

A UTILIZAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING EM UMA EMPRESA DO SETOR
AUTOMOTIVO: ESTUDO DE CASO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃOBernardo Campbell Bastos⁴⁷Carlos Alberto Chaves⁴⁸André Luis Maciel Leme⁴⁹Rogério Aparecido da Silva⁵⁰

Resumo. Este trabalho tem como objetivo analisar o impacto da diversidade, contabilizando os desperdícios no padrão do conceito dos 3MU's (MUDA, MURI, MURA) e apresentar um estudo de redução da diversidade geral. Para isso, será utilizada a aplicação das ferramentas e técnicas do "Lean Manufacturing Concept". Entre os conceitos que podem ser utilizados, destacam-se Estudos de Tempos e Métodos, SMED, 5S, Kanban, Mapeamento de Fluxo de Valor, Poka-Yoke e Kaizen. Através da análise de casos, se demonstrará que a redução da diversidade de peças, além de reduzir custos, evitar desperdícios e agregar uma série de benefícios, impacta diretamente em toda a cadeia produtiva da montadora. A redução da diversidade interfere na logística (transporte, movimentação, armazenagem, controle), na qualidade (robustez do processo, variabilidade), na produção (superfície, retrabalhos), nos sistemas (complexa base documental, variedade de sistemas), na engenharia (equipamentos, investimentos, soluções) e nos fornecedores (setups, estoques). Portanto, o presente trabalho é de extrema importância e relevância para que empresas com alto nível de competitividade, como as montadoras, permaneçam à frente no mercado de trabalho e ofereçam as melhores ofertas de custo-benefício.

Palavras-chave: Lean Manufacturing, Estudo dos Métodos e dos Tempos.

⁴⁷Aluno do Curso de Mestrado Profissional do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté – SP. be.campbell@hotmail.com.br

⁴⁸Professor do Programa de Mestrado Profissional do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté – SP. chaves@unitau.br

⁴⁹Professor Efetivo da Área de Informática do Instituto Federal de São Paulo – Campus Bragança Paulista andre.m.leme@gmail.com

⁵⁰Aluno do Curso de Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica – Universidade de Taubaté – SP roger@csn.com.br

INTRODUÇÃO

As empresas, na sua generalidade, atualmente estão sujeitas a grandes desafios que passam por uma adaptação ao chamado “Mundo Global”. São obrigadas a evoluir enfrentando os novos mercados de países emergentes que conseguem produtos idênticos a preços baixos em virtude da falta de respeito pelos direitos humanos e à inexistência de leis reguladoras do trabalho. Perante este desafio, crescer de forma sustentada apostando na qualidade dos produtos e serviços, é a resposta que se impõe ao risco de falência. Atualmente, compreender e corresponder às necessidades dos clientes, objetivando o seu desenvolvimento e crescimento, torna o mercado mais acirrado e aumenta a competitividade entre as empresas. Para tal, é necessário conseguir respostas rápidas aos seus pedidos, às suas exigências e de acordo com suas necessidades.

A filosofia Lean assume-se como uma revolução que tem o potencial de melhorar, efetivamente, a capacidade produtiva de qualquer empresa. Este conceito nasceu do resultado de uma aprendizagem prática e dinâmica dos processos produtivos originários dos setores têxteis e automobilísticos, que surgiu da ambição e das contingências do mercado Japonês.

Lean Manufacturing contribui com um conjunto de medidas e ferramentas adotadas como resposta à enorme crise atual e necessidade das empresas de todo e seguimento em se tornar competitiva no mercado. Os conceitos inerentes à filosofia regem-se, basicamente, pela eliminação dos desperdícios existentes tendo como consequência direta o aumento da produtividade e da eficiência nas linhas produtivas.

Para implantar esta filosofia, o principal ponto inicia-se na necessidade de compreender perfeitamente como efetivamente opera todo o processo produtivo, pois só assim conseguirá perspectivas hipotéticas de melhorias. Em seguida verifica-se o nível de satisfação dos clientes com relação aos produtos, tentando ir ao seu encontro. Por último, não ter medo de melhorar.

É neste sentido, que surgem as metodologias Lean, como ferramentas na detecção e eliminação de desperdícios. O estudo dos métodos e dos tempos como principais fontes de informação relativamente ao estado atual das empresas e o mapeamento de fluxo de valor como ilustração simplificada, permite compreender e identificar os desperdícios existentes. Como metodologias para elimina-los, surge a filosofia dos 5S que visa a

organização geral das linhas produtivas, padronização dos postos de trabalho e da própria empresa. O método SMED, com o intuito de reduzir o tempo dispendido em mudanças de ferramenta, o método Kanban, como o principal revolucionário do pensamento produtivo, contribuindo para a fluência das linhas produtivas num misto de equilíbrio e eficácia produtiva. O Poka-Yoke tem a finalidade de gerar maior confiabilidade nos processos produtivos evitando o erro operacional e garantindo a qualidade final do produto, e, por fim, o Kaizen, com a filosofia de soluções de problemas e melhoria dos processos complexos em um grupo de trabalho diversificado com objetivos audaciosos em curto prazo.

O presente trabalho tem como função mostrar, através de métodos, o estado atual de funcionamento das Linhas Produtivas da empresa PSA Peugeot Citroën, identificar os problemas devido à complexidade produtiva mediante a grandediversidade de produtos, e apresentar soluções estimando seu impacto. Espera-se que este trabalho contribua com novos conceitos que permitam uma nova e diferente abordagem produtiva utilizando como expoente máximo a eliminação dos desperdícios e a melhoria contínua.

REVISÃO DA LITERATURA

Lean manufacturing

O TPS, considerado como o sistema básico da produção Lean, apresenta como principal característica a flexibilidade das linhas produtivas, tendo a aplicação de pequenos lotes de produtos controlada por métodos que auxiliam a troca de ferramenta e a comunicação eficaz para responder às constantes variações dos mercados atuais (CAKMAKCI, 2008). Ohno acrescentou-lhe ainda o conceito Kaizen, que remete para uma procura de melhoria contínua, contribuindo para a superação diária dos operadores nos postos de trabalho e, conseqüentemente, para a melhoria de toda a linha produtiva.

De um modo mais prático, o sistema de produção Lean nasceu na recusa de aceitar desperdício (muda, em japonês). Ohno, em 1988, definiu desperdício como qualquer atividade que consome recursos, adicionando custos e que não gera qualquer valor ao produto desejado pelo cliente. Identificou sete tipos de desperdícios que devem ser eliminados designando-os por:

1. **Superprodução:** Produzir mais, antes do necessário, gera excesso de produtos aumentando o inventário;
2. **Esperas:** Sempre que os operadores ou máquinas estão à espera de algo que viabilize a produção;
3. **Transporte:** Movimentos desnecessários de material;
4. **Retrabalho:** Operações extras de reprocessamento devido a defeitos, excesso de produção ou excesso de inventário;
5. **Inventário:** Todo o material produzido, matéria-prima e estoques existentes no meio da linha produtiva que não foi pedido pelo cliente;
6. **Movimento:** Movimentos desnecessários por parte dos operadores, por vezes devido ao leiaute das próprias empresas, defeitos, retrabalhos, superprodução ou excesso de inventários.
7. **Defeitos:** Produto final fora de especificação; Falhas operacionais devido a problemas de concepção de produto ou processo inadequado.

A implantação do sistema produtivo Lean contribui para um forte acréscimo da eficiência de uma fábrica, apresentando uma elevada capacidade produtiva e velocidade de resposta às encomendas, com uma grande flexibilidade permitindo abranger uma vasta gama de produtos com estoque mínimo, sem defeitos e com excelente qualidade.

Todavia, e apesar das inúmeras vantagens quanto à implantação do sistema Lean, existem alguns fatores contrários à sua aplicação, onde a “resistência à mudança” impera. Empresas habituadas a trabalhar de acordo com outros sistemas sem conseguir abordar novas ideologias ficam presas aos velhos hábitos sem coragem para a inovação.

A Figura 1 mostra forças favoráveis e de oposição à implantação. Contudo, é sempre possível demonstrar que as forças que apoiam a filosofia Lean Manufacturing são sempre maiores que as que lhe resistem (MELTON, 2005).

Lean Manufacturing pode ser entendido como “produção magra” porque usa “menos de tudo” comparativamente ao sistema de Produção em Massa. Metade do esforço humano, metade do espaço na fábrica, metade do investimento em ferramentas e metade do tempo. Também necessita de menos produtos em estoque resultando em menos defeitos na linha produtiva, produzindo mais e melhor (HOLWEG, 2007).



Figura 1 - Força a favor e contra a implantação da filosofia *Lean*

Fonte: Adaptado de MELTON (2005, p. 664).

Lean thinking

Desde 1990, com a publicação do livro “*The Machine That Changed the World*” que muitas empresas tentaram adotar as práticas da produção Lean, mas muitas não sabiam como, porque o livro não abordava conceitos para sua implantação. Motivados pela ausência destes conceitos, Womack e Jones publicaram o livro “*Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*” em 1996. Este livro surge como guia informativo para a criação de uma empresa Lean (HICKS, 2007). Estes conceitos tornaram-se fundamentais e revolucionaram uma nova era:

1. Especificar valor;
2. Definir a cadeia de valor no processo;
3. Criar fluidez na linha produtiva;
4. Produção “puxada” pelas necessidades dos clientes;
5. Busca pela perfeição.

Na filosofia Lean, o valor é sempre definido pelo cliente final, identificando que características o cliente está disposto a pagar, de forma a considerar o investimento no

produto como algo de mais valor para si. Seguidamente, define-se a cadeia de valor, que representa todos os processos e atividades que contribuem para a fabricação de um produto, desde a chegada da matéria-prima até à sua entrega ao cliente, com o intuito de identificar os desperdícios criando um fluxo entre setores que acrescentam valor. Este fluxo caracteriza-se pela passagem do material de um setor para outro sem que exista tempo de espera entre ambos, ou seja, o setor seguinte deve ser encarado como cliente do sector anterior, aumentando, conseqüentemente, a responsabilidade de cada operador, exigindo que cumpra as obrigações para ele definidas em cada setor. O fato de permitir que o cliente puxe o produto contribui para a redução de estoques contribuindo para um ambiente mais leve na própria linha produtiva. A busca pela perfeição remete para um dos conceitos principais da filosofia Lean, designado por Kaizen, que fomenta a melhoria contínua buscando a redução ou eliminação dos desperdícios, confiando um espírito de insatisfação nos operadores com o intuito de estimulá-los nesta procura (LIAN e LANDEGHEM, 2002).

Relativamente às operações efetuadas, é importante salientar que, ao abrigo da filosofia Lean, só existem dois tipos; as que acrescentam valor e as que não acrescentam valor ao produto. Dentro destas últimas, existem as “Necessárias” e as “Não Necessárias”, sendo que as últimas se devem anular imediatamente contribuindo para um aumento do tempo de valor acrescentado, não produzindo nada que não seja pedido pelo cliente, evitando estoques e o caos nas linhas produtivas (LEITE, 2008).

A aplicação Lean deve ser compreendida e implantada na sua totalidade e não só em casos isolados, sob o risco de não conseguir obter as melhorias pretendidas (STRATEGOS, 2001).

Ferramentas e Metodologias do LeanManufacturing

O Lean Manufacturing consiste na implantação de um conjunto de técnicas e ferramentas que visam à redução de desperdícios ao longo da linha produtiva. Neste estudo foram aplicadas algumas dessas ferramentas e técnicas, como por exemplo, o Estudo dos Métodos e dos Tempos, SMED, 5S, Kanban, Mapeamento de Fluxo de Valor e Poka-Yoke (SHERRER-RATHJE et al., 2008).

Estudo de Métodos e Tempos

Desempenham um papel fundamental na análise crítica dos processos constituintes da linha de produção bem como dos procedimentos dos operadores, tornando-se essencial ao equilíbrio da mesma.

É uma ferramenta fundamental para a compreensão operativa das linhas de produção de cada empresa, contribuindo para a análise qualitativa e quantitativa das mesmas.

O estudo dos métodos é constituído por duas técnicas:

- **Análise visual:** Contribui para o conhecimento geral da realidade da linha produtiva;
- **Entrevistas informais:** Facultam pormenores importantes para a compreensão do modo de funcionamento de cada setor.

Ambas cooperam para uma apreciação qualitativa da realidade da empresa. O estudo dos tempos, podem ser calculados através de três princípios: Estimativas, histórico de tempos e medições de tempo *in situ*.

Para as medições de tempo *in situ*, existem duas técnicas principais:

- **Observações instantâneas:** Consistem na separação dos diferentes estados da máquina ou do operador, efetuando-se determinadas contabilizações durante intervalos de tempo específicos;
- **Cronometragens:** Medição contínua do tempo de determinada operação.

Estas duas técnicas contribuem para quantificar os tempos de produção de cada setor e/ou de cada operador, informando o estado produtivo atual.

SMED

A filosofia Lean tem como característica ser flexível, ou seja, produzir uma grande variedade de diferentes produtos. Para atingir esse objetivo, tem, obrigatoriamente, que trabalhar com pequenos lotes e para isso, é necessário desenvolver um método que reduza o tempo de mudança de ferramenta de forma a tornar esta característica viável.

Em 1985, Shingeo Shingo apresentou a sua metodologia ao mundo, denominando-a de “Single Minute Exchange of Dies – SMED”. O método SMED representa um conjunto de técnicas que melhoram o processo de mudança de ferramenta permitindo uma redução de até 90% do tempo em que a máquina se encontra ociosa, com um investimento moderado.

Shingo assumiu que os fabricantes, para terem sucesso, têm que ter máxima consideração pelos pedidos dos clientes. Considerou que possuir um leque de vários produtos, de qualidade elevada, onde sua entrega seja eficaz e a um preço justo, seriam características importantes a serem consideradas pelos clientes. Partindo desse pressuposto, concluiu que a flexibilidade era o futuro, e para possuir essa capacidade era obrigatório trabalhar com tempos de mudança de ferramenta o mais curto possível de forma a reduzir os tempos improdutivos e reduzir também o tamanho dos lotes dos produtos, aumentando, consequentemente, a variedade da oferta (CAKMAKCI, 2008).

Este processo tem como base a preparação da mudança de ferramenta, fazendo com que a máquina pare a sua produção o mínimo tempo possível, aumentando o tempo produtivo da mesma. É de fundamental importância eliminar todas as atividades desnecessárias contribuindo para a melhoria geral das linhas produtivas.

Para sua aplicação, Shingo dividiu as operações que compõem a troca de ferramenta em duas partes:

- **Operações Internas:** São aquelas que implicam na parada da máquina, afetando o ritmo de produção;
- **Operações Externas:** São as que podem ser efetuadas com a máquina em produção.

A aplicação do método é dividida em três fases:

- **Fase 1:** Separar as operações internas das externas. Este passo tem como objetivo, reduzir o tempo de mudança de ferramenta entre 30 a 40%;

- **Fase 2:** Converter as operações internas em externas. Esta fase reduz o tempo total em que a máquina não está produzindo. Preparações avançadas das operações contribuem para a melhoria da mudança de ferramenta;
- **Fase 3:** Melhoria de todos os aspectos da mudança de ferramenta. Contribui para a redução do tempo total, seja das operações internas ou externas, através de métodos como a paralelização, ferramentas de rápida preparação, entre outros.

A Figura 2 resume a aplicação do método.

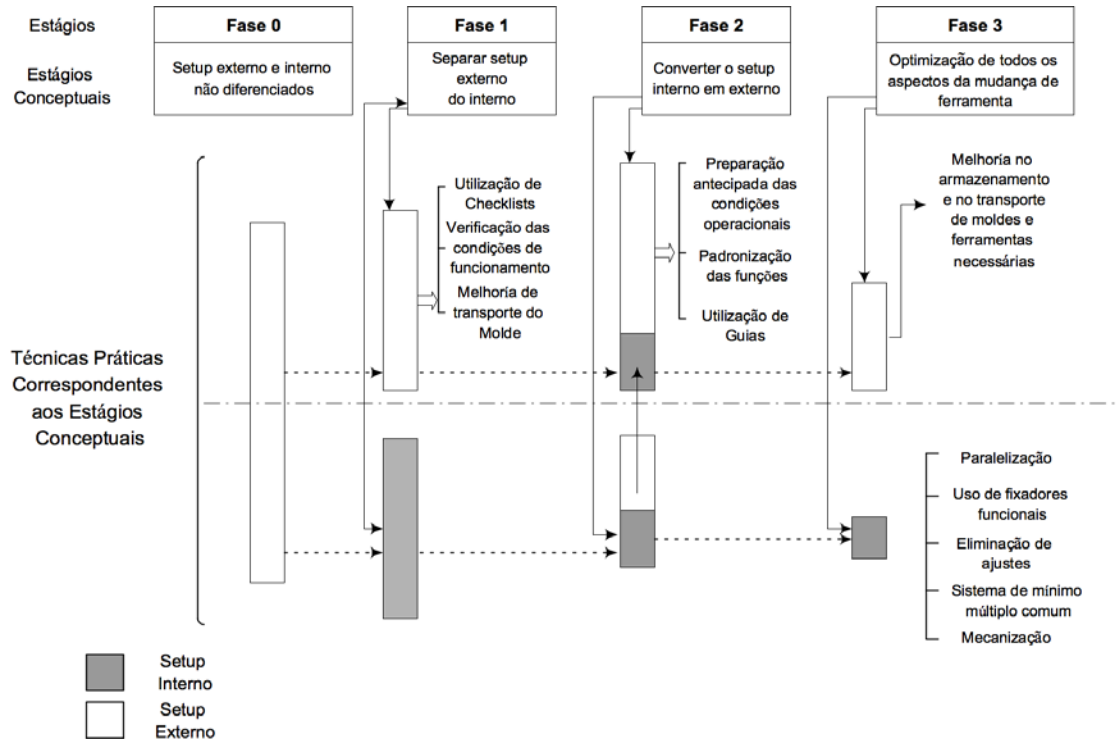


Figura 2 - Ilustração das diferentes fases da aplicação do método SMED

Fonte: CAKMAKCI (2008).

Kanban

É uma técnica criada pelo TPS com o objetivo de controlar os níveis de estoques, produção e fornecimento de componentes cooperando com o conceito JIT.

A palavra japonesa “Kanban” significa “Cartão” ou “Etiqueta”. Uma das principais características do sistema Kanban é contribuir para o conceito que permite o cliente solicitar o produto desejado. Esta técnica permite a produção de uma nova peça num determinado posto de trabalho somente quando este receber um sinal do setor a jusante informando-o que necessita ser fornecido de forma a não quebrar a sua produção. Usado de forma criteriosa, Kanban impede o desenvolvimento de elevados estoques, pois os materiais só darão entrada na linha produtiva após liberação do sinal de pedido, mantendo assim o equilíbrio na relação entre estoques e pedidos de clientes.

Este sinal, que inicia e controla todo o processo produtivo, é transmitido através de um cartão Kanban com informação específica sobre esse lote, como por exemplo, o nome do produto, códigos das peças, número do cartão, número do lote, tamanho do lote, data de vencimento, entre outros, permitindo ao operador ter um conhecimento mais sólido sobre o trabalho que deve efetuar. É importante ressaltar que esta técnica institui a relação cliente/fornecedor, mesmo dentro da própria linha produtiva, contribuindo para o aumento de responsabilidades dos operadores fomentando o profissionalismo na linha de produção, pois o setor a montante é considerado fornecedor e o setor a jusante é considerado cliente.

Por vezes, aborda-se esta técnica como um simples sistema de cartões ou etiquetas. Todavia, sua função e o seu âmbito é muito mais profundo, pois se supõe que esta técnica controle todas as atividades operativas das linhas de produção, obrigando à comunicação entre setores e permitindo a criação de um fluxo ágil e eficaz dos materiais ao longo da linha de produção.

Poka-Yoke

É uma palavra japonesa que significa “à prova de erros”. Separadamente, “poka” traduz “erros inadvertidos” e “Yoke” significa “prevenir” ou “evitar”. Abordagens para interromper os processos, desenvolvidos por Shingeo Shingo no início dos anos sessenta, traduziram-se numa grande e valiosa ferramenta para detectar e evitar erros, prevenindo as consequências destes ao longo da linha produtiva. De acordo com Shingo, os defeitos seriam evitáveis se os erros fossem detectados com antecedência. Poka-Yoke propõe a utilização de dispositivos automáticos de prevenção de defeitos ou erros, como por exemplo, erros humanos devido a distrações, falhas operacionais devido à falta de conhecimentos do operador para desempenhar determinada tarefa, entre outros.

De acordo com esta ferramenta, os erros ocasionais podem justificar avisos, no entanto, os erros frequentes ou aqueles com grandes consequências negativas devem ser colmatados com este método. O sistema visa o estabelecimento de limites na prática de uma atividade a fim de obrigar à correta execução da operação. Pode ser implantado de várias formas:

- Inspeção a 100%;
- Identificar os defeitos logo que eles surjam;
- Retificar de imediato os defeitos detectados a fim de evitar sua repetição;
- Projetar mecanismos para evitar a produção de defeitos.

Caso não se detecte o erro e ele aconteça, Poka-Yoke interrompe o processo a fim de eliminar de imediato as causas dos defeitos com o intuito de restaurar o processo de produção de forma mais célere e eficaz possível (AL-ARAIDAH, JARADAT e BATAYNEH, 2010).

Mapeamento de Fluxo do Valor

Representa o conjunto de todas as operações (quer de valor acrescentado, quer de valor não acrescentado) que são necessárias para trazer o produto, ou lote de produtos, através da linha produtiva, começando na chegada da matéria-prima e finalizando no cliente.

Permite visualizar de forma rápida e eficaz o estado das linhas produtivas, de acordo com a realidade de cada uma, permitindo a detecção de desperdícios e perspectivando assim as melhorias que se poderão implantar no sistema. Retrata não só cada setor produtivo de forma isolada, mas também a relação e o fluxo criado entre todos os setores, baseando-se não só no fluxo material, mas também nos fluxos de informação decorrentes de cada encomenda.

Esta ferramenta pode ser aplicada sucessivamente na busca da perfeição do sistema produtivo, fomentando o conceito Kaizen, retratando e atualizando sempre as melhorias que se poderão efetuar. Este mapa facilita a identificação dos vários tipos de desperdícios existentes nesse fluxo, permitindo delinear a estratégia adequada à sua redução ou eliminação (Figura 3).

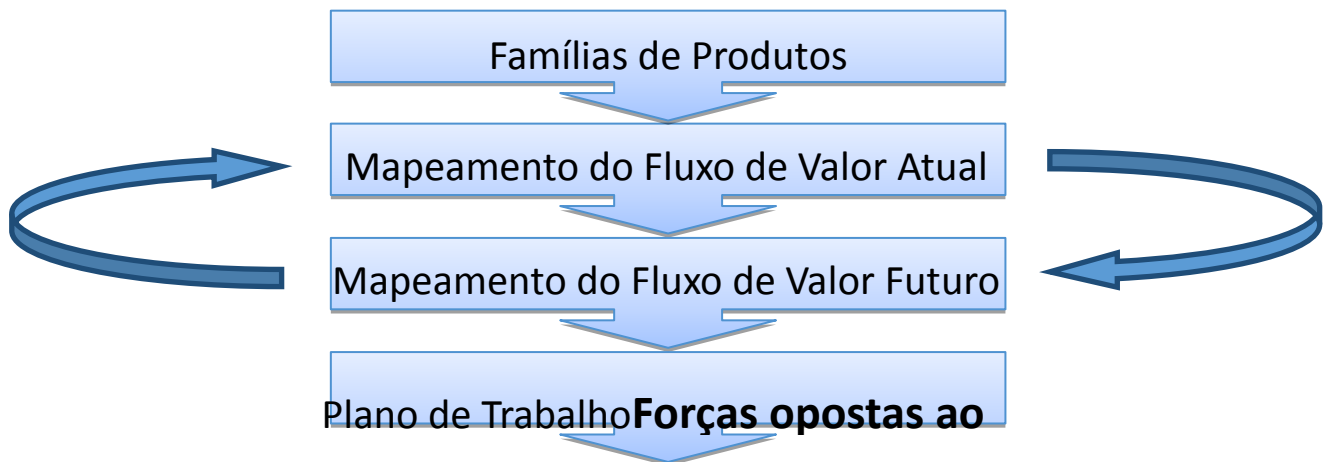


Figura 3 – Aplicação do mapeamento do fluxo de valor.

Fonte:ROTHER e SHOOK (1999).

A simbologia utilizada é normalizada garantindo a homogeneidade dos mapas fornecendo uma linguagem comum para todas as pessoas em toda a organização, uma vez que este é estudado em conjunto, por membros da empresa respeitantes às diferentes hierarquias com o objetivo de identificar problemas e desperdícios existentes definindo estratégias para eliminá-los, contribuindo para o progresso da linha produtiva de forma sustentada.

A aplicação desta ferramenta inicia-se com a especificação do que se pretende mapear, se um produto específico ou uma família de produtos. Após este primeiro passo, desenha-se o mapa do fluxo de valor relativo ao estado atual da linha produtiva usando simbologia técnica que permita transpor para o papel as informações úteis e necessárias. Após a análise e identificação dos desperdícios existentes procede-se ao desenho relativo ao estado futuro desejado, definindo-o como objetivo. O plano de trabalhos define o que se deve efetuar para conseguir a passagem do estado atual para o estado futuro. Pelo conceito de Kaizen, esta operativa deve ser cíclica, com o intuito de estar sempre em melhoria contínua.

Na Figura 4 podem ser observados os símbolos mais comuns e o seu significado normalmente utilizado para traçar o mapa de fluxo de valor.

Em suma, o mapeamento do fluxo de valor deve ser uma prática sistemática nas empresas permitindo o melhoramento do fluxo nas linhas de produção, incitando à prática da melhoria contínua que se refletirá diretamente na redução de desperdícios e, conseqüentemente, no aumento da qualidade dos produtos.



Figura 4 – Simbologia aplicada ao mapeamento de fluxo de valor.

5S

A metodologia denominada 5S proporciona uma organização de trabalho que visa o desenvolvimento de um ambiente limpo, organizado, com fluxos claramente identificados, com os materiais e as informações prontamente disponíveis, com os procedimentos operacionais normalizados onde se consegue observar um erro ou defeito imediatamente por estar fora do padrão. O desenvolvimento destes novos hábitos e regras de trabalho reduzem significativamente as avarias e perdas de tempo em atividades usuais.

A metodologia 5S envolve diretamente as pessoas orientando-as a procurarem as melhores condições de organização nos seus postos de trabalho através da racionalização das atividades, da eventual mudança progressiva das equipes de trabalho, tornando o ambiente dinâmico, procurando sempre flexibilizar os operadores, tornando-os multifacetados e conhecedores de todas as áreas envolventes, permitindo a compreensão global da linha produtiva. Este é um fator muito importante na aplicação da filosofia Lean.

É sempre positivo atender aos pedidos dos operadores que pretendam tornar o seu espaço de trabalho mais agradável e mais eficaz.

Este método foi originalmente criado no Japão e traduz o início de cinco palavras japonesas e, curiosamente, também a sua tradução para a língua inglesa. Os 5S têm origem nas seguintes palavras:

- **Seiri/Sorting – Escolher** – Verificação de material, ferramentas e máquinas nos locais certos, em determinado posto de trabalho removendo tudo o que for excesso;
- **Seiton/Straighten – Ordenar** – Organizar todo o material, ferramentas, espaço, etc., de modo que esteja sempre tudo acessível e ao alcance no mínimo espaço de tempo;
- **Seiso/Sweeping – Varrer** – Limpar toda a área de trabalho, equipamentos e máquinas com o intuito de tornar tudo visível e ordenado;
- **Seiketsu/Standardizing – Normalizar** – Utilizar a mesma disposição, o mesmo controle visual e as mesmas ferramentas por todas as áreas de trabalho para tornar mais fácil a flexibilização dos operadores;
- **Shitsuke/Sustaining – Manter** – Manter e rever as alterações efetuadas com o intuito da melhoria contínua.

Estas foram as cinco palavras originais que deram o nome ao método, contudo, hoje em dia aplicam-se os 6S, devido ao acréscimo de mais uma palavra inglesa, “Safety”, que tem como principal função identificar e corrigir perigos existentes (LEITE, 2008).

O verdadeiro benefício da filosofia 5S é que influencia os operadores a serem mais cuidadosos e perfeccionistas pelo gosto do desempenho da sua função em ambientes organizados, gerando menos produtos com defeitos, menos desperdícios, menos atrasos e menos avarias que se traduzem em menos custos de produção e num aumento significativo da qualidade. A metodologia 5S é alicerçada para a implantação da filosofia Lean (PARRIE, 2007).

METODOLOGIA

O presente estudo tem como objetivo principal a inserção dos conceitos da filosofia Lean no sistema produtivo de uma empresa automobilística com o intuito de torna-la mais competitiva e preparada para o futuro. Foi realizada uma análise atual da empresa onde se diagnosticou eventuais pontos suscetíveis de melhoria, sendo apresentadas, posteriormente, sugestões que conduzam a um estado mais evoluído e enxuto.

É apresentado o diagnóstico das linhas produtivas escolhidas. Procedeu-se à análise aprofundada sobre os setores recorrendo ao estudo dos tempos e métodos, redução de espaço borda de linha, perda de qualidade devido ao grande número de diversidade nos postos de trabalho e finalizando com a apresentação do mapa de fluxo de valor do estado atual. Posteriormente, serão desenvolvidas soluções de melhoria que permitam um aumento da capacidade produtiva, redução do espaço borda de linha e melhoria da qualidade no processo de montagem e, terminando, com a apresentação do mapa do fluxo de valor do estado futuro da empresa.

Metodologias de Análise

Para a realização do diagnóstico foi necessária uma análise detalhada de todos os elementos de fixação utilizados na empresa, e o mapeamento de onde eram utilizados. O trabalho para levantamento de toda a situação atual da empresa durou cerca de cinco meses, não só na parte sistêmica, mas também no chão de fábrica com auxílio dos operadores e pessoas responsáveis pela produção.

Com o objetivo de obter um estudo aprofundado sobre o funcionamento da empresa, foi necessário recorrer a vários tipos de análise e observação com o intuito de fundamentar e estruturar este trabalho, garantindo assim resultados que possam ser aplicados no futuro da empresa.

Este estudo baseia-se fortemente na área de montagem final dos veículos, designada por uma Linha Produtiva que é responsável pela fabricação dos veículos T30, T31, T32, T33, T34, A8 e N78 com uma produção média de 29 veículos/hora e com imensa diversidade de modelos.

Nesta fase foram observados os tempos do processo produtivo, a identificação dos desperdícios, os transportes necessários e desnecessários e os movimentos típicos e atípicos dos operadores de determinados postos de trabalho recorrendo-se a análises visuais, entrevistas informais, observações instantâneas e cronometragens. Recorre-se também à análise de implantações de forma a identificar eventuais problemas de acordo com a disposição dos setores, bem como a sua comunicação a jusante e a montante através da visualização das linhas de fluxo de materiais atuais.

Estudo dos Métodos e dos Tempos.

Esta metodologia de análise teve como objetivo a compreensão global da linha produtiva em questão e foi amplamente utilizada ao longo deste estudo de modo a permitir o conhecimento das operações e procedimentos de cada setor. Foram utilizadas duas técnicas de estudo dos métodos que contribuíram para uma análise qualitativa de cada setor e, conseqüentemente, da linha produtiva em estudo:

Análise Visual: Esta técnica foi utilizada com maior intensidade no início deste estudo e foi de extrema importância porque facultou o conhecimento das noções básicas sobre os comportamentos e funções de cada operador, o modus operandi de cada posto de trabalho da Linha Produtiva 1. Foi acompanhado durante longo período de tempo e sempre a uma distância significativa do local a ser observado a atuação de cada operador no normal desempenho das suas funções.

Entrevistas Informais: Esta ferramenta contribuiu para a consolidação do conhecimento adquirido através da análise visual, contribuindo para a obtenção de ideias para eventuais melhorias do sistema. Tal ferramenta proporcionou uma noção

mais clara e objetiva sobre as responsabilidades de cada operador no seu posto e a constatação da dificuldade de cumprimento dos padrões devido à imensidão de operações e das distintas peças a serem montadas nos postos de trabalho. Ajudou também na identificação dos desperdícios de difícil percepção na análise visual.

Estudo dos Tempos

Este estudo foi desenvolvido por duas técnicas: as observações instantâneas e as cronometragens. Ambas permitem analisar o desempenho e/ou eficiência de cada posto da linha produtiva apresentando resultados concretos sobre os tempos de montagem de cada posto de trabalho. Estas técnicas foram utilizadas para determinar o que agrega e o que não agrega valor, materializando-os de forma a serem estudados.

Análise da Diversidade no Processo

Nesta fase do trabalho avaliam-se os resultados decorrentes das observações e estudos realizados sobre a diversidade, quantificando-se os valores que traduzem a realidade nesta linha de produção. Com esta informação pretende-se avaliar o estado do processo e identificar eventuais aspectos com potencial de melhoria.

Mapeamento do Fluxo de Valor

Esta técnica foi utilizada para sistematizar e evidenciar toda a informação obtida na fase do diagnóstico facilitando a visualização dos desperdícios existentes. Consiste na aplicação de simbologia específica onde se elaborou um desenho com toda a informação relevante da realidade atual. Assim, foi possível delinear uma estratégia e elaborar um plano de trabalho com o objetivo de reduzir a quantidade de peças na borda de linha e o aumento da capacidade produtiva da linha em questão.

RESULTADOS

A diversidade de veículos produzidos na fábrica chega a 73 versões, essa quantidade se deve as diferentes motorizações, níveis de acabamento, veículos nacionais

e de exportação, com 44 versões do modelo T3, 14 versões do modelo A8, 13 versões do modelo N78 e duas versões do modelo T1, como pode ser visto na Figura 5 .

Quantidade de modelos produzidos na PMVB

T3	A8	N78	T1	TOTAL
44	14	13	2	73

Figura 5 – Modelos produzidos na PMVB.

A Figura 6 apresenta a curva ABC, que demonstra uma porcentagem acumulativa do volume de cada versão produzida. Pode-se constatar que a coluna A representa 80% do volume de produção, correspondente à somente 13 versões; a coluna B representa 15% do volume de produção, correspondente a um total de 16 versões; e a coluna C representa apenas os 5% restantes do volume de produção, que corresponde ao número de 44 versões. Portanto, conforme o conceito da curva ABC, deve-se questionar a real importância da produção das versões classificadas na coluna C, que representa um total de 44 versões.

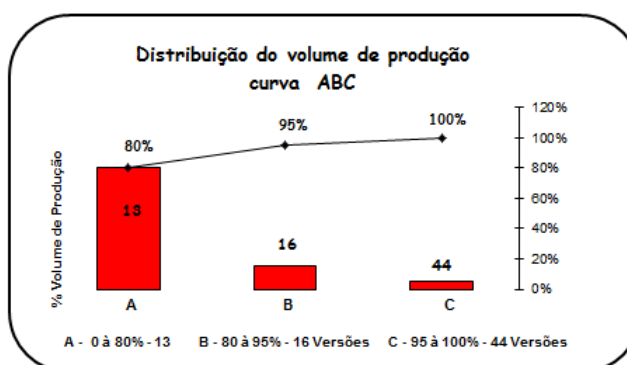


Figura 6 – Curva ABC do volume de produção.

A Figura 7 apresenta as reduções que foram alcançadas com a aplicação de Lean Manufacturing sobre a linha de produção em estudo, em que resultou em uma redução de 29 versões, sendo 256 a quantidade de peças com impacto no fim de série, 468,7 m2

com impacto na área de estocagem, 27,47 m² com impacto na área de borda de linha e R\$ 560.170,00 o custo de peças no fim da série.

Redução de 29 versões:

256 Quantidade de peças com impacto fim de série;
468,7 Impacto na área de estocagem (m²);
27,47 Impacto na área borda de linha (m²);
560,17 Custo de peças fim de série (R\$).

Figura 7 - Redução nas versões.

CONCLUSÃO

A princípio, os 73 modelos de versões na linha de produção não eram vistos como um problema, mas sim como uma necessidade do mercado. Pode-se observar com este estudo que determinadas versões de veículos não tinham saída no mercado ou atingiam a um público bastante reduzido, praticamente insignificante, gerando um volume muito pequeno de veículos. Os resultados mostram que a complexidade no processo produtivo aumenta consideravelmente com a manutenção dessas versões. Percebeu-se então que seria vantajoso para a organização eliminar estas versões do processo produtivo.

O maior benefício dessas supressões foi o impacto na melhoria de qualidade, gestão de estoque, organização de borda de linha e peças fora da validade de uso, proporcionando também o aumento da produção de versões mais solicitadas pelo mercado.

REFERÊNCIAS

ALI-ARAIDAH, O.; JARADAT, M.A.K.; BATAYNEH, W. 2010, Using a fuzzy Poka-Yoke based controller to restrain emissions in naturally ventilated environments. *Expert Systems with Applications*, v.37, p.4748-4795.

CAKMACI, M. 2008, Process improvement: Performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. Engineering Faculty Industrial Engineering Department, DokuzEylul University, Bornova, 35100 Izmir, Turkey.

HICKS, B. J. 2007, Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, v.27, p.233-249.

HOLWEG, M. 2007, The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, p.420-437.

LEITE, J. 2008, F-16MLU – Melhoria da Qualidade do Processo de Modificação. Dissertação (Mestrado), IST/UTL, AFAP, Lisboa.

LIAN, Y.; LANDEGHEM, H.V. 2002, An application of simulation and value stream mapping in lean manufacturing. Department of Industrial Management, Ghent University, Technologiepark, 903, B-9052, Ghent, Belgium.

MELTON, T. 2005, The Benefits of Lean Manufacturing, What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. MIME Solutions Ltd, Chester, UK.

PARRIE, J. 2007, Minimize waste with the 5S system. PFM Production, Primavera.

STRAEGOS, Inc. 2001, Just in Time, Toyota Production & Lean Manufacturing, Origins & History of Lean Manufacturing. 3916 Wyandotte, Kansas City Missouri, 64111 – 816.931.1414.