

## Aplicação da Manufatura Enxuta na Otimização do Processo de Usinagem da Solda Topo

Lauro Cesar Biazorlo (FIEL) lauro\_biazorlo@yahoo.com.br  
André de Lima (FIEL) andredelima.andre@gmail.com  
Reinaldo Rodrigues (FIEL) rrodrigueslimeira@gmail.com

### Resumo:

O número de organizações que vem adotando a filosofia da Produção Enxuta é cada vez maior, por conta disto as empresas buscam ao máximo eliminar desperdícios do processo, e assim, as estratégias de mercado aumentam a competitividade no segmento industrial. O presente estudo foi realizado em uma empresa de componentes automotivos, situada no Estado de São Paulo, sendo o produto composto de vários processos produtivos, na seguinte sequência: corte, estampo, solda, usinagem, laminação, montagem, pintura, na qual o processo analisado foi na operação de usinagem de cordão de solda do produto, visto que o mesmo era o gargalo produtivo da linha, o que prejudicava a produtividade global do sistema, e visou-se, portanto, eliminar totalmente operações que não agregava valor ao produto, com alterações no layout, e a melhora do fluxo da linha, o projeto permitiu ganhos com o sistema de produção mais enxuto, e assim suprir a demanda, e permitiu observar um grande desperdício com operações no processo que não agregava valor ao produto final, e ganhos com movimentações desnecessárias.

**Palavras chave:** Produção Enxuta, Desperdícios, Processos Produtivos.

## Application of Lean Manufacturing in the Optimization of Machining Process of Welding Top

### Abstract

The number of organizations that has adopted the philosophy of Lean Production is growing because of that companies seek the maximum eliminate waste process, and thus, market strategies increase competitiveness in the industrial segment, this study was conducted in a company of automotive components, located in the State of Sao Paulo, the product being composed of several processes, in the following sequence: cutting, stamping, welding, machining, laminating, assembly, painting, the process was analyzed in the machining operation weld bead product, since that was the bottleneck of the production line, which hurt the overall productivity of the system, and the aim was, therefore, totally eliminate operations that did not add value to the product, with changes in layout, and improves flow line, the project has won with the production system leaner, and thus meet the demand, and allowed to observe a large waste with operations in the process that did not add value to the final product, and gains on unnecessary movements.

**Key-words:** Lean Production, Waste, Manufacturing Process.

### 1. Introdução

A Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing* é a filosofia e iniciativa desenvolvida pela

indústria Japonesa *Toyota Motor Company* para gerenciar a produção e aperfeiçoar o processo. O termo *Lean* foi preconizado através do livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (*The Machine that Changed the World*) de Womack, Jones e Roos publicado nos anos 90, que mostra as vantagens do desempenho da Indústria Japonesa.

Conforme Lopes (2008), essa iniciativa começou no Japão logo após a 2ª guerra mundial. O desperdício poderia constituir a diferença entre a vida e a morte das pessoas e empresas. Por isso, os japoneses buscaram na sua histórica simplicidade um caminho de evolução sem desperdício. A filosofia *Lean*, foi sendo compreendida por outras montadoras, seus fornecedores e por empresas de outros ramos.

A filosofia *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta visa à eliminação de desperdícios e o constante aprimoramento, seus objetivos fundamentais são a qualidade e a flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e de competir neste cenário cada dia mais globalizado e competitivo. (LOPES, 2008)

Este artigo mostra um estudo de caso realizado em uma indústria automotiva, na qual foi aplicada alguns conceitos do *Lean Manufacturing* em uma linha de produção de usinagem do cordão de solda considerada o gargalo, com alta perda por espera e movimentação do operador, resultando em desperdícios no processo.

## 2. Sistema Toyota de Produção ou TPS

A filosofia de gerenciar, otimizar e organizar em menor prazo as necessidades dos nossos clientes de forma mais rápida e na mais alta qualidade e ao mais baixo custo, toda a organização deve estar envolvida e integrada e com isso aumenta a segurança e o moral de seus colaboradores. (GHINATO, 2000)

Ghinato, (2000) ainda comenta que o TPS foi originalmente desenvolvido para a manufatura. Portanto, para o perfeito entendimento, deve-se, antes de qualquer coisa, compreender suas origens na manufatura, mais especificamente na indústria automobilística.

A ousadia da família Toyoda pela indústria automobilística começou ainda no início do século, após a primeira viagem de Sakichi Toyoda aos Estados Unidos em 1910. No entanto, o nascimento da *Toyota Motor Company*, deve-se mesmo a Kiichiro Toyoda, filho do fundador Sakichi, que em 1929 também esteve em visita técnica às fábricas da Ford nos Estados Unidos. (GHINATO, 2000)

Ainda Ghinato (2000) complementa que a Toyota entrou na indústria automobilística, especializando-se em caminhões para as forças armadas, mas com o firme propósito de entrar na produção em larga escala de carros de passeio e caminhões comerciais. No entanto, o envolvimento do Japão na II Guerra Mundial adiou as pretensões da Toyota. Com o final da II Grande Guerra em 1945, a Toyota retomou os seus planos de tornar-se uma grande montadora de veículos. No entanto, qualquer análise menos pretensiosa indicava que a distância que a separava dos grandes competidores americanos era simplesmente monstruosa. Costumava-se dizer, há esta época, que a produtividade dos trabalhadores americanos era aproximadamente dez vezes superior à produtividade da mão-de-obra japonesa.

Na verdade a essência do Sistema Toyota de Produção é a perseguição e eliminação de qualquer tipo de perda. É que na Toyota se conhece como “Princípio do não Custo”. Estes princípios baseiam-se na crença de que a tradicional equação  $\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço}$ , deve ser substituída por  $\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro}$ . (GHINATO, 2000)

### 3. *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta

Conforme Werkema (2008) *Lean Manufacturing*, por sua vez, é uma filosofia que busca eliminar desperdícios, isto é, tudo aquilo que não agrega valor ao produto final e devemos eliminá-los; Como o *Lean* pode ser aplicado em todo tipo de trabalho, uma denominação mais apropriada é *Lean Operations* ou *Lean Enterprise*; As origens do *Lean Manufacturing* remontam ao sistema Toyota de Produção (também conhecido como Produção Just-in-Time).

A integração entre o Seis Sigma e o *Lean Manufacturing*, por meio da incorporação de cada ponto forte, é uma estratégia poderosa e eficaz, que cada uma das partes individualmente, e adequada para a solução de todos os tipos de problemas relacionados à melhoria de processos e produtos. (WERKEMA, 2008)

Segundo Paiva (2007) O conceito *Lean* não pode ficar limitada a uma parte das operações de uma organização. As estratégias são obtidas quando todas as áreas das empresas se juntam e atuam sob os mesmos conceitos.

Paiva (2007) faz uma analogia que se houvesse uma realização ou uma iniciativa *Lean* em um setor somente, é como ter um craque de futebol em um time de amadores. Primeiro, o craque pode ajudar, mas não conseguirá melhorar muito o resultado do time como um todo.

Os amadores afetarão o desempenho do craque e este começará a ficar frustrado, por não poder desenvolver todo seu potencial. Finalmente, podem aparecer conflitos internos no time se a diferença de desempenho for grande e duradoura. (PAIVA, 2007)

Já Lopes (2008) compara o conceito *Lean* como um iceberg, pois a aplicação da filosofia é dividida em parte visível em (10%) e outra invisível (90%), e sempre se inicia muito mais na parte visível e por conta disso ocorre de cima pra baixo, sem o total engajamento da direção e o comprometimento de todos.

A tecnologia desempenha um papel fundamental no atual cenário competitivo, é ela quem permite uma verdadeira integração entre empresas e a visibilidade necessária para tomar decisões corretas, e com isso, um programa deste tipo deve ser levado a sério e muito bem planejado dentro de uma empresa. (PAIVA, 2007)

### 4. Os sete tipos de desperdícios

Silveira (2013) coloca que o maior foco das indústrias que aplicam a ferramenta do *Lean Manufacturing* é combater todos os tipos de desperdícios que ocorrem na produção de um produto.

Existem dois tipos de desperdícios: os que são visíveis e os que são ocultos, e quanto aos ocultos é muito importante que eles sejam descobertos e eliminados antes que possam ser tornar maiores. (SILVEIRA, 2013).

Segundo Ghinato (2000) são sete os desperdícios da produção que foram identificados e categorizados por Taiichi Ohno, um Engenheiro de Produção que iniciou sua carreira no setor automotivo em 1943 e é considerado o Pai do TPS. Segundo Ohno os desperdícios podem ser categorizados da seguinte forma a saber:

#### 4.1 Defeitos

Qualidade é fazer a coisa certa logo na primeira vez. Trata-se de prevenção e planejamento, não de correção e inspeção. Os defeitos não só resultam na insatisfação do cliente e danos à imagem da empresa, como também em desperdícios devido aos custos e tempo envolvidos em repor um produto defeituoso. A perda por fabricação de produtos defeituosos é o resultado da geração de

produtos que apresentem alguma de suas características de qualidade fora de uma especificação ou padrão estabelecido e que por esta razão não satisfaçam a requisitos de uso. No Sistema Toyota de Produção, a eliminação das perdas por fabricação de produtos defeituosos depende da aplicação sistemática de métodos de controle na fonte, ou seja, junto à causa-raiz do defeito. Sendo assim, a melhoria contínua são os meios mais eficazes para reduzir os desperdícios causados por defeitos no processamento. E com isso a falta de objetividade, acarreta em um processo incapaz, com pessoas não qualificadas.

#### 4.2 Excessos de Produção ou Superprodução

Esta perda está relacionado ao produzir além do volume programado ou requerido, assim sobrando peças ou produtos. A superprodução caracteriza um tipo de perda inadmissível sob qualquer hipótese e está completamente superada na Toyota. A superprodução ocorre quando há maior produção do que a empresa pode vender, resultado em um aumento no estoque de produtos acabados. A superprodução esconde desperdícios, uma vez que muitos pensam que o estoque é considerado um ativo de valor para a empresa, quando na verdade a maioria deles podem se tornar obsoletos ou implicar em custos para mantê-los até que possam ser vendidos. Há duas ferramentas que servem de boas alternativas para evitar o excesso de desperdício referente à superprodução, o *Just-in-time* e as regras do *Kanban*. E de todas as sete perdas essa seria a mais prejudiciosa, ou seja, ela tem a propriedade de esconder as outras perdas.

#### 4.3 Perdas por Espera

O desperdício referente ao tempo de espera ocorre quando os recursos, sejam pessoas ou equipamentos, são a rigor obrigados a esperar desnecessariamente em virtude de atrasos na chegada de materiais, ou disponibilidade de outros recursos, a espera de ferramentas para começar a trabalhar o tempo de espera origina-se de um intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado. O lote fica ocioso ou parado à espera de sinal verde para seguir em frente no fluxo de produção.

#### 4.4 Perdas por Estoque

É a perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado. Uma grande barreira ao combate às perdas por estoque é a “vantagem” que os estoques proporcionam de aliviar os problemas de sincronia entre os processos. No ocidente, os estoques são encarados como um “mal necessário”. O Sistema Toyota de Produção utiliza a estratégia de diminuição gradativa dos estoques intermediários como uma forma de identificar outros problemas no sistema, escondidos por trás dos estoques. A principal causa de estoque é muitas vezes, devido à falta de planejamento e falta de desconhecimento do departamento de compras, com relação ao consumo real, ter excesso de estoque significa um maior custo para a empresa, ocupação de área, manutenção do inventário e do estoque, e também possuem excesso de material acumulado em processo (*WIP ou Work-in-Process*).

#### 4.5 Perdas por Transportes

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. Ou seja, qualquer recurso (pessoas, equipamentos, suprimentos, ferramentas, documentos ou materiais), são movidos ou transportados de um local para outro sem qualquer necessidade.

Uma maneira de reduzir o desperdício de transporte é criando um layout eficiente, onde os clientes são atendidos por fornecedores próximos. Células que trabalham entre si, ou servindo umas às outras, também devem ser alocadas em proximidade para reduzir o desperdício. Materiais e ferramentas de algumas células de trabalho também podem ser movidos, realocados, ou posicionados ao lado ou perto de usuários de outras células de trabalhos ou seus clientes internos.

#### **4.6 Perdas por Movimentações nas Operações**

O desperdício no movimento acontece quando ocorrem movimentos desnecessários do corpo ao executar uma tarefa. Muitas vezes, o desperdício de movimento atrasa o início dos trabalhos e interrompe o fluxo das atividades. Para reduzir o desperdício nas movimentações, primeiramente é necessário analisar se elas são necessárias ou não. As desnecessárias devem ser imediatamente trabalhadas. Já para movimentações necessárias, é importante verificar se é possível torná-las mais práticas. Isto pode ser feito reorganizando o local de trabalho ou mesmo redesenhando o layout da linha de produção. As perdas por movimentação relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação. Este tipo de perda pode ser eliminado através de melhorias baseadas no estudo de tempos e movimentos. Tipicamente, a introdução de melhorias como resultado do estudo dos movimentos pode reduzir os tempos de operação em 10 a 20%.

#### **4.7 Perdas por Processamento**

E por último, esta categoria de desperdício refere-se aos processamentos que não agregam valor ao item que está sendo produzido ou trabalhado. São parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto/serviço. Podem ainda ser classificadas como perdas no próprio processamento situações em que o desempenho do processo encontra-se aquém da condição ideal. Segue alguns exemplos a saber: baixa velocidade de corte de um torno por força de problemas de ajuste de máquina ou manutenção; o número de figuras estampadas em uma chapa metálica menor do que o máximo possível devido a um projeto inadequado de aproveitamento de material.

Se for realizada uma análise criteriosa, é possível identificar atividades e tarefas dentro do processo que podem ser irrelevantes e que afetam diretamente a produtividade e o custo da operação. Por este motivo é necessário analisar e identificar em cada etapa a existência de gargalos e eliminá-los.

Para que seja possível eliminar os desperdícios, é necessário vê-los e reconhecê-los, identificando quem é o responsável por eles. Finalmente ele deve ser mensurado de forma a estabelecer seu tamanho e magnitude. Desperdícios que não podemos ver, não podem ser eliminados. Quando um desperdício é negligenciado, também não é possível eliminá-lo e quando alguém se recusa a aceitar a responsabilidade, então ele não vai trabalhar para eliminá-lo. Quando o desperdício não é medido, as pessoas podem pensar que ele é pequeno demais ou trivial e, por este motivo, não estarão motivadas em detê-lo.

### **5. Six Sigma ou Seis Sigma**

Segundo Werkema (2006), a metodologia Seis Sigma é uma estratégia gerencial, disciplinada e altamente quantitativa, que tem o objetivo de aumentar radicalmente o desempenho e a lucratividade das organizações, através da melhoria e da qualidade de produtos, processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores.

O sistema Seis Sigma se concentra na melhoria da qualidade, como por exemplo, na redução do desperdício ao ajudar as organizações a produzir de forma melhor, mais rápida e mais

econômica. Em termos tradicionais, o Seis Sigma focaliza a prevenção de defeitos, a redução dos tempos de ciclo e a economia de custos. Ao contrário dos cortes de custos descuidados, que reduzem valor e qualidade, o Seis Sigma identifica e elimina custos do desperdício, ou seja, que não agregam valor aos clientes. Em geral, esses custos são extremamente elevados em empresas que não o utilizam. (WERKEMA, 2006)

A nomenclatura *Six Sigma* é oriunda da Estatística. Sigma é uma letra grega ( $\sigma$ ) definida como desvio padrão, uma medida da dispersão dos dados observados em relação à média. Adotando ambas as distâncias entre a média e o limite superior extremo (LSE) e o limite inferior extremo (LSI) como Seis Sigma, temos que a cada bilhão de itens produzidos apenas dois apresentarão falhas, sendo um acima do LSE e o outro abaixo do LIE, essa é a realidade para um processo centralizado. Como esse processo é impossível de ser mantido na prática, considera-se uma descentralização de 1,5 Sigmas para cima e para baixo. Assim, a taxa de dois em um bilhão será substituída por 3,4 falhas em um milhão, o que igualmente representa um índice de 99,99966% de perfeição. (WERKEMA, 2006)

Werkema (2006) ainda complementa que para atingir a tal perfeição ou utopia, de 3,4 falhas por milhão, utiliza-se de um conjunto de técnicas comprovadas juntamente com um quadro de líderes técnicos da empresa, capacitados e bem treinados conhecidos para que cheguem a um alto nível de eficiência na aplicação dessas técnicas; Também inclui-se a isso um modelo de melhoria do desempenho constituído por cinco passos: definir, medir, analisar, implementar a melhoria e controlar que corresponde a famosa sigla DMAIC, em inglês, que será melhor explanado no próximo capítulo.

## 5. DMAIC

Para uma eficiente implantação do Seis-Sigma se faz necessário o uso do método denominado DMAIC, na qual prevê uma sequência lógica de etapas ou fases definidas como: Definir, Medir, Analisar, Aprimorar e Controlar. (CAMPOS 2003).

Werkema (2000) utiliza o seguinte padrão de cores para exemplificar o processo DMAIC: *White Belts* (faixa-brancas), são profissionais treinados nos fundamentos do Seis-Sigma para que possam dar suporte aos *Black Belts e Green Belts* na implementação dos projetos. Os *Yellow Belts* (faixas-amarelas) são profissionais com treinamento mais avançado em estatística e gerenciamento de projetos e podem desenvolver projetos em equipe, usando a metodologia. *Green Belts* (faixas-verdes), são profissionais que participam das equipes lideradas pelos *Black Belts* na condução dos projetos Seis-Sigmas. *Black Belts* (faixa-pretas), são aqueles que lideram equipes na condução dos projetos Seis Sigma e que alcançam maior visibilidade na estrutura do programa. O *Black Belts* deve possuir o seguinte perfil: iniciativa, entusiasmo, habilidades de relacionamento interpessoal e comunicação, motivação para alcançar os resultados e efetuar mudanças, influência no setor onde atuam, habilidade para trabalhar em equipe e excelentes conhecimentos técnicos de sua área de trabalho.

Segue abaixo o desdobramento de cada fase do DMAIC:

### 5.1 Fase Definir

Segundo Fagundes (2007) a metodologia DMAIC, conduz as equipes a pensar logicamente na identificação e solução, as causas dos problemas, que garantem as soluções implementadas pelo qual processo será melhorado, para atender a uma Característica Crítica para o Cliente, aumentando a sua satisfação. Uma vez sendo identificado o processo a ser melhorado diz-se que está identificado um “Projeto Seis Sigma”. Deve ser verificada a viabilidade econômica do “projeto” e fazer uma previsão dos benefícios (financeiros inclusive) que podem ser alcançados.

## 5.2 Fase Medir

Segundo Fagundes (2007) essa fase é para entender a situação atual do processo e coletar dados confiáveis sobre desempenho, qualidade e custos para ser utilizado no entendimento da causa do problema deve-se fazer também um levantamento geral de todas as entradas do processo e como se relacionam com as características críticas para a qualidade do cliente. Deve-se medir a habilidade do processo em produzir itens não defeituosos, em outras palavras, mede-se a capacidade do processo, expressa por seu valor em sigma. Nesta fase as principais ferramentas utilizadas são: mapa do processo (detalhado), espinha de peixe, matriz de causa & efeito, análise do sistema de medição e cálculo da capacidade, assim com estatística básica.

## 5.3 Fase Analisar

Segundo Fagundes (2007) essa fase identifica e verifica as causas que afetam as variáveis associadas a entrada e saída do objetivo do projeto, deve-se procurar pelas fontes de variação que aumentam a variabilidade do processo e que são responsáveis pela geração de defeitos.

## 5.4 Fase Implementar

Fagundes (2007) comenta que a fase que seleciona a solução do problema baseado nos pilotos e executa a implantação em escala. Nesta fase toma-se ação sobre o processo para melhorá-lo com base nas fontes de variação identificadas na fase de Análise (A). Ao final desta fase deve-se calcular a nova capacidade sigma do processo, para comprovar que houve uma melhoria significativa.

## 5.5 Controlar

Conforme Fagundes (2007), essa é a fase que acompanha os resultados das implementações realizadas e estabelece procedimentos para garantir a manutenção dos resultados positivos alcançados. Neste ponto devem-se empregar métodos para monitorar as fontes de variação identificadas para manter a capacidade melhorada adquirida passar a responsabilidade pelo monitoramento do processo para os donos do processo. Uma confirmação dos benefícios econômicos alcançados deve ser feita.

## 6. Estudo de Caso

O presente estudo foi realizado em uma empresa de componentes automotivos, situada no Estado de São Paulo, sendo o produto composto de vários processos. A coleta de dados foi realizada com pesquisa documental, na qual deve identificar algumas situações em que todas as estratégias de pesquisas são relevantes. As questões “Como” e “o que” são formulados sobre um conjunto atual de eventos no qual o investigador tem pouco ou nenhum controle.

A partir disso foi aplicada a metodologia do *Lean Manufacturing* e *Six Sigma* com as ferramentas que englobam o DMAIC, método utilizado pela empresa para encontrar a causa raiz do problema, que até então não era sabido o que estava causando a falta de peças e ocasionando baixa na produtividade da linha. Foram feitas algumas questões como: “O que queremos realizar com sucesso?”, e a partir das respostas encontradas, com questões de campo iniciou-se o ciclo na fase Define (Definir), foram feitas análises do custo-benefício e o mapa do processo macro.

Em seguida foi realizado a fase Medir, identificando a facilidade de obter dados. A partir da identificação dos objetos, foi necessária a identificação da causa raiz do problema, e a ferramenta utilizada foi o diagrama de causa e efeito. Houve a necessidade de realizar novamente o mapa do processo mais detalhado, onde foi observado a amplitude da linha produtiva, indicando a necessidade do estudo na operação de usinagem do cordão de solda.

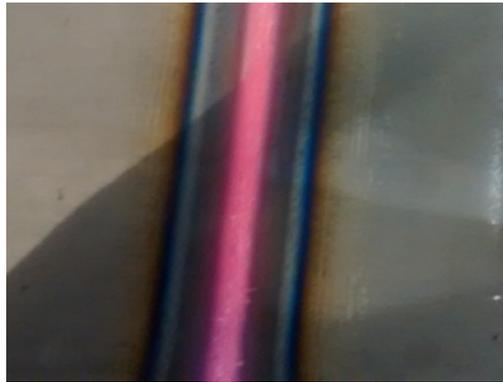


Figura 1 – Aplicação do cordão de solda

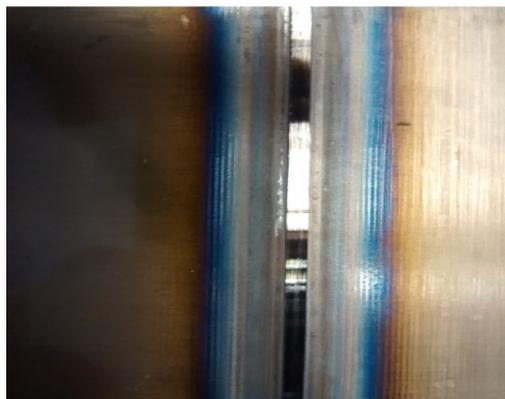


Figura 2 – Cordão de solda usinado

A operação de usinagem do cordão de solda era o gargalo produtivo da linha, o que prejudicava a produtividade global do sistema. Devido a este gargalo, era necessário o uso de 2 (duas) máquinas que realizavam o processo de usinagem do cordão de solda, para suprir a demanda. Foi então que se passou para a terceira fase do DMAIC, a fase de Análise, que obteve uma nova questão “Como saberemos que uma mudança será uma melhoria?”.

Foi realizado uma estratificação com os principais produtos que geravam mais defeitos na linha em questão, e realizou-se um estudo para aperfeiçoar o processo de soldagem, por meio do uso de sistemas de automação, a fim de eliminar a máquina de usinagem excedente e com isso melhorar a produtividade da linha e conseqüentemente reduzir os custos envolvidos no processo. Na Figura 03 é apresentado o *Layout* da linha antes da intervenção.

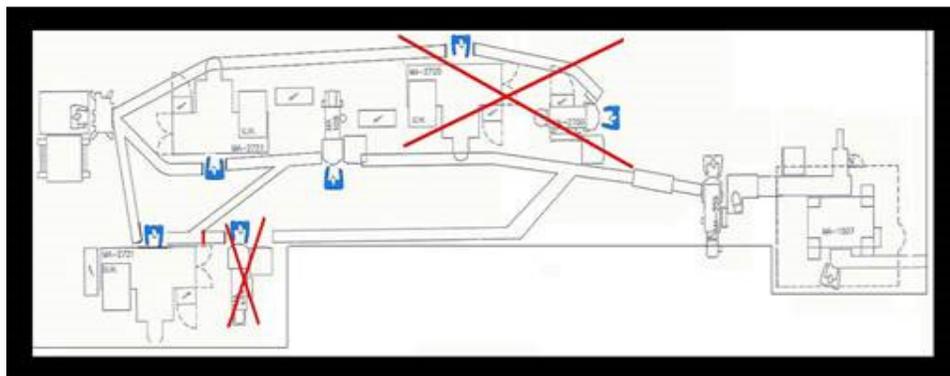


Figura 3 – *Layout* da linha de produção do processo de usinagem do cordão de solda

Na quarta fase do DMAIC, a fase Implementar, foram tomados plano de ação, na qual constituiu das seguintes etapas: criação do time multifuncional composto por engenheiros de processo e manufatura, supervisores e representantes da produção dos três turnos. Após os dados coletados, tomou-se a decisão de implementar as melhorias em uma linha, chamada de linha piloto e realizar os demais testes e foi possível fazer alteração do layout desta linha, e foi construído e implantado um sistema de automação para otimização do processo de usinagem do cordão de solda. Segue abaixo a figura 4 com o novo *layout*.

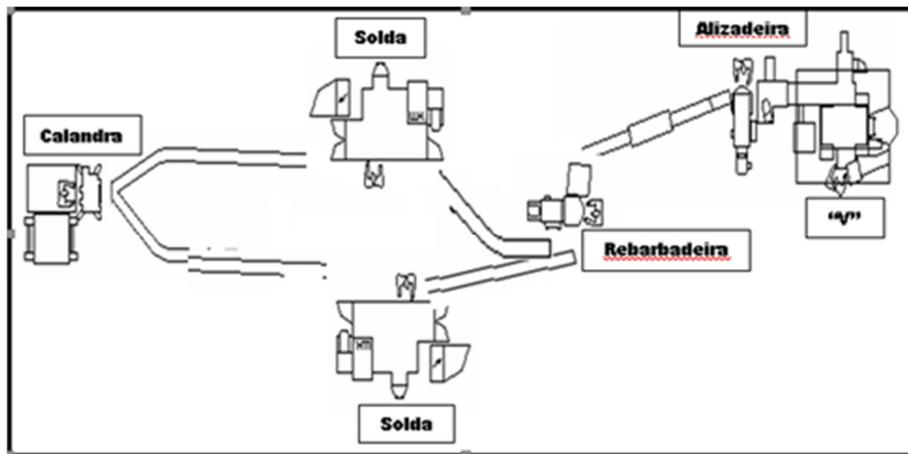


Figura 4 – Proposta do novo layout com a automação da linha de produção.

Na última fase do DMAIC, a fase Controlar, com os resultados alcançados, foi criado um gráfico chamado de 31 (trinta e um) dias para mostrar o dia-a-dia da linha de produção e monitorar a evolução a evolução da linha. Com este gráfico gerou-se a necessidade nos principais envolvidos do setor, que ficassem responsáveis pelo input/output e controle de todas as variáveis.

Com as mudanças realizadas, obtive-se ganhos com a eliminação da rebarbadeira excedente, equipamento considerado gargalo, ganhos com a segurança e ergonomia do operador, melhor usinabilidade do cordão de solda e assim também eliminando o desperdício de defeitos, aumento da eficiência da linha produtiva, que antes era de 500 peça/hora e passou para 600 peças/hora.

Desta forma foram eliminados os desperdícios de espera, pois o colaborador ficava ocioso até a peça chegar para ser processado, o desperdício de movimentação que foi eliminado com as mudanças geradas com o novo *layout* ilustrado na figura 4 e com isso foi possível comprovar que com essas mudanças feitas no setor produtivo a empresa obteve acréscimo considerável em seu lucro anual e um payback de 1,04 anos (TIR) 166,58%, mostrando a viabilidade dos aspectos técnicos e econômicos.

O índice de desempenho interno, na qual engloba retrabalho e sucata, foi reduzida em 40% que é sabido que quanto menor o número de defeitos por PPM melhor. E com a redução do desperdício por PPM, as consequências benéficas com a alta da produtividade neste setor giraram em torno de 80%, que antemão apresentava um resultado em torno de 70%.

## 7. Considerações Finais

Este trabalho aplicado em uma empresa multinacional de componentes automotivos na Região Sudeste do Brasil, teve como principal objetivo apresentar a aplicação da filosofia enxuta, na

qual foi possível eliminar vários tipos de desperdícios gerados no processo de fabricação e que antes não eram observados e classificar seus resultados,

Os objetivos secundários foram apresentar a aplicação dos conceitos do DMAIC, na qual pode se afirmar que as contextualizações do uso dos conceitos dessa metodologia contribuíram para a melhoria sistêmica de toda cadeia produtiva.

Pôde-se também apresentar a situação da empresa antes da implementação dos conceitos do *Lean* e como se deu o processo de implementação e foi possível analisar os resultados obtidos nos processos produtivos e suas contribuições para o aumento da eficiência operacional.

Para a implementação da Manufatura Enxuta e Seis Sigma, deve-se selecionar a equipe responsável por esta implementação e provê-los de todos os recursos necessários de forma que eles se sintam “donos” dos processos e tenham um bom desempenho de suas atividades e possam lograr ótimos resultados.

Finalmente observamos que as empresas devem estar comprometidas com a melhoria contínua, independentemente do ramo em que atua, pois com essa metodologia os resultados e a competitividade global de um sistema se mostram mais eficazes.

## Referências

**FAGUNDES, E.M.** *Melhoria de Processos através do Programa Six Sigma*. Disponível em: Publicado em 2007. <[http://www.efagundes.com/artigos/Seis\\_sigma.htm](http://www.efagundes.com/artigos/Seis_sigma.htm)> Acesso 30/05/ 2014.

**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

**LOPES, Roberto.** *O Lean Manufacturing ou Produção Enxuta-O segredo da melhoria contínua*. Disponível em: <[http://www.cimm.com.br/uploads/cimm/publicacao/arquivo/111/artigo\\_para\\_revista\\_ABTS\\_sobre\\_palestra\\_de\\_maio\\_2008.pdf](http://www.cimm.com.br/uploads/cimm/publicacao/arquivo/111/artigo_para_revista_ABTS_sobre_palestra_de_maio_2008.pdf)> Acesso em 31/05/2014.

**PAIVA, Luiz.** *Cadeia de Suprimentos*. Disponível em: <[http:// Lean e a Complexidade da Cadeia de Suprimento](http://Lean e a Complexidade da Cadeia de Suprimento)> .Publicado em 20/02/2007. Acesso em 31/05/2014.

**SILVEIRA, B. Cristiano.** *Sete tipos de desperdícios*. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/7-desperdicios-producao/>> Acesso em 02\06\2014.

**WERKEMA, Maria Cristina Catarino.** *Lean Seis Sigma*. Belo Horizonte: Werkema, 2006.

**WERKEMA, Maria Cristina Catarino.** *Criando a cultura seis sigma*. Rio De Janeiro: Qualitymark, 2002.