



**Universidade Federal do Paraná**  
**Departamento de Administração Geral e Aplicada**  
**MBA em Gerencia de Sistemas Logísticos**

**Projeto de compactação de uma célula de produção dentro do  
setor de armação da carroceria de uma indústria automotiva.**

Aluno: Andréa Cristina Batista  
Orientador: Prof. Darli Rodrigues Vieira

Monografia apresentada como  
requisito parcial para obtenção  
do MBA em Gerencia de  
Sistemas Logísticos da  
Universidade Federal do Paraná.

**Curitiba**  
**2009**

Ao Grande Arquiteto do Universo, fonte inspiradora de criação, que me proporcionou força e equilíbrio para encontrar as palavras e idéias neste trabalho.

## **Agradecimentos**

Aos meus pais Ayrton e Glair que me apoiaram em todos os momentos de minha vida.

Dedico este trabalho ao meu esposo Boeing e minha filha Lorena. Seu amor, apoio e tolerância serviram de suporte e inspiração ao longo da jornada. Sem vocês não teria conseguido.

Ao meu orientador, Darli Rodrigues Vieira, por repassar a paixão pela profissão em suas aulas e por ter me orientado em como elaborar este trabalho.

À Universidade Federal do Paraná, pela excelente oportunidade de aprofundar meus conhecimentos em uma área tão moderna e estimulante que é a Logística.

Aos professores do curso de MBA em gerenciamento do Sistema Logístico por terem me repassado o conhecimento necessário para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à empresa, que permitiu o desenvolvimento deste trabalho e ao time de implementação, o qual participou deste estudo de caso, onde todos mostraram competência, profissionalismo e companheirismo.

A todos aqueles que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização desta monografia.

Muito obrigada!

“Se você estiver planejando para um ano, plante arroz. Se você estiver planejando para 20 anos, plante árvores. Se você estiver planejando para séculos, crie homens”.

- Provérbio chinês

## RESUMO

BATISTA, Andréa Cristina. **PROJETO DE COMPACTAÇÃO DE UMA CÉLULA DE PRODUÇÃO DENTRO DO SETOR DE ARMAÇÃO DA CARROCERIA DE UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA.** 2009. 99 folhas. Monografia MBA - Programa de Pós-graduação Gerenciamento do Sistema Logístico, Administração, UFPR, Paraná

O objetivo desta monografia é apresentar um estudo de caso sobre compactação de uma célula de produção dentro do setor de armação da carroceria de uma indústria automotiva, com a finalidade de melhorar o desempenho das operações e disponibilizar área para implantação de novos projetos.

Esta célula, quando concebida inicialmente, apresentava baixa performance em relação às exigências de fluxo e processo. Um fluxo desordenado era gerador de desperdícios no transporte de peças acabadas e deslocamento.

Na elaboração do novo Arranjo Físico foram incorporadas as normas regulamentadoras de projetos, buscando a redução de operações que não agregam valor e respeitando os requisitos de funcionamento de uma manufatura enxuta.

Com a finalidade de apoiar a aprovação do projeto em bases sustentáveis, também foram feitos estudos de viabilidade econômica (Pay Back, TIR e VPL) os quais mostraram que a compactação do processo não somente era viável do ponto de vista técnico-econômico, mas que também haveria a geração de um saving relevante com retorno do investimento.

A análise operacional do caso utilizou o método de resolução de problemas *QC Story*. Através do mencionado método e, ainda, das ferramentas de análises de tempos e ferramentas de layout, foi constatado a possibilidade de redução no número de operadores e conseqüentemente uma diminuição na taxa de inatividade global da célula.

Com a implantação do novo arranjo físico, verificou-se que os objetivos lean manufacturing foram alcançados, melhorando a funcionalidade da célula com a otimização dos fluxos, ao mesmo tempo em que se promoveu melhoria da segurança e da ergonomia, aspectos igualmente relevantes na operação da célula.

**Palavras-chave:**. Arranjo Físico, Célula de Produção, Performance, Indústria Automotiva, Viabilidade Econômica, QC Story, Lean Manufacturing.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – A Estrutura Do Sistema Toyota De Produção .....	20
FIGURA 02 – Kaizen E Padronização (Fonte: Ghinato - 2000) .....	24
FIGURA 03 – Classificação De Arranjo Físico Por Volume-Variedade .....	32
FIGURA 05 – Arranjo Físico Posicional - Linha De Produção Embraer.....	35
FIGURA 06 – Arranjo Físico Por Processo Ou Funcional.....	36
FIGURA 07 – Arranjo Físico Celular .....	37
FIGURA 10 – Arranjo Físico Por Produto (Em Linha).....	38
FIGURA 11 – Distâncias Mínimas Entre Equipamentos .....	46
FIGURA 12 – Largura Da Faixa De Pedestres .....	47
FIGURA 13 – Empilhadeiras Convencional, Empilhadeira Retrátil E Paleteiras .....	48
FIGURA 14 – Rebocador (Trolley) E Reboque (Dolly) .....	48
FIGURA 15 – Planta Baixa De Processo De Fabricação. ....	50
FIGURA 16 – Perspectiva De Processo De Processo De Fabricação. ....	50
FIGURA 17 – Fases Para Resolução De Problemas. ....	54
FIGURA 18 – Fases Do Método De Solução De Problemas - Qc Story.....	57
FIGURA 19 – Exemplo De Diagrama 01.....	60
FIGURA 20 – Diagrama De Árvore De Falhas.....	74
FIGURA 21 – Processo Lado Direito – Antes E Depois.....	76
FIGURA 22 – Processo Lado Esquerdo – Antes E Depois.....	76

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01 – Taxa de Engajamento.....	65
GRÁFICO 02 – Inatividade.....	66
GRÁFICO 03 – Evolução x Efetivo.....	67
GRÁFICO 04 – Produtividade 2008.....	67
GRÁFICO 05 – Engajamento – Célula Produção Lado Direito.....	67
GRÁFICO 06 – Engajamento – Célula Produção Lado Esquerdo.....	68
GRÁFICO 07 – Taxa Inatividade após compactação.....	73
GRÁFICO 08 – Taxa de Engajamento Global após compactação.....	73
GRÁFICO 09 – Taxa de Engajamento após compactação – Lado Direito.....	73
GRÁFICO 10 – Taxa de Engajamento após compactação – Lado Esquerdo.....	74
GRÁFICO 11 – Postos Conformes (postos verdes).....	74

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Relação entre tipos de processos e tipos básicos de arranjos físicos.....	30
TABELA 02 – Levantamento de dados inicial.....	68
TABELA 03 – Planilha Setores Envolvidos projeto de Compactação Célula de Produção.....	69
TABELA 04 – Quadro comparativo de ganho entre o antes e depois da compactação. ....	75
TABELA 05 – Calculo VPL .....	79
TABELA 06 – Calculo TIR .....	80
TABELA 07 – Calculo Pay Back.....	80

# SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 - JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 - OBJETIVO .....	14
1.3 - METODOLOGIA UTILIZADA.....	15
1.4 - ESTRUTURA DA MONOGRAFIA.....	15
<b>2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
2.1 - FILOSOFIAS DE PRODUÇÃO:.....	18
2.1.1 - Sistema Toyota de Produção (STP).....	19
2.1.2 - Bases do Sistema Toyota de Produção.....	22
2.2 - INTRODUÇÃO AO PLANEJAMENTO DO ARRANJO FÍSICO:.....	28
2.2.1 - Tipos Básicos de Processos de Manufatura.....	33
2.2.2 - Tipos Básicos de Arranjo Físico.....	34
2.3 - NORMAS REGULAMENTADORAS.....	38
2.3.1 - Normas Nacionais.....	39
2.4 - METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DO ARRANJO FÍSICO EM PROJETOS DA CARROCERIA DE UMA PLANTA AUTOMOTIVA .....	43
2.4.1 - Obtenção dos dados básicos.....	43
2.4.2 - Analisar dados básicos .....	44
2.4.3 - Desenvolver o processo de produção.....	44
2.4.4 - Planejar o padrão de fluxo de materiais.....	44
2.4.5 - Estudar um plano geral de movimentação de materiais.....	44
2.4.6 - Verificação das necessidades dos equipamentos.....	45
2.4.7 - Planejamento das áreas individuais de trabalho.....	45
2.4.8 - Definição dos equipamentos específicos de movimentação de material.....	47
2.4.9 - Apresentação do ante-projeto .....	50
2.4.10 - Definir o relacionamento das atividades .....	50
2.4.11 - Determine os requisitos de armazenamento.....	50
2.4.12 - Planeje as atividades auxiliares e de serviços .....	50
2.4.13 - Determine os requisitos de Espaço.....	51
2.4.14 - Aloque as áreas das atividades no espaço total disponível .....	51
2.4.15 - Considere as áreas do prédio .....	51
2.4.16 - Construa o Arranjo Físico Definitivo.....	52
2.4.17 - Avalie, ajuste e verifique o arranjo físico com o pessoal apropriado .....	52
2.4.18 - Apresentações Gerais .....	52
2.4.19 - Instalação do arranjo físico .....	53
2.5 - MÉTODOS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS .....	54
2.5.1 - QC Story .....	55
2.6 - MÉTODOS DE ANÁLISES DE VIABILIDADE ECONÔMICA .....	64
2.6.1 - TIR.....	65
2.6.2 - Pay Back.....	65
2.6.3 - VPL.....	66
<b>3. PROJETO DE COMPACTAÇÃO DE UMA CÉLULA DE PRODUÇÃO DENTRO DO SETOR DE ARMAÇÃO DA CARROCERIA DE UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA.....</b>	<b>68</b>
3.1 - QC STORY COMPACTAÇÃO DA CÉLULA DE PRODUÇÃO.....	68
3.1.1 - Identificação do Problema:.....	68
3.1.2 - Observação:.....	70
3.1.3 - Análise:.....	73
3.1.4 - Plano de Ação:.....	74
3.1.5 - Ação:.....	74
3.1.6 - Verificação:.....	75
3.1.7 - Padronização:.....	79
3.1.8 - Relatório A3:.....	79
3.2 - ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	80

3.2.1 – VPL.....	80
3.2.2 – Taxa Interna de Retorno (TIR) .....	80
3.2.3 – Payback.....	81
3.3 – ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO.....	82
3.3.1 – Aplicação da metodologia para elaboração do arranjo físico em projetos da Carroceria de uma planta automotiva. ....	83
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>87</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>91</b>

# 1 - INTRODUÇÃO

O tema principal desta monografia é apresentar um estudo de caso para compactação de uma célula de produção dentro do setor de Armação da Carroceria de uma planta Automotiva, a qual apresentava baixa performance em relação às exigências de fluxo e processo. Na concepção inicial desta célula havia uma série de desperdícios, os quais iam à contra mão do Sistema Toyota de Produção (lean production).

Como o setor automobilístico, devido a globalização e a crise financeira mundial, está sofrendo inúmeras transformações no mundo como um todo e no Brasil em particular, o qual recebeu nas últimas décadas vários investimentos em fábricas montadoras, que inauguram novos conceitos de organização da produção. Em substituição ao modelo do sistema Ford de produção, hoje, a grande maioria das montadoras assumiram o Sistema Enxuto. Foi seguindo a base do toyotismo, da absoluta eliminação do desperdício que os estudos de compactação da célula de produção foram feitos.

O intento desta monografia é apresentar como os estudos para esta compactação foram elaborados, quais ferramentas foram utilizadas e o resultado obtido.

## ***1.1 - Justificativa***

Como no Brasil, no final de 2008, as indústrias automotivas sofreram as consequências da crise refletindo-se na retração no mercado, isto fez com que projetos de implantações de novas fábricas ou ampliações das fábricas existentes fossem descartados. Mas, para se estabelecer neste mercado tão competitivo, é preciso desenvolver rapidamente e sem grandes investimentos meios para produzir um número maior de

modelos associados a um maior número de estilos de carrocerias e a um menor ciclo de vida.

A competitividade será o grande trunfo para as montadoras se estabelecerem neste novo contexto. Para uma montadora ser competitiva temas como redução de custos e mão de obra, flexibilidade e implantação dos novos projetos com Free Cash Flow atraentes serão essenciais.

Portanto, esta monografia demonstrará através de um estudo de caso de uma compactação de uma célula de produção, que a competitividade poderá ser maximizada através da melhoria de performance, ganhos de áreas para implantação de novos projetos e redução dos desperdícios de transporte e movimento.

## **1.2 - Objetivo**

As montadoras automotivas tem que se adequar rapidamente às transformações que vêm provocando a diversificação, segmentação do mercado e a oferta de uma vasta variedade de modelos para os clientes.

Este projeto tem por objetivo propor a melhor forma de desenvolver a compactação da célula de produção através de um arranjo físico que contemple:

- A integração total de todos os fatores que afetam o arranjo físico;
- A movimentação de materiais por distância mínimas;
- O trabalho fluindo através da célula;
- Todo o espaço efetivamente utilizado;
- A satisfação e segurança para os empregados;
- Um arranjo flexível que possa facilmente ser reajustado.

### **1.3 - Metodologia Utilizada**

Será utilizado, para elaboração desta monografia, uma revisão bibliográfica envolvendo os assuntos de produção enxuta, normas regulamentadoras, metodologias para implantação e elaboração de um projeto de arranjo físico, fluxo de produção e logística, métodos de resolução de problemas (*QC Story*), performance e estudos de viabilidade econômica (Pay Back, TIR e VPL).

Com base nesta pesquisa será apresentado um estudo de caso para compactação de uma célula de produção dentro do setor de armação da carroceria de uma indústria automotiva com a finalidade de melhorar o desempenho das operações e disponibilizar área para implantação de novos projetos.

### **1.4 - Estrutura da Monografia**

Serão apresentados neste capítulo os elementos motivadores deste trabalho de pesquisa, a definição do tema, justificativa do trabalho e quem poderá usufruir desta monografia além do objetivo.

No capítulo 2 será apresentado uma revisão bibliográfica dos conceitos sobre o Sistema Toyota de Produção, introdução ao planejamento de arranjo físico, normas regulamentadoras, metodologias de projeto de arranjo físico, métodos de resolução de problemas e métodos de análises de viabilidade financeira.

No capítulo 3 será apresentado o estudo de caso de compactação da célula de produção dentro do prédio da carroceria. As ferramentas utilizadas foram :

QC Story como método de resolução de problemas;

Pay Back, TIR e VPL como demonstração de viabilidade financeira;

Metodologia para Elaboração de Arranjos Físicos de Andréa Batista como método

utilizado para realização do rearranjo.

O capítulo 4 encerra o texto descritivo desta monografia. Serão apresentados um resumo da mesma e as principais conclusões obtidas.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As técnicas de análise e melhoria de arranjos físicos estão cada vez mais sendo empregadas no mercado mundial no intuito de otimizar processos produtivos, minimizar os investimentos necessários e aproveitar melhor seus recursos de forma eficiente e segura (MONKS, 1987).

Essa nova postura visa a obtenção de um sistema de manufatura mais produtivo que, por sua vez, permite gerar resultados como: redução de estoques em processo e de produtos acabados, diminuição no lead time de produção, melhoria na qualidade dos produtos com redução de refugos, aumento da produtividade da mão-de-obra com menos operários e redução na área de manufatura (BLACK, 1998). Essas vantagens, advindas da implantação de um arranjo físico eficiente, visam a busca pela competitividade industrial.

O desenvolver de um projeto do layout do setor produtivo automotivo deverá ir de encontro às visões dos autores Canen e Williamon (1998), que diz:

1. O sistema deve ser capaz de produzir produtos com qualidade superior, com custo (unitário) reduzido e, entrega no prazo em resposta às demandas dos clientes;
2. O sistema deve ser projetado para ser flexível e compreensível (mais simples e mais focado), e também mais confiável;
3. Melhorias contínuas de produtos significam re-estruturação e melhorias contínuas nos sistemas de manufatura.

Seguindo o princípio de Canen e Williamson (1990) "a melhor movimentação de material é não movimentar", para elaboração de um arranjo físico eficiente utiliza-se o princípio da movimentação mínima reduzindo assim os custos, já que a não movimentação dos materiais é impossível.

Segundo Canen e Williamson (1998), os recursos de produção são de vital importância para a organização porque, usualmente, eles representam o maior e mais caro patrimônio da organização. O projeto do arranjo físico de um processo fabril envolve

decisões sobre como será feita a alocação dos recursos e a forma como eles serão dispostos. Uma preocupação básica está presente em todo processo de arranjo físico: melhorar a movimentação do trabalho através do sistema, quer essa movimentação esteja relacionada ao fluxo de pessoas ou materiais.

Conforme Lopes (1998), o arranjo físico do setor produtivo é responsável por grande parte dos desperdícios identificados pela filosofia da Produção Enxuta. Os tipos de desperdícios diretamente relacionados à disposição dos meios de produção são o transporte, a movimentação nas operações e os estoques.

Para elaboração deste estudo se faz necessário uma revisão bibliográfica detalhada sobre:

- a Filosofia de produção - Sistema Toyota de Produção, produção enxuta e seus princípios;
- Introdução ao planejamento do Arranjo Físico;
- Tipos básicos de processo:
  - \* Por projeto
  - \* Por *Jobbing*
  - \* em lote ou Batelada
  - \* em massa
  - \* Contínuo
- Tipos básicos de arranjos físicos:
  - \* Arranjo físico posicional (posição fixa)
  - \* Arranjo físico funcional (por processos)
  - \* Arranjo físico celular
  - \* Arranjo físico linear (por produto).
- Metodologia de Projeto de Arranjo Físico
- Normas Regulamentadoras Nacionais e Internacionais
- Métodos de Resolução de problemas.
- Métodos de Análise de Investimentos.

Estes assuntos serão dissertados logo abaixo, os quais serão utilizados como base para chegar ao objetivo final no capítulo 3 o qual é um estudo de caso para uma compactação de uma célula de produção dentro do setor de armação da carroceria de uma indústria automotiva.

## **2.1. - Filosofias de Produção:**

Conforme Womack et al. (1992), a indústria automobilística – que Peter Drucker, há quarenta anos já chamava de “a indústria das indústrias” – é ainda mais importante do que parece, pois por duas vezes durante o século XX alterou as noções mais fundamentais de como produzir bens.

A primeira delas, no desenvolvimento do sistema de produção em massa e depois e, principalmente, no advento do sistema de Produção Enxuta, que, além de ser uma nova maneira de produzir, também passou a determinar uma nova forma de trabalhar, comprar, pensar e até de viver.

Womack et al. (1992), no seu livro *A Máquina que mudou o mundo*, relata com bastante propriedade o processo histórico do surgimento da Produção Enxuta. Segundo ele, ao retornar a Nagoya em 1950, após uma viagem de 3 meses visitando as instalações da Ford em Detroit, Eiji Toyoda – sobrinho de Kiichiro Toyoda, o fundador da Toyota Motor Company, tinha bem claro que simplesmente copiar e aperfeiçoar o modelo de Rouge seria muito difícil, pois tanto Eiji, um engenheiro de habilidades e ambições singulares, quanto o seu colaborador e “gênio da produção”, Taiichi Ohno, estavam convencidos de que a produção em massa jamais funcionaria no Japão.

A partir dessa constatação, iniciaram um processo de melhoramento do seu sistema de produção, que a Toyota batizou de Sistema Toyota de Produção e que mais tarde foi rebatizado de Produção Enxuta, por isso usa-se estas duas denominações como sinônimas.

### 2.1.1 - Sistema Toyota de Produção (STP).

A economia japonesa, em meados de 1950, encontrava-se debilitada. Os efeitos da guerra mundial eram visíveis. A Toyota produzia menos de 1.000 carros por mês e não conseguiria vendê-los se fabricasse mais.

Taiichi Ohno, no ano de 1956, ao visitar as fábricas de automóveis nos Estados Unidos, cria o Sistema Toyota de Produção, também chamado de produção enxuta (Lean Production). Segundo (OHNO,1997), o sistema prediz:

“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.”

A situação da Toyota inverteu-se no final dos anos 80 onde eram fabricados 1.000 carros em poucos minutos.

Conforme CAMPOS (1992), a Toyota, empresa que se tornou um símbolo da produção enxuta, conseguiu ir além do fordismo, pois não só reduziu o trabalho direto pela metade, mas também reduziu os defeitos a um terço e deu um profundo golpe nos estoques e espaços da fábrica, ou seja, poupou mão-de-obra e capital em comparação com a organização fordista.

Devido ao acirramento da concorrência e o surgimento de um consumidor mais exigente, o preço passa a ser estipulado pelo mercado. Assim sendo a única maneira de aumentar ou manter o lucro é através da redução dos custos.

O objetivo principal do Sistema Toyota de Produção tem sido aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa do desperdício e das perdas visando o lucro. No Sistema Toyota a tradicional equação “Custo + Lucro = Preço” deve ser substituída por “Preço – Custo = Lucro”.

O Sistema Toyota de Produção é sustentado por dois pilares. O primeiro é o Just-in-Time (JIT) e o segundo é a Automação (Jidoka), conforme mostra a figura 01.

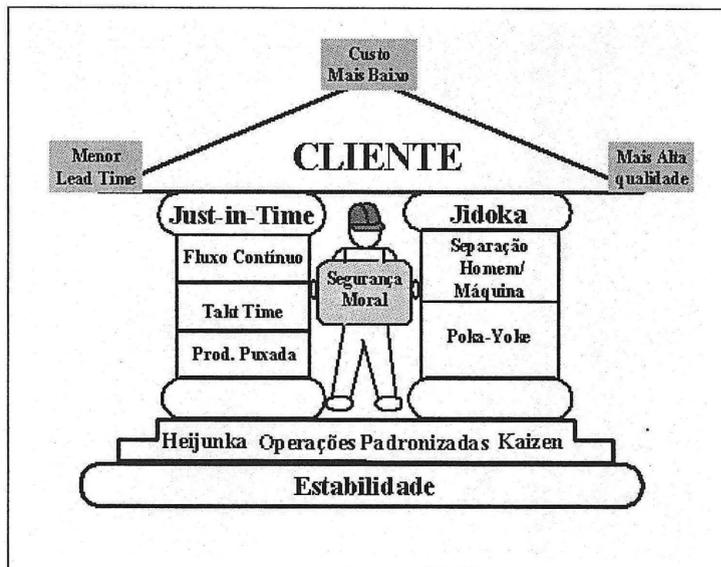


Figura 01 – A Estrutura do Sistema Toyota de Produção

### 2.1.1.1 - Pilares do Sistema Toyota de Produção (STP)

O STP é sustentado por dois pilares: o JIT e a Automação, ou automação com um toque humano (OHNO, 1997). Ambos têm características distintas, porém complementares, as quais serão descritas a seguir.

#### *Just-in-time*

Toyoda Kiichiro disse, certa vez, a seu primo Toyoda Eiji que o melhor meio de trabalhar seria ter todas as partes necessárias para a montagem, ao lado da linha, exatamente na hora (just in time) de seu uso. Assim surgiu a idéia deste primeiro pilar do STP.

Just-in-time significa que, num fluxo de processo, as partes necessárias são alimentadas no tempo certo, no local certo e na quantidade necessária. O inventário zero poderá ser atingido em uma empresa quando este fluxo for estabelecido.

Just-in-time é mais que um sistema de redução de estoque, mais que redução de tempo de preparação, mais que usar kanban, mais que modernizar a fábrica. É fazer a fábrica operar para a empresa, assim como o corpo humano opera para o indivíduo. O

sistema nervoso autônomo responde quando surge um problema no corpo. O mesmo ocorre numa fábrica: deve haver um sistema que responde automaticamente quando problemas ocorrem. Essa função é cumprida pelo Just-in-time (Ohno,1988).

Outra definição de just-in-time é a seguinte:

“A filosofia JIT constitui-se em uma estratégia de competição industrial, desenvolvida inicialmente no Japão, e que objetiva fundamentalmente dar uma resposta rápida e flexível às flutuações do mercado (orientado para o consumidor), e isto associado a um elevado nível de qualidade e custos reduzidos para os produtos. Ou seja, trata-se de uma estratégia que dá ênfase à redução da quantidade de produtos em processo, de matérias-primas e de produtos acabados, o que acaba proporcionando uma maior circulação do capital.”

(Kliemann Neto & Antunes Júnior, 1990)

### ***Autonomação (Jidoka)***

O outro pilar do STP é chamado autonomação, ou automação com um toque humano (OHNO, 1997). A autonomação consiste em facultar ao operador (ou à máquina) a autonomia de interromper a operação sempre que ocorrer alguma situação anormal ou quando a quantidade planejada de produção for atingida. Pode ser aplicada em operações manuais, mecanizadas ou automatizadas.

A origem histórica do conceito de autonomação vem de um questionamento de Ohno acerca da razão por que uma pessoa na Toyota Motor Company operava apenas uma máquina, enquanto na Toyota Spinning & Weaving uma mulher era capaz de cuidar de 40 a 50 teares automatizados. Surgiu, então, a idéia de elaborar teoricamente a prática iniciada por Toyoda Sakichi na Toyota têxtil.

No STP a autonomia permite que tenha paradas de produção e que a linha seja parada no caso de detecção de peças defeituosas, gerando ação imediata de correção da anormalidade, pois busca Qualidade Assegurada. Segundo Monden (1984) essa intervenção valoriza a atuação do operário e estimula a aplicação de melhorias. uma ferramenta útil para implantação da autonomia (Jidoka) é o Poka-Yoke pois ele é um mecanismo de detecção de anormalidades.

Para se ter um controle de todas as paradas de produção se faz necessário a implantação de um sistema de controle visual que indique estas paradas e que sirva para orientar as ações corretivas. Para solucionar esta necessidade o STP criou o sistema de controle visual da linha o qual é chamado de Andon. Para isso é utilizado um painel luminoso em cada linha, onde é fixado em posição de visibilidade total, com lâmpadas de indicação da condição da linha e de chamada de assistência, acionado por qualquer operador da linha.

Como resultado da autonomia, tem-se mudanças no gerenciamento do chão-de-fábrica. O operador não é necessário enquanto a máquina trabalha normalmente. Apenas quando a máquina pára por uma situação anormal, é requerida a atenção humana.

Desta forma, um operador pode atender várias máquinas (operador multifuncional), flexibilizando a mão-de-obra nas células de trabalho, tornando possível reduzir o quadro, melhorar a qualidade (menor produção de defeitos), e daí aumentando a eficiência da produção.

A chave da autonomia é dar à máquina a inteligência humana e, ao mesmo tempo, adaptar o movimento humano às máquinas autônomas.

### **2.1.2. - Bases do Sistema Toyota de Produção**

É importante ressaltar que os pilares JIT e Jidoka estão assentados sobre uma base formada pelo heijunka (nivelamento da produção), operações padronizadas e kaizen

(melhoria contínua) (GHINATO, 2000).

Como o estudo de caso, o qual será apresentado no capítulo 3, utiliza a ferramenta Kaizen, será dissertado apenas esta ferramenta.

### **2.1.2.1. - Kaizen**

Kaizen é um dos componentes que forma a base sobre a qual estão apoiados os pilares do STP é o kaizen. Kaizen é a melhoria incremental e contínua de uma atividade, de forma a agregar mais valor ao produto com um mínimo de investimento focada na eliminação de perdas.

Segundo Ghinato (2000), a prática do kaizen depende do contínuo monitoramento dos processos, através da utilização do ciclo do PDCA. Este processo desenvolve-se a partir da padronização da melhor solução e subsequente melhoria deste padrão, garantindo que os pequenos e incrementais ganhos sejam incorporados às práticas operacionais.

A figura 02 apresenta a importância da relação entre padronização e o kaizen. A melhoria estável, que permitirá lançar o processo no próximo nível, só pode ser alcançada a partir de processos padronizados. A subida pela escada (processo de kaizen) só pode ser considerada segura e contínua se todos os degraus (padronização das operações), um após o outro, forem construídos de forma sólida e consistente. A prática do kaizen sem padronização corresponde a tentativa de subir a escada, depositando-se todo o peso do corpo sobre um degrau mal estruturado; o risco do degrau ruir e com ele nos levar escadaria abaixo é iminente.

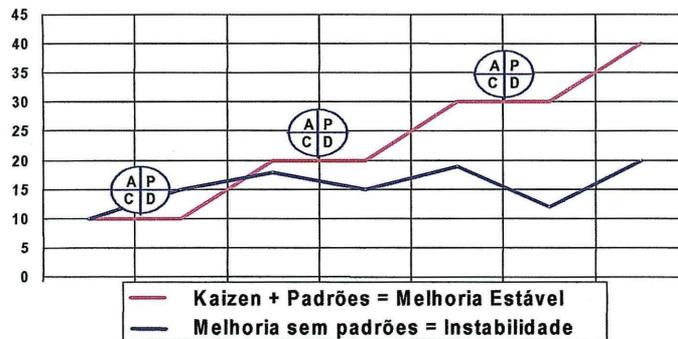


Figura 02 – Kaizen e Padronização (Fonte: GHINATO - 2000)

### 2.1.2.2. - Desperdícios

Womack (1992) define desperdício como;

“... o desperdício, também conhecido na língua japonesa por muda, normalmente é associado ao que se classifica como lixo, porém sua definição vai além disso.”

De acordo com Campos (1996);

“... o desperdício é todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário (matéria-prima, materiais, tempo, energia, por exemplo). É um dispêndio extra que aumenta os custos normais do produto ou serviço sem trazer qualquer tipo de melhoria para o cliente.”

Segundo a Toyota a definição de desperdício é:

“Qualquer quantidade maior do que o mínimo necessário de equipamento, materiais, componentes e tempo de trabalho essencial à produção”

(HAY,1992).

A redução do desperdício na manufatura se dá através da eliminação de tudo aquilo que aumenta o custo de produção, ou seja, transformar desperdício em valor.

Eliminar desperdício no sistema de produção também envolve produção sem estoque, manufatura de fluxo contínuo, esforço contínuo na resolução de problemas e melhoria contínua dos processos. (CORRÊA; GIANESI, 1993).

Deve-se eliminar as atividades que não agregam valor à produção, sendo assim, eliminam-se os desperdícios. (CORRÊA; GIANESI, 1993)

Segundo Corrêa (1993), o engenheiro Shigeo Shingo da Toyota Motor Company, identificou sete categorias de desperdícios:

1. Desperdício de transporte,
2. Desperdício de espera,
3. Desperdício de movimento,
4. Desperdício de produtos defeituosos,
5. Desperdício de excesso de produção,
6. Desperdício de estoques
7. Desperdício de processo.

Como no estudo de caso, o qual será apresentado no capítulo 3, serão minimizados os desperdícios de transporte (material), de movimento e de espera, estas três categorias serão dissertadas nesta revisão bibliográfica.

### ***Desperdício de transporte (material)***

Como a movimentação não agrega valor ao produto, o arranjo físico deverá ser elaborado de forma que possibilite a menor movimentação dos materiais. As distâncias a serem percorridas deverão ser reduzidas ao máximo além de, ao elaborar um layout, estudar a melhor forma de armazenagem dos produtos.

Segundo (CORRÊA; GIANESI, 1993), encaradas como desperdícios de tempo e recursos, as atividades de transporte e movimentação devem ser eliminadas ou reduzidas

ao máximo, através da elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas. Além disso, custos de transporte podem ser reduzidos se o material for entregue no local de uso.

### ***Desperdício de espera (material e pessoas)***

Eliminar o tempo de espera dos materiais que estão aguardando para serem processados em função de permitir altas taxas de utilização dos equipamentos. O foco é no fluxo de materiais e não na taxa de utilização dos equipamentos. Portanto, mão-de-obra e equipamento só irão trabalhar quando houver necessidade. A sincronização do fluxo de trabalho e o balanceamento do fluxo de trabalho irá contribuir para eliminar este tipo de desperdício.

### ***Desperdício de movimento (das pessoas)***

A eliminação do desperdício de movimentos é um componente crítico de qualquer iniciativa de produção enxuta. Infelizmente, as estações de trabalho são importantes fontes de desperdício.

Este tipo de desperdício pode ser eliminado através de melhorias baseadas no estudo de tempos e movimentos.

De acordo com O'Kelly da Production Basics, o desperdício de movimento mais comum ocorre quando se tenta alcançar alguma coisa, ele reivindica.

“Isso tem um enorme impacto na produtividade da estação de trabalho e pode ser facilmente evitado com o tamanho, altura e configuração corretas da estação de trabalho (ergonomia)”.

Neste tópico justifica-se a importância das técnicas de estudo de tempos, métodos e

ergonomia, pois a Produção Enxuta é um enfoque essencialmente de "baixa tecnologia", apoiando-se em soluções simples e de baixo custo, ao invés de grandes investimentos em automação. Ainda que se decida pela automação, devem-se aprimorar os movimentos para, somente então, mecanizar e automatizar. Caso contrário, corre-se o risco de automatizar o desperdício.

### **2.1.2.3 - Perdas**

Ohno (1988) observa que é necessário dividir o movimento dos trabalhadores em duas diferentes dimensões: trabalho e perdas. O trabalho pode ainda ser subdividido em dois grupos: trabalho efetivo - que adiciona valor e trabalho adicional - que não adiciona valor. O trabalho efetivo significa algum tipo de processamento que adiciona valor ao produto foi executado. Trabalho adicional é necessário para suportar o trabalho efetivo porém não adiciona valor ao produto acabado. São atividades que devem ser feitas diante das presentes condições de trabalho.

Conceitualmente, perda constitui-se de trabalho desnecessário, ou ações que geram custos, porém não adicionam valor ao produto/serviço.

O objetivo exposto por Ohno (1988), no STP, consiste em aumentar a taxa de trabalho que adiciona valor - eliminando perdas, minimizando trabalho adicional e maximizando trabalho efetivo.

Segundo Ohno (1988), são sete as grandes perdas a serem perseguidas no STP:

1. Perdas por superprodução
2. Perdas por transporte
3. Perdas no processamento em si
4. Perdas por fabricar produtos defeituosos
5. Perdas no movimento
6. Perdas por espera

### ***Perdas por estoque***

Como no estudo de caso, o qual será apresentado no capítulo 3, serão minimizadas as perdas por transporte, apenas esta categoria será dissertada nesta revisão bibliográfica.

### ***Perdas por transporte***

Na visão de Canen e Williamon (1998 apud Sims, 1990) ; "a melhor movimentação de material é não movimentar".

Em termos de redução de perdas transporte, as melhorias mais significativas são aquelas obtidas através de alterações do arranjo físico que dispensem ou eliminem as movimentações de material. O principal motivo para o planejamento do layout do setor produtivo é o interesse em se reduzir os custos de movimentação.

Segundo Ghinato (2000);

“O transporte é uma atividade que não agrega valor, e como tal, pode ser encarado como perda que deve ser minimizada. A otimização do transporte é, no limite, a sua completa eliminação. A eliminação ou redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custos pois, em geral, o transporte ocupa 45% do tempo total de fabricação de um item.”

Somente após esgotadas as possibilidades de melhorias no processo é que, então, as melhorias nas operações de transporte são introduzidas. É o caso da aplicação de esteiras rolantes, transportadores aéreos, braços mecânicos, talhas, pontes rolantes, etc.

## **2.2 - Introdução ao planejamento do Arranjo Físico:**

Nas grandes empresas é comum existir um setor específico em projetos de arranjos físicos, cujos estudos são elaborados por projetistas especializados onde são responsáveis em elaborar um novo projeto ou efetuar melhorias em um arranjo existente para atender aos novos objetivos da empresa perante o mercado. Um bom projeto de arranjo físico pode garantir um sistema de manufatura mais enxuto e mais eficiente, dois importantes fatores para garantir o sucesso de uma empresa no mercado competitivo.

A elaboração de um bom estudo de arranjo físico deve-se levar em consideração a otimização das condições de trabalho aumentando tanto o bem estar como o rendimento das pessoas. Segundo Cury (2000, p.386):

“...layout corresponde ao arranjo dos diversos postos de trabalho nos espaços existentes na organização, envolvendo além da preocupação de melhor adaptar as pessoas ao ambiente de trabalho, segundo a natureza da atividade desempenhada, a arrumação dos móveis, máquinas, equipamentos e matérias primas. “

A elaboração do estudo de arranjo físico na filosofia do Lean Production deve minimizar os desperdícios no movimento do operador, no que se refere a qualquer tempo e esforço desnecessário requerido para montar o produto com qualidade e ergonomia. Viradas ou voltas excessivas, locais de difícil acesso e deslocamento desnecessário contribuem para o desperdício do movimento. “Com uma estação de trabalho lean, tudo deve ser coreografado e afinado com uma orquestra, para que todo movimento tenha um propósito”, diz Rick Harris, presidente da Harris Lean Systems Inc. (Murrels Inlet, SC). “É preciso um novo jeito de pensar”.

Num sentido amplo corresponde à distribuição física de elementos em determinado espaço, no intuito de atender satisfatoriamente às necessidades dos clientes, fornecedores e funcionários, interagindo-os com o ambiente organizacional e conseqüentemente

umentando a produtividade e reduzindo custos desnecessários.

O tipo de arranjo físico pode variar de acordo com o processo produtivo, existem métodos e algoritmos que auxiliam os projetistas na análise e formação destes estudos. Segundo, Luís Oswaldo Leal da Rocha (1987), em sua obra *Organização & Métodos*, divide o layout em basicamente dois tipos: o burocrático e o industrial.

O burocrático é usado no rearranjo de áreas de trabalho burocrático, auditórios, salas de aula, comércio varejista e/ou atacadista, escritórios.

O industrial é mais complexo pois depende do movimento existente na área de transformação da indústria, existem várias formas de se selecionar um tipo de arranjo físico. Na literatura, as mais comuns são:

- ▶ Baseado no processo de manufatura; e
- ▶ Baseado no volume-variedade de produtos.

Segundo (SLACK et al., 1997) a maioria dos arranjos físicos industriais encontrados na prática deriva de apenas quatro tipos básicos de layouts,:

- ▶ arranjo físico posicional,
- ▶ arranjo físico por processo,
- ▶ arranjo físico celular e
- ▶ arranjo físico por produto.

Harmon et al. (1991) e Francis et al. (1992), definem os sistemas de manufatura como: layout de posição fixa, layout funcional, layout celular e layout em linha. Moore (1962), os tipos clássicos de layout são três: o de processo, o de produto e o de posição fixa e freqüentemente são utilizados em combinação.

Para Yang e Peters (1997), há casos onde o re-layout preve o rearranjo dos equipamentos para minimizar os custos dos fluxos de materiais, enquanto atende-se o volume de produção desejado. A necessidade de um re-layout em uma fábrica existente pode ser causada por uma variedade de fatores, tais como: conversão do processo para uma manufatura celular ou sistemas flexíveis; adição ou reposicionamento de equipamentos para melhoria da qualidade ou razões de segurança, e mudanças no produto

ou novos produtos introduzidos na linha de produção.

Conforme Silveira (1998), as características dos diferentes níveis de volume e variedade de produtos ou serviços vão reduzir a escolha de cada tipo de arranjo físico. A decisão pela escolha é influenciada por um entendimento correto das vantagens e desvantagens de cada um. “A forma de layout e as especificações dos equipamentos garantem a correta inter-relação para a forma de processo no arranjo físico, sendo também requeridos conhecimentos do produto para garantir uma análise perfeita do tipo de processo” (MEREDITH, 1992). A relação entre tipos de processo e de arranjos físicos não é totalmente direta, ou seja, um tipo de processo não necessariamente implica em um arranjo físico em particular. O processo para obtenção do produto é determinado por meio do gerenciamento do volume e variedade da produção, que pode ser dividido segundo SLACK em:

- ▶ Processo por Projeto
- ▶ Processo tipo Jobbing
- ▶ Processo tipo Batch (lotes)
- ▶ Processo em Massa
- ▶ Processo contínuo.

Para definir a escolha do arranjo físico é necessário utilizar de técnicas que buscam relacionar os diversos tipos de processo com os tipos de arranjo físico mais apropriado a sua implementação. Segundo Slack et al. (1997), ela não é uma técnica totalmente determinística, apenas sugere uma forma de seleção. A Tabela 1 mostra uma sugestão de relacionamento entre os diversos tipos de processos existentes e os quatro tipos básicos de arranjo físico.

Tipos de Processo de Manufatura	Tipos Básicos de Arranjo Físico	Tipos de Processo de Serviço
Processo por Projeto	Arranjo Físico Posicional	Serviços Profissionais
Processo Tipo Jobbing	Arranjo Físico por Processo	
Processo Tipo Batch	Arranjo Físico Celular	Loja de Serviços
Processo em Massa	Arranjo Físico por Produto	Serviços de Massa
Processo contínuo		

Tabela 1 – Relação entre tipos de processo e tipos básicos de arranjo físico (SLACK et al., 1997, p.213).

Nesse mesmo contexto, segundo Silveira (1998), o volume e a variedade dos produtos estão fortemente correlacionados, sendo estes ilustrados na Figura 03.

Para Francis et al. (1992), os layouts por produto são apropriados para altos volumes e baixa variedade, layouts funcionais para baixo volume e alta variedade, layouts celulares para níveis intermediários de volume e variedade e layouts fixos para baixo volume e baixa variedade.

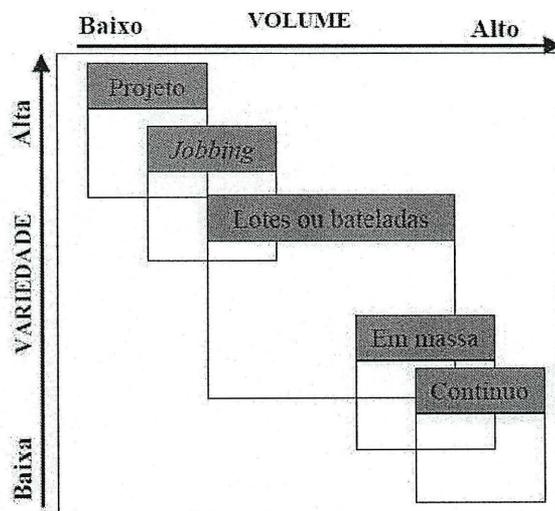


Figura 03 – Classificação de arranjo físico por volume-variedade

Quando a empresa projetar seu arranjo físico, é necessário que os objetivos estratégicos estejam claros. A figura 04 mostra um modelo de decisão de arranjo físico:

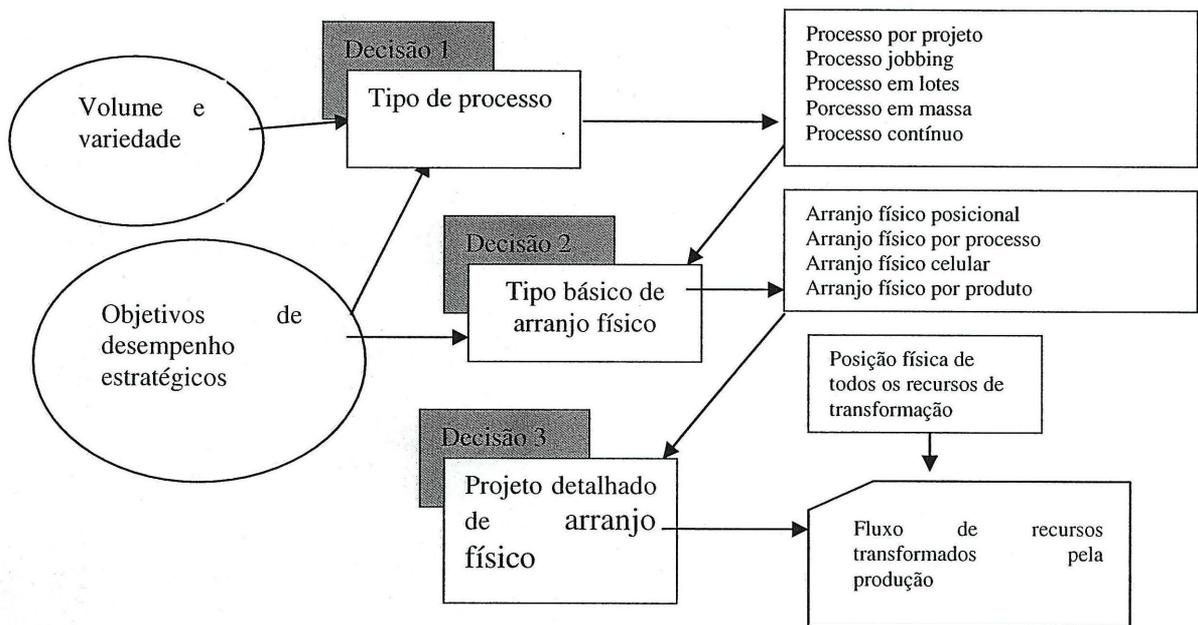


Figura 04 – Modelo de decisão de arranjo físico

Passo 1: Decidir o tipo de processo: o binômio volume-variedade dita o tipo de variedade;

Passo 2: Decidir o tipo de arranjo físico: isso depende dos objetivos de desempenho estratégicos.

Passo 3: Decidir um projeto detalhado de arranjo físico.

## 2.2.1 - Tipos Básicos de Processos de Manufatura

### 2.2.1.1 - Processo Por Projeto

O processo por projeto trata-se de produtos discretos, seu tempo de produção é longo, por isso baixo volume de produção e alta variedade.

Lidam com produtos bastante customizados. O baixo volume e a alta variedade caracterizam o processo de projeto.

Quem sofre o processamento (materiais, clientes) fica estacionário, enquanto equipamento, maquinário, pessoas movem-se para a cena do processamento na medida do necessário. A razão para isso pode ser que o produto ou sujeito sejam muito grandes para

serem movidos de forma conveniente, podem estar em estado muito delicado, ou mesmo objetarem-se a serem movidos.

Exemplo: Construção de Navios.

#### ***2.2.1.2 – Processo Tipo Jobbing***

O processo jobbing trata de projetos com alta variedade e baixo volume, embora seus produtos necessitem de uma atenção especial, pois utiliza recursos específico para cada produto, resultando em baixa repetitividade.

O seu fluxo é indefinido, onde os equipamentos raramente utilizam 100% de sua capacidade e os trabalhadores exigem uma amplitude grande de habilidades e capacitações.

Exemplo: Mestres ferramenteiros de ferramentas especializadas.

#### ***2.2.1.3 – Processo Tipo Batch***

Produz mais do que um produto por processo, desde poucos até muitos porém com baixos volumes, o que caracteriza uma customização de produtos.

Exemplo: manufatura de peças de conjuntos para automóveis, estamparias.

#### ***2.2.1.4 – Processo em Massa***

O processo de produção em massa produz em grandes volumes e pouca variedade. As variantes (cor, equipamentos extras, etc.) não afetam o processo básico de produção.

Exemplo: Fabricantes de bens duráveis (televisões, etc.), fábrica de automóveis.

### **2.2.1.5. – Processo Contínuo**

Processo de produção em grande escala, com menos modelos e opções, utilizando processo de produção mecanizados e interligados. Esse modelo é chamado linha de montagem e seu lucro vem da padronização e automação dos processos.

Exemplo: refinarias petroquímicas, instalações de eletricidade, siderúrgicas.

## **2.2.2 - Tipos Básicos de Arranjo Físico**

“Conforme identificado na literatura pesquisada, a maioria dos arranjos físicos encontrados na prática deriva de apenas quatro tipos básicos de layouts: arranjo físico posicional, por processo, celular e por produto (SLACK et al., 1997).”

### **2.2.2.1 – Arranjo Físico Posicional**

É de certa forma uma contradição em termos, já que os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores, mas ao contrário. Em vez de materiais, informações ou clientes fluírem através de uma operação, quem sofre o processamento fica estacionário, enquanto equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se de e para a cena do processamento na medida do necessário. A razão para isso pode ser que ou o produto ou o sujeito do serviço sejam muito grandes (figura 05) para ser movidos de forma conveniente, ou podem ser muito delicados para serem movidos ou ainda podem objetar-se a serem movidos.

Ex: Canteiro de obras, Estaleiro, Restaurante de alta classe.



Figura 05 – Arranjo Físico Posicional - Linha de Produção Embraer.  
(fonte: Revista Portuária Economia e Negócios, 14/05/08)

### 2.2.2.2 – Arranjo Físico por Processo ou Funcional

É assim chamado porque as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo na operação dominam a decisão sobre o arranjo físico. No arranjo por processo (figura 08), processos similares são localizados juntos um do outro. A razão pode ser que seja conveniente para a operação mantê-los juntos, ou que dessa forma a utilização dos recursos transformadores seja beneficiada. Isso significa que, quando produtos, informações ou clientes fluírem através da operação, eles percorrerão um roteiro de processo a processo, de acordo com suas necessidades. Diferentes produtos ou clientes terão diferentes necessidades e, portanto, percorrerão diferentes roteiros através da operação. Por essa razão, o padrão de fluxo na operação será bastante complexo.

Ex: Hospital, Supermercado.

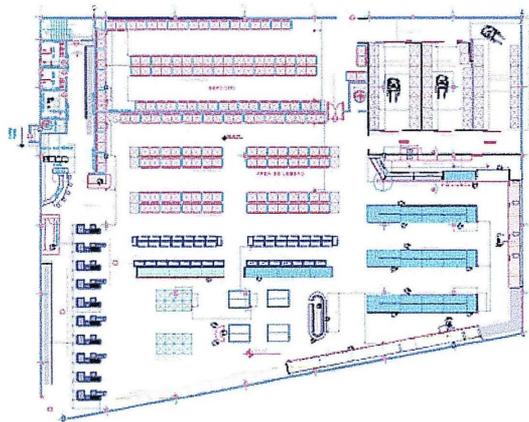


Figura 06 – Arranjo físico por processo ou funcional  
Fonte: Engenharia e Projetos ALCA

### **2.2.2.3 – Arranjo Físico Celular**

Células de manufatura, conforme ilustra a figura 09, são grupos dedicados que produzem uma família de componentes ou produtos similares. As células contêm diferentes tipos de equipamentos, que são necessários para realizar todas as operações do produto ou componente. Estes equipamentos são posicionados na mesma seqüência das operações a fim de minimizar perdas com movimentações e transportes (BLACK, 1998; LIAO et al., 1996).

Para Black (1998) nas células de manufatura os produtos gastam menos tempo para atravessar os processos, as peças são menos manuseadas, o tempo de regulagem das máquinas e o estoque em processo são menores, e o trabalhador é melhor utilizado. Por trabalharem com famílias de peças com características fabris similares as trocas rápidas de ferramentas permitem agilidade na mudança de um componente para outro. Flexibilidade é a característica chave destes sistemas, pois podem reagir rapidamente a mudanças na demanda, no projeto, ou no mix dos produtos. Liao et al. (1996) afirmam que as células têm sido benéficas para algumas companhias porque podem reduzir o lead time, o transporte de material, os tempos de setup e o estoque em processo. As empresas que adotam células focadas em produtos específicos obtêm alta eficiência, mas perdem a flexibilidade para lidar com a variedade e as mudanças nas demandas de seus clientes. Problemas de desbalanceamentos, com algumas células subutilizadas, e outras com altas taxas de ocupação são observados quando ocorrem mudanças de mix. Este problema de desbalanceamento pode ser facilmente resolvido através da compra de novos equipamentos. Esta solução, entretanto, pode não ser tão eficiente em termos de custos.

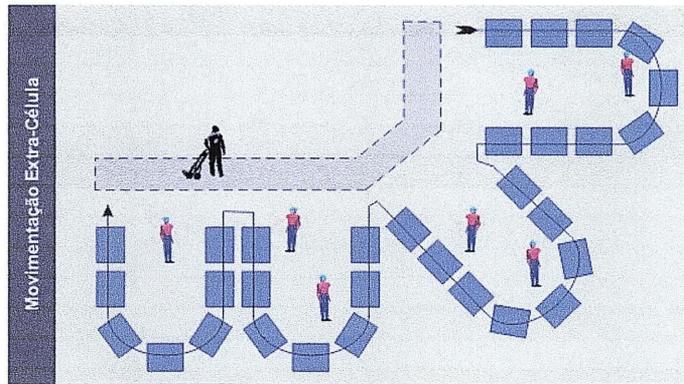


Figura 07 – Arranjo físico celular  
 Fonte: [www.luizfreire.com.br](http://www.luizfreire.com.br)

#### 2.2.2.4 – Arranjo Físico por Produto

Envolve localizar os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. Cada produto, elemento de informação ou cliente segue o roteiro predefinido no qual a seqüência de atividade requerida coincide com a seqüência na qual os processos foram arranjados fisicamente. Este é o motivo pelo qual às vezes este tipo de arranjo físico é chamado de arranjo físico em “fluxo” ou em “linha”, conforme mostra a figura 10. O fluxo de produtos, informações ou clientes é muito claro e previsível no arranjo físico por produto, o que faz dele um arranjo relativamente fácil de controlar. De fato, em algumas operações de processamento de clientes, um arranjo físico por produto é adotado ao menos em parte para ajudar a controlar o fluxo de clientes ao longo da operação. Predominantemente, entretanto, é a uniformidade dos requisitos dos produtos ou serviços oferecidos que leva a operação a escolher um arranjo físico por produto.

Ex: Montagem de automóveis, Programa de vacinação em massa, Restaurante self-service.

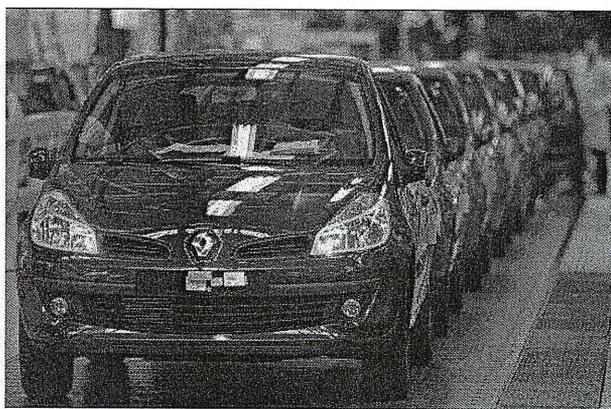


Figura 10 – Arranjo físico por produto (em linha)

Fonte: [www.ambafrance-gh.org](http://www.ambafrance-gh.org), article 59 – Linha de fabricação de Montagem do Renault Clio III na Fábrica de Flins.

### **2.3 - Normas Regulamentadoras**

A definição internacional de norma diz que:

“Uma norma técnica é um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido que fornece, para uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características para atividades ou para seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto.”

Acrescente-se ainda que são desenvolvidas para o benefício e com a cooperação de todos os interessados, e, em particular, para a promoção da economia global ótima, levando-se em conta as condições funcionais e os requisitos de segurança.

As normas técnicas são aplicáveis a produtos, serviços, processos, sistemas de gestão, pessoal, enfim, nos mais diversos campos.

Usualmente é o cliente que estabelece a norma técnica que será seguida no fornecimento do bem ou serviço que pretende adquirir. Isto pode ser feito explicitamente, quando o cliente define claramente a norma aplicável, ou simplesmente espera que as normas em vigor no mercado onde atua sejam seguidas.

Elas podem estabelecer requisitos de qualidade, de desempenho, de segurança (seja no fornecimento de algo, no seu uso ou mesmo na sua destinação final), mas também podem estabelecer procedimentos, padronizar formas, dimensões, tipos, usos, fixar classificações ou terminologias e glossários, definir a maneira de medir ou determinar as características, como os métodos de ensaio.

### **2.3.1. – Normas Nacionais.**

Na elaboração de um novo arranjo físico devemos levar em consideração todas as normas nacionais que tangem sobre a segurança dos trabalhadores.

Normas nacionais são normas técnicas estabelecidas por um organismo nacional de normalização para aplicação num dado país. No Brasil, as normas brasileiras (NBR) são elaboradas pela ABNT, e em cada país, normalmente, existe um organismo nacional de normalização.

Há países que têm diversos organismos nacionais de normalização que atuam em setores específicos (como é o caso frequentemente da área elétrica e eletrônica).

A ABNT é reconhecida pelo Estado brasileiro como o Fórum Nacional de Normalização, o que significa que as normas elaboradas pela ABNT - as NBR - são reconhecidas formalmente como as normas brasileiras.

As Normas Brasileiras são elaboradas nos Comitês Brasileiros da ABNT (ABNT/CB) ou em Organismos de Normalização Setorial (ONS) por ela credenciados. Os ABNT/CB e os ONS são organizados numa base setorial ou por temas de normalização que afetem diversos setores, como é o caso da qualidade ou da gestão ambiental.

Com a evolução industrial e as modificações nos processos de produção, houve o surgimento das leis sobre acidentes do trabalho, como forma de atender as exigências e reivindicações dos trabalhadores, devido às condições de trabalho, higiene e segurança.

As Normas Regulamentadoras de Consolidação das Leis do Trabalho estabelecem

direitos e deveres das organizações e dos trabalhadores, em relação a Segurança e Medicina do Trabalho.

A Lei nº 6.514, de 22 de Dezembro de 1977 altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à segurança e Medicina do Trabalho. A Portaria nº 3.214 de 8 de Junho de 1978, aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V – Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho. São apresentadas as seguintes normas:

- NR 1 – Disposições Gerais
- NR 2 – Inspeção Prévia
- NR 3 – Embargo ou Interdição
- NR 4 – Serviço Especializado em Engenharia e Segurança e Medicina do Trabalho
- NR 5 – CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidente
- NR 6 – EPI – Equipamento de Proteção Individual
- NR 7 – PCMSO – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional.
- NR 8 – Edificações
- NR 9 – PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
- NR 10 – Instalações Elétricas
- NR 11 - Transporte, Armazenamento, Movimentação e Manuseio de Materiais
- NR 12 – Máquinas e Equipamentos
- NR 13 – Caldeiras e Vasos de Pressão
- NR 14 – Fornos
- NR 15 – Atividades e Operações Insalúbres
- NR 16 – Atividades e Operações Perigosas
- NR 17 – Ergonomia

- NR 18 – Programa de Controle e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
- NR 19 – Explosivos
- NR 20 – Líquidos e Combustíveis Inflamáveis
- NR 21 – Mineração a Céu Aberto
- NR 22 – Mineração Subterrâneas
- NR23 – Proteção Contra Incêndios
- NR 24 – Condições Sanitárias e Conforto
- NR 25 – Resíduos Industriais
- NR 26 – Sinalização
- NR 27 – Regulamentação da Profissão de Técnico de Segurança e Engenheiro de Segurança
- NR 28 – Penalidades e Fiscalização

Para um projeto de compactação de uma célula de produção, foram selecionadas algumas normas de maior importância para elaboração do layout, as quais serão dissertadas logo abaixo.

### ***2.3.2.1 - NR 5 – CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidente***

Em 1978, através da Portaria n.º 3.214, de 8 de junho, passa a aprovar através da mesma 028 Normas Regulamentadoras - NR - de acordo com a Lei n.º 6.514, de 22 de dezembro de 1977, Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho.

De acordo com esta Portaria a Norma Regulamentadora que passa a regulamentar a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA é a NR-5, com o objetivo de: "observar e relatar condições de riscos nos ambientes de trabalho e solicitar medidas para reduzir ou até eliminar os riscos existentes e/ou neutralizar os mesmos, discutir os acidentes

ocorridos, encaminhando aos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho e ao empregador o resultado da discussão, solicitando medidas que previnam acidentes semelhantes e, ainda, orientar os demais trabalhadores quanto à prevenção de acidentes" (MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS, 1993).

Em 1994 a CIPA passa a ter como objetivo a "prevenção de doença e acidentes do trabalho, mediante controle dos riscos presentes no ambiente, nas condições e na organização do trabalho, de modo a obter a permanente compatibilização do trabalho com a preservação da vida e promoção da saúde dos trabalhadores" (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 1994; RIGOTTO, 1994).

Entre as atribuições estabelecidas à CIPA, nesta nova regulamentação, as que merecem maiores destaques são:

1. A elaboração do Mapa de Riscos por parte dos membros da CIPA.
2. Os membros da CIPA devem estudar e analisar as doenças e os acidentes do trabalho ocorridos e propor medidas de prevenção. Sendo que este estudo tem como princípio básico o de indicar todas as situações que, combinadas, levaram à ocorrência indesejada e que, se eliminadas a tempo, poderiam ter impedido o acidente ou minimizado seus efeitos. Sendo que a identificação e a eliminação de tais situações são fundamentais para evitar acidentes semelhantes, decorrentes de outras combinações das mesmas causas.

#### ***2.3.2.2 - NR 12 - Máquinas e Equipamentos***

Determina as instalações e áreas de trabalho; distâncias mínimas entre as máquinas e os equipamentos; dispositivos de acionamento, partida e parada das máquinas e equipamentos.

### **2.3.2.3. - NR 17- Ergonomia**

Estabelece os parâmetros que permitem a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas do homem.

## **2.4 - Metodologia para elaboração do arranjo físico em projetos da Carroceria de uma planta automotiva**

Projetos de arranjo físico, em geral, são processos complexos que envolvem uma seqüência de atividades, muitas vezes organizadas em passos ou etapas, cujo objetivo final é a produção de um arranjo físico da fábrica. Por essa razão, diversos autores propuseram, ao longo das últimas 5 décadas, modelos para orientar o trabalho do projetista no processo de desenvolvimento desses projetos.

Nesta seção, será apresentado a metodologia utilizada pela executante do layout.

O profissional de layout trabalhará em conjunto com profissionais das áreas de engenharia logística, engenharia de processo, fabricação, infraestrutura, ergonomia, segurança e entre outros setores afetados.

Será utilizado como o modelo de método para elaboração do arranjo físico na gestão de um novo projeto no setor de Carroceria de uma Indústria Automotiva de autoria de Andréa Batista, o qual já está sendo utilizado pela montadora em que o estudo de caso se encontra. Este método é composto por 20 passos.

Este sub-capítulo se dividirá em 20 passos, sendo que em cada um será indicado se deverá ser aplicado ou não ao estudo de caso. Para as etapas que serão utilizadas os comentários serão posteriormente aperfeiçoados dentro do estudo de caso e cada uma dessas etapas será expandida e detalhada em suas atividades.

Serão apresentados e discutidos a seguir os vinte passos deste modelo:

### **2.4.1 - Obtenção dos dados básicos.**

Neste passo será feito um levantamento minucioso dos pontos:

- Verificar as delimitações reais das áreas utilizadas de cada setor;
- Verificação do fluxo de materiais e produtos acabados;
- Levantamento do Mix de produtos produzidos juntamente com a quantidade produzida por hora.
- Levantamento do número de funcionários existentes;
- Verificação da política e forma de estocagem;
- Verificação e tomada de medidas do arranjo físico existentes;
- Verificação e tomada de medidas dos prédios, vias de acesso e entorno;
- Verificação da localização da rede de utilidades, fluídos, incêndio, elétrica, hidráulica, água pluvial, telecomunicações, etc.
- Verificação da localização de colunas, hidrantes, extintores, caixas de luz, etc.
- Levantamento da necessidades de ampliação das áreas existentes, desde que seja coerente.

### **2.4.2 - Analisar dados básicos**

Neste passo, é feita uma análise cuidadosa dos dados anteriormente obtidos para determinar seus inter-relacionamentos e prepará-los para os passos seguintes.

### **2.4.3. - Desenvolver o processo de produção**

Elaborar o pré-projeto, de forma macro, de layout verificando se há interferências entre as áreas.

#### **2.4.4 - Planejar o padrão de fluxo de materiais**

Depois de realizado o estudo de liberação de áreas é feito o planejamento e um padrão de fluxo de material geral para assegurar movimentação mínima dos diversos componentes dos produtos.

#### **2.4.5 - Estudar um plano geral de movimentação de materiais**

Neste passo, são determinados os métodos genéricos de movimentação de material, desde o recebimento, passando pelas operações, até a expedição, baseada no padrão e fluxo anteriormente definido.

Neste momento os conceitos da produção enxuta de desperdício e de perdas têm que ser levados em conta.

#### **2.4.6. - Verificação das necessidades dos equipamentos.**

Neste passo, fazer a verificação com a engenharia de métodos e processos se a quantidade de cada tipo de equipamento é necessária e se a distribuição dos equipamentos é viável e coerente.

#### **2.4.7. - Planejamento das áreas individuais de trabalho**

Neste passo, é verificado o planejamento detalhado de cada operação, estação de trabalho, área, processo, etc., além de ser definidas as inter-relações entre máquinas, operações e equipamentos auxiliares (recursos). Serão analisados simultaneamente os Fatores ecológicos tais como iluminação, ruídos. Gases, temperatura e ventilação.

### **2.4.7.1 - Instalações e Áreas de Trabalho:**

Para instalações e Áreas de trabalho será baseado na norma NR12 a qual aborda: distâncias mínimas entre as máquinas e os equipamentos; dispositivos de segurança de acionamento, partida e parada das máquinas e equipamentos.

### **2.4.7.2 - Distâncias entre máquinas e os equipamentos:**

A idéia básica da simplificação do trabalho é a de eliminar tudo aquilo que não agrega valor ao produto, ou seja, tudo aquilo que não melhora ou não transforma o produto e que aumenta custos. O transporte pode ser o tipo de atividade que não tem valor e, nesse caso, é necessária a sua eliminação ou redução.

A melhor forma de reduzir o transporte entre dois postos de trabalho é a de aproximar os dois postos, o máximo possível. Essa distância mínima entre os dois postos segue uma norma a NR 12 de segurança do Ministério do Trabalho, essa norma diz, resumidamente:

“Quando uma máquina possuir partes móveis, isto é, algumas partes que se movimentam horizontalmente, como, por exemplo, uma fresadora, a distância entre essa máquina e qualquer outro posto de trabalho deve estar contida numa faixa variável entre 0,70 m e 1,30 m, conforme mostra figura 11.

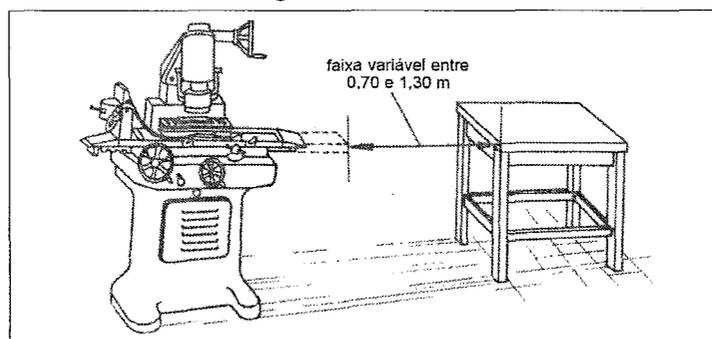


Figura 11 – Distâncias mínimas entre equipamentos

Se, no entanto, a máquina não possuir partes móveis, essa distância mínima entre ela e outro posto de trabalho deve ser entre 0,60 m e 0,80 m.

Deve-se levar em consideração também o espaço necessário que o operador necessita para elaboração de seu trabalho, a dimensão dos elementos a serem submetidos a manutenção no posto de trabalho e diferentes posturas de trabalho.

#### **2.4.7.3 - Corredores de circulação:**

Será utilizado a norma NR12 em conjunto com regulamentações francesas: Decreto nº 98-1084 de 02 de dezembro de 1998, para definir as larguras dos corredores e vias de circulação.

#### **2.4.7.4 - NR12:**

O que diz a NR12:

12.1.5. Além da distância mínima de separação das máquinas, deve haver áreas reservadas para corredores e armazenamento de materiais, devidamente demarcadas com faixa nas cores indicadas pela NR 26.

12.1.7. As vias principais de circulação, no interior dos locais de trabalho, e as que conduzem às saídas devem ter, no mínimo, 1,20m de largura (figura 12) e ser devidamente demarcadas e mantidas permanentemente desobstruídas.

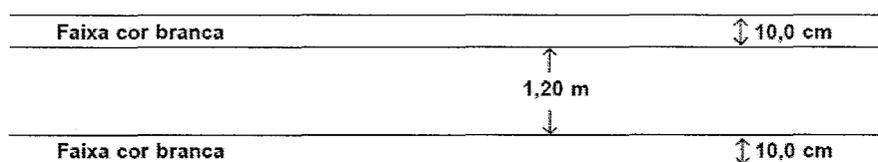


Figura 12 – Largura da faixa de pedestres

#### **2.4.7.5 - Regulamentações Francesas**

##### *Artigo R 233-13-16*

- A largura de um corredor de circulação de sentido único para aparelhos de transporte (empilhadeira) é igual à largura máxima da carga transportada aumentada de 1 metro.

- A largura de um corredor de circulação de duplo sentido para aparelhos de transporte é igual a duas vezes a largura máxima da carga transportada aumentada de 1,4 metros.
- No caso em que os aparelhos de transporte devam manobrar nos corredores de circulação abastecimento das bordas de linha de produção por exemplo, é necessário considerar o raio de rotação destes aparelhos para determinar a largura necessária dos corredores.

#### **2.4.8 - Definição dos equipamentos específicos de movimentação de material.**

Neste passo e com o auxílio do layout em estudo são definidos pela engenharia logística e de processo, os equipamentos específicos para movimentação de cada material, peças e forma de abastecimento.

##### ***2.4.8.1 - Engenharia logística:***

No caso da logística a forma de abastecimento, a logística de suprimentos, quantidade e tipo de abastecedores, tipos de carrinhos para transporte, tipos de contêineres, etc.

##### ***2.4.8.2 - Logística de Suprimentos (Supply Chain).***

Compreende a logística interna e sua movimentação, TIM – Transporte Interno de Materiais, os processos e métodos de roteirização e movimentação física interna e estocagens, lotes de compra e seus custos financeiro, de material e gestão de compras, abastecimento da área de picking, o controle da expedição, o transporte interno de cargas entre diferentes unidades produtivas e meios de unitização de mercadorias e commodities, observados os paradigmas da produtividade e qualidade com otimização do custeio logístico e procedimentos junto aos fornecedores para suprimento da demanda futura.

### 2.4.8.3 - Tipos de abastecedores

- Empilhadeiras - Equipamentos com garfos, utilizados para movimentação e empilhamento de pallets, vide figuras 13 e 14.

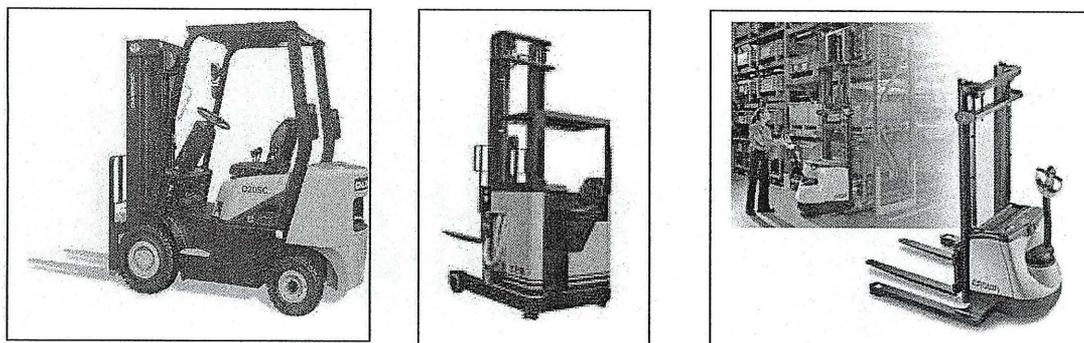


Figura 13 – Empilhadeiras convencional, empilhadeira retrátil e paleteiras

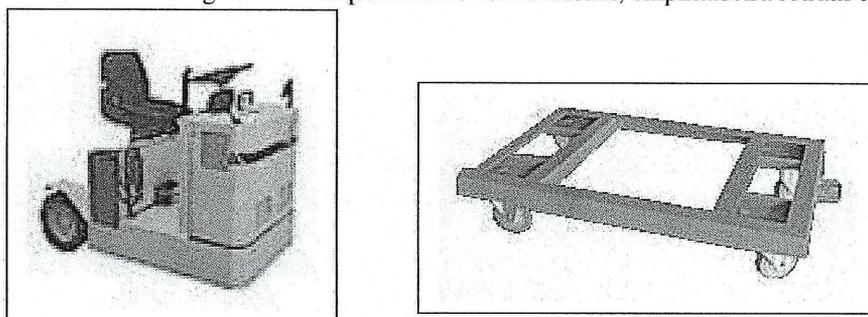


Figura 14 – Rebocador (trolley) e reboque (dolly)

### 2.4.8.4 - Tipos de carrinhos para transporte

Muitas vezes as embalagens têm que ser colocadas sobre bases rolantes a fim de ganho de espaço ou então para acondicioná-las mais próxima do posto de trabalho. Há também a utilização de estrados (palletes). São peças utilizadas sob estruturas, caixas ou embalagens para mantê-las elevadas do solo e permitir fácil acesso para empilhadeiras ou outros equipamentos de movimentação.

A quantidade e dimensão destes produtos têm que ser repassados ao setor de layout para que seja destinada uma área para eles, seja esta área dentro da borda de linha ou então em um “interposto”.

### 2.4.8.5 - Tipos de containeres

Segundo a definição logística de contêiner: é um equipamento de transporte, de diferentes tipos, com dimensões padronizadas próprio para unitização de carga geral, granéis sólidos e líquidos. Também podem ser chamados de contenedores.

O profissional de layout terá que ser informado sobre a quantidade e tipo de contêineres que serão usados bem como propor a localização deles dentro do layout.

### 2.4.8.6 - Engenharia de processo:

Para o processo serão verificadas as zonas de interpostos, quantidade e modelos de cabideiros ou carrinhos (containeres) para o estoque intermediário.

Os interpostos entre os postos são comuns, não entrando em conflito com o sistema de produção enxuto, já que é o local onde as peças prontas são acondicionadas para serem pegas pelo outro posto de trabalho a fim de que o processo produtivo flua. Como no prédio da carroceria, em grande parte, são montadas peças de grande tamanho, são utilizados os “cabideiros” nas áreas de interpostos ou em alguns casos contêineres com rodízios, conforme mostra a figura 15 e 16.

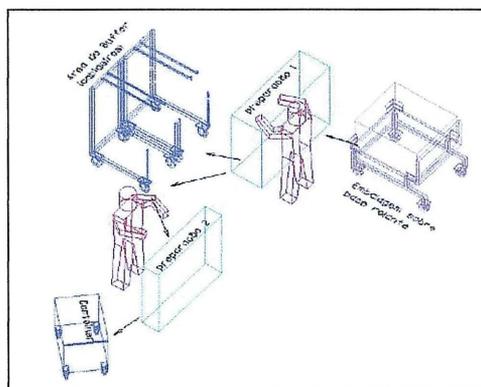
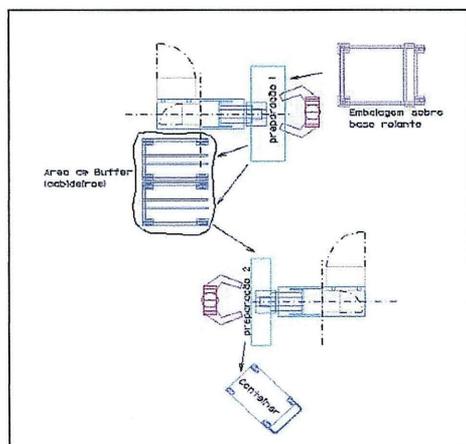


Figura 15 – Planta baixa de processo de fabricação.

Figura 16 – Perspectiva de processo de processo de fabricação.

## 2.4.9 - Apresentação do ante-projeto

Neste passo, são preparadas reuniões, comitês ou alguma forma para apresentar

o “status” do projeto entre todos os setores envolvidos. Através destas reuniões todos interagem e, possivelmente, serão levantados assuntos pertinentes ao processo de fabricação que foram esquecidos até o momento.

#### **2.4.10 - Definir o relacionamento das atividades**

Os passos anteriores trabalharam atividades de produção. No entanto, existem outras atividades auxiliares e de serviços que foram levantadas no item 5.1.9 as quais não foram trabalhadas até este passo.

Sendo assim, neste passo estas atividades são inseridas no layout, sempre se preocupando com as peculiaridades de cada área em particular.

#### **2.4.11 - Determine os requisitos de armazenamento**

Neste momento o profissional de arranjo físico trabalha em conjunto com a engenharia Logística e Processo para determinar o espaço necessário para o armazenamento de matéria prima, material em processo, produtos acabados, e ferramental.

#### **2.4.12 - Planeje as atividades auxiliares e de serviços**

Os passos anteriores deram ênfase a determinação dos espaços para as atividades de produção sem haver qualquer preocupação com as atividades auxiliares e de serviços, como restaurantes, banheiros, sala de supervisores, etc.. Sendo assim, este passo consiste no planejamento dessas atividades que serão integradas ao plano mestre.

#### **2.4.13 - Determine os requisitos de Espaço**

Como o setor de layouts tem o controle total da metragem de áreas, deverá ser feito uma planilha para controlar as evolução das áreas do prédio da carroceria.

Nesta planilha deverá estar contido todas as informações referentes as metragens:

- total do prédio da carroceria
- utilizada por cada gama de carro na produção;

- das áreas de produção comum (linha de ferragens, túnel de luz, etc);
- de áreas de uso social tais como banheiros;
- das áreas de estocagem logística;
- das áreas de estocagem para peças de reposição (MPR);
- das áreas de Retrabalhos (SQF);
- da área destinada a exportação de peças;
- das áreas de estoques dentro das docas;
- entre outras áreas diversas.

#### **2.4.14 - Aloque as áreas das atividades no espaço total disponível**

Neste passo o layout deverá estar quase pronto, todas as áreas das atividades estão inseridas no desenho e este foi construído com o auxílio de todos os setores, sendo assim fica difícil de não ser aprovado, mas pode acontecer da não aprovação.

Deve-se criar um arranjo físico preliminar com o carimbo “EM VALIDAÇÃO”.

Deverá ser agendada uma reunião onde todos os setores envolvidos deverão comparecer para apresentação da planilha de evolução das áreas e validação do arranjo físico preliminar.

#### **2.4.15 - Considere as áreas do prédio**

Caso tenha sido encontrado algum problema no item anterior, este assunto deverá estar sendo solucionado neste passo.

Muitas vezes há correções e ajustes no layout as quais deverão ser feitas neste momento.

#### **2.4.16 - Construa o Arranjo Físico Definitivo**

Depois de feito os ajustes e correções do layout preliminar devem ser feitos neste passo um projeto detalhado do arranjo físico mostrando todas as áreas produtivas, auxiliares e de serviço.

É interessante fazer a implantação deste novo projeto em 3D com o auxílio de

um software de desenho do tipo CAD.

Caso não haja nenhuma alteração e todos os envolvidos estarem de acordo, deverá ser preparado o layout para a validação, fazendo o seguinte:

- Inserir uma ficha de validação preenchida antecipadamente com o nome e setor de todos os envolvidos, tendo campos para assinatura, data e observações, onde todos deverão assinar aprovando o projeto.

#### **2.4.17 - Avalie, ajuste e verifique o arranjo físico com o pessoal apropriado**

Neste passo deverá ser preparada uma reunião para apresentação do projeto definitivo com todos os setores envolvidos.

O projeto deverá ser passado a todos para a coleta de assinaturas na ficha de validação e o setor de layout deverá ficar de posse do projeto de layout definitivo.

No projeto do layout definitivo, depois de assinado, deverá constar como forma de imagem Raster (imagem escaneada) a ficha de validação assinada, sendo assim torna-se impossível alterar a ficha e na impressão de cópias de segurança do layout definitivo sempre constará à assinatura e validação dos envolvidos.

Deverá ser impresso 03 cópias do layout definitivo sendo entregues e em mãos: 1 cópia para o setor de Infra-estrutura, 1 cópia para engenharia logística e 01 cópia para engenharia de processo.

#### **2.4.18 - Apresentações Gerais**

Neste passo são preparadas apresentações para as gerências, em comitês ou em reuniões e aos interessados para mostrar o “status” do projeto.

#### **2.4.19 - Instalação do arranjo físico**

Neste passo, é feita a movimentação dos equipamentos e máquinas para os locais determinados pelo projeto. A supervisão do projetista é importante, pois ele entende todos os detalhes do projeto. Os erros detectados nesse passo devem ser

avaliados antes de uma decisão final ser tomada.

#### **2.4.20 - Acompanhamento do desempenho do arranjo**

Mesmo que a instalação tenha sido feita como planejado, não há garantias de que tudo irá funcionar como previsto. Equipamentos não trabalham como deveriam, materiais não são movimentados com planejado, pessoas não seguem o método definido, dentre outros motivos. Sendo assim, um acompanhamento e possíveis correções podem ser necessários.

#### ***Verificação “in loco” – As Built***

É imprescindível no final do projeto fazer uma verificação “in loco” de tudo o que foi implantado (As Built), qualquer alteração deverá ser levantada ao setor responsável para ser feita uma atualização de projeto. A atualização não é bem vista ao setor de implantação, por que se a implantação do projeto não está de acordo com o layout definitivo é porque alguma coisa saiu errada, e se saiu errado deve-se verificar o porquê.

#### ***Recepção dos arquivos de desenhos entregue pelos fornecedores.***

Neste momento deverá ser acusada a recepção dos desenhos de layout definitivo feita pelos fornecedores dos meios. Este layout deverá estar atualizado com todas as revisões feitas e pronto para ser implantado dentro do layout geral da fábrica.

### **2.5 - Métodos de Resolução de Problemas**

O homem, ao tentar melhorar a sua qualidade de vida, está em permanente desafio consigo mesmo. A medida que os problemas aparecem o homem é obrigado a encontrar

soluções adequadas para sua resolução a fim de desenvolver de forma organizada o seu trabalho.

Através da observação atenta dos trabalhos, pode-se levantar problemas e, conseqüentemente, encontrar as soluções. Usando ferramentas e tecnologia adequadas, pode-se transformar matéria-prima e, assim, criar objetos ou modificar espaços, melhorar o ambiente e o equipamento de que seja necessário, para isto deverá ser seguido um procedimento lógico e por etapas. A este procedimento chamamos Método de Resolução de Problemas.

A primeira coisa que um método de solução de problema deve nos dar é uma sequencia definida de passos a serem seguidos na procura de soluções. Isto pode incluir: a definição do problema, a coleta e análise de informações, identificação das causas do problema, a geração de soluções, a avaliação das soluções, a seleção de uma solução e sua implementação. Como mostra a figura 17



Figura 17 – Fases para resolução de problemas.  
Fonte: Ensinar EVT.

Foram desenvolvidos vários métodos e ferramentas para ajudar as pessoas a se tornarem mais eficazes na solução de problemas. Mais especificamente, métodos de solução criativa de problemas foram desenvolvidos para ajudar indivíduos e grupos quando se requer soluções originais. Estes métodos fornecem princípios, diretrizes e ferramentas

que ajudam a organizar o raciocínio e a apoiar e orientar a geração, avaliação, seleção e implementação de novas idéias

Para a resolução de um problema existem vários métodos tais como: Qc Story (PDCA), Teoria das Restrições, Método Kepner & Tregoe, Seis Sigma, entre outros.

Como esta monografia está se baseando no sistema Toyota de produção será escolhido o método de resolução de problemas QcStory, o qual será descrito neste capítulo de forma geral e dentro do estudo de caso, capítulo 3, de forma particular.

### **2.5.1 – QC Story**

O livro «Economic control of quality of manufactured product» (por W.A. Shewart dos laboratórios Bell nos USA) editado em 1931, é considerado como o primeiro trabalho sobre a MSP<sup>1</sup> (Maîtrise Statistique des Processus). Sendo considerado como a origem do QC STORY.

O Dr. Deming introduziu o Controle Estatístico de Processo (CEP) a MSP inicialmente no Japão em 1950, em seguida o QC Story foi aplicado à atividade de todos, e não especificamente à fabricação ou à qualidade, tornando-se a base do Kaizen, mas também um meio de aumentar a consciência QCD de todos.

Alguns anos mais tarde, a Nissan o introduziu-o em toda a Empresa, e o QC Story tornou-se um dos métodos indispensáveis para a crescente qualidade e a produtividade progressiva da Nissan. No continente Europeu foi introduzido em 1992 nas fábricas da Nissan de Sunderland (G.B.) e em seguida na de Barcelona. Com a aliança Renault-Nissan é a ocasião, dentro do quadro do SPR (Sistema de Produção Renault), também instituiu dentro de suas ferramentas a aplicação do QC Story.

Depois de sua aplicação a Nissan evoluiu, passando de um processo de 11 etapas para , uma nova versão mais sintética, de 9 etapas, o qual será apresentado no sub capítulo 2.5.1.1.

---

1

O QC Story é aplicável não somente aos problemas de qualidade, mas também aos problemas de produtividade, de custos, de logística, de energia, de segurança, etc. Assim sendo, o QC Story, que tem um processo padrão e diferentes ferramentas, é aplicável a problemas de diferentes naturezas.

Dentre todos os aspectos do « QC Story » os princípios seguintes são os mais essenciais:

- QC Story é uma maneira de pensar os problemas, não um método, nem uma ferramenta.
- QC Story é utilizável por todas as atividades, desde que nós queiramos resolver um problema ou melhorar qualquer coisa existente.
- É necessário praticar outra e outra vez afim de provarmos sua eficácia.
- Esta atividade não tem fim, é o progresso contínuo.

Para CAMPOS (1992), o método mais eficiente para se resolver os problemas de uma empresa é o método de soluções dos problemas ou Quality Control Story (QC Story). Segundo o autor, este método é a garantia para que o controle de qualidade funcione. A análise de processos consiste numa sequencia de procedimentos baseada em fatos e dados, utilizando-se de recursos científicos e tecnológicos. O método de soluções de problema consiste nas seguintes fases a serem vistas na sequencia

### ***2.5.1.1 – Etapas do QC Story***

O QC Story tem um processo padrão chamado as 8 etapas do QC Story, baseado no ciclo P(S)-D-C-A. “O Ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização” (WERKEMA, 1995a, p. 17).

Segundo Campos (1992, p. 29), “...o Ciclo PDCA é um método para a prática do controle, e é composto das quatro fases básicas do controle: planejar(Plan), executar (Do),

verificar (Check) e atuar corretivamente (Action)”, segue abaixo.

PDCA	FLUXO-GRAMA	FASE	OBJETIVO
<b>P</b>	①	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	DEFINIR CLARAMENTE O PROBLEMA E RECONHECER SUA IMPORTÂNCIA.
	②	OBSERVAÇÃO	INVESTIGAR AS CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DO PROBLEMA COM UMA VISÃO AMPLA E SOB VÁRIOS PONTOS DE VISTA.
	③	ANÁLISE	DESCOBRIR AS CAUSAS FUNDAMENTAIS.
	④	PLANO DE AÇÃO	CONCEBER UM PLANO PARA BLOQUEAR AS CAUSAS FUNDAMENTAIS.
<b>D</b>	⑤	EXECUÇÃO	BLOQUEAR AS CAUSAS FUNDAMENTAIS.
<b>C</b>	⑥	VERIFICAÇÃO	VERIFICAR SE O BLOQUEIO FOI EFETIVO.
	⑥	(BLOQUEIO FOI EFETIVO?)	
<b>A</b>	⑦	PADRONIZAÇÃO	PREVENIR CONTRA O REAPARECIMENTO DO PROBLEMA.
	⑧	CONCLUSÃO	RECAPITULAR TODO O PROCESSO DE SOLUÇÃO DO PROBLEMA PARA TRABALHO FUTURO.

Figura 18 – Fases do Método de Solução de Problemas - QC Story  
 Fonte: Campos (1994, p. 226).

**Etapa 1 - Identificação do Problema:**

Definir claramente o problema e reconhecer sua importância. Segue abaixo a relação de tarefas para um ótimo alcance de resultados.

**Tarefa 1.1 – Escolha do problema** - A primeira etapa na resolução de problemas é de encontrar um problema e atribuir-lhe um nome que permita a todos compreender claramente a sua natureza.

**Tarefa 1.2 - Histórico do problema** - Pesquisar o histórico do problema e representar através de gráficos, fotografias, etc. com que frequência e como ocorre.

**Tarefa 1.3 - Mostrar perdas atuais e possíveis ganhos viáveis de melhoria** – Indicar através de gráficos o que se está perdendo e como é possível ganhar. Ex. custo de qualidade.

**Tarefa 1.4 – Fazer análise de Pareto** - A análise de Pareto permite priorizar temas

e estabelecer metas numéricas viáveis. Nota: Não se procuram causas aqui. Só resultados indesejáveis. As causas serão procuradas na Etapa 3.

**Tarefa 1.5 – Nomear responsáveis** - Nomear a pessoa responsável ou nomear o grupo responsável e o líder. Propor uma data limite para ter o problema solucionado.

## **Etapa 2 - Observação:**

Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista. Segue abaixo a relação de tarefas para um ótimo alcance de resultados.

**Tarefa 2.1 - Coleta de dados.** - Quanto mais ricas forem estas coletas de dados mais fácil será para resolver o problema.

- Estratificação - Observe o problema sob vários pontos de vista:
  - a) *Tempo* - Os resultados são diferentes de manhã, à tarde, à noite, às segundas-feiras, feriados, etc.?
  - b) *Local* - Os resultados são diferentes em partes diferentes de uma peça (defeitos no topo, na base, na periferia)?
  - c) *Tipo* - Os resultados são diferentes dependendo do produto, matéria-prima, ou material usado?
  - d) *Sintoma* - os resultados são diferentes se os defeitos são cavidades ou porosidade, se o absenteísmo é por falta ou licença médica, se a parada é por queima de um motor ou falha mecânica?
  - e) *Indivíduo* - Que turma? Que operador?
- 5W1H - Fazer as perguntas: o que, quem, quando, onde, por que e como, para coletar dados.
- Gráficos de Pareto - Construção de vários tipos de gráfico de Pareto conforme os grupos definidos na estratificação

**Tarefa 2.2 – Descoberta das características do problema através de observação no local** – Fazer a Análise do local de ocorrência do problema pelas pessoas envolvidas na investigação. Deverá ser feita “*in loco*”.

**Tarefa 2.3 – Cronograma, orçamento e meta:**

Estimar um cronograma para referência. Este cronograma pode ser atualizado em cada processo

- Estimar um orçamento
- Definir uma meta a ser atingida

**Etapa 3 - Análise:**

Descobrir as causas fundamentais. Segue abaixo a relação de tarefas para um ótimo alcance de resultados.

**Tarefa 3.1 - Definição das causas influentes** – Brainstorming e Diagrama de causa e efeito (Ishikawa), elaborando sempre a pergunta: - Por que ocorre o problema?

- Formação do grupo de trabalho: Envolver todas as pessoas que possam contribuir na identificação das causas. As reuniões devem ser participativas.

- Diagrama de causa e efeito – Ishikawa ver figura 19: anotar o maior número possível de causas. Construir o diagrama de causa e efeito, colocando as causas mais gerais nas espinhas maiores e causas secundárias, terciárias, etc., nas ramificações menores.

Diagrama de Causa e Efeito – Ishikawa “É um método particularmente efetivo de ajudar a pesquisar as raízes de problemas”.(Slack, 1997, p. 610).

- Método de descrever o diagrama:
- Estabelecer o problema a ser analisado.
- Encontre o maior número possível de causas que possam contribuir para gerar o efeito.
- Construa o diagrama.

- Agrupe as causas em categorias (5Ms) : método, mão-de-obra, material, máquina, meio ambiente.

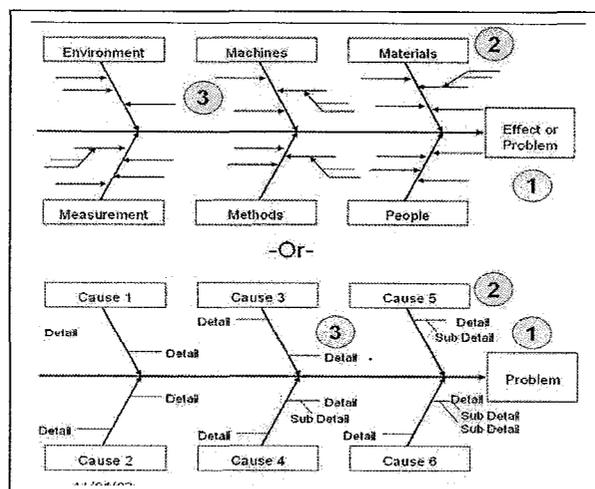


Figura 19 – Exemplo de diagrama 01

**Tarefa 3.2 - Escolha das causas mais prováveis (hipóteses)** – Identificar no diagrama de causa e efeito as anomalias.

- Causas mais prováveis - As causas assinaladas na tarefa anterior têm que ser reduzidas por eliminação das causas menos prováveis baseadas nos dados levantados no processo de observação. Aproveitar também as sugestões baseadas na experiência do grupo e dos superiores hierárquicos. Basear ainda nas informações colhidas na observação e priorizar as causas mais prováveis.

- Cuidar com efeitos “cruzados”: problemas que resultam de 2 ou mais fatores simultâneos.

**Tarefa 3.3 - Análise das causas mais prováveis (verificação das hipóteses)** – Coletar novos dados sobre as causas mais prováveis usando a lista de verificação. Analisar dados coletados usando Pareto, diagramas de relação, histogramas, gráficos e testar as causas.

- Visitar o local onde atuam as hipóteses. Coletar informações.
- Estratificar as hipóteses, coletar dados utilizando a lista de verificação.

#### ***Etapa 4 – Plano de Ação:***

Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais. Segue abaixo a relação de tarefas para um ótimo alcance do resultado.

***Tarefa 4.1 - Elaboração da estratégia de ação*** – Discutir com o grupo envolvido.

- Certificar-se de que as ações são tomadas sobre as causas fundamentais e não sobre seus efeitos.
- Certificar-se de que as ações propostas não produzem efeitos colaterais. Se ocorrerem, adotar ações contra eles.
- Propor diferentes soluções de análise e eficácia e o custo de cada uma, escolher a melhor.

***Tarefa 4.2 - Elaboração do plano de ação.*** - Discussão com o grupo envolvido sobre os seguintes tópicos:

- Definir O QUÊ será feito
- Definir QUANDO será feito
- Definir QUEM fará
- Definir ONDE será feito
- Esclarecer POR QUÊ será feito
- Detalhar COMO será feito
- Determinar a meta a ser atingida e quantifique (economia, toneladas, defeitos, etc.)
- Determinar os itens de controle e verificação dos diversos níveis envolvidos.

#### ***Etapa 5 – Ação:***

É o momento de bloquear as causas fundamentais. Segue abaixo a relação de tarefas para um ótimo alcance do resultado.

***Tarefa 5.1 - Treinamento*** – Divulgação do plano a todos através de reuniões participativas e em caso de necessidade desenvolver técnicas de treinamento.

- Certificar-se de quais ações necessitam da ativa cooperação de todos. Dar especial atenção a estas ações.

- Apresentar claramente as tarefas e a razão delas.
- Certificar-se de que todos entendem e concordam com as medidas propostas.

**Tarefa 5.2 - Execução da ação** – Acompanhamento de obra e manutenção do cronograma.

- Durante a execução verificar fisicamente e no local em que as ações estão sendo efetuadas.
- Todas as ações e os resultados bons ou ruins deverão ser registrados com a data em que foram tomados.

#### ***Etapa 6 – Verificação:***

É o momento de verificar se o bloqueio foi efetivo. Segue abaixo a relação de tarefas para um ótimo alcance do resultado.

**Tarefa 6.1 – Comparação dos resultados** – Fazer a comparação dos resultados através Pareto, cartas de controle, histogramas.

- Deve-se utilizar os dados coletados antes e após a ação de bloqueio para verificar a efetividade da ação e o grau de redução dos resultados indesejáveis.
- Os formatos usados na comparação devem ser os mesmos antes e depois da ação.
- Converter e comparar os efeitos, também em termos monetários.

**Tarefa 6.2 – Listagens dos efeitos secundários** – Toda alteração do sistema pode provocar efeitos secundários positivos ou negativos.

**Tarefa 6.3 – Verificação da continuidade ou não do problema** – Para verificação poderá ser utilizado o Gráfico sequencial.

- Quando o resultado da ação não é tão satisfatório quanto o esperado, certificar-se de que todas as ações planejadas foram implementadas conforme o plano.

- Quando os efeitos indesejáveis continuarem a ocorrer, mesmo depois de executada a ação de bloqueio, significa que a solução apresentada foi falha.

**Tarefa 6.4 – Verificação se o bloqueio foi efetivo** – Para verificar se o bloqueio foi efetivo poderá ser feito o seguinte questionamento: - A causa fundamental foi efetivamente encontrada e bloqueada? Se **não**, o processo deverá retornar a tarefa 2 desta mesma etapa, até o momento em que não haja mais margens de dúvidas em sua efetividade.

- Utilizar as informações levantadas nas tarefas anteriores para a decisão.

### **Etapa 7 – Padronização:**

Prevenir contra o reaparecimento do problema. Segue abaixo a relação de tarefas para um ótimo alcance do resultado.

**Tarefa 7.1 – Elaboração ou alteração do padrão** – Estabelecer o novo procedimento operacional podendo contar com o auxílio do 5W1H.

- Esclarecer no procedimento operacional através do 5W1H o que será feito (What), por que será feito (Why), quem é responsável (Who), onde será realizado (Where), quando será realizado (When) e como realizado (How), para as atividades que efetivamente devem ser incluídas ou alteradas nos padrões já existentes.

- Usar a criatividade para garantir o não reaparecimento dos problemas.

- Incorporar no padrão, se possível, o mecanismo “*poka-yoke*” de modo que o trabalho possa ser realizado sem erro por qualquer trabalhador.

**Tarefa 7.2 – Comunicação** – Fazer com que a comunicação ocorra através de diversos meios simultaneamente.

- Evitar possíveis confusões: estabelecer a data de início da nova sistemática, quais as áreas que serão afetadas para que a aplicação do padrão ocorra em todos os locais necessários ao mesmo tempo e por todos os envolvidos.

*Tarefa 7.3 – Educação e Treinamento* – Garantir que os novos padrões ou as alterações nos existentes sejam transmitidas a todos os envolvidos através de:

- Reuniões e palestras
- Manuais de treinamento
- Treinamento no trabalho

*Tarefa 7.4 – Acompanhamento da utilização do padrão* – Acompanhar a utilização do padrão através do sistema de verificação. Evitar que um problema resolvido reapareça devido à degeneração no cumprimento dos padrões, abaixo segue alguns critérios:

- Estabelecer um sistema de verificações periódicas;
- Delegar o gerenciamento por etapas;
- O supervisor deve acompanhar periodicamente sua turma para verificar o cumprimento dos procedimentos operacionais padrão.

#### ***Etapa 8 – Conclusão:***

Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

## ***2.6 - Métodos de Análises de Viabilidade Econômica***

No cenário atual dos dias de hoje, com fatores da globalização, dos mercados, variações cambiais, mudanças tecnológicas, entre outros, as tomadas de decisões estão voltadas dentro de um processo de análise que agregue valor aos acionistas e minimize os riscos de investimentos para a empresa.

Para tentar minimizar estes riscos de investimentos, a avaliação de projetos de investimento envolve métodos que buscam estabelecer a sua viabilidade.

Dentre estes métodos, em geral, as empresas utilizam:

- Valor Presente Líquido (VPL);
- Taxa Interna de Retorno (TIR);
- Payback.

### 2.6.1 – TIR

O método da Taxa Interna de Retorno (TIR) consiste em determinar qual é a taxa de juros que torna nulo o valor presente líquido para um dado fluxo de caixa. Em outras palavras, é nesta taxa que o valor presente líquido da somatória dos recebimentos se torna exatamente igual ao valor presente líquido da somatória dos desembolsos (HIRSCHFELD, 1992).

Segundo Kassai (2000), a TIR representa a taxa de desconto que iguala os fluxos de caixa de entrada com os fluxos de caixa de saída, ou seja, ela é a taxa que produz um VPL igual a zero.

A TIR é calculada conforme equação 2.

$$\text{ZERO} = \frac{\text{FC}_0}{(1 + \text{TIR})^0} + \frac{\text{FC}_1}{(1 + \text{TIR})^1} + \frac{\text{FC}_2}{(1 + \text{TIR})^2} + \frac{\text{FC}_3}{(1 + \text{TIR})^3} + (\dots) + \frac{\text{FC}_n}{(1 + \text{TIR})^n}$$

Onde : FC = Fluxos de caixa esperados (positivos ou negativos)

Nota-se que a equação da TIR é simplesmente a equação do VPL resolvida para um valor particular de k que faz com que o VPL seja zero.

Para Ross (2002) com base na regra TIR, um projeto é aceitável se a TIR é maior do que o retorno exigido. Caso contrário deve ser rejeitado.

## 2.6.2 – Pay Back

Ross, Westerfield e Jaffe (2000) afirmam que:

“De uma forma genérica, o período de payback é o tempo necessário para recuperar o investimento inicial.

Assaf Neto (2003) afirma que:

“...o período de payback é um método bastante generalizado na prática e consiste na determinação do tempo necessário para o que o valor do investimento seja recuperado pelos benefícios incrementais líquidos de caixa (fluxo de caixa) promovidos pelo investimento.”

Segundo Ross, Westerfield e Jaffe (2000);

“... um investimento é considerado viável se seu período de payback calculado for menor do que algum número predeterminado de anos.”

Cada empresa tem o seu índice pré-determinado para definir se o investimento é viável ou não.

## 2.6.3 – VPL

O valor presente líquido, também conhecido por valor atual líquido (VAL) é um método bastante difundido na área de tomada de decisão sobre investimentos, por tratar-se de um método de fácil elaboração.

Segundo Gitman (2002) o VPL é obtido subtraindo-se o investimento inicial ( $I_0$ ) do valor presente das entradas de caixa (FCt), descontada a uma taxa igual ao custo de capital da empresa ( $k$ ), conforme demonstrado na equação 1.

VPL = valor presente das entradas de caixa – investimento inicial

Para melhor compreensão, este indicador é representado pela seguinte fórmula:

$$VPL = \frac{FC_0}{(1+i)^0} + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \frac{FC_4}{(1+i)^4} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n} \quad (II),$$

Onde: FC = Fluxos de caixa esperados (positivos ou negativos)  
i = Taxa de atratividade

O administrador financeiro decidirá se aceita ou não aceita um projeto adotando o seguinte critério:

- VPL maior que zero, aceita o projeto;
- VPL menor que zero, rejeita o projeto.
- VPL igual a zero, a empresa fica indiferente em aceitar ou não o projeto de investimento.

O VPL maior que zero significa que a empresa obterá um retorno maior que seu custo de capital, aumentando assim, o valor de mercado da empresa e a riqueza dos acionistas.

### **3. PROJETO DE COMPACTAÇÃO DE UMA CÉLULA DE PRODUÇÃO DENTRO DO SETOR DE ARMAÇÃO DA CARROCERIA DE UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA.**

Neste capítulo será apresentado o estudo de caso de compactação da célula de produção dentro do prédio da carroceria. As ferramentas utilizadas, as quais serão apresentadas nos sub-capítulos, foram :

- QC Story como método de resolução de problemas;
- Pay Back, TIR e VPL como demonstração de viabilidade financeira;
- Metodologia para Elaboração de Arranjos Físicos de Andréa Batista como método utilizado para realização do rearranjo.

#### ***3.1 - Qc Story Compactação Da Célula De Produção***

Como o método de solução de problemas utilizado pela empresa em questão é o QC Story e o relatório A3, foram estes os métodos utilizados para a análise do problema, resolução de suas possíveis causas e onde poderia ser atuado para melhoria do processo e eliminação das perdas e desperdícios.

Abaixo serão dissertadas as etapas do QC Story, e em seguida será apresentado o relatório A3 o qual será oficializado para ser utilizado como benchmarking dentro da empresa em questão.

#### **3.1.1 - Identificação do Problema:**

##### ***3.1.1.1 - Histórico do problema***

Para um melhor entendimento das possíveis causas do baixo desempenho da célula

de produção em estudo foi feito um breve apanhado de valores referentes à produção do mês de novembro de 2008. Segue abaixo (tabela 2).

INDICADORES	nov/08
Nº postos de trabalho	28
Cadência / hora	21
% Inatividade	12%
% Engajamento	88%
Ergonomia - % Postos verdes	39%
Geometria - Nº de cotas verdes	65
Nº Passos	975
Área total ocupada (m <sup>2</sup> )	1095

Tabela 02 – Levantamento de dados inicial

### 3.1.1.2 - *Mostrar perdas atuais e possíveis ganhos viáveis de melhoria*

Através destes valores foi identificado que havia excesso de operadores e alta taxa de inatividade. A Taxa de engajamento global das células de Produção até novembro de 2008 era de 86% ao aumentarmos esta taxa consequentemente à taxa de inatividade deveria reduzir. (verificar gráficos 1 e 2), havendo assim a minimização da perda por espera. O ideal é que os valores aproximados da taxa de engajamento seja 92% e da inatividade em 10%, sendo estes valores almejados para o estudo.

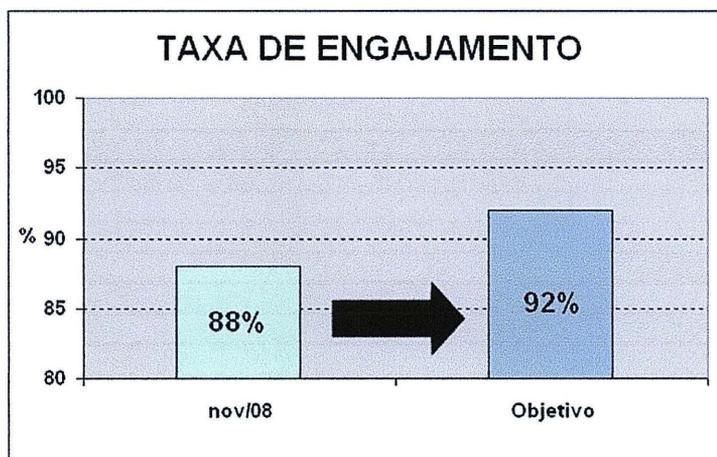


Gráfico 1: Taxa de engajamento

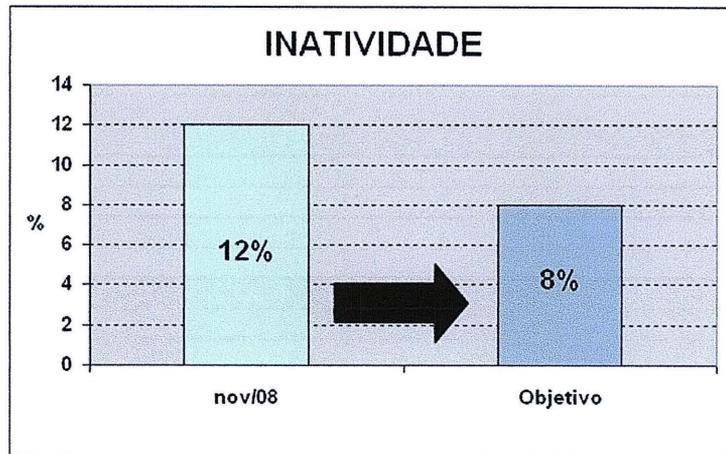


Gráfico 2: Inatividade

### ***Escolha do problema***

Com o auxílio do pré-levantamento dos dados a identificação do problema foi:

Reduzir de 52 para 48 operadores, sendo 02 por turno, para uma cadência de 22 v/h, através de estudos de engajamento e compactação dos meios de processo das células de produção direita e esquerda.

### ***Nomear responsáveis***

Para organização da equipe de trabalho foi elaborada uma Matriz de responsabilidade contendo todos os setores envolvidos, nome dos responsáveis pelas áreas e ramal. Segue abaixo modelo utilizado, ver tabela 3.

Matriz de Responsabilidade - Compactação Célula de Produção			
Nome Responsável	Setores Envolvidos	Ramal	Telefone Móvel
	Eng. Processo Carroceria		
	Eng. Layout		
	Eng. Performance		
	Eng. Logística		
	Fabricação		
	Manutenção		
	Qualidade		
	Ergonomia		

Tabela 03 – Planilha Setores Envolvidos projeto de Compactação Célula de Produção

### 3.1.2 - Observação:

#### 3.1.2.1 - Coleta de dados.

Para execução desta tarefa foram levantados vários valores dentro do período de 2008 referentes à produtividade, volume, efetivos, engajamento etc., estes levantamentos de dados, os quais serão mostrados nos gráficos abaixo.

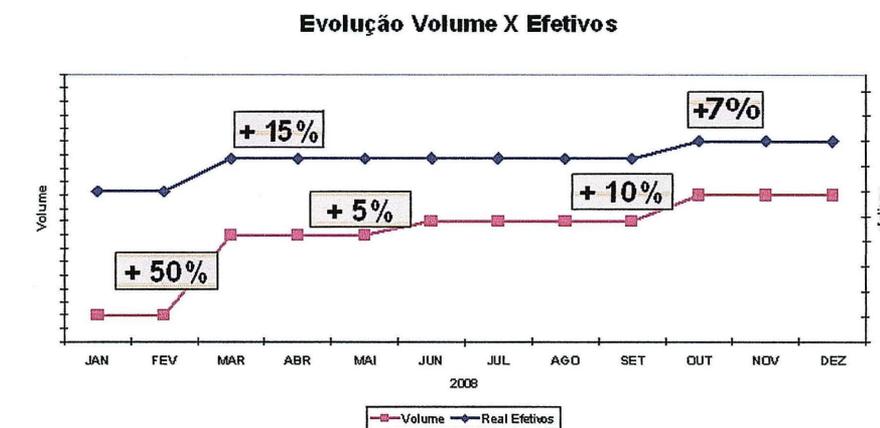


Gráfico 3: Gráfico Evolução X Efetivos

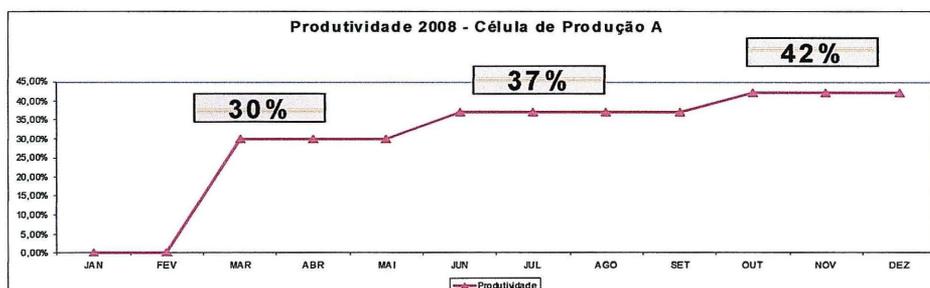


Gráfico 4: Gráfico Produtividade 2008

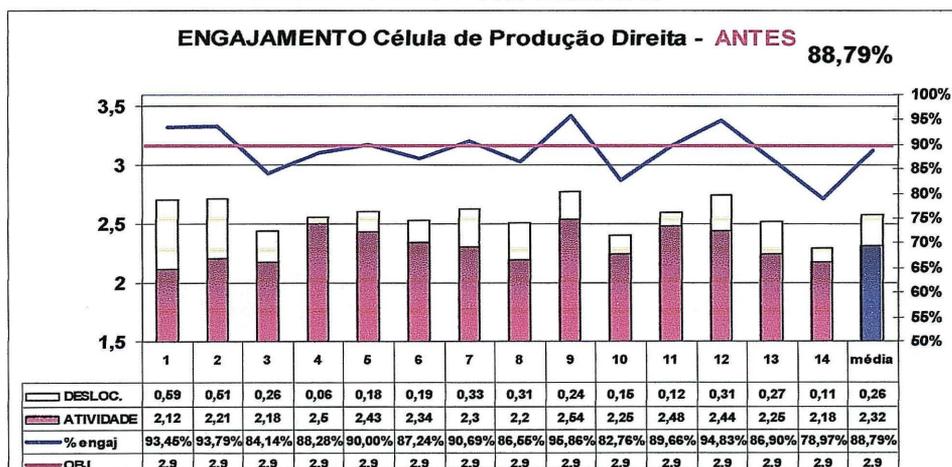


Gráfico 5: Gráfico Engajamento – Célula de Produção Direita

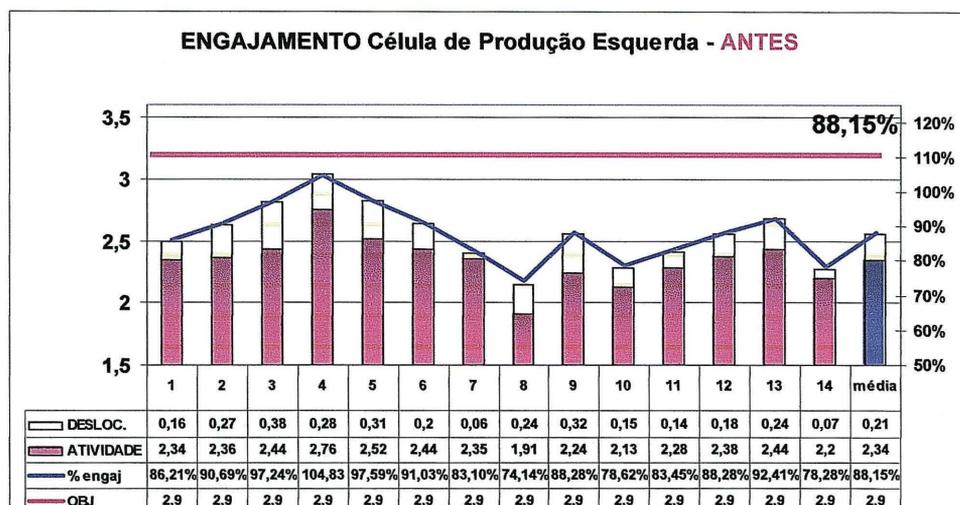


Gráfico 6: Gráfico Engajamento – Célula de Produção Esquerda

### 3.1.2.2 - Cronograma, orçamento e meta:

#### Cronograma:

Foram definidas, na reunião de abertura do projeto, as macros atividades para se elaborar o cronograma de execução física para a compactação do processo, assim como uma coluna de controle do “Status” do cumprimento das atividades bem como os setores envolvidos em cada etapa, ver anexo 1.

O tempo total entre a reunião de abertura até a finalização do projeto foi de 9 semanas, valor este considerado como “record”, dado a complexidade do projeto visto o número de postos a serem realocados.

As atividades de planejamento somaram 60% do tempo total do projeto, as quais são:

- Reunião de abertura do projeto;
- Análise da situação atual;
- Atualização do layout existente,
- Definição do escopo do projeto;
- Elaboração do Layout compactado;
- Análise da Viabilidade econômica;
- Elaboração de requisição de compra;
- Visitas de fornecedores;

- Liberação de verba;
- Início da medição dos meios.

As atividades de execução da realocação física dos meios somaram os 40 % do tempo total gasto. Estas atividades são:

- Início da Modificação física do Layout;
- Validação Geométrica dos meios;
- Validação funcional manutenção;
- Validação ergonômica;
- Limpeza e organização;
- Entrega completa da obra para fabricação, conforme contratado.

Ver anexo 1, Cronograma.

#### ***Orçamento:***

Com base no layout otimizado foi feita uma concorrência com 05 fornecedores capacitados e cadastrados na empresa em questão. Após o repasse do caderno de encargo à estes fornecedores, estes fizeram as visitas técnicas na empresa entre as semanas 46/2008 e 47/2008 para elaboração dos orçamentos.

Com base nestes orçamentos foi elaborado o estudo de viabilidade econômica para ver se a proposta é viável, estudo apresentado no capítulo 3.2. Verificando-se a viabilidade econômica do estudo foi efetuada a liberação da verba ao setor de compras para liberação do contrato entre fornecedor e empresa.

#### ***Meta e Objetivo***

A compactação deverá ser realizada por uma empresa externa com acompanhamento de uma equipe da empresa em questão.

A compactação não deverá degradar as condições de segurança e ergonomia dos postos de trabalho, bem como não poderá degradar também a qualidade da unidade, utilizando como base os dados de “Retoques em Linha” e Geometria.

Objetivo: A Linha deve ser capaz de produzir 22v/hora com 26 postos de trabalho mais 02 operadores seniores.

### 3.1.3 - Análise:

#### 3.1.3.1 - Definição das causas influentes

Para definição das causas influentes foi utilizado o diagrama de Árvore de Falhas fazendo o questionamento: - Por que ocorre o problema?

As engenharias de Organização do trabalho, Layout, Logística e Fabricação se reunirão e através de um brainstorming foram identificadas as causas e por consenso foi definido como causa raiz a Inatividade do Operador.

Segue abaixo o diagrama de árvore de falhas, figura 20.

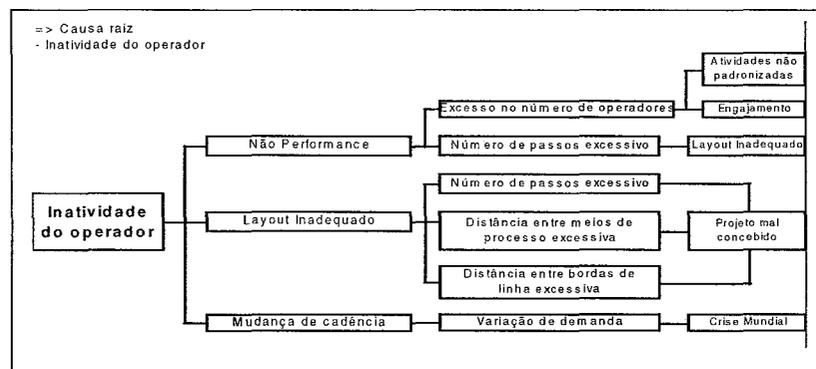


Figura 20 – Diagrama de Arvore de Falhas

Através do diagrama de árvore de falhas pode-se verificar que a essência do problema era devido a um Layout mal concebido, ocasionando o número excessivo de passos, o grande distanciamento entre os dispositivos de processo e o desperdício em logística de abastecimento frequencial e interna.

### 3.1.4 – Plano de Ação:

#### 3.1.4.1 - Elaboração da estratégia de ação

Foi realizado, dentro da reunião com o grupo, um plano de análise de riscos contendo todas as possibilidades de ocorrerem falhas no decorrer da implantação física do

projeto, juntamente com o responsável pelo setor afetado e o plano de contingência.

Ver anexo 2, Plano de análise de riscos.

### **3.1.5 – Ação:**

#### ***3.1.5.1 - Pilotagem***

Eleger um piloto para acompanhamento total da obra, como esta obra se dará na parada de férias coletivas do final do ano de 2008 esta pessoa deverá estar efetivamente na obra, todos os dias inclusive feriados. Deverão ser feitas reuniões diárias de acompanhamento da obra com os diversos envolvidos para controle do cronograma e resolução de problemas.

No momento da modificação física dos meios o piloto deverá certificar-se de quais ações necessitam da ativa cooperação de todos, e para estas dar especial atenção. Deverá apresentar claramente as tarefas aos envolvidos e mostrar a efetiva razão delas além de certificar-se também de que todos entendem e concordam com as medidas propostas.

O piloto eleito para acompanhamento e pilotagem foi o Planejador de Métodos da Carroceria – Engenharia.

#### ***3.1.5.2 - Execução da ação***

O piloto deverá acompanhar a execução da obra e manutenção do cronograma.

- Durante a execução verificar pessoalmente o local em que as ações estão sendo efetuadas.
- Todas as ações e os resultados bons ou ruins deverão ser registrados com a data em que foram tomados.

### 3.1.6 – Verificação:

#### 3.1.6 1 - Comparativo dos resultados

Serão apresentadas abaixo e como anexo 3 e 4, as imagens ampliadas dos layouts do antes e do depois, a fim de fazer um comparativo dos resultados e os ganhos obtidos, imagens 21 e 22. Serão apresentados também os valores obtidos em: taxa de engajamento e engajamento dos postos de produção, taxa de inatividade, retoques em linha e postos verdes.

*Layout do antes e Depois:*

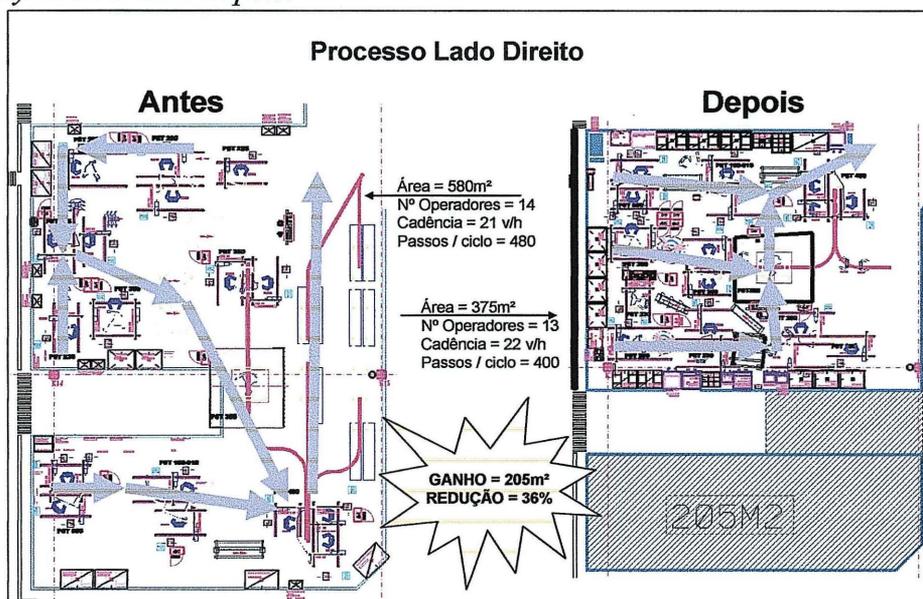


Figura 21 – Processo Lado Direito – antes e depois

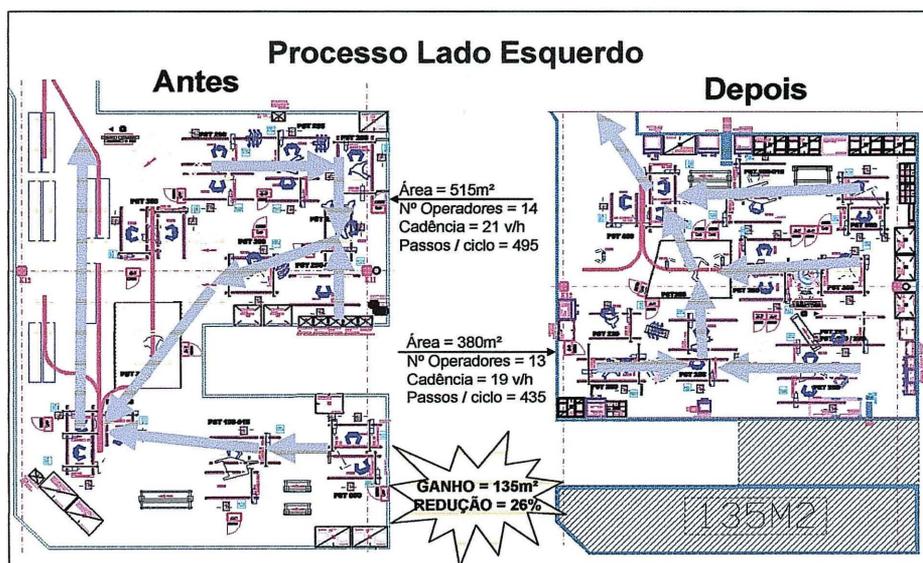


Figura 22 – Processo Lado Esquerdo – antes e depois

O comparativo entre o Antes e o Depois das células de produção dos lados direito e esquerdo mostra como os desperdícios de espaço, movimentação de operadores e materiais foram minimizados. Abaixo segue o quadro comparativo após o trabalho de compactação, ver tabela 04.

INDICADORES	fev/09
Nº postos de trabalho	26
Cadência / hora	22
% Inatividade	7%
% Engajamento	93%
Ergonomia - % Postos verdes	45%
Nº Passos	835
Área total ocupada (m2)	755

Tabela 04 – Quadro comparativo de ganho entre o antes e depois da compactação.

### 3.1.6.2 - Taxa de Inatividade:

O valor da taxa de inatividade alcançado após a compactação foi de 7% superior ao almejado no início do estudo o qual era de 8% (ver gráfico 07), para este valor quanto menor for melhor será o resultado.

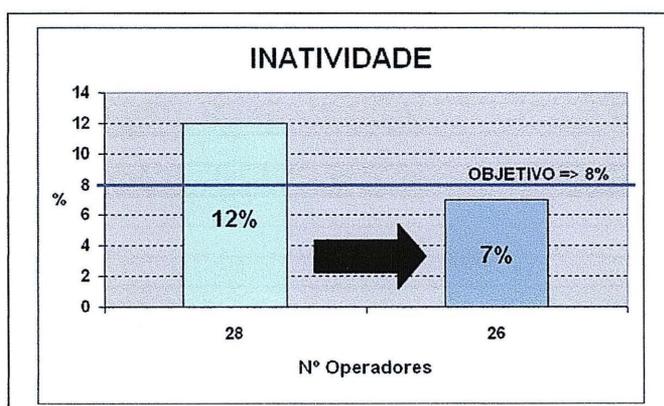


Gráfico 07: Taxa de Inatividade após compactação

### 3.1.6.3 - Taxa de Engajamento:

A taxa de engajamento global almejada foi alcançada em 93%, ver gráfico 08 abaixo.

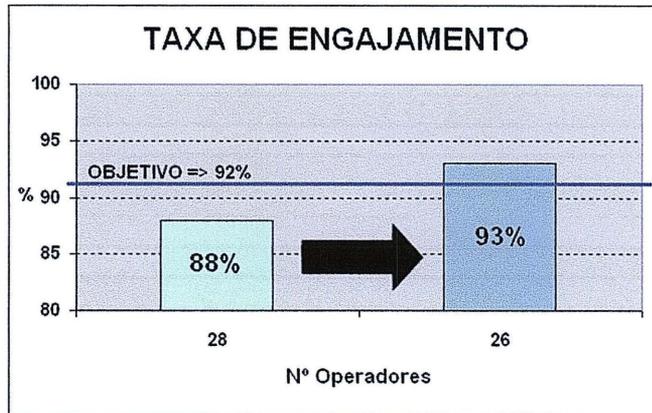


Gráfico 08: Taxa de Engajamento Global após compactação

Segue abaixo os quadros de engajamento por postos para as células de produção dos lados direito e esquerdo, verem gráficos 09 e 10.

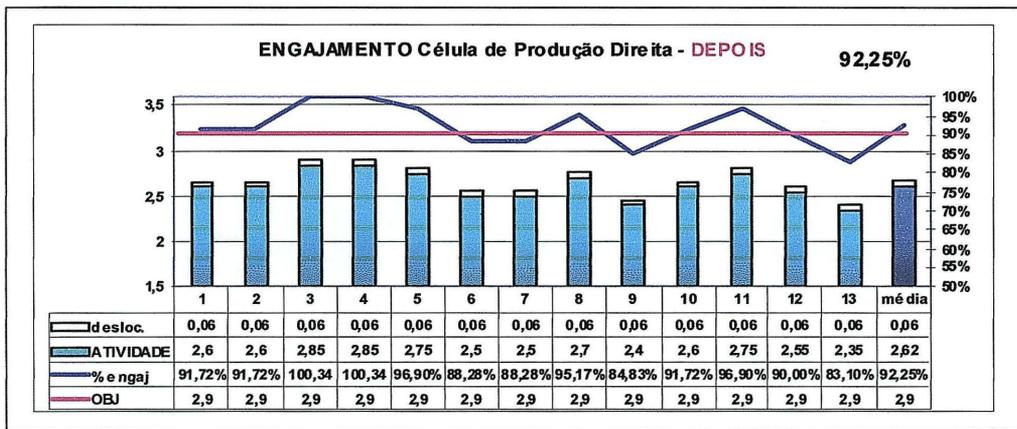


Gráfico 09: Gráfico Engajamento – Célula de Produção Direita

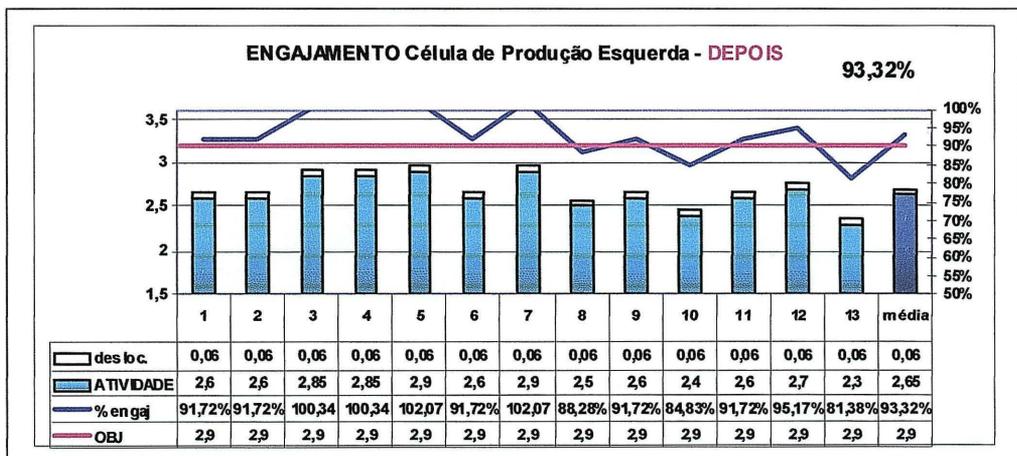


Gráfico 10: Gráfico Engajamento – Célula de Produção Direita

### 3.1.6.3 - Postos Conformes (Ergonomia):

Os postos conformes subiram de 2008 para 2009 em aproximadamente 6%, como

mostra o gráfico 11 abaixo.

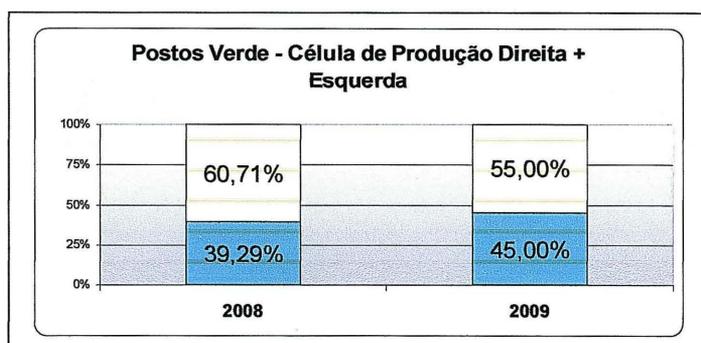


Gráfico 11: Postos Conformes – Célula de Produção Direita + Esquerda.

### ***3.1.6.4 - Verificação se o bloqueio foi efetivo***

Através dos valores apresentados pode-se verificar que o problema foi solucionado e que a causa fundamental foi encontrada e bloqueada.

### **3.1.7 – Padronização:**

#### ***3.1.7.1 - Elaboração ou alteração do padrão***

Para garantir o não reaparecimento do problema foi solicitada a fabricação a atualização de todas as Fichas de Operação Standard das operações de trabalho referentes a cada posto alterado.

#### ***3.1.7.2 - Educação e Treinamento***

A primeira quinzena de fevereiro de 2008 foi utilizada para treinamento e adaptação dos operadores ao novo layout da célula.

#### ***3.1.7.3 - Acompanhamento da utilização do padrão***

Durante o mês de fevereiro a rotina diária das células de produção foi acompanhada com o intuito de verificar e acompanhar a performance dos processos, a fim de evitar que o problema reapareça devido à degeneração no cumprimento dos padrões.

O supervisor da célula de produção deverá acompanhar periodicamente sua turma para verificar o cumprimento dos procedimentos operacionais padrão e coletar diariamente

os dados referentes a produção (retoques em linha, rendimento operacional, problemas ergonômicos, etc.) e apresentá-los no fechamento da atividade de compactação para garantir a eficácia do processo.

### **3.1.8 – Relatório A3:**

Criar relatório A3 (ver anexo 5) para cadastramento dentro da base de dados do QcStory e dentro dos clubes de conhecimento do negócio (club métier), a fim de serem utilizados como “benchmarking” para solução de problemas de trabalhos futuros referentes a assuntos de otimização de processo.

## ***3.2 – Estudo de Viabilidade Econômica***

Para se alcançar a tão esperada competitividade, os custos e a escassez do dinheiro fazem com que a análise de viabilidade econômico-financeira dos projetos com investimentos, assuma grande importância na atual realidade das organizações, auxiliando o processo decisório no momento da implantação de um novo projeto fabril.

Com a finalidade de apoiar a aprovação do projeto em bases sustentáveis, também foram feitos estudos de viabilidade econômica através do Payback, TIR e VPL, os quais mostraram que a compactação do processo não somente era viável do ponto de vista técnico-econômico, mas que também haveria a geração de um saving relevante com retorno do investimento.

### 3.2.1 – VPL

Pela análise do VPL o investimento feito para o projeto é viável, pois o valor obtido para uma taxa máxima foi positivo, ver tabela 05.

VPL	
Investimento:	R\$ 150.000,00
4 operadores	R\$ 148.000,00
<b>Compactação Células Produção</b>	
Fluxos de caixa anuais	
Ano 01	(R\$ 150.000,00)
Ano 02	R\$ 148.000,00
Ano 03	R\$ 148.000,00
Ano 04	R\$ 148.000,00
Taxas de desconto	
Mínimo	10% ao ano
VPL do projeto	
R\$	218.054,09 ←

Tabela 05 – Calculo VPL

### 3.2.2 – Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para Ross, et al (2002) com base na regra TIR, um projeto é aceitável se a TIR é maior do que o retorno exigido. Caso contrário deve ser rejeitado.

O valor da TIR do investimento é de 82%, conforme mostra tabela 06, o valor obtido está muito acima da taxa mínima de atratividade exigida pela empresa em questão. Portanto pela análise de investimento TIR este projeto é viável.

TIR	
Investimento:	R\$ 150.000,00
4 operadores	R\$ 148.000,00
<b>Compra de uma franquia</b>	
Fluxos de caixa anuais	
Ano 01	(R\$ 150.000,00)
Ano 02	R\$ 148.000,00
Ano 03	R\$ 148.000,00
Ano 04	R\$ 148.000,00
Taxas de desconto	
Mínimo	13,65% ao ano
TIR do projeto	
	82% ←

Tabela 06 – Calculo TIR

### 3.2.3 – Payback

Regra do payback – um investimento é aceitável quando o retorno do capital investido se dá num tempo igual ou menor que aquele determinado (padrão da empresa).

O valor da payback obtido foi de 1 ano e cinco dias, conforme mostra tabela 07, este valor está abaixo do mínimo exigido pela empresa em questão. Portanto pela análise de investimento Payback este projeto é viável.

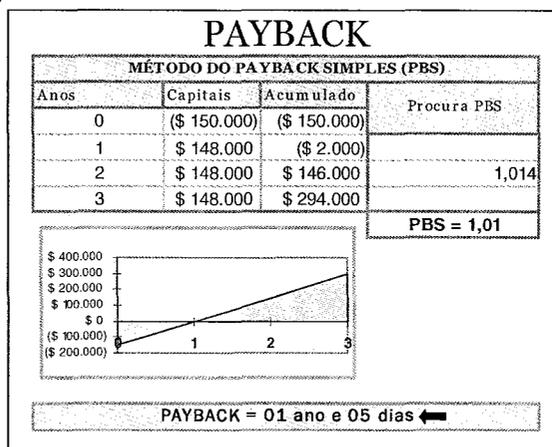


Tabela 07 – Cálculo Payback

### 3.3 – Estudo de Otimização de Processo

Conforme foi identificado dentro do QC Story no diagrama de árvore de falhas, ver capítulo 3.1.3, pode-se verificar que a essência do problema era devido a um Layout mal concebido, ocasionando o número excessivo de passos, um grande distanciamento entre os dispositivos de processo ocasionando o desperdício em logística de abastecimento frequencial e interna.

Este estudo de caso foi baseado no princípio de rearranjo de Yang e Peters – 1997, no que se refere a minimização dos custos dos fluxos de materiais, o qual diz:

“Há casos onde o re-layout prevê o rearranjo dos equipamentos para minimizar os custos dos fluxos de materiais, enquanto atende-se o volume de produção desejado. A necessidade de um re-layout em uma fábrica existente pode ser causada por uma variedade

de fatores, tais como: conversão do processo para uma manufatura celular ou sistemas flexíveis; adicionamento ou reposicionamento de equipamentos para melhoria da qualidade ou razões de segurança, e mudanças no produto ou novos produtos introduzidos na linha de produção.”

Foi utilizado para o estudo do rearranjo a metodologia de Metodologia para elaboração do arranjo físico em projetos da Carroceria de uma planta automotiva apresentada no capítulo 2.4.1 de Andréa Cristina Batista (2006). O estudo de rearranjo aconteceu em sincronia com o desenvolvimento do Qc Story, o qual foi utilizado para o preenchimento do método de resolução de problemas.

Como o estudo de caso da compactação da célula de produção será em uma linha de produção existente, não será utilizado todos os passos desta metodologia. Será apresentado nesta sessão apenas os passos condizentes ao trabalho de compactação informando em que momento eles foram aplicados.

### **3.3.1 – Aplicação da metodologia para elaboração do arranjo físico em projetos da Carroceria de uma planta automotiva.**

#### ***3.3.1.1 - Passo 1 - Obtenção dos dados básicos***

Neste momento foram feitas várias coletas de dados do processo existente, tais como: atualização do layout do processo, levantamento do número de funcionários, foi desenhado o fluxo do processo existente, foram verificados os carrinhos transportadores e interpostos, foi feito o levantamento da rede de fluídos necessárias para cada posto.

#### ***3.3.1.2 - Passo 2 - Analisar dados básicos***

Após análise estes levantamentos de dados foram utilizados para o preenchimento do QC Story nas etapas:

1- Identificação do problema, para maiores detalhes dos dados levantados ver capítulo 3.1.1;

2- Observação, como coleta de dados, ver capítulo 3.1.2

### ***3.3.1.3 - Passo 3 – Desenvolver o processo de produção:***

Neste momento uma prévia da distribuição dos postos foi feita.

### ***3.3.1.4 - Passo 4 – Planejar o padrão de fluxo de materiais:***

Neste momento o fluxo interno de materiais e fluxo de carrinhos frequenciais foram feitos.

### ***3.3.1.5 - Passo 5 - Estude um plano geral de movimentação de materiais***

Não utilizado, este passo é usado no caso de um projeto de novo veículo.

### ***3.3.1.6 - Passo 6 - Verificação das necessidades dos equipamentos.***

Neste momento foi verificado juntamente com a engenharia de métodos e processo a possibilidade de melhoria de engajamento dos operadores a fim de reduzir o número de postos.

Verificou-se que com o estudo de engajamento era viável e que poderia reduzir 2 operadores por turno.

### ***3.3.1.7 - Passo 7 - Planejamento das áreas individuais de trabalho***

Neste passo as normas de Ergonomia (NR 17) e Maquinas e equipamentos (NR 12) foram seguidas.

#### ***Distanciamento entre equipamentos:***

Seguindo a NR12, foi feita o estudo de dimensionamento entre postos a fim de

deixar o espaçamento entre os meios, transportadores, interpostos, etc. com um distanciamento seguro.

### ***Fatores Ecológicos***

Seguindo a norma NR 17, Foi feito a verificação dos fatores ecológicos, tais como:

#### **Iluminação**

Proposto 250 luxes: Máquina operatriz e fixa, solda e o tipo de sistema de iluminação será localizada.

#### **Gases:**

Foi verificado também a possibilidade de se instalar exaustores nos postos que onde há maior concentração de gases devido ao alto número de pontos de soldas, ocasionando assim um valor acima do aceitável segundo a norma NR15 – Atividades e operações insalubres.

### ***3.3.1.8 - Passo 8 - Definição dos equipamentos específicos de movimentação de material.***

Neste momento a engenharia logística, engenharia de processos e fabricação fizeram o estudo do melhor dimensionamento e desenho dos interpostos e transportadores.

### ***3.3.1.9 - Passo 9 - Apresentação do ante-projeto.***

Neste momento foi apresentado o anteprojeto aos chefes dos setores envolvidos para dar proceguimento ao estudo, como não houveram críticas e todos estavam de acordo passou-se para o passe seguinte.

### ***3.3.1.10 - Passo 10 - Definir o relacionamento das atividades.***

Não utilizado, este passo é usado no caso de um projeto de novo veículo.

### ***3.3.1.11 - Passo 11 - Determine os requisitos de armazenamento.***

Não utilizado, este passo é usado no caso de um projeto de novo veículo.

### ***3.3.1.12 - Passo 12 -. Planeje as atividades auxiliares e de serviços.***

Não utilizado, este passo é usado no caso de um projeto de novo veículo.

### ***3.3.1.13 - Passo 13 - Determine os requisitos de Espaço.***

Não utilizado, este passo é usado no caso de um projeto de novo veículo.

### ***3.3.1.14 - Passo 14 - Aloque as áreas das atividades no espaço total disponível.***

Não utilizado, este passo é usado no caso de um projeto de novo veículo.

### ***3.3.1.15 - Passo 15 - Considere as áreas do prédio.***

Não utilizado, este passo é usado no caso de um projeto de novo veículo.

### ***3.3.1.16 - Passo 16 - Construa o Arranjo Físico Definitivo.***

Como não houve ajustes no layout foi feito o layout detalhado do arranjo físico e enviado para “Validação”, onde todos os setores envolvidos assinaram acusando que estavam de acordo.

O piloto que coletou as assinaturas retornou ao setor de Layouts o layout assinado.

### ***3.3.1.17 - Passo 17 - Avalie, ajuste e verifique o arranjo físico com o pessoal apropriado .***

Ao receber o layout assinado o setor de Layout alterou o carimbo “EM VALIDAÇÃO” por: “VALIDADO”.

Foram impressas 03 vias do layout validado e entregues para o piloto

(engenharia de processo), o qual ficou com uma via, outra entregou ao fornecedor que fez a obra e outra ficou exposta no local da modificação.

#### ***3.3.1.18 - Passo 18 - Apresentações Gerais.***

Neste passo foram preparadas apresentações para as gerências, em comitês para mostrar o “status” do projeto.

#### ***3.3.1.19 - Passo 19 - Instalação do arranjo físico.***

Neste momento as movimentações dos equipamentos foram feitas. O piloto do projeto (Eng. Processos) fez a supervisão.

#### ***3.3.1.20 - Passo 20 - Acompanhamento do desempenho do arranjo.***

No decorrer do mês de janeiro e fevereiro foi feito o acompanhamento do desempenho do arranjo. Como todos os riscos foram levados em conta na preparação do QC Story, não houve problemas maiores.

No mês de fevereiro foi feita a verificação “in loco” de tudo o que foi implantado (As Built).

## 4 - CONCLUSÃO

A utilização do QcStory e do PDCA foi fundamental para a determinação da eliminação definitiva dos problemas de desperdícios, os quais ocasionavam as perdas de performance.

A nova disposição do layout das células de produção não somente trouxeram para a empresa melhorias produtivas demonstradas no decorrer deste “case”, mas também indicadores econômico-financeiros favoráveis os quais justificavam o investimento da empresa neste projeto.

Após um mês de utilização foram coletados os dados onde mostraram que a modificação foi viável não só economicamente, mas também acusando a eliminação dos problemas relacionados à performance, ergonomia e produtividade.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLE, J.M. (1977). Plant Layout and Material Handling. 3.ed. New York: John Wiley & Sons.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – FÓRUM NACIONAL DE NORMALIZAÇÃO. Conheça a ABNT – Normalização: um fator para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Editora e Gráfica Polar Ltda., 1994, 25 p

BATISTA, ANDRÉA CRISTINA. - Método proposto para elaboração de Arranjo Físico Enxuto de um novo projeto no setor de carroceria de uma Indústria automotiva. Curitiba – Paraná – UFPR - 2006.

CAMPOS, V.F. TQC — Controle da qualidade total (no estilo japonês). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni: Bloch Editores, 1992.

CANEN, Alberto G; WILLIAMSON, Geoff H, Facility layout overview: towards competitive advantage, Facilities; Volume 16 No. 7; 1998.

CORLETT, E. Nigel. Ergonomia das máquinas e ambientes de trabalho. In: I Congresso Latino Americano e III Seminário Brasileiro de Ergonomia, 1987, São Paulo. Anais... São Paulo: OBORÉ Editorial Ltda., 1992. 240 p. p. 09-15.

FATTOUCH , N. G., Metodologia para Alteração do Arranjo Físico do Setor Produtivo de Pequenas e Médias Empresas, (Dissertação de Mestrado), UFSC - Florianópolis - SC, 1989.

FATTOUCH, Nagib Georges, Arranjo Físico sob o Enfoque da Segurança.  
FURTADO, J.C., e LORENA, L. A .N., Otimização de Leiaute usando Busca Tabu, Gestão & Produção. Vol. 4, No. 1, 88-107, 1997.

GHINATO, P. Publicado como 2o. cap. do Livro Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife, 2000.

GONÇALVES FILHO, E.V. Arranjo físico de fábrica: um modelo para o processo de projeto e um algoritmo genético para a formação de células de fabricação. 133p. Tese (livre docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2001.

HARMON, ROY L.; PETERSON, LEROY D. Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

HAY, E.J. Just in Time: Um exame dos novos conceitos de produção, São Paulo: Maltese, 1992.

HIRSCHFELD, H. Engenharia econômica e análise de custos. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1992.

ITSEMAP do Brasil – Serviços Tecnológicos do Brasil. - Guia Básico de Segurança para armazenamento de mercadorias. – nº 11.

KLIEMANN Neto, F.J. & ANTUNES Júnior, J. A.V. Proposta de um processo de custeio para sistemas "Just in Time" de produção. Porto Alegre: PPGA/UFRGS, 1990.

LEE, Quaterman, IMAM, 1ª Edição, Projeto de Instalações e do Local de Trabalho, 1998.

LOPES, M. C. Modelo para Focalização da Produção com Células de Manufatura. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 1998.

MARQUES, S. R. A., Projeto de Layout Industrial no Contexto Just In Time Auxiliado por Computador, (Dissertação de Mestrado), UFSC - Florianópolis - SC., 1993.

MONDEM, Y "Sistema Toyota de Produção", São Paulo, IMAM, 1984,

MONKS, J.G. Administração da Produção. São Paulo: Mgraw-Hill, 1987.

MOORE, J.M. Plant Layout and Design. New York: The MacMillan Company, 1962.

MUTHER, R.; WHEELER, J.D. Planejamento sistemático e simplificado de layout. São Paulo: IMAM, 2000.

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre, Bookman, 1997.

OLIVÉRIO, J. L. Projeto de Fábrica: Produtos, Processos e Instalações Industriais. São Paulo: IBLC, 1985.

ROCHA, Luís Osvaldo Leal da. Organização e métodos: uma abordagem prática. 6.ed. São Paulo: Atlas, 1987.

ROCHA, L. O. L. da. - Organização & Métodos. São Paulo: Atlas, 1995.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J.F. Administração financeira: corporate finance. São Paulo: Atlas, 1995.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE NORMAS E REGULAMENTOS TÉCNICOS. NBINT (Núcleo Básico de Informações em Normas Técnicas IPT). v. 1, n. 1, set. 1986. 4 p.

SLACK, N. et al. Arranjo Físico e Fluxo. In: Administração da Produção. Vários tradutores. São Paulo: Atlas. 1997.

TOMPKINS, J.A. et al (1996). Facilities Planning. 2.ed. New York: John Wiley & Sons.

TUBINO, D. F. - Manual de Planejamento e Controle da Produção - São Paulo : Atlas.

WEBER, A. - Estação de Trabalho Lean: Organizada para a Produtividade - Strategos Inc.: 2005.

WERKEMA, M.C.C. - As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos – Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

WOMACK et al - A Máquina que mudou o mundo. São Paulo: Atlas. 1992.

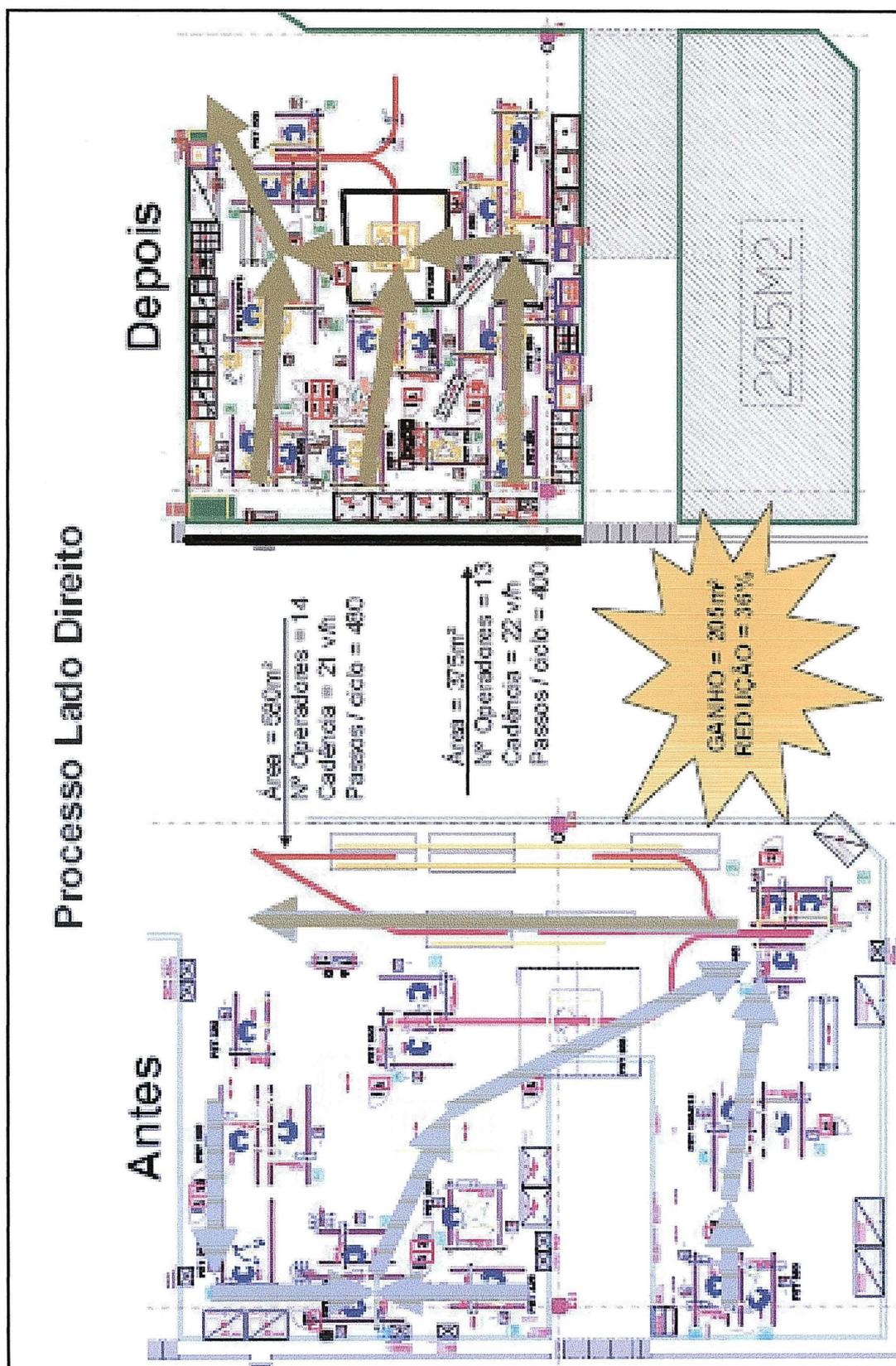


Anexo 2: Análise de Riscos

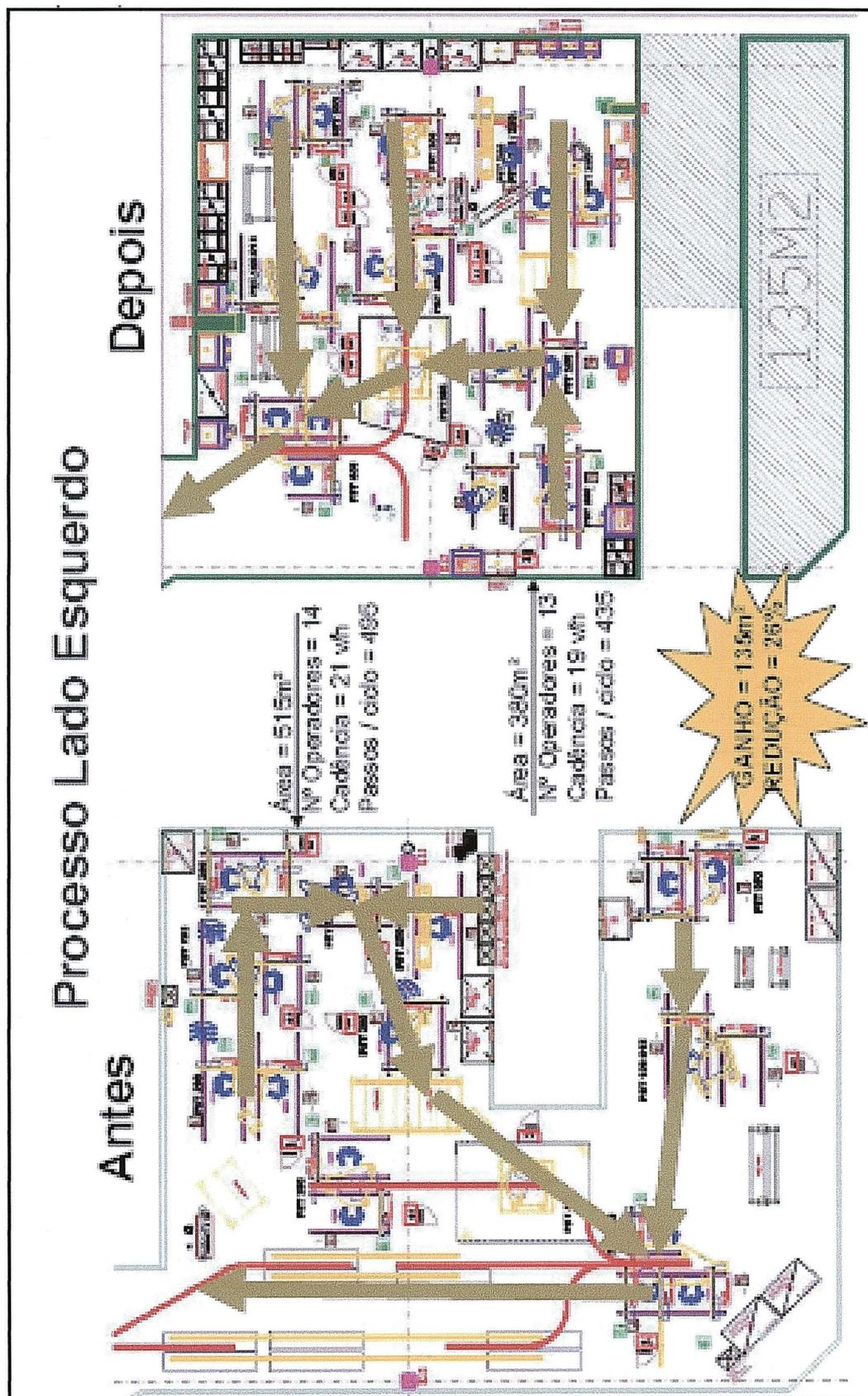
Análise de Risco

RISCO	R	P	N	RxPxN	Responsável	Plano de Contingência
1 - Não se submeter ao teste rápido em 2020	0,000	0,0	5	0,000	SESAE	
2 - Não aceitar o teste rápido voluntário	0,000	0,0	10	0,0	Ronald	
3 - Não realização e implementação de testes rápidos em áreas estratégicas (Fórum, Praça Rio Branco)	0,000	0,0	10	0,000	Marcos P.	
4 - Falta de divulgação de testes rápidos em locais estratégicos	0,000	0,0	4	0,04	Marcos M.	
5 - Atendimento inadequado dos testes rápidos (Atendimento e coleta de sangue)	0,000	0,0	4	0,00	Corine	
6 - Testes realizados em locais não autorizados	0,000	0,0	3	0,0	Corine	
7 - Falta de controle de estoque de kits de testes rápidos	0,0	0,0	3	0,0	J. Aguiar	
8 - Não atendimento de demanda de testes rápidos em locais estratégicos (Praça Rio Branco)	0,000	0,0	3	0,00	Marcos (J. Aguiar)	1 - Realizar ações de comunicação em locais estratégicos (Praça Rio Branco e Fórum)
9 - Não realização de implementação dos testes rápidos	0,0	0,0	3	0,0	Ronald	1 - Realizar ações de comunicação em locais estratégicos (Praça Rio Branco e Fórum)
10 - Falta de divulgação dos testes rápidos	0,000	0,0	3	0,00	Marcos M.	
11 - Falta de adesão da população aos testes rápidos	0,000	0,0	3	0,00	Ronald	
12 - Falta de adesão da população aos testes rápidos em locais estratégicos	0,000	0,0	3	0,00	Ronald	
13 - Falta de adesão da população aos testes rápidos em locais estratégicos	0,000	0,0	3	0,00	Ronald	
14 - Falta de adesão da população aos testes rápidos em locais estratégicos	0,000	0,0	3	0,00	Corine	
15 - Falta de adesão da população aos testes rápidos em locais estratégicos	0,000	0,0	3	0,00	Corine	
16 - Falta de adesão da população aos testes rápidos em locais estratégicos	0,000	0,0	3	0,00	Marcos M.	1 - Realizar ações de comunicação em locais estratégicos (Praça Rio Branco e Fórum)

Anexo 3 – Comparativo da Célula de Produção Lado Direito do Antes e Depois da Compactação



Anexo 4 – Comparativo da Célula de Produção Lado Esquerdo do Antes e Depois da Compactação



Anexo 5: Relatório A3

