

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**Melhorias no Setor de Solda de uma Empresa do Setor  
Metal Mecânico por Meio do Sistema Lean Manufacturing**

*Guilherme Saba e Silva*

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

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

Melhorias no Setor de Solda de uma Empresa do Setor Metal  
Mecânico  
por Meio do Sistema Lean Manufacturing

**Guilherme Saba e Silva**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de  
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da  
Universidade Estadual de Maringá.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Ms. Daiane Maria de Genaro Chirolí

**Maringá - Paraná  
2015**

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais, que foram a base de todo o aprendizado que tive ao longo da vida e que me deram as condições e motivações necessárias para o alcance de todas minhas conquistas.*

*“Quando faltam máquinas, você as pode comprar; se não tiver dinheiro, pode pegar emprestado; mas homens você não pode comprar ou pedir emprestado, e homens motivados são a base do êxito”  
Eggon da Silva*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, minha irmã e familiares, pelo apoio integral e incondicional em todos os momentos e decisões que tomei.

Aos colegas de faculdade que conheci, que contribuíram consideravelmente no atingimento dessa conquista.

Aos companheiros de república que tive, que foram como uma família para mim nos momentos difíceis e também nos momentos bons.

Aos professores do curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá que se dedicaram a transmitir o conhecimento, e em especial a minha orientadora e professora Daiane Maria de Genaro Chirolí, por me guiar durante a realização desse trabalho.

À empresa por me dar a oportunidade de pôr em prática os ensinamentos trazidos da faculdade e por tornar possível a realização deste trabalho.

## RESUMO

O cenário industrial do Brasil estimula consideravelmente a concorrência entre as empresas presentes, portanto visando a sobrevivência no mercado e seu potencial crescimento, as organizações presentes são obrigadas a buscar ferramentas e soluções alternativas. O Sistema de Produção Enxuta (SPE) tem recebido grande atenção no cenário mundial pelos resultados obtidos em grandes corporações no que diz respeito a redução de desperdícios e redução dos custos. Assim o presente trabalho traz como objetivo a proposta de aplicação de ferramentas do SPE, através da análise do processo produtivo de uma indústria de pequeno porte, na cidade de Maringá – PR, do setor metal-mecânico, especializada na produção de implementos agrícolas da linha de pulverizadores. A partir da apresentação e interpretação de pesquisa bibliográfica das técnicas e ferramentas que estruturam o SPE, foi possível desenvolver a proposta das ferramentas a serem aplicadas, de acordo com as condições encontradas na empresa estudada. Foram selecionadas as técnicas que apresentassem melhor desempenho para o caso. A proposta do estudo foi a implantação do Programa 5S; adequação de *Lay out* e Troca Rápida de Ferramentas como premissas para implantação de posteriores ferramentas do SPE, algumas ações foram iniciadas, trazendo resultados significativos para a empresa, como melhor organização do setor, padronização, redução do lead time produtivo em 25%, bem como redução no tempo de setup.

Palavras-chave: Sistema de Produção Enxuta; Sistema Toyota de Produção; Programa 5S; *Lay out*; Troca Rápida de Ferramentas.

## SUMÁRIO

### Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Justificativa .....	2
1.2	Definição e delimitação do problema .....	3
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	Objetivo geral .....	3
1.3.2	Objetivos específicos .....	3
1.4	Estrutura do trabalho.....	4
2	Revisão da Bibliografia .....	5
2.1	Sistema de Produção Enxuta.....	5
2.2	O Programa dos 5S's .....	11
2.3	Layout .....	15
2.4	<i>Poka Yoke</i> .....	18
2.5	<i>JIDOKA</i> .....	19
2.6	Troca Rápida de Ferramentas (TRF) .....	20
2.7	Considerações .....	25
3	DESENVOLVIMENTO.....	26
3.1	Metodologia .....	26
3.2	Caracterização da Empresa .....	27
3.2.1	Caracterização dos processos logísticos .....	29
3.3	Identificação dos problemas .....	32
3.4	Caracterização do setor de solda.....	33
3.5	Proposta de melhorias .....	34
3.5.1	Planejamento das Propostas.....	35
3.5.2	Estado Presente da Aplicação de Melhorias.....	41
4	Conclusão .....	50
5	Referências .....	52

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Ferramentas da Filosofia Enxuta .....	11
Figura 2 - <i>Lay out</i> departamental.....	15
Figura 3 - <i>Lay out</i> em linha .....	16
Figura 4 - Etapas do Trabalho .....	27
Figura 5 - Pulverizador Uniport da marca Jacto.....	29
Figura 6 - Layout da empresa X. O quadro abaixo representa a legenda da figura. ....	30
Figura 7 - Fluxograma dos processos .....	31
Figura 8 - <i>Layout</i> encontrado.....	39
Figura 9 - Diagrama Spaghetti .....	40
Figura 10 - Estante especial.....	44
Figura 11 - Estante especial.....	44
Figura 12 - Estaleiro .....	45
Figura 13 - Código de Identificação das peças.....	45
Figura 14 - Código de Identificação das peças.....	46
Figura 15 - Código de Identificação das peças.....	46
Figura 16 - <i>Lay out</i> modificado .....	47
Figura 17 - Diagrama Spaghetti após mudanças .....	48
Figura 18 - Cavalete giratório de engate rápido .....	49

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -- Definições dos cinco Sentos (5S's).....	14
Quadro 2 - Análise de Fluxo de Produção.....	17
Quadro 3 - Análise de Fluxo de Produção.....	17
Quadro 4 - Legenda do <i>Lay out</i> .....	30
Quadro 5 - Planejamento do Projeto .....	36
Quadro 6 - Cronograma do projeto realizado.....	42

# 1 INTRODUÇÃO

No meio econômico atual, a sobrevivência de uma empresa depende de diversos fatores, muitos deles favorecem seu próprio crescimento. A lucratividade do negócio é um fator crucial na análise de viabilidade de mudanças e implementações de melhorias nos negócios, produtos, serviços ou em seus processos produtivos, sendo este fator de extrema importância para o posicionamento da empresa no mercado.

Na intenção de assegurar a sobrevivência no mercado e intensificar os lucros da empresa, existem diversas metodologias capazes de auxiliar essa melhoria. Muitas dessas partem de princípios do Sistema Toyota de Produção, denominado também Sistema de Produção Enxuta. Esse sistema surgiu no Japão, pós Segunda Guerra Mundial, devastado, o país necessitava de mudanças drásticas para poder se reerguer. Tendo como principal meta o aumento da eficiência produtiva eliminando desperdícios e atividades que não agregam valor ao produto ou serviço. Nesse contexto, a minimização dos desperdícios, tais como: superprodução, tempo de espera de pessoas e equipamentos, transporte excessivo de materiais, movimentação excessiva de pessoas, processos não conformes, refugo e retrabalho (WOMACK e JONES, 1998, *apud* MATHEUS, 2012, p. 01); afeta diretamente na redução dos custos, tornando a organização mais competitiva. Segundo Giansesi & Corrêa (1993) “O principal objetivo de uma estratégia de manufatura é suportar a organização no atingimento de vantagem competitiva sustentada a longo prazo. ”

Empresas que atuam no setor metal mecânico enfrentam constantes avanços tecnológicos e necessidades de atualizações periódicas em sua produção para manterem sua competitividade. As atualizações envolvem compras de maquinário mais recente, novas tecnologias, melhorias em seus processos, produtos ou serviços e evolução de seus recursos humanos, assim como sua capacitação. Usualmente os benefícios primários advindos desses aprimoramentos são: redução do tempo de setup e do lead time, maior controle sobre a qualidade dos produtos e processos, corpo de funcionário capacitado; acarretando assim redução do custo de produção (fixos e variáveis) e possibilitando o crescimento da empresa, bem como de seus funcionários.

Porém para a implementação dessas melhorias, a planta produtiva deve estar organizada e preparada, a fim de garantir maior confiabilidade na coleta de dados, e promover mudanças que forneçam resultados significativos para a organização. Uma empresa preparada e organizada não diz respeito apenas ao aspecto físico e momentâneo da organização em si, mas também dos fatores culturais inseridos em todos os colaboradores ali presentes.

A fim de se preparar para receber melhorias na logística interna de produção, a empresa em foco buscou ferramentas e técnicas que trouxessem a mesma um nível de organização (cultural e organizacional) que permitisse uma coleta de dados confiável, e assim auxiliasse na implantação de quaisquer mudanças na estratégia produtiva dessa organização. Situada na cidade de Maringá-PR, a empresa atua no segmento metal-mecânico, e enfrentava problemas com perdas de ferramentas e peças, altos tempos de set up e lead time e constantes discrepâncias entre os dados reais e os fornecidos pelo sistema.

Desenvolveu-se então uma proposta baseada nas filosofias dos Cinco Sensos (5'S), adequação do layout e método da Troca Rápida de Ferramentas (TRF) como sendo precursores à implantação de uma estratégia Lean de produção.

## **1.1 Justificativa**

A aplicação de ferramentas do Sistema de Produção Enxuta auxilia significativamente a implementação de melhorias em sistemas de produção. Redução de estoques intermediários, de matérias-primas, de tempos de esperas, movimentações desnecessárias são efeitos primordiais dessas melhorias.

“O aprendizado do paradigma do Sistema Toyota de Produção, ou Manufatura Enxuta, ou Just-in-time de um modo geral, começa com a implementação de técnicas: sistemas de puxar (kanban), Housekeeping (5S), redução de tempo de set up, entre outras.” (RAGO *et. al.*, 2003)

A implantação da proposta do estudo é justificada pela melhoria da estratégia produtiva de uma empresa analisada. A mudança proposta será aplicada em toda a organização, a fim de estruturá-la para que se possa propor a implementação das ferramentas do Sistema de Produção Enxuta

no setor de solda da mesma, visto que esse processo é considerado um dos limitadores da capacidade do processo produtivo da empresa em questão. O estudo tentará por meio da proposta de aplicação de ferramentas de Gestão e Engenharia da Qualidade; Engenharia de Operações, provar melhorias possíveis para uma empresa do setor metal-mecânico.

## **1.2 Definição e delimitação do problema**

No contexto de mercado atual, a competitividade entre empresas é tamanha que essas são pressionadas a implementar melhorias contínuas em seus processos, produtos e serviços.

Empresas como a estudada apresentam diversos processos logísticos e produtivos que podem ser analisados e aperfeiçoados mediante reduções dos desperdícios citados. O presente trabalho tem a intenção de propor adaptação da planta produtiva, a fim de capacitá-la a efetuar reduções de desperdícios, apresentadas pela filosofia Enxuta, no setor de solda da organização estudada.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo geral**

O presente trabalho tem por objetivo adaptar a empresa piloto no sentido de organização e propor a implantação de ferramentas do Sistema de Produção Enxuta nos processos envolvidos no setor de solda.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a) Estudar das condições atuais: Avaliação do estágio de organização apresentado no processo produtivo.
- b) Desenvolver a proposta: propostas do Programa dos Cinco Sentos (5'S), alteração no "*layout*" da planta produtiva, como foco na melhoria contínua e Troca Rápida de Ferramentas.
- c) Identificar os parâmetros estratégicos que permitirão a aplicação do sistema de produção enxuta;
- d) Propor a aplicação de ferramentas do SPE.

#### **1.4 Estrutura do trabalho**

No presente capítulo são apresentados conceitos gerais do ambiente competitivo em que a empresa se encontra, abordagem dos problemas encontrados tal como sua relevância para o crescimento da organização, bem como a apresentação dos objetivos da pesquisa.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica que permite a sustentação conceitual e teórica das propostas realizadas pelo presente trabalho, onde foram abordados conceitos sobre as ferramentas do Sistema de Produção Enxuta.

O capítulo 3 é definida e caracterizada a metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho e apresenta o desenvolvimento da proposta em questão, abordando cada ferramenta selecionada e expondo o modo de aplicação e seus respectivos benefícios para a organização estudada, quando aplicadas. Apresentará também um plano de ação para a implantação de algumas dessas ferramentas.

Por fim, no capítulo 4 serão apresentadas as considerações finais sobre a relação entre as pesquisas efetuadas e os possíveis benefícios da proposta, se aplicada, para a organização.

## 2 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

O presente capítulo consiste na apresentação de conceitos, estudos e ferramentas já discutidas anteriormente por autores a respeito do Sistema de Produção Enxuta. Servirá de embasamento teórico para o desenvolvimento da ideia proposta pelo trabalho.

### 2.1 Sistema de Produção Enxuta

A base do Sistema de Produção Enxuta é o Sistema Toyota de produção, que surgiu no Japão pós-guerra pelo fato da economia do país estar devastada. Foi idealizado por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno voltado para a indústria automobilística (Toyota Motor Company) (WOMACK, 1992).

O termo Produção Enxuta, tradução do termo “lean”, surgiu no final dos anos 80 e sua filosofia foi difundida por Womack et al. com o livro “A Máquina que mudou o mundo” de 1992. O pensamento apresentado no livro por Womack resume o sistema de produção enxuta, num sistema produtivo com grande variedade de produtos/serviços, apresentando um curto lead time e alta qualidade dos produtos/serviços sem desperdícios (WOMACK, 1992).

Womack *et. al.* (1992) considera que a elaboração de máquinas e equipamentos, aumentos na capacidade, com instalação de máquinas em sequência e mantendo-as o mais simples possível, possibilitando alta flexibilidade e volumes de produção, são fatores importantes para a implementação de melhorias.

Womack *et. al.* (1992) declara também que o produtor enxuto combina as vantagens das produções artesanais e em massa, reduzindo o custo da artesanal e a inflexibilidade da produção em massa, dessa forma utiliza menores quantidades de todos os recursos em comparação com a última citada.

Segundo Rago *et. al.* (2003) deve-se ter conhecimento da situação atual (“ponto de partida”) e do objetivo (“destino), e uma maneira de se chegar a essas informações é aplicando o processo de CSM (Current State Mapping)- Mapeamento do Estado Atual, através do VSM (Value

Stream Mapping)- Mapeamento de Fluxo de Valores, para assim criar referências e avaliar em que ponto estamos de uma realidade enxuta.

Rago *et. al.* (2003) afirma que o processo de mapeamento envolve descrição gráfica dos fluxos de cada produto através da produção, tanto de informações quanto de materiais. O autor cita também informações importantes que devem ser coletadas pela equipe CSM:

- “Índice de produtividade: tempo disponível/ número de peças boas;”
- “Índice de rejeição: número de peças produzidas não reprocessáveis;”
- Mão-de-obra: número de operadores no processo (atual X necessário)
- Horas trabalhadas: o número de horas disponíveis por dia, número de turnos por dia e por semana;
- Tempo de troca de produtos (set up): o tempo requerido para mudanças na produção entre produtos (último produto bom de um lote para o primeiro produto bom do lote seguinte);
- Tempo de troca de ferramenta: total de tempo necessário para trocas de ferramentas como moldes, estampos, etc;
- Tempo de ciclo real de cada máquina;
- Níveis de estoque: quantidade e localização de todas as peças, incluindo matérias-primas e produtos acabados.

Rago *et. al.* (2003) considera que para se obter confiabilidade nos dados coletados, que elas representem a realidade, é necessário um período de tempo, o suficiente para representar o tamanho de um lote.

Segundo Ganesi & Corrêa (1993), a Produção Enxuta parte do princípio que existem sete tipos de desperdícios dentro da empresa os quais devem ser atacados e eliminados. Estes desperdícios, são:

- Desperdício de superprodução: de acordo com Ganesi & Corrêa (1993), são causados em sua maior parte de falhas e restrições do processo produtivo. É a perda mais danosa e mais difícil de ser eliminada entre as sete. Ela pode também mascarar alguma outra perda presente no processo.

Os principais tipos de superprodução são “superprodução por quantidade” e “superprodução por antecipação”.

Altos tempos de *setup* de equipamentos, problemas de qualidade e confiabilidade de equipamentos, induzem a um crescimento nos lotes fabricados; levando a produzir mais do que o necessário. Arranjo físico inadequado da planta de produção, falta de coordenação entre a demanda e a produção em questão de quantidades e momentos são fatores que levam também a formação de grandes lotes de produtos em seu processamento.

Desse modo é importante que se reduzam os tempos de *set up*, sincronize a demanda com a produção e que se adeque o layout da fábrica para que se produza somente o necessário no momento certo.

- Desperdício por espera ou ociosidade: Gianesi & Corrêa (1993) afirma que, a fim de garantir taxas elevadas de utilização de equipamentos ocorre formação de filas de espera. Sincronização do fluxo de trabalho e o balanceamento das linhas de produção são essenciais para a amortização deste tipo de desperdício.

Existem três tipos de desperdício por espera. Espera no processo, em que o lote aguarda o lote anterior ser finalizado para seu manuseio posterior; espera do lote, o tempo que as primeiras peças processadas ficarão paradas até que a última peça do lote seja finalizada; e espera do operador, que nada mais é que a ociosidade do operador devido ao desbalanceamento de operações.

- Desperdício de transporte: Gianesi & Corrêa (1993) descreve que por ser uma atividade que não agrega valor ao produto, a atividade de transporte deve ser tratada como um desperdício de tempo e recursos, por isso a eliminação ou redução do mesmo deve ser tratada como uma das prioridades na redução dos desperdícios. A elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas é uma medida eficiente na atuação sobre essa perda.
- Desperdício de processamento: Gianesi & Corrêa (1993) coloca que através de metodologias de engenharia, o número de componentes e processamentos são reduzidos, assim como simplificados. São mantidos apenas elementos indispensáveis para a produção de determinado produto, assim qualquer item que represente um custo, mas não valor ao produto, é passível de investigação e eliminação.
- Desperdício de movimentação nas operações: Gianesi & Corrêa (1993) relaciona-o a ineficiência da operação, resultante de movimentações desnecessárias na consecução

das atividades. Portanto justifica-se a importância das técnicas de estudo de tempos e métodos. O resultado de uma ação corretiva sobre as tarefas nos processos, resulta em reduções dos tempos de operação de 10 a 20%.

- Desperdício de produzir produtos defeituosos: Giansesi & Corrêa (1993) acrescenta que estes geram desperdícios de mão-de-obra, materiais, equipamentos, além de promoverem movimentações, armazenagem e inspeções que poderiam ser evitadas, resultando em custos de não-qualidade.
- Desperdícios de estoque: Giansesi & Corrêa (1993) expõe que excesso de produtos acabados, matéria-prima e material em processamento resultam em desperdícios de investimento e espaço. Apesar de terem a vantagem de aliviar problemas de sincronia entre os processos, deve-se atuar nas causas geradoras das exigências de espaços. Para isso pode-se agir com medidas para reduzir os tempos de *set up*, *lead times*, limitar-se as flutuações de demanda, prover melhor confiabilidade de equipamentos, para garantir a eficiência dos processos reduzindo a necessidade de espaço.

Conforme acima exposto, nota-se a proposta de eliminação de toda e qualquer perda, através da cessação dos desperdícios citados que eventualmente ocorram no processo produtivo. E a meta do Sistema de Produção Enxuta de acordo com Giansesi & Corrêa (1993) é erradicar esses desperdícios, a fim de se obter:

- Zero defeitos;
- Tempo zero de preparação (set up);
- Estoque zero;
- Movimentação zero;
- Quebra zero;
- Lead time zero;
- Lote unitário (uma peça).

Para eliminação destes desperdícios, segundo Giansesi & Corrêa (1993), e alcance das metas estabelecidas a Produção Enxuta lança mão de um conjunto de técnicas e ferramentas. Algumas delas são:

- Just in Time – “em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias a montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários produzir o item necessário na hora necessária” (OHNO, 1988);
- JIDOKA – atua na prevenção de defeitos. “Pare a produção para que a produção nunca tenha que parar. ” (DENNIS, 2008, p. 109).
- *Value Stream Mapping* - O Mapa do Fluxo de Valor Mapeamento das atividades do Processo;
- Matriz de Resposta da Cadeia de Suprimentos Layout Enxuto - Técnicas de Formação de células sistema kanban de controle da produção.

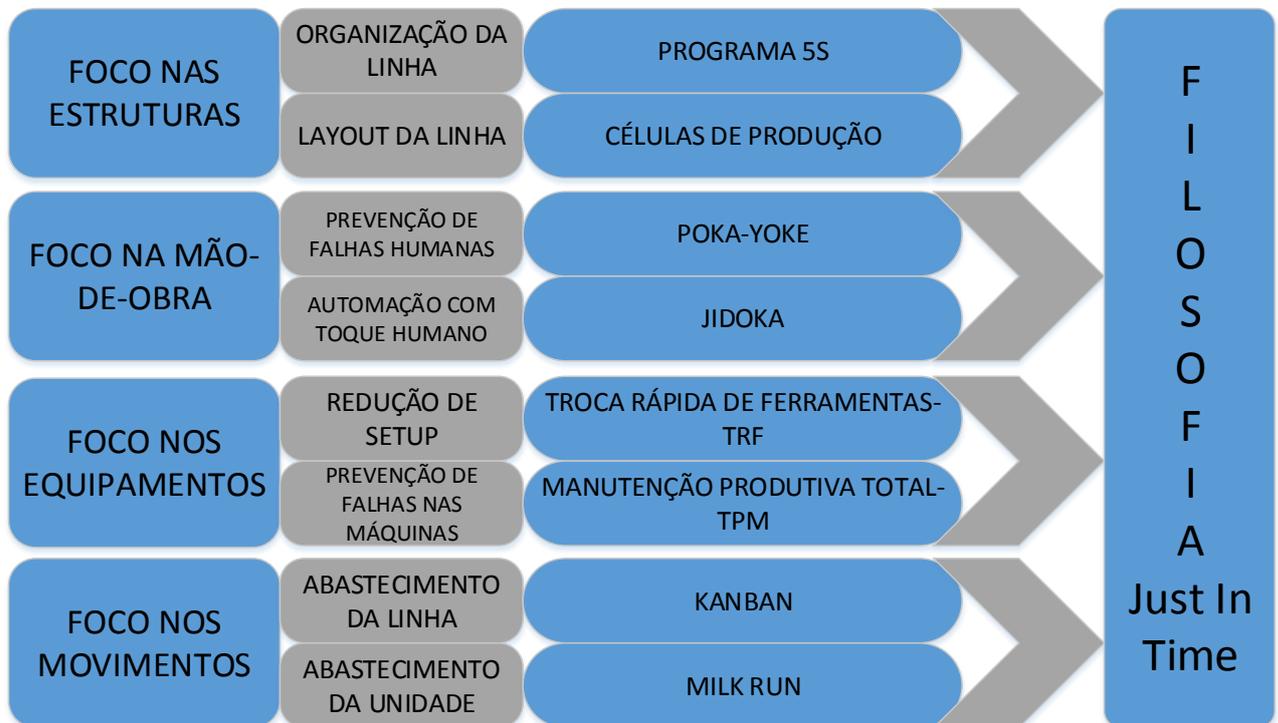
Rago *et. al.* (2003) cita dez passos cruciais para a implantação:

- 1ª) “Liderança e satisfação do cliente: O sucesso da implantação do SPE depende de uma forte liderança do homem “número 1” da empresa, que deve ter cunho pessoal associando a imagem desse homem à da empresa. A satisfação do cliente deve ser a orientação de todo o projeto. ” (RAGO *et. al.*, 2003)
- 2ª) “Envolvimento das pessoas: A cultura da organização deve ser transformada, e os paradigmas da produção em massa devem ser modificados para o novo paradigma: lean production (produção enxuta). ” (RAGO *et. al.*, 2003).
- 3ª) “Aliança com fornecedores: A mudança exigirá alteração em toda a cadeia de abastecimento, iniciando no cliente, que terá suas necessidades atendidas. Internamente, com a mudança da cultura das pessoas e os fornecedores, é necessário iniciar também a mudança do paradigma de produção. ” (RAGO *et. al.*, 2003).
- 4ª) “Qualidade na fonte: Devem ser despendidos muitos esforços na busca da qualidade, garantindo que seja produzida e não apenas controlada ou inspecionada. Uma técnica muito recomendada é o *poka-yoke*, dispositivos a prova de erros, em que mesmo involuntariamente os produtos defeituosos não chegam até o processo seguinte. ” (RAGO *et. al.*, 2003).
- 5ª) “Gestão à vista: “À vista” pode ter dois significados: visibilidade e imediatismo (não a prazo). O controle visual deve ser amplamente difundido para garantir que as

informações fluam pela empresa com rapidez, precisão e que os controles sejam de responsabilidade de todos. ” (RAGO *et. al.*, 2003).

- 6<sup>a</sup>) “Manutenção produtiva: Os equipamentos devem estar sempre disponíveis para produzir e possibilitar o alcance do fluxo de produção de uma peça. Além da melhoria técnica dos equipamentos, também se espera uma melhoria de comportamento das pessoas. ” (RAGO *et. al.*, 2003).
- 7<sup>a</sup>) “Troca rápida: Os clientes desejam mais diversidade de produtos e serviços, e portanto, os processos devem ser cada vez mais flexíveis. As trocas de ferramentas e dispositivos devem ser muito rápidas para evitar a produção de lotes “econômicos”, que geram estoques de itens que poderão não ser utilizados, ocupando áreas e materiais que poderiam ser úteis para outra linha de produtos que foram vendidos, além de utilizarem pessoas para produzir itens que vão ficar parados sem ser vendidos. ” (RAGO *et. al.*, 2003).
- 8<sup>a</sup>) “Puxar a produção: Empurrar a produção é uma característica típica da produção em massa. Puxar a produção é típico da produção enxuta: produzir aquilo que o cliente precisa, e não o que é conveniente para a produção. É necessário usar indicadores de atendimento ao cliente e não de eficiência de equipamentos. Usar painéis porta-kanban para todos visualizarem as necessidades dos clientes, não produzindo nada se o cliente não quiser nada. ” (RAGO *et. al.*, 2003).
- 9<sup>a</sup>) “Redução do tempo de ciclo: Usar layout em células em formato de “U” para que os colaboradores visualizem as operações e que possibilitem produzir uma peça por vez. Diante das incertezas das previsões que os clientes oferecem, a única saída é desenvolver um sistema de produção altamente flexível e de resposta rápida. Não é possível conviver com estoques elevados para atender mais rápido o cliente, isso implica em um custo muito elevado. A resposta rápida se atinge com redução de tempos de produção (lead time). ” (RAGO *et. al.*, 2003).
- 10<sup>a</sup>) “Controle e redução de custos: Toda a empresa deve ter a mentalidade de buscar a redução de custos em todas as atividades. Desde o desenvolvimento dos produtos, passando por compras, produção, logística, distribuição e vendas. O uso da criatividade e boas ideias devem ser estimuladas e incentivadas para atingir resultados de pequenas melhorias e grandes inovações. ” (RAGO *et. al.*, 2003).

Pode-se então estabelecer medidas a serem tomadas, com a finalidade de preparar a organização, para receber a aplicação do SPE, conforme ilustra a Figura 1.



**Figura 1- Ferramentas da Filosofia Enxuta**

**Fonte: Rodrigues (2014)**

A proposta envolve a aplicação de apenas uma parcela das ferramentas citadas, sendo essas a Filosofia dos Cinco Sentidos, Adequação de lay out e Troca Rápida de Ferramentas por serem as precursoras das restantes no Sistema de Produção Enxuta.

## 2.2 O Programa dos 5S's

Silva (1994) relata que o Programa dos 5S's foi criado no Japão pós-guerra (década de 50), devastado, cada S expressa um significado originário do idioma japonês. São interpretados como sentidos, com a finalidade de exprimir ideia de mudança comportamental. Os cinco sentidos exprimem: 1º S: Seiri, senso de utilização; 2º S: Seiton, senso de ordenação; 3º S: Seiso, senso de limpeza; 4º S: Seiketsu, senso de saúde; 5º S: Shitsuke, senso de autodisciplina. O programa em si, é relativamente simples, onde os três primeiros passos proporcionam resultados

grandiosos, porém a manutenção e melhoria do programa a longo prazo, são extremamente dispendiosos.

“O 5S deve ser implementado com o objetivo específico de melhorar as condições de trabalho e criar o ambiente de qualidade.” SILVA (1994).

“O programa 5S visa mudar a maneira de pensar das pessoas na direção de um melhor comportamento para toda a vida. O programa não é somente um evento episódico de limpeza, mas uma nova maneira de conduzir a empresa com ganhos efetivos de produtividade.” (CAMPOS, 1992).

Os significados dos 5S's segundo OSADA (1992):

- SEIRI: utilização, organização. Significa distinguir o necessário do desnecessário, e agrupar as coisas pela sua ordem de importância. O gerenciamento por estratificação auxilia a determinar a importância e urgência dos objetos, avaliando a quantidade de vezes que esses são utilizados em relação aos demais presentes no posto de trabalho. Os itens julgados desnecessários são descartados do local de trabalho.
- SEITON: ordenação, arrumação. Consiste em colocar as coisas certas nos lugares certos, afim de acabar com o tempo de procura de objetos. São definidos locais para cada objeto, de acordo com sua frequência de uso, por exemplo os itens utilizados com frequência, são guardados no local de trabalho ou carregados junto ao trabalhador, os que são utilizados às vezes são mantidos no posto de trabalho, os usados com pouca regularidade podem ser conservados em locais distantes e os que não utilizamos podem ser descartados ou mantidos como itens de reserva. Ferramentas como etiquetas, planilhas de padronização das localizações dos objetos, são de grande importância para auxiliar a redução do tempo de procura.
- SEISO: limpeza. Significa acabar com o lixo, sujeiras e tudo o que for estranho, até tudo ficar limpo. Gera impacto positivo sobre o tempo de manutenção, qualidade, segurança, moral entre outros aspectos operacionais. A limpeza não se refere exclusivamente à ação de limpar, mas também a ação de não sujar, portanto é importante identificar melhorias nos processos, máquinas e projetos a fim de reduzir ao máximo a produção de sujidades.

- SEIKETSU: padronização. Expressa a necessidade de manter a organização, ordenação e a limpeza contínua. Abrange tanto a limpeza pessoal quanto do ambiente. A inovação e gerenciamento visual são utilizados para atingir e manter as condições-padrão.
- SHITSUKE: autodisciplina. A ênfase está na criação de bons hábitos de utilização, organização e limpeza (tanto pessoal quanto do ambiente), ensinando e treinando a todos para reprimir os maus hábitos. Um meio de garantir tais resultados é pela promoção e comunicação contínua do programa, através de quadros de informação sobre o estado atual do 5S, cartazes espalhados pela empresa, sistemas de competições entre setores com bonificações, com a finalidade de melhorar a fixação da filosofia do programa na instituição.

OSADA (1992) considera que os 5S's podem ter variadas interpretações, por isso é de extrema importância esclarecer exatamente seus objetivos, e como serão estruturados para que a organização os alcance.

Segundo Campos (1992), O 5S é um programa que envolve todos os integrantes da empresa, deve ser liderado pela alta administração e ser baseado em educação, treinamento e prática em grupo. Assim cada envolvido, sendo da produção ou administração, tem sua função específica, conforme apresentado no quadro 1:

5'S	PRODUÇÃO	ADMINISTRAÇÃO
SEIRI (utilização, organização)	Identificação de equipamentos, ferramentas e materiais necessários e desnecessários nas oficinas e postos de trabalho.	Identificando dados e informações necessárias e desnecessárias para decisões.
SEITON (ordenação, arrumação)	Determinação de local específico ou <i>lay out</i> para os equipamentos serem localizados e utilizados a qualquer momento.	Determinação do local de arquivo para pesquisa e utilização de dados a qualquer momento. Deve-se estabelecer um prazo de 5 minutos para se localizar um dado.
SEISOH (limpeza)	Eliminação do pó, sujeira e objetos desnecessários e manutenção da limpeza nos postos de trabalho.	Sempre atualização e renovação de dados para ter decisões corretas.
SEIKETSU (asseio, padronização)	Ações consistentes e repetitivas visando a arrumação, ordenação e limpeza; e ainda manutenção de boas condições sanitárias e sem qualquer poluição.	Estabelecimento. Preparação e implementação de informações e dados de fácil entendimento que serão muito úteis e práticas para decisões.
SHITSUKE (auto-disciplina)	Hábito para cumprimento de regras e procedimentos especificados pelo cliente.	Hábito para cumprimento dos procedimentos determinados pela empresa.

Quadro 1 -- Definições dos cinco Sensos (5S's)

Fonte: CAMPOS (1992)

A organização obtida, não deve ser apenas em nível estrutural, mas sim em nível cultural de todos os colaboradores da empresa. Tal mudança cultural é demorada e complexa, porém pode proporcionar aumentos da capacidade produtiva com a eliminação de atividades que não agregam valor, como a busca por ferramentas e materiais e a movimentação envolvida nas mesmas.

Após implantado o 5s, se faz necessário avaliar a estrutura da empresa, e para tal o estudo do layout é essencial, conforme descrito no tópico posterior.

### 2.3 Layout

De acordo com Giansesi & Corrêa (1993), em meados da década de 70, com base no STP, os japoneses inovam com o conceito de linhas de produção, garantindo que o trabalho organizado em linhas, elimina desperdícios de espera, superprodução, estoque, defeitos de qualidade, movimentos, transportes, processos desnecessários, além de proporcionar um ambiente de trabalho polivalente, seguro, saudável e ergonômico.

Tubino (2004) cita que ao invés de agrupar as máquinas por função, conforme figura 2, deve-se agrupá-las por produto, focalizando o arranjo físico em um produto ou família de produtos, de forma a formar células que disponham as máquinas na sequência necessária à fabricação desses itens, de acordo com a figura 3.

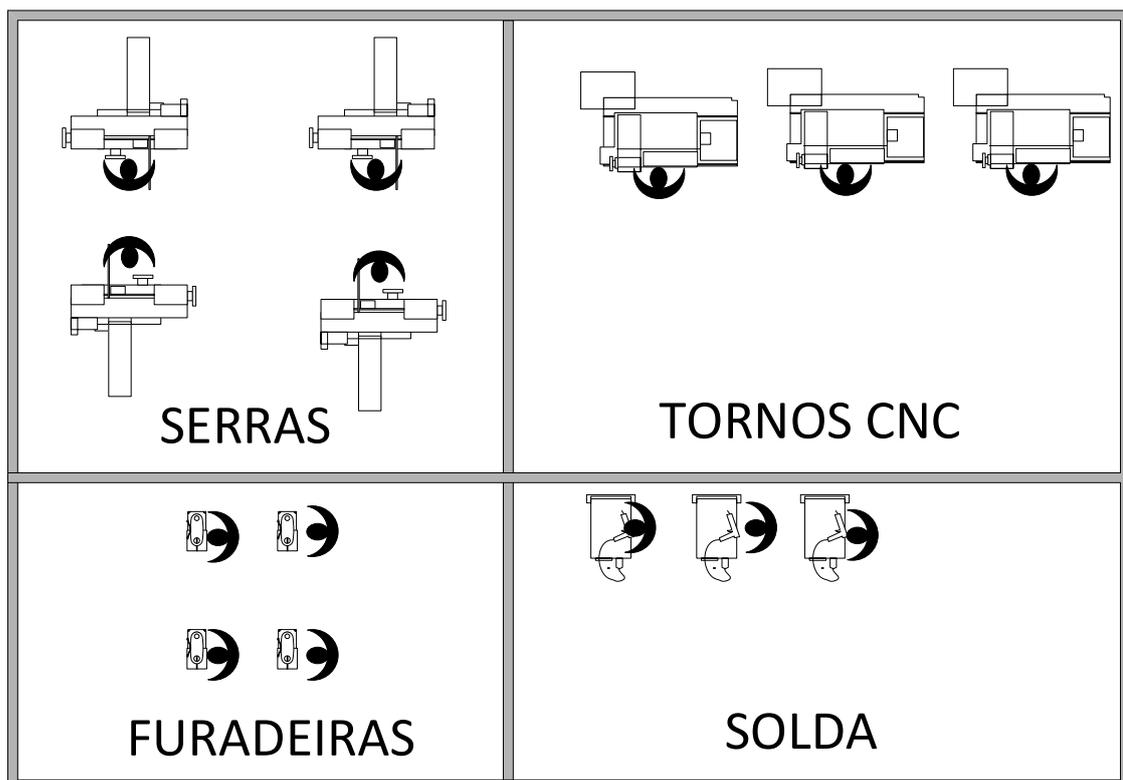


Figura 2 - Lay out departamental

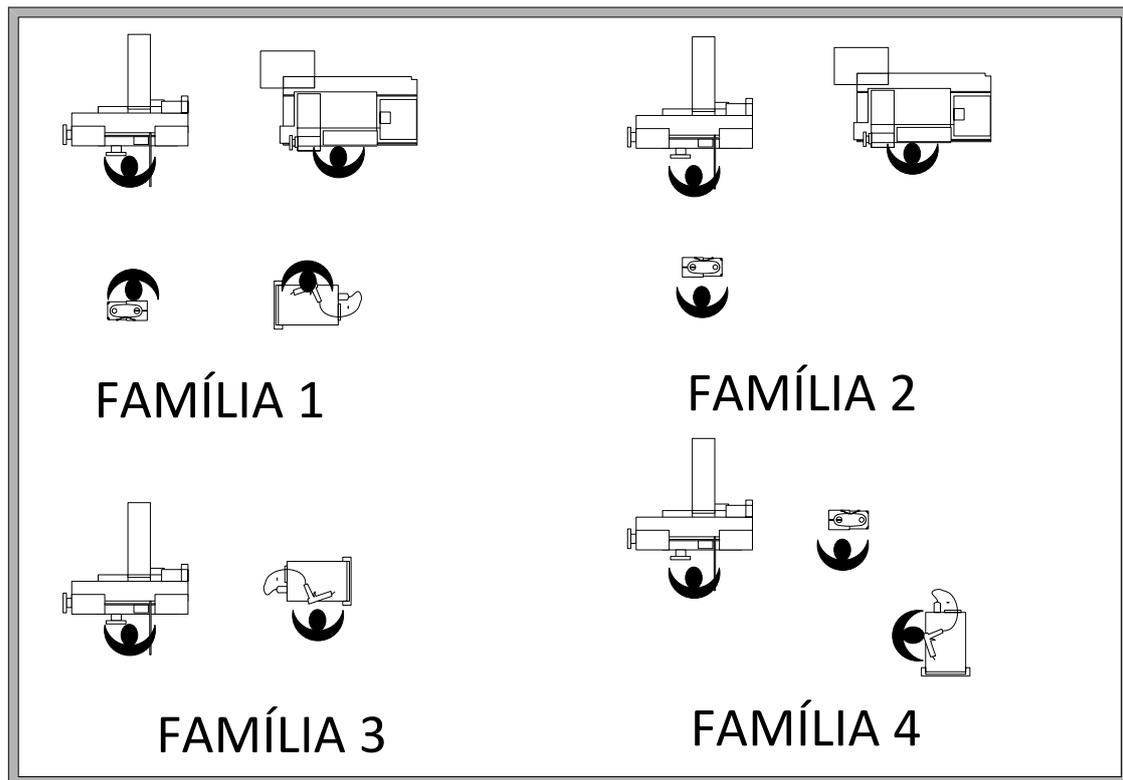


Figura 3 - Lay out em linha

“Cada produto, informação ou cliente segue um roteiro pré-definido no qual a sequência de atividades requeridas, coincide com a sequência na qual os processos foram arranjados fisicamente. Os recursos em transformação seguem um fluxo ao longo da linha de processos. Por esse motivo, esse tipo de arranjo físico pode ser chamado de arranjo físico em fluxo ou em linha. Geralmente a uniformidade de requisitos do produto ou serviço, faz dele um arranjo relativamente fácil de controlar.” (SLACK, 2009)

Segundo Tubino (2004) o *lead time* de itens fabricados em lotes, de forma intermitente, é composto por: tempo de tramitação da ordem de produção, tempo de espera na fila do recurso, tempo de *set up*, tempo de processamento e tempo de movimentação. Exceto o tempo de tramitação, todos os demais podem ser drasticamente reduzidos ou até eliminados, com a implantação do *layout* em linha, conforme figura 3:

No processo de escolha das máquinas de cada célula de produção, Slack (2009) considera o método de análise do fluxo de produção (AFP) como meio de simplificar a análise do fluxo de

produção, e assim tomar as decisões relativas à alocação das máquinas. O método envolve a análise dos requisitos de produto e agrupamento de processos, simultaneamente.

Na Quadro 02, demonstra-se a estratificação para um conjunto de 8 peças e 8 máquinas, onde cada peça requer um conjunto específico de operações divididos pelas 8 máquinas, como demonstrado por Slack (2009).

	PEÇA 1	PEÇA 2	PEÇA 3	PEÇA 4	PEÇA 5	PEÇA 6	PEÇA 7	PEÇA 8
MÁQUINA 1								
MÁQUINA 2								
MÁQUINA 3								
MÁQUINA 4								
MÁQUINA 5								
MÁQUINA 6								
MÁQUINA 7								
MÁQUINA 8								

Quadro 2 - Análise de Fluxo de Produção

Nesse caso, a matriz parece não exibir qualquer agrupamento natural. Porém se a ordem das linhas e colunas for alterada, de forma a mover os espaços preenchidos para o mais próximo possível da diagonal da matriz, então um padrão mais claro emerge (Quadro 03). Isso mostra que as máquinas podem ser agrupadas convenientemente em três linhas, indicadas como A, B e C.” (SLACK, 2009)

	PEÇA 3	PEÇA 6	PEÇA 8	PEÇA 5	PEÇA 2	PEÇA 4	PEÇA 1	PEÇA 7
MÁQUINA 4								
MÁQUINA 1								
MÁQUINA 6								
MÁQUINA 3								
MÁQUINA 8								
MÁQUINA 2								
MÁQUINA 5								
MÁQUINA 7								

Quadro 3 - Análise de Fluxo de Produção

Uma vez agrupados os itens por famílias com características afins, a questão seguinte na montagem de células é o formato das células e a disposição das máquinas na mesma. Onde segundo Tubino (2004) o desenho ideal para a montagem das células é o formato em “U”, podendo-se empregar também formatos em “V” ou “L” de acordo com a disponibilidade espacial e a quantidade de máquinas por célula.

Essas adequações serão as principais na redução de desperdícios de movimentação, e serão de extrema importância na análise da capacidade produtiva da empresa, tal como sua possível expansão.

Aliado a essas mudanças deve-se dar atenção também à qualidade presente no processo, no que diz respeito a identificação de falhas presentes. Uma ferramenta útil nesse aspecto é o *Poka Yoke*, que será apresentada no próximo tópico.

#### **2.4 *Poka Yoke***

Ghinato (2004) expõe que no início da década de 60, *Shigeo Shingo* lançou a ideia de listar todas as operações passíveis de falhas humanas, para assim evita-los. Ele notou que a maioria dessas falhas eram associadas a falta de atenção ou esquecimento dos operários. Por isso o nome *Poka Yoke*, do japonês dispositivos a prova de erro.

KOSAKA (2006) considera que a utilização do método *Poka Yoke* é um meio de se garantir a qualidade no processo e define o método como dispositivos ou mecanismos nas máquinas e postos de trabalho com a finalidade de coibir a ocorrência de erros.

Ghinato (2004) descreve o *Poka Yoke* como um mecanismo de detecção de anomalias, que ao ser acoplado a uma operação, impede que a atividade seja realizada incorretamente. Ghinato (2004) diz também que além de detectar erros, o recurso pode apontar ao operador a maneira correta de se realizar a operação.

Shingo (1996) cita duas maneiras de se aplicar o *Poka Yoke* para se corrigir erros:

- Método de Controle: a máquina é paralisada ao se ativar o *Poka Yoke*, permitindo a correção do problema;
- Método de Advertência: ao ser ativado, o *poka yoke* emite um sinal (luz, sirene, alarme) visando apenas alertar o operador.

Shingo (1996) ressalta que o *Poka Yoke* de controle é o dispositivo corretivo mais eficaz, pois paralisa o processo até que a anormalidade seja corrigida, sendo que o de advertência permita

que o defeito continue, no caso de não serem atendidos os alertas ao trabalhador. Ele classifica o *Poka Yoke* de controle em três tipos:

- Método de contato: identifica não conformidades em relação à forma ou dimensão do produto;
- Método de conjunto: avalia a execução das atividades e sua quantidade, para determinar se o número previsto de atividades foi realmente efetuado;
- Método de etapas: identifica se os estágios ou operações pré-estabelecidos são seguidos.

Ghinato (2004) afirma que a base para o “zero defeitos” é composta pelos métodos de inspeção na fonte, a inspeção 100%, o *feedback* e ação simultâneos e a utilização de *poka yoke* e reforça a ideia de que o *Poka Yoke* é que viabiliza a utilização dos outros três elementos, e conclui que o “zero defeitos” é sustentado basicamente pela inspeção na fonte e utilização de dispositivos de *Poka Yoke*, pois segundo GHINATO 2004: “o "feedback" imediato é uma decorrência do *Poka-Yoke* e não haveria sentido em utilizá-lo de outra forma que não fosse em regime de inspeção 100%.”

Além dos dispositivos *Poka Yoke*, outro meio de se realizar a inspeção 100% e garantir o *feedback* instantâneo é o *JIDOKA*, como é descrito no tópico seguinte.

## 2.5 *JIDOKA*

Kosaka (2006) discorre que a ferramenta *JIDOKA* tem suas raízes nas máquinas de tear fabricadas por Sakichi Toyoda (1867-1930), na fábrica de tear *Toyoda Spinning and Weaving*, considerado o inventor da máquina de tear automática. O problema enfrentado por ele era o fato de que a máquina automática de tear, não parava seu processo de fabricação em casos de rompimento do fio, tornando o defeito possível de detecção apenas no final do processo, tendo assim, produzido uma larga quantidade de tecido defeituoso.

Kosaka (2006) diz que a solução momentânea utilizada foi a presença de um operador, atuando como um vigia, para informar o rompimento do fio, ou qualquer outra anomalia para assim interromper a máquina. Porém, a máquina inventada por Toyoda, e colocada em prática em 1924, fazia uso de um dispositivo que era capaz de detectar além do rompimento da linha,

anomalias como fim da linha e a quantidade programada de produção atingida, eliminando a necessidade de um operador da vigília.

Kosaka (2006) acrescenta que nem só de máquinas veio o *JIDOKA*, a concepção citada de o operador ter que parar a operação quando descobrisse a anomalia, com o pressionar de algum botão ou sinalização, é considerada também uma atividade do método, envolvendo apenas intervenções humanas. Tal afirmação é válida, pelo objetivo de ambas as situações ser detectar qualquer defeito ou anomalia, afim de interromper a operação e evitar a não qualidade.

Ghinato (2004) discorre que Taiichi Ohno, em 1932 recém-formado em Engenharia Mecânica, se junta a *Toyoda Spinning and Weaving* e recebe um desafio, lançado por Kiichiro Toyoda (filho de Sakichi) e começa a realizar mudanças nas linhas de produção. Ohno sabia que para elevar a eficiência na linha, deveria aumentar a produção ou reduzir o número de trabalhadores, assim procurou organizar o *lay out* das máquinas, de modo que um trabalhador pudesse operar de três a quatro máquinas ao longo do processo produtivo, conseguindo aumentar a eficiência da produção em duas a três vezes. O que possibilitou o rearranjo foi a capacidade das máquinas desenvolvidas por Sakichi paralizar ao menor sinal de anormalidades no processamento. Este conceito foi então denominado *Jidoka*, que consiste em facultar ao operador ou máquina, a autonomia de parar o processamento sob a ocorrência de qualquer defeito ou anormalidade.

Além da qualidade presente nos produtos que se deve atentar, outro fator importantíssimo é a qualidade dos processos. A fim de se garantir confiabilidade e rapidez em atividades secundárias, como *setup*, métodos como a Troca Rápida de Ferramentas são de extrema importância, conforme exposto no tópico seguinte.

## **2.6 Troca Rápida de Ferramentas (TRF)**

As trocas rápidas de ferramentas são um requisito indispensável para o STP, pois segundo (OHNO, 1988) “A troca de ferramenta era considerada um elemento que reduzia eficiência e aumentava custos.” (OHNO, 1988).

Shingo (1996) classifica as operações da seguinte maneira:

- Operações de *setup*: Preparação antes e após as operações, como remoção e instalação de matrizes, de ferramentas, etc.
- Operações principais: O trabalho necessário, incluindo as chamadas operações essenciais e auxiliares segundo Shingo () como:
  - Processamento – transformação da matéria-prima operação principal; colocar e remover peças e materiais das máquinas operação auxiliar;
  - Inspeção – medição de qualidade como principal; encaixe e remoção do produto no aparelho de medição como auxiliar;
  - Transporte – movimentação de material como principal; carregamento e descarregamento de peças e materiais;
  - Estocagem – manter ou estocar peças e produtos como principal; alocação e remoção de peças e materiais na área de estocagem;

Tubino (2004) Inventada por Shingo na década de 70 após diversas experiências no Japão, em especial na Toyota Motors, em que conseguiu reduzir os tempos de *setup* de duas horas para apenas três minutos.

Tubino (2004) classifica três componentes de custos associados ao processo de fabricação:

- *Custo direto*: o custo incorrido diretamente nos processos de compra ou fabricação dos itens, sendo proporcional à demanda do período e aos custos unitários, conforme equação 1:

$$CD = D \cdot C \quad (1)$$

Onde:  $CD$ = Custo direto do período;

$D$ = Demanda do item no período;

$C$ = Custo unitário de compra ou fabricação do item.

- *Custo de Preparação*: todo custo referente ao apoio da compra ou fabricação dos itens, como mão-de-obra, máquinas e materiais para emissão e processamento das ordens de produção ou de compra, custos indiretos de Departamentos de Compras ou PCP como luz, água, aluguéis, telefone, e no caso de fabricações os custos de preparação e *setup* de equipamentos produtivos. Custo proporcional ao número de vezes em que o item foi requerido durante o período de planejamento, sendo dado como demonstra a equação 2:

$$CP = N \cdot A \quad (2)$$

Como:

$$N = \frac{D}{Q}, \quad (3)$$

Tem-se:

$$CP = \frac{D}{Q} \cdot A \quad (4)$$

Onde:  $CP$  = Custo de preparação do período;

$N$  = Número de pedidos de compra ou fabricação do período;

$Q$  = Tamanho do lote de reposição;

$A$  = Custo unitário de preparação.

- *Custo de Manutenção de estoques*: decorrente da necessidade de se manter itens em estoque. Custos como mão-de-obra, luz, seguro, aluguéis, sistemas computacionais e principalmente o custo do capital investido. É proporcional à quantidade de estoques médio do período de planejamento, ao custo unitário do item e à taxas de encargos financeiros incidentes sobre estoques. Dado por:

$$CM = Q_m \cdot C \cdot I \quad (5)$$

Onde:  $CM$  = Custo de manutenção de estoques do período;

$Q_m$  = Estoque médio durante o período;

$I$  = Taxa de encargos financeiros sobre os estoques.

A partir desses três valores pode-se elaborar uma equação para o custo total do sistema como:

$$CT = CP + CP + CM \quad (6)$$

$$CT = (N \cdot A) + \left(\frac{D}{Q} \cdot A\right) + (Q_m \cdot C \cdot I) \quad (7)$$

Shingo (1996) cita dois tipos de geração de estoque em operações ineficientes:

- Estoque para compensar paradas por quebras de máquinas e produtos defeituosos;
- Estoque gerado para suprir produções de grandes lotes, a fim de compensar altos tempos de *setup*.

“São fenômenos não-lucrativos e que devem ser cuidadosamente estudados e eliminados por completo.” (SHINGO, 1996)

De acordo com Slack (2002), *setup* é o tempo gasto contando que a última peça boa de um lote ou produto de produção saia da máquina, até o momento em que a primeira peça boa de outro lote ou produto complete o processo na mesma máquina. Deve-se controlar esse tempo para não atingir valores elevados, o que ocasiona redução da capacidade produtiva da máquina e consequentemente do setor.

“A fim de se ter uma produção sincronizada e reduzir os tamanhos dos lotes, são necessárias trocas rápidas” (OHNO, 1988).

Tubino (2007) descreve que a teoria inicial foi elaborada por *Shigeo Shingo*, nos anos 70, depois de vivenciar diversas experiências no Japão, especialmente na Toyota. Lá ele conseguiu reduzir tempos de *set up* de prensas, de cento e vinte minutos para apenas três minutos, publicando seu método em 1985: *A Revolution in manufacturing: the S.M.E.D. system*.

Shingo (1996) cita oito principais técnicas com o intuito de reduzir o tempo de *set up*:

- 1<sup>a</sup>) Separação das Operações de *set up* Internas e Externas: Deve-se identificar as operações atuais devem ser executadas exclusivamente com a máquina parada (*set up* interno) e quais podem ser realizadas com a máquina em operação (*set up* externo).
- 2<sup>a</sup>) Converter *set up* interno em externo: Consiste em reexaminar as operações citadas na técnica anterior, e verificar se alguma delas foi classificada erroneamente como *set up* interno e converter em externo quando possível. Um exemplo simples dessa conversão é a eliminação de ajustes de alturas em matrizes, podendo ser padronizadas com o uso de calços nessas matrizes.
- 3<sup>a</sup>) Padronizar a função e não a forma: Apesar de se obter redução dos tempos de *set up* com a padronização das formas e tamanhos das matrizes, são necessários muitos recursos

desnecessários, pois deve-se adequar todas as matrizes de acordo com os parâmetros utilizados.

Enquanto a padronização das funções das matrizes requer somente uma uniformidade das peças utilizadas nos *set ups*, como blocos, placas, calços, para que as mesmas ferramentas sejam úteis nos mais diversos *set ups*.

- 4<sup>a</sup>) Utilizar Grampos Funcionais ou Eliminá-los: Mecanismos como parafusos consomem muito tempo, sendo que apenas numa mínima fração desse tempo é que a fixação está realmente ocorrendo, no fim do curso. Existem diversos métodos de fixação, porém ainda é possível não os utilizar.

Fixadores funcionais de um único giro (método do rasgo em U, do furo em forma de pêra, da braçadeira), métodos de toque único (que se utilizam de cunhas, ressaltos e prendedores ou molas) reduzem consideravelmente os tempos de *set up*, podendo alcançar segundos.

- 5<sup>a</sup>) Utilizar Dispositivos intermediários: Ajustes durante o *set up* interno podem ser eliminados através de dispositivos padronizados. Durante o *set up* externo, enquanto a peça está sendo processada, a próxima já é centrada e presa a outro dispositivo, a fim de facilitar a instalação desta na máquina. Desse modo, quando a primeira peça estiver pronta, a peça presa ao segundo dispositivos será instalada rapidamente.

- 6<sup>a</sup>) Adotar Operações Paralelas: Certas operações de *set up* são imprescindíveis, algumas mais demoradas que outras, portanto de acordo com a duração dessas operações, algumas podem ser efetuadas por dois ou mais operários simultaneamente com o objetivo de reduzir esse tempo não eliminável. Dessa maneira o número de horas-homem empregado é igual ou menor do que o número de horas-homem com um operador apenas, evitando movimentações excessivas e outros desperdícios.

- 7<sup>a</sup>) Eliminar Ajustes: Ajustes e testes-piloto tomam usualmente de 50 a 70% do tempo de *set up* interno, portanto pode-se obter notáveis reduções de tempo com a eliminação desses tempos. Ajustes requerem muito tempo e marcável experiência e habilidade do operador.

- 8<sup>a</sup>) Mecanização: Essa técnica é usualmente fundamental para algumas operações em que se tem que deslocar matrizes grandes e pesadas, porém o investimento nela requer cautela. Sendo que a utilização das sete primeiras técnicas tem a capacidade de reduzir tempos de *set up* de duas horas para apenas três minutos, enquanto a mecanização reduziria esses três minutos em apenas um minuto, portanto considerando o investimento necessário sua viabilidade é discutida pelo autor.

## 2.7 Considerações

Este capítulo serviu de embasamento teórico para o desenvolvimento da proposta do trabalho. Foram abordadas as ferramentas utilizadas para a prática da manufatura enxuta, conforme os objetivos propostos neste trabalho.

Foi possível compreender, que por meio dos conceitos e ferramentas, podemos obter melhorias significativas em nível estrutural, de mão de obra e de equipamentos. A aplicação de ferramentas como Filosofia dos 5 sentidos, *layout* em linha e Troca Rápida de Ferramentas permitem a abordagem dos processos em níveis estruturais, de mão-de-obra e de equipamentos, sendo primordiais na aplicação do Sistema de Produção Enxuta.

### 3 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada para se alcançar os objetivos propostos; caracterizada a empresa e problemas evidenciados em um setor específico da empresa.

#### 3.1 Método de Pesquisa

Melhorias a serem implantadas em processos requerem um estudo detalhado da situação em que se encontra o meio, com pesquisa qualitativa, para efetuar estudos de ferramentas viáveis a serem aplicadas. Primeiramente será realizada uma coleta de dados qualitativos da empresa, alinhado com uma observação da célula produtiva a ser estudada. Com os dados em mãos serão delimitadas a necessidades do setor a ser estudado. Silva (2005) descreve a pesquisa qualitativa como “um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números” (SILVA, 2005).

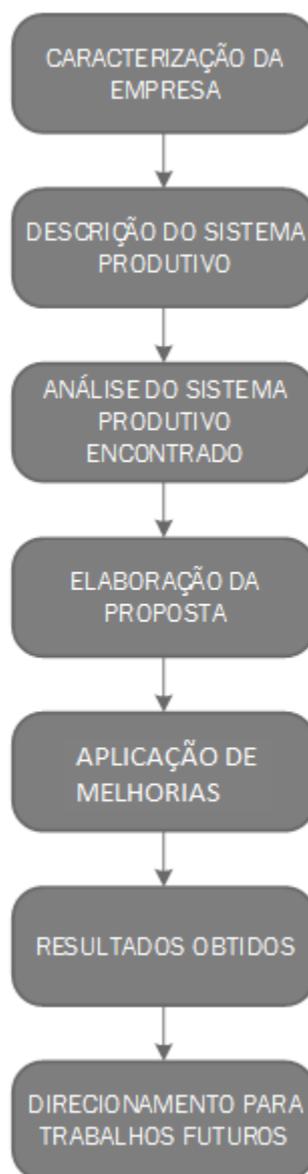
Será realizada então uma pesquisa exploratória afim de alinhar a situação encontrada na empresa (problemas) às metas e objetivos das necessidades encontradas de acordo com as características presentes da literatura. GIL (1991), *apud* SILVA (2005) esclarece que a pesquisa exploratória é capaz de proporcionar familiaridade com o problema, com a intenção de explicitá-lo ou a construir hipóteses.

A proposta é desenvolver uma pesquisa experimental e empírica, posteriormente, discorrendo sobre a situação encontrada na empresa, citações bibliográficas acerca do tema proposto, e conclusões a respeito dos possíveis resultados e benefícios a serem obtidos.

Primeiramente foi decidido o tema do trabalho, levando em consideração os fatores apresentados atualmente na empresa estudada. Para isso foram levantadas as necessidades da empresa e as dificuldades enfrentadas nos processos produtivos. Feito isso foi definido o objetivo geral do trabalho.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica a respeito de ferramentas do Sistema de Produção Enxuta, em especial Filosofia dos 5S's, Layout enxuto e Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

para desenvolvimento inicial do trabalho. Com base nos dados bibliográficos, alinhou-se as ferramentas estudadas ao cenário atual encontrado na concedente. Concluída essa etapa foi definida uma estratégia a ser tomada para a criação do trabalho, conforme descrito na figura 04.



**Figura 4 - Etapas do Trabalho**

### **3.2 Caracterização da Empresa**

A empresa onde o estudo foi realizado será denominada de empresa X. Esta, se encontra localizada na cidade de Maringá-PR, atua no mercado de peças de reposição nas linhas de plantadeira e pulverização. Visa atender as necessidades dos seus clientes, possui uma produção de peças de extrema confiabilidade e qualidade, proporcionando aos seus compradores agilidade e rapidez nas entregas de seus produtos.

A missão da empresa é: “Atuar no ramo de manutenção de equipamentos agrícolas, fornecendo produtos com qualidade e confiabilidade”. A visão da empresa é: “Ser referência na região Sul do país na fabricação de peças para implementos agrícolas. ” Os valores pregados na empresa são transparência, responsabilidade e confiança.

Visando a durabilidade de seus produtos, a empresa X assume uma posição de destaque perante seus concorrentes, principalmente na região Sul do país, onde conta com grandes companhias transportadoras para efetuarem o transporte de sua mercadoria até seus clientes, que são agropecuaristas ou revendedores de máquinas agrícolas. A principal exigência dos consumidores refere-se à durabilidade das peças.

A empresa produz uma linha de peças de reposição para pulverizadores e plantadeiras de diversas marcas, tais como, como Baldan, Jacto, John Deere, Montana, Semeato e Valtra.

Como exemplo, tem-se o pulverizador Uniport da marca Jacto, conforme ilustra a figura 05. Pode-se notar as estruturas alongadas, em forma de treliças, nas laterais da máquina. Essas estruturas correspondem aos braços que são produzidos. A peça corresponde ao Pulverizador autopropelido da marca Jacto, chamado Uniport.



Figura 5 - Pulverizador Uniport da marca Jacto

### 3.2.1 Caracterização dos processos logísticos

A empresa X é constituída por dois grandes pavilhões. No primeiro encontram-se todo o setor administrativo (recepção, compra, gerência, financeiro), o setor produtivo inicial (estoques, máquinas de cortes, solda, tornos, etc.) e o setor de expedição. Já no segundo pavilhão estão localizadas as atividades de acabamento, como limpeza e pintura das peças.

Quanto à utilização de tecnologia, possui uma máquina de corte a plasma, dois tornos do tipo CNC, um torno convencional, uma cabine de pintura Epoxi e três bancadas de solda do tipo TIG. As demais máquinas e equipamentos que a empresa possui não apresentam um alto nível de sofisticação.

A matéria-prima (aço, ferro ou alumínio) passa por processos internos da fábrica, para transformá-los em componentes para as peças maiores, ou para serem vendidos diretamente. Após produzidos os subprodutos iniciais, estes são armazenados num almoxarifado, para uso posterior na montagem de outras peças, através do processo de solda. Assim, outros componentes como tubos, suportes e buchas são fabricados. Tomando como base um gabarito,

formam-se finalmente as peças maiores, como um quebra-cabeça. Depois esses produtos passam por uma limpeza, e posteriormente seguem para o setor de pintura, onde são pintados de acordo com suas marcas. Pintados e secos, eles seguem para o estoque, onde aguardam para serem comercializados. O layout físico da empresa é representado por meio da figura 06.

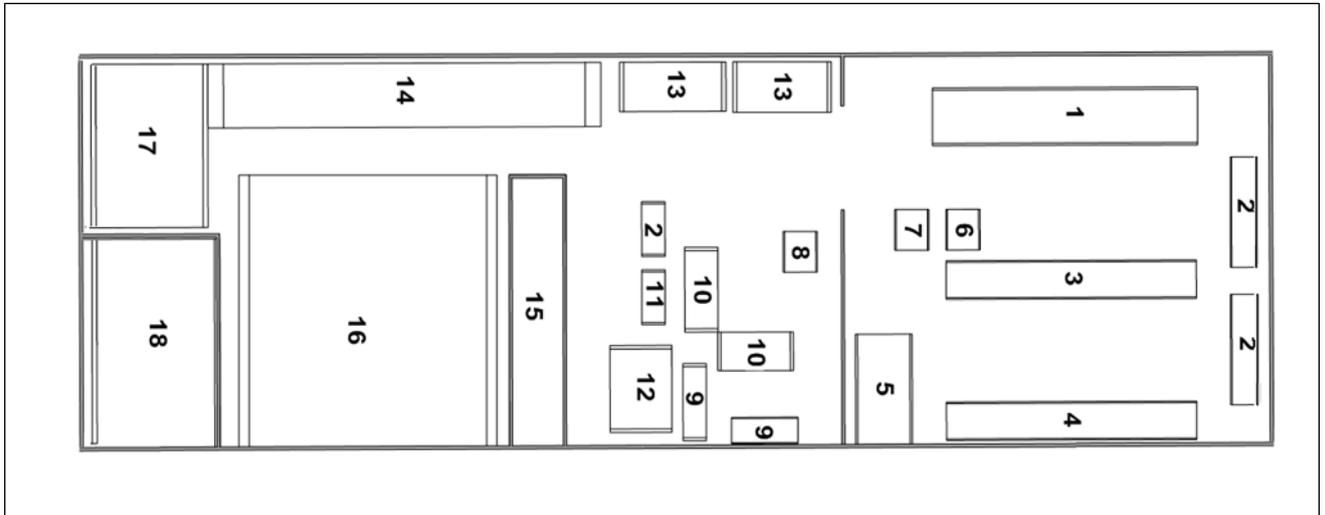


Figura 6 - Layout da empresa X. O quadro abaixo representa a legenda da figura.

LEGENDA					
LAYOUT DA EMPRESA X					
NÚMERO	SETOR/MÁQUINA	NÚMERO	SETOR/MÁQUINA	NÚMERO	SETOR/MÁQUINA
1	PINTURA	7	REBITE	13	SOLDA
2	PRENSA	8	FURADEIRA	14	ESTOQUE DE COMPONENTES
3	ESTANTE DE MATÉRIA-PRIMA (CHAPAS E TUBOS)	9	TORNO	15	PCP
4	ESTANTE DE GABARITOS	10	TORNO CNC	16	ESTOQUE DE PRODUTOS ACABADOS
5	TANQUE DE LIMPEZA	11	FREZA	17	EXPEDIÇÃO
6	SERRA AUTOMÁTICA	12	CORTE A LASER	18	SETOR ADMINISTRATIVO

Quadro 4 - Legenda do Lay out

O fluxograma da empresa é apresentado na figura 07, onde estão resumidos a ordem e os processos envolvidos nas fabricações dos diversos produtos da empresa.

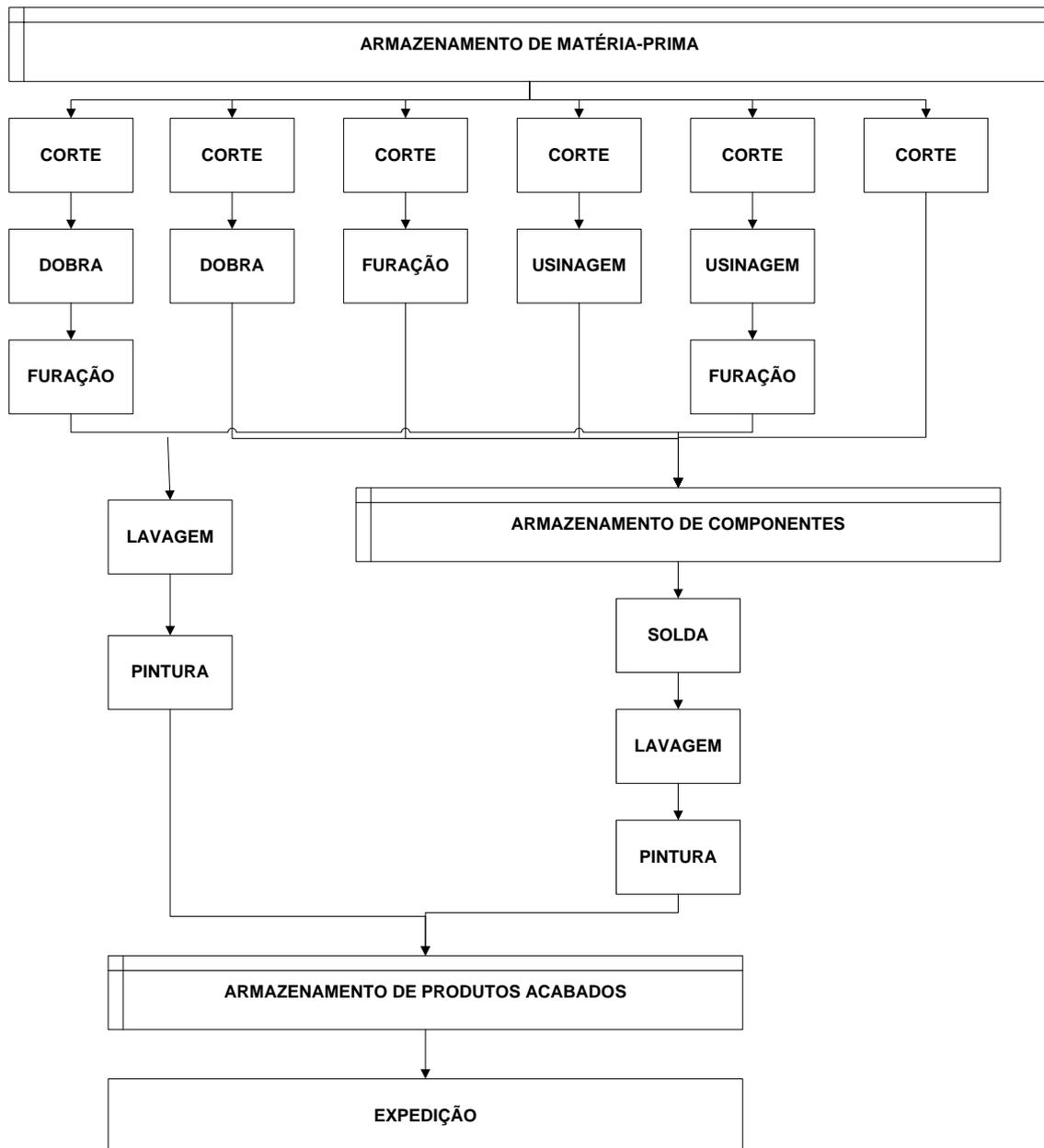


Figura 7 - Fluxograma dos processos

O transporte de matérias-primas para seus processamentos, são feitos por apenas uma empilhadeira. Depois de serem processados em peças menores os mesmos são transportados dentro de caixas, com auxílio de uma paleteira e cinco carrinhos de transporte industrial, efetuados por três auxiliares de produção e um movimentador contratados. Essa matéria-prima é transformada em componentes, para posterior montagem dos produtos acabados. Esses componentes são armazenados no estoque intermediário em estantes e caixas personalizadas de acordo com os tamanhos das peças. Com a liberação da produção dos produtos, os componentes são liberados pela encarregada de almoxarifado mediante apresentação das ordens de produção.

Os componentes são transportados pelo movimentador com a paleteira e com os carrinhos até o setor de solda (montagem). Depois de soldados os produtos semiacabados são transportados pelo movimentador com a empilhadeira até o setor de lavagem e pintura. Depois de pintados os produtos acabados são transportados novamente pela empilhadeira e pelo movimentador até o estoque de produtos acabados. De acordo com as vendas, os produtos são então encaminhados para a expedição pelo encarregado de expedição e seu auxiliar, sem auxílio de ferramentas movimentadoras. Os produtos são então embalados com auxílio de cavaletes, e encaminhados para dentro dos caminhões na doca de expedição.

Após compreendido toda relação das atividades logísticas da organização, foi possível observar e identificar problemáticas, estas descritas no tópico seguintes.

### **3.3 Identificação dos problemas**

Dentre esses processos logísticos apresentados, foi possível evidenciar algumas falhas em toda a fábrica, no setor de solda em especial, as quais impactam nos resultados financeiros e de qualidade da empresa. Dentre as principais falhas, destacam-se:

- Erros na acuracidade de estoques: existem três estoques na empresa, de Matéria-Prima, de subprodutos e de produtos acabados. O controle de Matéria-prima é feito pelo encarregado de produção e pelo setor de compras, ocorrendo frequentemente divergências nas quantidades reais de estoques, e as apresentadas pelo sistema. O estoque de componentes é gerido pelo encarregado de almoxarifado, e divergências nas quantidades são encontradas em algumas situações. Já o estoque de produtos acabados é controlado pelo encarregado de expedição e pelo setor de vendas pelas entradas de NF's, e ocorrem divergências com certa frequência também.
- Grandes quantidades de produtos e componentes em estoque: devido a grande variedade de produtos vendidos na empresa, venda a pronta entrega e baixa flexibilidade da planta produtiva, a empresa armazena grande quantidade de itens (matéria-prima, componentes e produtos acabados).
- Faltas de produtos em estoque: Alguns pedidos recebidos no setor de vendas não podem ser concluídos pelo fato de não haver certos produtos em estoque e oferecerem os produtos a pronta entrega aos clientes.

- Índices de avarias: No transporte do estoque até a expedição podem ocorrer choques dos produtos, causando falhas nas pinturas, e soldas dos mesmos, tendo que ser separados dos produtos conformes e encaminhados para retrabalhos.
- Perda de ferramentas: devido a falta de organização da planta produtiva, diversas ferramentas são perdidas, ou leva-se muito tempo até os operadores as localizarem, elevando conseqüentemente os *lead times*, tempos de *setup* e causando avarias nessas reduzindo sua vida útil.
- Excesso de movimentação: foi observada através de um “Diagrama Spaghetti” uma movimentação excessiva realizada pelo operador do setor de solda.
- Retrabalhos: Diversas peças depois de soldadas, apresentavam problemas de qualidade, como falhas na solda, falta de componentes, entre outros;
- Absenteísmo e *turnover*: O trabalho realizado pelo soldador apresenta diversos problemas ergonômicos, porem além disso o excesso de movimentação e problemas com os componentes geram uma alta taxa de absenteísmo e rotatividade de funcionários;
- Refugo: Diversos produtos eram refugados pelos compradores por não atenderem às especificações desejadas, devido a erros no processo de soldagem;
- Pouca flexibilidade: Devido ao tamanho exagerado das peças produzidas, os tempos de *setup* são muito elevados, pois exigem o auxílio de movimentação de uma empilhadeira; Diante dessa gama de problemas encontrados, notou-se que o setor de solda é considerado o gargalo da produção, sendo que quase todas as peças passam por ele, justificando a escolha desse setor para o estudo, pois neste certamente trará grandes benefícios para a organização.

### 3.4 Caracterização do setor de solda

“Operação que visa obter a coalescência localizada produzida pelo aquecimento até uma temperatura adequada, com ou sem a aplicação de pressão e de metal de adição. ” (Definição usada pela AWS – American Welding Society 1977). É estimado que existam em torno de mais de 70 processos de solda a nível mundial.

O setor estudado utiliza um tipo de solda chamado MIG (Metal Inert Gas), que se dá por meio de um arco elétrico entre a peça a ser soldada e o metal consumível, arame ou eletrodo não revestido, o que proporciona o aquecimento e fusão dos materiais, realizando sua união.

Como visto na Figura 06 a maioria dos produtos encontrados na empresa passam pelo setor de solda em questão, sendo este setor considerado o gargalo do sistema produtivo da empresa.

### **3.5 Proposta de melhorias**

Baseado na análise da situação encontrada na empresa foi possível propor ferramentas presentes no Sistema de Produção Enxuta, as quais trariam melhores resultados mais rapidamente, e que seriam possíveis de serem aplicadas na empresa estudada.

A escolha das ferramentas foi efetuada levando em consideração as condições apresentadas pela empresa assim como a simplicidade dessas ferramentas, reduzindo a necessidade de recursos como pessoas, investimentos e tempo, com a finalidade de se obter maiores resultados com a menor quantidade de recursos.

Assim foram selecionadas 3 ferramentas, consideradas relativamente simples e de possível aplicação na empresa. Foi considerado também a necessidade de aplicação desses 3 métodos como premissas para a implantação das ferramentas seguintes do SPE. As ferramentas selecionadas foram:

- Filosofia dos 5 Sentos;
- Adequação de *layout*;
- Troca Rápida de Ferramentas.

Para a tomada de decisão da escolha das ferramentas foi utilizado os dados fornecidos pelos operadores a respeito de dificuldades encontradas e problemas enfrentados; observações do local de trabalho apresentado; análise junto ao encarregado de produção sobre as limitações sobre os tempos de setup e lead times e roteiros de produção distribuídos pela planta produtiva, não sendo necessárias análises muito aprofundadas e detalhadas de fluxos de valor.

### **3.5.1 Planejamento das Propostas**

Decididas as ferramentas a serem implantadas, foi realizado um levantamento de medidas aplicáveis, para se obter benefícios no sistema produtivo de um modo geral. É então descrito nos tópicos a seguir.

#### **3.5.1.1 Filosofia dos Cinco Sentidos**

A implantação da Filosofia dos 5 Sentidos não se trata apenas de mudanças e melhorias realizadas na planta produtiva à nível estrutural, mas sim mudanças culturais, que devem atingir a organização inteira. Tais mudanças tem o poder de influenciar significativamente a dinâmica produtiva da organização alcançando diretamente também a mão-de-obra disponível.

Ao se organizar a planta produtiva, se proporciona uma redução significativa dos tempos de *setup*, pois elimina-se a necessidade de procurar ferramentas pela fábrica.

Essa ferramenta deve ser praticada por todos os colaboradores da empresa, e por se propor mudança cultural dos colaboradores e não apenas estrutural, deve ser reforçada e inspecionada periodicamente por meio de palestras e auditorias.

A proposta leva essa ferramenta para todos os setores presentes na organização, pois de nada adianta ser implantada em um setor separadamente. O tempo proposto suficiente para se atuar em cada local, por etapa presente no programa (5 etapas), é de uma semana. Como prevê-se participação de todos colaboradores, pode-se realizar o trabalho simultaneamente em até 4 setores segundo a programação dos elaboradores do projeto (conforme quadro 05).

Visão geral dos projetos		Detalhes da tarefa			
Projeto	Progresso	Início	Término	Observações	
Início do projeto de Implantação da Ferramenta 5s	0%	28/07/2014			
Escolha dos facilitadores	0%	04/08/2014	05/08/2014		
Reunião definição cronograma 1º S	0%	04/08/2014	05/08/2014		
1º treinamento dos facilitadores	0%	06/08/2014	08/08/2014		
Registros Fotográficos	0%	06/08/2014	08/08/2014		
Definir áreas de descarte	0%	07/08/2014	11/08/2014		
Lançamento do Projeto 5S aos colaboradores	0%	11/08/2014	11/08/2014		
Execução Dia D 1º Senso	0%	11/08/2014	05/09/2014		
Execução Dia D 2º Senso	0%	08/09/2014	26/09/2014		
Execução Dia D 3º Senso	0%	29/09/2014	17/10/2014		
Execução Dia D 4º Senso	0%	20/10/2014	07/11/2014		
Execução Dia D 5º Senso	0%	10/11/2014	28/11/2014		

Quadro 5 - Planejamento do Projeto

O projeto foi desenvolvido pelo autor do trabalho em conjunto com o gerente de produção da empresa, com auxílio do encarregado de produção. Na etapa de planejamento foram identificadas as possíveis melhorias que poderiam ser realizadas em cada setor, como são descritos alguns exemplos a seguir das ações propostas relacionadas ao setor de solda.

Os tempos de separação de componentes, para serem soldados no setor estudado, são muito altos, por não haver nenhum critério de organização no estoque. Se houver qualquer tipo de organização, como identificação das caixas por códigos referentes as peças, posições padronizadas, nesse setor é possível de reduzir esses tempos substancialmente.

Os gabaritos de solda da empresa eram dispostos sem nenhum critério de ordenação e organização, demandando o auxílio do encarregado de produção para identificar e instalar essas ferramentas no setor de solda. Simples iniciativas de organização seriam extremamente úteis na redução dos tempos de *setup*, já que ao se criar códigos para essas ferramentas, localizações para elas, e dispor essas informações nas ordens de produção, qualquer colaborador seria capaz de identifica-las.

Além dos gabaritos de solda, existem pinos fixadores que auxiliam na colocação dos componentes nesses gabaritos. Esses pinos apresentam variadas espessuras de acordo com a peça a ser produzida. Se houvesse uma separação destes, de acordo com a bitola (diâmetro do

pino), o soldador seria poupado de efetuar tentativas no momento de fixar o componente ao gabarito até encontrar o tamanho certo. Outra opção seria deixar os pinos presos aos gabaritos por correntes nas posições desejadas, porém geraria um aumento significativo do peso desses dispositivos, e seria necessário alto investimento em materiais.

O setor estudado apresenta também uma grande quantidade de sujidades, como poeiras, peças jogadas pelo chão, materiais de consumo descartados. Com uma metodologia de limpeza diária, de aproximadamente 5 minutos por dia, seria capaz de melhorar as condições ergonômicas do trabalho no setor, reduzindo o índice de absenteísmo, acidentes de trabalho e *turnover* no local. Além dessas melhorias relacionadas à mão-de-obra, a instalação de exaustores no setor reduziria também a presença de fumaça e foligens no local.

O acompanhamento do programa depois da fase de implantação deve ser realizado periodicamente com a intenção de se manter o que foi conquistado durante a implantação. A manutenção das condições alcançadas deve ser realizada por cada operador em seu posto de trabalho e por todos na empresa de um modo geral. Para avaliar essas condições deve-se criar indicadores que transformem as condições qualitativas em parâmetros. A avaliação será efetuada através de auditorias periódicas. Serão utilizadas cartas de verificação para listar itens não conformes encontrados no setor auditado. A obtenção de dados quantitativos a partir dos dados coletados será efetuada com cálculo dos itens considerados não conformes apresentados pelo setor. Alguns itens não conforme frequentemente listados:

- Itens desnecessários presentes no centro de trabalho: materiais já listados como obsoletos ou desnecessários presentes;
- Ferramentas em locais incorretos: de acordo com os locais predefinidos no 2º S do programa;
- Presença de sujidades no setor: poeiras, graxas, embalagens vazias, restos de comida são considerados sujeiras que podem desqualificar o auditado no momento de verificação;
- Falta de asseio de cada colaborador com si mesmo e com o colega de trabalho, oferecendo condições inseguras de trabalho aos ali presentes, assim como utilizações inadequadas de equipamentos e estruturas fornecidas mostrando descaso ao programa;
- Não criação de hábitos de prática dos quatro primeiros S's praticados pelo colaborador, tanto na vida profissional quanto pessoal.

A partir desses exemplos, os identificados no setor devem ser calculados, e depois se divide esse valor encontrado de itens não conformes, pelo total de itens listados (conformes e não conformes), tendo assim uma graduação de 0 a 1, que se multiplicada por 100 se transforma em porcentagem.

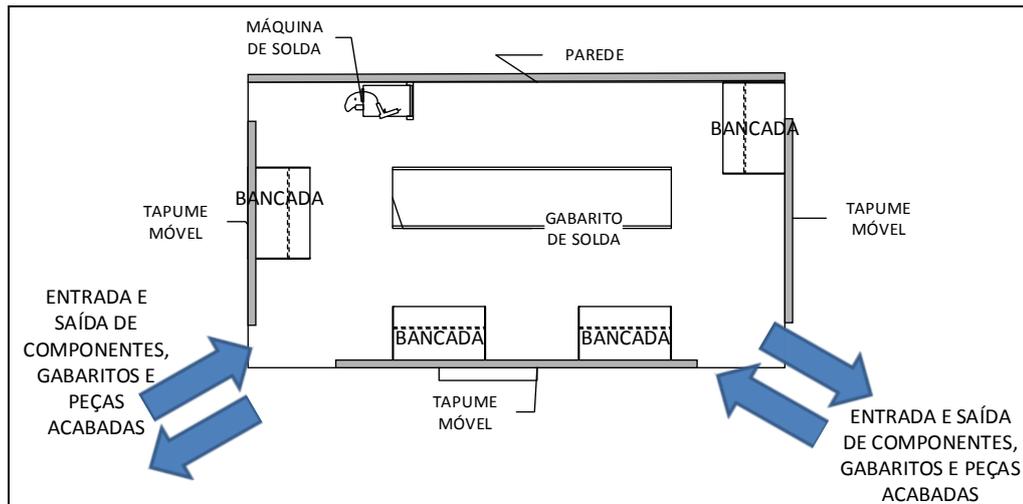
Com as graduações obtidas é possível obter indicadores capazes de avaliar o grau de amadurecimento e aceitação de cada setor, em termos numéricos, facilitando tomadas de decisão para a manutenção do programa futuramente.

Deve ser definida também uma equipe multidisciplinar composta preferencialmente por pelo menos 3 integrantes de diferentes setores, incluindo a alta administração, sendo necessário um gerente do projeto, um secretário geral e um membro responsável pela execução das melhorias.

### **3.5.1.2 Adequação de *Layout***

Existem alguns fatores importantes a serem avaliados na proposta de adequação de *layout* como dimensão das áreas do equipamento, do processo, do operador, do acesso ao processo tanto do operador como de meios de transporte e movimentação, ferramentas, resíduos que devem ser levados em consideração.

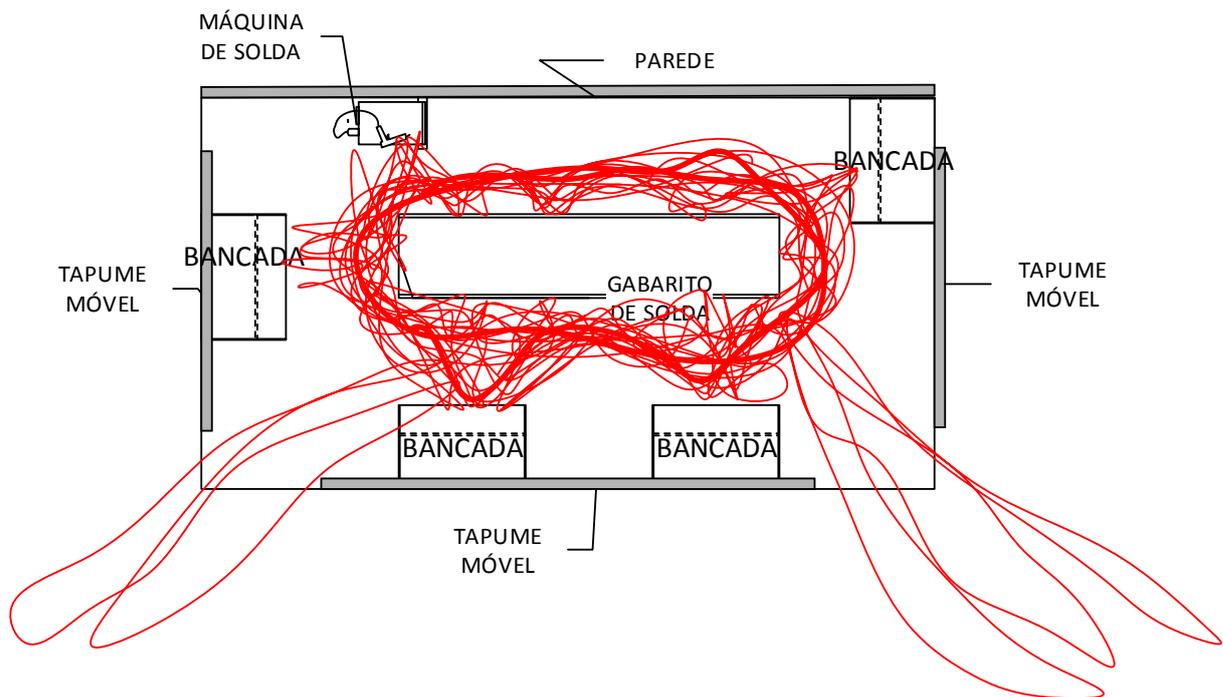
O *Layout* encontrado apresenta diversas limitações de movimentação ao soldador, conforme apresentado na figura 08, assim como falta de dispositivos que permitam melhor acondicionamento dos componentes a serem soldados (em espera), dificultando o trabalho do operador.



**Figura 8 - Layout encontrado**

Existem alguns fatores importantes a serem avaliados na proposta de adequação de *layout* como dimensão das áreas do equipamento, do processo, do operador, do acesso ao processo tanto do operador como de meios de transporte e movimentação, ferramentas, resíduos e a logística apresentada pelos processos produtivos que devem ser levados em consideração. Além do *layout* em si, devem ser utilizadas ferramentas como fluxogramas, com a finalidade de demonstrar as relações entre os processos e auxiliar na tomada de decisão.

Foi realizado um Diagrama Spaghetti para avaliar as necessidades de dispositivos e liberações de espaço do local, conforme ilustrado na figura 9:



**Figura 9 - Diagrama Spaghetti**

Nota-se muita movimentação interna no setor, entre a peça e as bancadas, diversas movimentações para fora do setor. Isso se dá pelo fato dos tubos maiores para a produção não poderem ser acondicionados dentro do setor, obrigando o soldador a sair de seu local de trabalho para buscar componentes. A excessiva movimentação interna ao setor ocorre, pois, os componentes são dispostos sem critério pelas bancadas presentes no setor, fazendo com que o operador tenha que procurar os componentes pelas caixas no local e se desloque as vezes de uma ponta a outra da peça apenas para pegar um componente.

Deve-se então tentar melhorar a utilização do espaço disponível no local. Bancadas multitarefas móveis, estaleiros para tubos e mobilidade dos limites físicos do centro de trabalho são medidas que poderiam melhorar consideravelmente a dinâmica de trabalho do operador, assim como estruturalmente. A entrada e saída de materiais do local é um fator importante também que deve se atentar, melhorando a logística destes.

A instalação de uma ponte rolante sobre o setor com a máquina de solda suspensa presa é uma medida estrutural e de equipamento que será capaz de abrir espaço para operador se movimentar, ou para acondicionamento dos componentes a serem soldados, em bancadas,

assim como facilitar o alcance do soldador em regiões de difícil acesso nos gabaritos nos momentos de solda.

### **3.5.1.3 Troca Rápida de Ferramentas**

Dispositivos de fixação e remoção rápidas são fatores importantes que auxiliam nas melhorias com a ferramenta da Troca Rápida de Ferramentas. Grampos rápidos, medidas padronizadas desses dispositivos são exemplos de melhorias capazes de trazer benefícios na redução dos tempos de *setup* em nível de equipamentos através da eliminação de ajustes. Existem dispositivos rotativos, com cavaletes, que permitem a instalação rápida, por meio de grampos e de eliminação de ajustes, que podem facilmente ser construídos e utilizados no setor estudado.

A conversão de atividades de *setup* interno em *setup* externo são medidas que, através da criação de métodos e treinamentos para a mão-de-obra relacionada, podem também reduzir os tempos de *setup* consideravelmente, pois assim, com a adoção de operações paralelas, não é necessária a parada do operador do setor em questão, para realizar o *setup* dentro do local. O movimentador já pode deixar as próximas ferramentas próximas ao setor, separadas, preparadas e agrupadas apropriadamente, sendo que no momento em que o soldador interromper a atividade de solda para troca de ferramentas, ele não tenha que se locomover para pegá-las, ou perder seu tempo para prepará-las.

## **3.5.2 Estado Presente da Aplicação de Melhorias**

### **3.5.2.1 Filosofia dos Cinco Sentidos**

Foi possível implantar os dois primeiros S's do programa, de acordo com o cronograma demonstrado no quadro 06:

## Detalhes da tarefa

Visão geral dos projetos

Início(plc)	Início	Término	Término	Projeto	Tarefa	Concluída
				Programa 5s		
28/07/2014	28/07/2014			Início do projeto de Implantação da Ferramenta 5s		✓
04/08/2014	04/08/2014	05/08/2014	04/08/2014	Escolha dos facilitadores	Definição facilitadores em cada setor	✓
04/08/2014	04/08/2014	05/08/2014	04/08/2014	Reunião definição cronograma 1º S	Definição cronograma de ação do 1º S	✓
06/08/2014	06/08/2014	08/08/2014	06/08/2014	1º treinamento dos facilitadores	Apresentação do projeto, entrega de cami:	✓
06/08/2014	06/08/2014	08/08/2014	06/08/2014	Registros Fotográficos	Tirar fotos de todos os setores da empresa p	✓
07/08/2014	07/08/2014	11/08/2014	13/08/2014	Definir áreas de descarte	Definição e identificação com "placas" das	✓
11/08/2014	11/08/2014	11/08/2014	11/08/2014	Lançamento do Projeto 5S aos colaboradores	Reunião Informativa a todos colaboradores	✓
11/08/2014	11/08/2014	19/08/2014	12/08/2014	Execução Dia D 1º Senso	Setor Administrativo	✓
12/08/2014	12/08/2014	12/08/2014	13/08/2014	Execução Dia D 1º Senso	Setor Pintura	✓
13/08/2014	13/08/2014	12/08/2014	19/08/2014	Execução Dia D 1º Senso	Setor Corte/Dobra, Corte Plasma	✓
19/08/2014	19/08/2014	14/08/2014	21/08/2014	Execução Dia D 1º Senso	Setor Estamparia	✓
18/08/2014	18/08/2014	18/08/2014	18/08/2014	Execução Dia D 1º Senso	Setor CNC, Ferramentaria	✓
19/08/2014	19/08/2014	19/08/2014	19/08/2014	Execução Dia D 1º Senso	Setor Furação	✓
22/08/2014	22/08/2014	20/08/2014	26/08/2014	Execução Dia D 1º Senso	Setor solda	✓
20/08/2014	20/08/2014	20/08/2014	20/08/2014	Execução Dia D 1º Senso	Estoque tubos	✓
21/08/2014	21/08/2014	21/08/2014		Execução Dia D 1º Senso	Almoxarifado I	✓
21/08/2014	21/08/2014	22/08/2014	05/09/2014	Execução Dia D 1º Senso	Expedição, Almot. Componentes, Almot.	✓
21/08/2014	21/08/2014	21/08/2014	21/08/2014	Execução Dia D 1º Senso	PCP	✓
25/08/2014	25/08/2014	26/08/2014	28/08/2014	Execução Dia D 1º Senso	Corredores/ Gabaritos	✓
01/09/2014	01/09/2014	05/09/2014	05/09/2014	Execução Dia D 1º Senso	1º Descarte Geral	✓
08/09/2014	15/09/2014	08/09/2014	16/09/2014	Execução Dia D 2º Senso	Lançamento 2º Senso aos colaboradores	✓
08/09/2014	18/09/2014	12/09/2014	24/09/2014	Execução Dia D 2º Senso	Setor Administrativo	✓
15/09/2014	15/10/2014	19/09/2014	20/10/2014	Execução Dia D 2º Senso	Setor Pintura	✓
22/09/2014	15/10/2014	26/09/2014	20/10/2014	Execução Dia D 2º Senso	Setor Corte/Dobra, Corte Plasma	✓
29/09/2014	20/10/2014	03/10/2014	31/10/2014	Execução Dia D 2º Senso	Setor Estamparia	✓
06/10/2014	03/11/2014	10/10/2014	05/12/2014	Execução Dia D 2º Senso	Setor CNC, Ferramentaria	✓
13/10/2014	20/10/2014	17/10/2014	03/11/2014	Execução Dia D 2º Senso	Setor Furação	✓
20/10/2014	02/02/2015	24/10/2014	06/03/2015	Execução Dia D 2º Senso	Setor solda	✓
27/10/2014		31/10/2014		Execução Dia D 2º Senso	Estoque tubos	
03/11/2014	09/03/2015	07/11/2014	31/03/2015	Execução Dia D 2º Senso	Almoxarifado I	✓
10/11/2014	20/10/2014	14/11/2014	31/10/2014	Execução Dia D 2º Senso	Expedição, Almot. Componentes, Almot.	✓
17/11/2014	17/11/2014	22/11/2014	25/11/2014	Execução Dia D 2º Senso	PCP	✓
24/11/2014	25/09/2014	28/11/2014	30/10/2014	Execução Dia D 2º Senso	Corredores/ Gabaritos	✓

**Quadro 6 - Cronograma do projeto realizado**

Foram criadas apresentações em Power Point pelo secretário geral do projeto, que foram utilizadas nas reuniões de instrução e treinamento dos operadores.

No primeiro S do programa notou-se a presença de todos os gabaritos pequenos de solda no próprio setor, sendo que a frequência de utilização destes variava de 1 a 3 vezes por ano, surgiu assim a necessidade de retirá-los do local. Além dos gabaritos havia diversas ferramentas como alicates (corte e bico), sargentos, talhas, marretas entre outras em excesso no local. Havia também bastante quantidade de dejetos do processo como carretéis de arame de solda e componentes refugados de diversos produtos no chão do setor. Foi então eliminado o excesso das ferramentas, todos os gabaritos de solda ali presentes e dejetos encontrados.

No segundo S foi realizada a identificação de todos os gabaritos de solda ali utilizados, sendo transferidos para outro setor (armazém) e alocados em estantes fabricadas especialmente para esses e estaleiros capazes de comportar os gabaritos maiores (conforme Figuras 10, 11 e 12). Nessas estantes eles foram divididos de acordo com as marcas dos produtos que neles eram produzidos. Foi padronizada a localização dos mesmos e criou-se códigos de identificação para cada um deles (Figuras 13, 14 e 15). O mesmo critério de organização foi adotado na organização dos componentes em seu estoque. Os códigos criados foram inseridos nos dados das ordens de produção com a finalidade de facilitar o trabalho do movimentador. Foi instalado no setor um painel de ferramentas para melhorar a organização dessas no local, padronizando suas posições.



**Figura 10 - Estante especial**



**Figura 11 - Estante especial**



**Figura 12 - Estaleiro**



**Figura 13 - Código de Identificação das peças**



**Figura 14 - Código de Identificação das peças**



**Figura 15 - Código de Identificação das peças**

A armazenagem dos gabaritos de solda no setor externo à solda facilitou consideravelmente a visualização dessas ferramentas, reduzindo o tempo de procura das mesmas, além de liberar grande quantidade de espaço no setor de solda, melhorando as condições ergonômicas de trabalho do operador. Tais mudanças foram importantes para a mudança de *Lay out* pois o espaço do setor em estudo foi ampliado devido à retirada dessas peças.

### 3.5.2.2 Adequação do *Lay out*

Com a finalidade de se obter melhorias estruturais e da dinâmica da mão-de-obra, foram instaladas bancadas especiais, posicionadas nas extremidades e no meio do setor, de modo a reduzir a movimentação do soldador na hora de coletar os componentes para posicioná-los nos gabaritos. O movimentador foi treinado para separar os componentes e agrupá-los em caixas de acordo com seu posicionamento no produto final, sendo que os subprodutos pertencentes a parte traseira seriam alocados próximos a essa extremidade, as da parte dianteira próximos a essa ponta e as do meio localizadas no meio do setor.

Foi construído um rack para a colocação dos tubos mais compridos que seriam soldados, eliminando a movimentação do operador para fora do setor. Foi instalada também uma ponte rolante sobre o setor para colocar a máquina de solda, a fim de liberar espaço e facilitar o alcance da mangueira de solda nos locais de difícil acesso dos gabaritos. As modificações são demonstradas na figura 16:

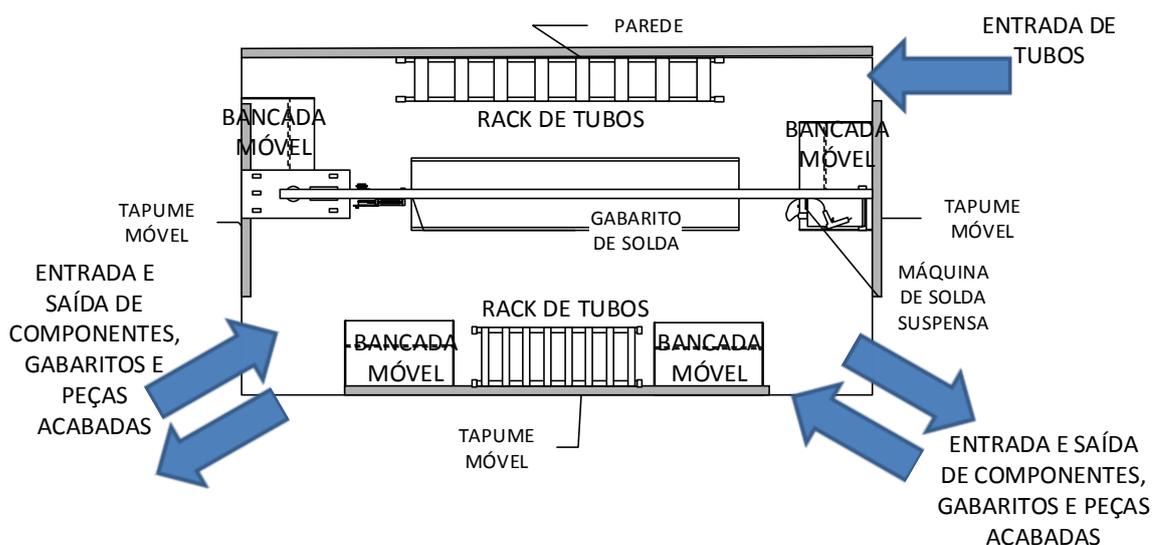


Figura 16 - *Lay out* modificado

As mudanças realizadas demonstraram sua efetividade imediatamente após suas instalações, como pode se notar no Diagrama Spaghetti efetuado (conforme figura 17):

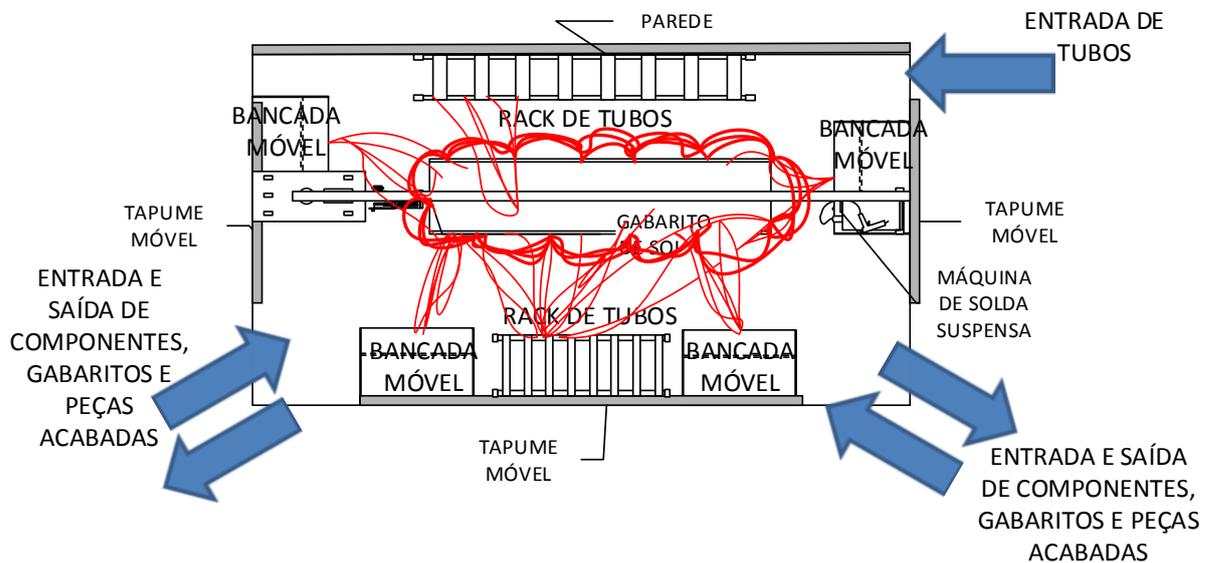


Figura 17 - Diagrama Spaghetti após mudanças

Nota-se movimentação mais consistente dentro do setor realizado pelo soldador, assim como nenhuma movimentação externa do operador. Todas essas melhorias, estruturais, de mão-de-obra e de métodos, reduziram o *lead time* no setor de aproximadamente 3 horas para 2 horas e 15 minutos, ou seja, uma melhoria de 25% no tempo na produção da peça exemplificada.

### 3.5.2.3 Troca Rápida de Ferramentas

Para a troca rápida de ferramentas foram instalados cavaletes de engate rápido, ilustrado na figura 18, para os gabaritos de solda, assim como adaptações nos gabaritos já existentes, facilitando sua instalação e remoção, além de que as melhorias realizadas com o programa 5S de identificação e organização dos gabaritos, foram de extrema importância na transformação dos *setups* internos em *setups* externos, sendo que um operador contratado como movimentador, consegue realizar quase todo o trabalho sozinho, de identificação (criação de códigos presentes nas ordens de produção e nos próprios dispositivos), transporte (através de uma empilhadeira) e instalação (necessário o auxílio do soldador porém tempo extremamente reduzido).



**Figura 18 - Cavalete giratório de engate rápido**

O cavalete rotativo, com presilhas de engate rápido reduziu consideravelmente o tempo de troca de gabaritos, assim como o *lead time* por proporcionar condições ergonômicas do soldador poder mover os gabaritos sozinho.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a implantação parcial das ferramentas citadas, a empresa obteve aproximadamente 15% de aumento em sua produtividade, segundo dados recebidos do gerente de produção. Isso pode demonstrar os recursos, como tempo e materiais, que eram desperdiçados na produção e puderam ser reduzidos com as ferramentas do Sistema de Produção Enxuta.

A filosofia dos Cinco Sentidos proporcionou redução significativa dos tempos de setup, pelo fato de um movimentador ser capaz de realizar as atividades que antes demandavam a supervisão do Encarregado e mão-de-obra adicional de dois operadores. O tempo de procura pelas ferramentas corretas a serem utilizadas (gabaritos de solda) foi praticamente anulado, sendo que o código da ferramenta e sua respectiva localização já vêm presentes nas ordens de produção, cabendo ao movimentador apenas a tarefa de movimentar, e não tomar decisões.

Além disso pode-se notar drástica mudança visual tanto no setor de solda quanto na empresa como um todo, pois a filosofia teve resultados animadores no aspecto cultural da mão-de-obra ali presente, hábitos de limpeza e asseio foram instaurados pelos colaboradores trazendo melhorias importantes nas condições de trabalho da organização.

Após a adequação do *layout* do setor de solda pôde-se avaliar com o auxílio do Diagrama Spaghetti a diminuição significativa da movimentação realizada pelo soldador no interior de seu setor. Ele não teve que se ausentar do local em nenhum momento, durante a avaliação, pois todos os componentes necessários estavam dentro do setor e ao seu alcance. O tempo analisado da soldagem da peça analisada foi reduzido de 3 horas para aproximadamente 2:15 horas, sendo este, um resultado a nível estrutural, extremamente satisfatório para o estudo.

Além de melhoria nos tempos de produção, o nível de organização atingido pelos colaboradores e pela empresa em geral, deu grande suporte para o setor de PCP, sendo que todas as informações criadas e algumas já existentes foram inseridas nas ordens de produção, listando as etapas e ferramentas necessárias para a produção. Essas mudanças fizeram com que a dependência dos colaboradores de auxílio do encarregado de produção fosse reduzida, dando a ele mais tempo livre para o desenvolvimento de novos produtos.

Já com a aplicação de melhorias focadas na Troca Rápida de Ferramentas pode-se observar reduções dos tempos de instalação dos gabaritos de solda, conseqüentemente o tempo de setup. Os dispositivos instalados para suportar os gabaritos maiores, chamados de cavaletes rotativos, proporcionaram além de benefícios aos equipamentos e sua utilização, benefícios aos operadores do setor, tornando mais leve o trabalho por proporcionar a rotação das peças, facilitando o alcance de áreas de difícil acesso durante o processo de solda.

Foram enfrentadas diversas limitações na realização deste trabalho, especialmente na aprovação e implantação das melhorias. Os principais limitantes encontrados foram:

- Recursos como tempo, materiais e investimentos;
- Resistência dos colaboradores à mudança

O presente trabalho contribuiu significativamente para a obtenção de melhorias nos processos produtivos presentes na organização a nível estrutural, de mão-de-obra e de equipamentos, porém a contribuição mais importante foi poder demonstrar aos proprietários, que é possível sim, com muito estudo, trabalho duro e paciência, atingir melhorias consideráveis com a utilização dos recursos ali presentes. Além disso, pôde-se propor direcionamento futuro da organização.

A partir das mudanças realizadas e dos resultados obtidos, a alta direção da empresa foi capaz de traçar planos de melhorias, focadas nas ferramentas propostas pelo trabalho e alinhadas ao planejamento estratégico. As próximas etapas rumo à eliminação dos desperdícios mencionados seriam a implantação de ferramentas como Kanban e Manutenção Produtiva Total.

## 5 REFERÊNCIAS

- CAMPOS, V. F. (1992) TQC- Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 8. Ed. Nova Lima – MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. (1993) Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- DENNIS, P. (2008) Produção Lean Simplificada; tradução Rosália Angelita Neumann Garcia. 2. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2008.
- GIL, A. C. (1991) Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1991.
- GHINATO, P. (2004) JIDOKA: A Essência da Qualidade e Equilíbrio do TPS – Lean Summit 2004
- KOSAKA, G. I. JIDOKA – Lean Insitute Brasil: publicação 30/08/2006.
- OHNO, T. (1988) O Sistema Toyota de Produção: além da produção em Larga Escala; trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- OSADA, T. (1989) Housekeeping, 5S's: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke. 2. ed. São Paulo: Instituto IMAM, 1992.
- RAGO, S. F. T.; JUNIOR, E. C.; BANZATO, J. M.; MOURA, R. A. (2003) Atualidades na gestão da manufatura. São Paulo: IMAM, 2003.
- RODRIGUES, M. V. (2014) Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- SILVA, E. L. da (2005) Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação/Edna Lúcia da Silva, Estera Muszkat Menezes. – 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.
- SILVA, J. M. da (1994) 5S: O ambiente da qualidade. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1994.
- SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- TUBINO, D. F. (2007) Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- TUBINO, D. F. (2004) Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999.

WOMAC, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. A Máquina que Mudou o Mundo. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 1992.

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196**