRETOR DO COMPLEXO

