

ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PROJETO DE IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS: UM ESTUDO DE CASO

BRUNO HENRIQUE PHELIPE (UNIARA)

brunobore@hotmail.com

Walther Azzolini Junior (USP)

wazzolini@sc.usp.br



O Lean Manufacturing nunca esteve tão em voga. Empresas vêm adotando este modus operandi na produção mesmo sem compreender com profundidade a essência dos seus princípios. É como se fosse algo politicamente correto, e de fato é, pois um cliente olhará com outros olhos se sua empresa for capaz de vender uma imagem Lean refletida no chão de fábrica. A implantação deste modus operandi tem se mostrado ser um grande desafio. Conseguir nivelar a demanda atesta que todas as etapas da implantação foram executadas com sucesso. Adotar este sistema significa reconhecer que os processos não são perfeitos e nunca serão, pois sempre há a possibilidade de serem melhorados, o que significa também assumir um compromisso com o resultado de longo prazo. Este estudo descreve o processo de implantação do sistema Lean de acordo com o escopo do projeto concebido para uma empresa fabricante de máquinas e implementos agrícolas, com o propósito de confrontar as particularidades relacionadas à implantação e a abordagem da literatura quanto as prováveis restrições do sucesso do pleno funcionamento do sistema de produção a partir das expectativas criadas, e posteriormente alcançadas ou não.

Palavras-chave: Lean Manufacturing. Melhoria Contínua. Kanban.

1. Introdução

A flexibilidade do Sistema Toyota de Produção tem por base a distribuição dos trabalhos entre operadores polivalentes ou multifuncionais. A obtenção desses operadores polivalentes passa por um processo de treinamento contínuo, com rotação de postos de trabalho, e pela montagem de um sistema de produção que pode contar com um *layout* celular, e processos autônomos de detecção de problemas que favoreçam o desenvolvimento da multifuncionalidade. As vantagens quando comparadas ao sistema tradicional são: compromisso com os objetivos globais, redução da fadiga e do estresse, disseminação de conhecimento, facilidade de aplicação das técnicas da Qualidade Total e permite uma remuneração mais justa, de acordo com o desempenho e as habilidades do grupo (TUBINO, 1999).

Hines e Taylor (2000) sugerem que é preciso equipar os operários com “óculos de muda” (muda significa qualquer atividade que consome recursos sem agregar valor aos clientes), tornando-os aptos a enxergar as perdas.

Para Mason-Jones, Naylor e Towill (2000), a Manufatura Enxuta atende a necessidade de empresas voltadas a mercados estáveis.

Shah e Ward (2007) relacionaram a produção enxuta com as práticas pertinentes, por meio da visão de diversos autores. Entre essas práticas podem-se encontrar a produção nivelada, célula de manufatura, uso do controle por *kanban*, redução do tempo de ciclo, redução do tamanho dos lotes, *benchmarking* competitivo, programas de gestão da qualidade, entre outras.

Simpson e Nist (2000), definem produção enxuta como um enfoque sistemático para eliminação dos desperdícios em um processo de melhoria contínua em busca da perfeição a partir das necessidades dos clientes.

Para Carmignani (2017) Mapeamento do Fluxo de Valor pode ser considerado como uma das melhores ferramentas de planejamento que podem ser aplicadas no mapeamento de um processo com o propósito de eliminar suas perdas críticas. Este artigo tem como objetivo descrever os principais resultados obtidos com a aplicação da ferramenta de planejamento

Mapeamento de Fluxo de Valor do *Lean Manufacturing* em uma empresa do ramo metalúrgico, bem como os benefícios que podem ser conquistados com esta ferramenta.

Deste modo, o artigo encontra-se dividido em cinco seções: Introdução, metodologia, Ferramenta de mapeamento do fluxo de valor, implementação e Considerações Finais.

2. Metodologia

A pesquisa bibliográfica neste trabalho foi realizada por meio de livros, artigos publicados em periódicos, publicações em anais e congressos, dissertações de mestrado e doutorado, todos relacionados com a área de atuação da empresa e/ou a metodologia *Lean Manufacturing*. De acordo com Turrione e Mello (2012), a revisão bibliográfica permite explicar as relações entre diferentes trabalhos e apresentar as contribuições que estes tiveram na pesquisa realizada.

A natureza deste trabalho pode ser classificada como pesquisa aplicada. Segundo Marconi e Lakatos (2012), os resultados de uma pesquisa aplicada podem ser utilizados na solução de problemas que ocorrem na realidade.

O objetivo deste trabalho pode ser classificado como descritivo e exploratório. Segundo Marconi e Lakatos (2012), a pesquisa exploratória descritiva ocorre no início do estudo sobre um determinado fenômeno.

A abordagem deste trabalho é de natureza quantitativa, que segundo Turrione e Mello (2012), este método tem como finalidade coletar informações e realizar o tratamento dos dados, através de técnicas matemáticas e estatísticas.

A temporalidade deste trabalho é classificada como longitudinal. Turrione e Mello (2012), classifica a temporalidade como longitudinal, quando se é acompanhado o comportamento das variáveis estudadas, durante certo período de tempo.

O método utilizado na pesquisa pode ser classificado como um estudo de caso, Turrione e Mello (2012) conceitua um estudo de caso como uma investigação empírica que desvenda um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente

quando os limites entre fenômeno e o contexto não estão claramente definidos na sua plenitude.

Quanto ao universo da pesquisa, a mesma acontece em uma empresa do ramo metalúrgico, do setor de máquinas e implementos agrícolas, situada no interior do estado de São Paulo.

Segundo Oliveira (2011), diferentes técnicas podem ser utilizadas para coleta de dados, as mais utilizadas são: entrevista, questionário, observação e pesquisa documental. As ferramentas para coleta de dados utilizadas neste trabalho foram: observação e análise documental.

A seleção da empresa foi intencional, tendo em vista que a organização apresentava as condições de aplicação da produção enxuta, outro fator para a seleção foi a de acessibilidade à empresa, bem como a facilidade de contato com os funcionários e a disponibilidade da empresa.

Mapeamento do Fluxo de Valor

A aplicação desta ferramenta inicia-se com a especificação do que se pretende mapear. 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 (LIAN, LANDEGHEM; 2002).

Deste modo, 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 irá refletir na redução de desperdícios e, consequentemente, no aumento da qualidade dos produtos (BERTHOLEY; 2009).

De acordo com Henrique (2010), o mapeamento de fluxo de valor permite uma análise de forma rápida e eficaz do estado das linhas produtivas, de acordo com a realidade de cada

uma, permitindo a detecção de desperdícios e perspectivando assim as melhorias que podem ser implantadas no sistema.

Usando a Ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor

Segundo Macduffie (1991), durante o processo de mapeamento, o gestor do processo deve ter como possíveis objetos da transformação:

1. Redução do *lead time*;
2. Aumento da pontualidade de entregas;
3. Redução do ciclo financeiro;
4. Redução da necessidade de capital de giro;
5. Aumento dos giros de inventários;
6. Redução dos gastos indiretos de fabricação;
7. Liberação de áreas de fábrica;
8. Redução dos Custos de Qualidade;
9. Redução de horas por unidade produzida;
10. Melhoria dos índices de ergonomia;
11. Melhoria do clima organizacional.

O que implica, para Feld (2000), na busca dos objetos de transformação relacionados através do início da aplicação da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor identificando-se algumas etapas fundamentais:

1. Família do produto: Identifica-se qual produto deve ser focado;

2. Desenho do Estado Atual: Atual situação do processo - essas informações são obtidas diretamente do chão de fábrica;
3. Desenho do Estado Futuro: Onde se deseja chegar;
4. Plano de Trabalho: Como será feita essa transição entre o estado atual e o futuro.

Neste contexto, podemos constatar a aplicação do Mapa do Fluxo de Valor em diferentes ambientes produtivos, como por exemplo, o caso da aplicação apresentada por Simons e Taylor (2007) que aplicam o Mapa de Fluxo de Valor em uma indústria inglesa produtora de carne vermelha a partir do ponto de vista gerencial, com o propósito de garantir melhorias.

Famílias de Produtos

Segundo Rother e Shook (1998), um ponto que deve ser entendido claramente antes de se começar é a necessidade de focalizar-se em uma família de produtos. Não se deve mapear toda a produção, ou toda a linha de produtos de uma empresa. Os clientes se preocupam com produtos específicos, não com todos os produtos da empresa.

Mapear o fluxo de valor significa andar pela fábrica e desenhar etapas de processamento (material e informação) para a família de produtos, de porta a porta na planta fabril.

Identifica-se no fluxo de valor a família de produtos a partir do lado do consumidor, baseando-se em produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos posteriores.

Desenho do Estado Atual

Antes de se projetar o estado futuro é preciso identificar e eliminar os desperdícios potenciais da produção. Dentro destes desperdícios, o excesso de produção é o ponto mais importante a ser atacado para o sucesso da implementação. Produzir em excesso significa produzir mais, produzir antes ou produzir mais rápido do que a demanda ou “puxada” dos clientes. O objetivo é identificar e eliminar as fontes ou “causas raízes” desses desperdícios (MONDEN; 1981).

Para isso, Rother e Shook (1998), sugerem os seguintes procedimentos:

Produza de acordo com o *Takt Time* – *Takt Time* é o tempo em que se deveria produzir uma peça ou produto, baseado nos ritmos de vendas, para atender a demanda dos clientes.

Desenvolva um fluxo contínuo onde for possível – Fluxo contínuo significa produzir-se uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte, sem nenhuma parada entre eles.

Use supermercados para controlar a produção onde o fluxo não se estende aos processos anteriores – Frequentemente há pontos no fluxo de valor onde o fluxo contínuo entre processos não é possível e fabricar em lotes se faz necessário. De qualquer modo, não se deve tentar controlar ou programar estes processos através do departamento de controle de produção.

Utilize o *Kanban* para o controle de produção – O sistema *Kanban* foi inspirado nos sistemas de reposição de mercadoria em supermercados. A principal semelhança é a reposição somente do que é vendido e não um sistema de reabastecimento estimado. Dessa forma se reduzem significativamente os estoques. Aplicando-se o conceito em uma empresa de Manufatura, o sistema *Kanban* implementado garante que a produção só será feita em resposta aos pedidos.

Tente enviar a programação do cliente somente para um processo de produção – Utilizando um sistema puxado e os “supermercados” é necessário fazer-se a programação de apenas uma etapa do processo, e esta etapa será o “processo puxador”. Frequentemente o

“processo puxador” é o último processo em fluxo contínuo, no Fluxo de Valor de porta a porta.

Distribua a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo, no processo puxador – Agrupar os mesmos produtos e produzi-los todos de uma vez dificulta o atendimento dos clientes que querem algo diferente do lote que está sendo produzido. Isto exige que se tenha mais produtos acabados em estoque ou mais *Lead Time* para atender o pedido. É preciso nivelar o *mix* de produto e distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo. Desse modo, pode-se responder às diferentes solicitações dos clientes com um pequeno *Lead Time*, enquanto se mantém um pequeno estoque de produtos acabados.

Crie um “puxador inicial”, com a liberação e retirada de somente um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador – Deve-se estabelecer um ritmo de produção consistente e nivelado, criando um fluxo de produção previsível que, por sua natureza, alerte para os problemas de tal modo que se possa tornar rápidas ações corretivas.

Desenvolva a habilidade de fazer “toda parte, todo dia” nos processos anteriores ao processo puxador – Ao produzir-se lotes menores nos processos anteriores, esses processos serão capazes de responder às mudanças posteriores, necessárias, mais rapidamente. Por sua vez, eles requererão ainda menos estoque nos “supermercados”.

Uma vez desenhados os dois fluxos juntos, pode-se ver como um Mapa do Fluxo de Valor difere de uma tradicional ferramenta visual usada em análises de operações. Outra análise interessante é estabelecer-se o somatório somente dos tempos que agregam valor para o processo no fluxo de valor comparando-se o resultado com o *Lead Time* total (MELTON; 2005).

De acordo com Abdulmalek e Rajgopal (2007), após a seleção da família de produtos, coleta-se as informações do estado atual, caminhando-se diretamente ao lado dos fluxos reais de material e informação. O mapeamento começa pelas demandas do cliente da sua família de produtos em questão. Deve-se mapear o fluxo de material do produto registrando cada etapa do processo e suas paradas. Os dados típicos de processo que devem ser registrados no

mapeamento são: tempo de ciclo, tempo de troca de ferramentas, tamanhos dos lotes de produção, número de variações de um produto, número de operadores, tamanho de embalagem, tempo de trabalho, taxa de refugo e o tempo de operação real da máquina.

Na segunda etapa adiciona-se o fluxo de informação, ou seja, qual a frequência que o chão de fábrica recebe informação sobre quanto e quando se deve fabricar.

De acordo com Schonberger (2007), para alcançar uma Produção Enxuta é preciso que os produtos sejam fabricados apenas quando necessário, ou seja, apenas quando a próxima etapa do processo dispare a “puxada”. Desse modo, trabalha-se para alcançar um fluxo contínuo de produção entre as etapas do processo, objetivando menores *Lead Times*, alta qualidade e custo minimizado.

Para tanto, o processo requer um cuidado com a identificação e eliminação das perdas, o que é abordado por Carmignani (2017) através de uma adequação do Mapa do Fluxo de Valor definida pelo autor por *Scrap Value Stream Mapping* (SVSM), estruturada por um procedimento de cinco passos.

Desenho do Estado Futuro

Para auxiliar o desenho do Mapa do Estado Futuro Rother e Shook (1998) propõem uma lista de questões, citadas a seguir:

Qual é o *Takt Time*, baseado no tempo de trabalho disponível nos processos posteriores que estão mais próximos do cliente? Produzir mais rapidamente do que o *Takt* acumula inventário. Isto, por sua vez, exige mais pessoas, espaço de planta e equipamento para mover e armazenar estoques, também pode criar tempos de passagem longos. Alternativamente, trabalhando mais lentamente que o *Takt*, não irá cobrir a demanda.

Você produzirá para um supermercado de produtos acabados de acordo com as puxadas dos clientes ou diretamente para a expedição? Deve-se produzir para um

Supermercado quando a demanda varia amplamente de momento a momento, quando a variedade de produtos acabados é pequena e quando o produto for barato o bastante para tornar a armazenagem viável. No entanto deve-as produzir contra pedidos produtos customizados, de valor muito alto ou perecíveis.

Onde você pode usar o fluxo do processo contínuo? Fluxo contínuo normalmente é o sistema de menor custo e mais ágil para produzir um bem. Porém, só é possível introduzir Fluxo Contínuo quando a operação pode ser escalada para operar no *Takt* e os passos de processo forem e confiáveis.

Onde você precisará introduzir os sistemas puxados com supermercados a fim de controlar a produção dos processos anteriores? Um fluxo completamente contínuo da matéria-prima até o cliente quase nunca é possível, devido a distâncias e tecnologias de processo, portanto é necessário introduzir supermercados para controlar e nivelar a produção.

Em que ponto único da cadeia de produção (“processo puxador”) você programará a produção? Para evitar a produção excessiva, programa-se somente um ponto ao longo do Fluxo de Valor, denominado como “Processo Puxador”. Uma vez escolhido o Processo Puxador, este deve ser cuidadosamente gerenciado para assegurar um nível alto de confiabilidade, sincronizando-o para operar próximo ao *Takt*.

Como você nivelará o mix de produção no processo puxador? Em uma produção tradicional em lotes, o controle de produção, rodaria o MRP e geraria um plano de montagem semanal, minimizando o número de trocas de ferramentas e maximizando o tempo de produção disponível. No entanto, deste modo, aumenta-se também os inventários e tempos de passagem, ao mesmo tempo gerando-se custos crescentes.

A alternativa é tomar as ordens e dividi-las em quantidades pequenas, virando frequentemente a linha entre produtos diferentes. A vantagem deste método, é que, quando o *mix* de produtos altera se, é fácil de ajustar a montagem sem ter que esperar pelo novo plano de produção a ser emitido pelo sistema, além de mais baixos inventários e consciência rápida de problemas de qualidade.

Quais incrementos de trabalho você libera e retira uniformemente do processo puxador? O processo puxador deve receber uma instrução sobre o que fazer a seguir, tipicamente gerado por *kanbans* de um *Heijunka*.

Quais melhorias de processos serão necessárias para "fazer fluir" o fluxo de valor, conforme as especificações do projeto de seu Estado Futuro? Os projetos *Kaizen* deve ser utilizado como suporte para atingir o Estado Futuro.

O objetivo de mapear-se o fluxo é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor em um “estado futuro”, o qual pode tornar-se realidade em um curto período de tempo. O objetivo é construir um fluxo de produção disparado pela puxada do cliente e, consequentemente, atuando sobre cada etapa da produção. (FUJIMOTO; 1999).

Como mencionado anteriormente, entre outras propostas de aplicação do Mapa do Fluxo de Valor, Carnignani (2017), propõe uma adequação da ferramenta de planejamento, o SVSM, a qual o autor na demonstração dos resultados obtidos demonstra algumas vantagens de como identificar a origem de como as perdas são geradas através da análise a partir da aplicação passo a passo do *Supply Scrap Management Process* (SSMP).

3. Implementação

A empresa em estudo, é nacional com aproximadamente 1.300 trabalhadores e do ramo metalúrgico, que atua no setor de máquinas e implementos agrícolas destinados ao plantio e preparo de solo. Seu sistema produtivo usa o modelo misto de produção, ou seja, “puxado” para as linhas de produtos com baixa sazonalidade e baixa variação de demanda e o sistema “empurrado” de produção é utilizado nas linhas de produtos com alta variação de demanda e sazonalidade elevada.

O Mapa de Valor foi construído na empresa em questão com a participação direta dos colaboradores na elaboração das visões do Estado Atual e do Estado Futuro, bem como na identificação de pontos de desperdícios. O envolvimento das células operacionais na construção do Mapa de Valor é fundamental para a mudança de cultura e do modo de atuação.

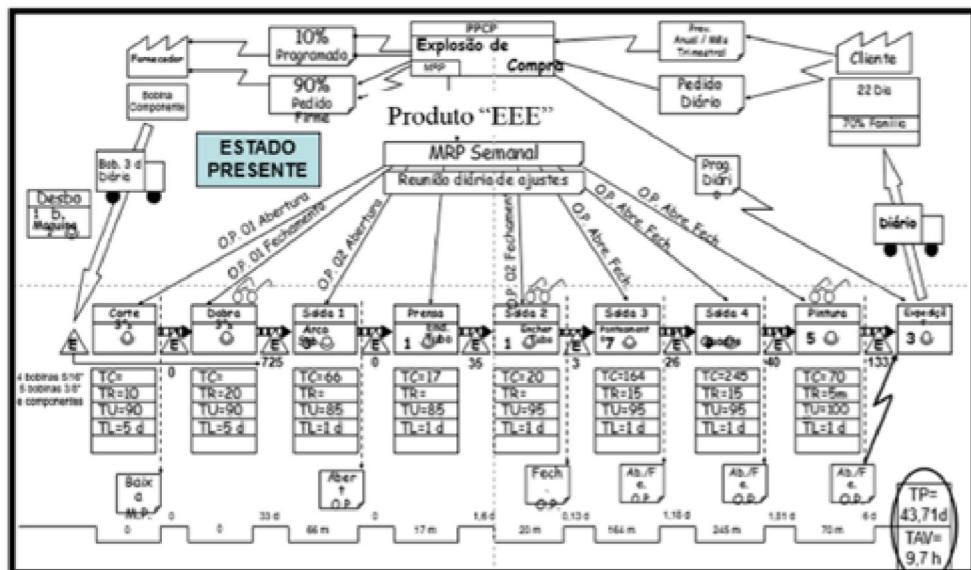
Mapa do Estado Presente

A Figura 1, faz referência ao Mapa de Fluxo de Valor de uma linha de produtos da empresa, nota-se uma disparidade entre o tempo de fluxo dos produtos e o tempo de agregação de valor, isto ocorre em detrimento do estoque em processo ao longo do sistema produtivo, estoques estes que são necessários para mitigar os atrasos devido aos desperdícios, de acordo com a situação atual.

5. Tempo de Fluxo = 43,7 dias úteis;
6. Estoque Médio = R\$ 4 milhões;
7. Giro de inventário = 8,4 vezes por ano;
8. Área ocupada = 1.304m²;

Com base nos dados do mapa de fluxo atual foi proposto o mapa de fluxo futuro do processo objeto do presente estudo.

Figura 1 - Estado Presente



Fonte: Próprio Autor

Mapa do Estado Futuro

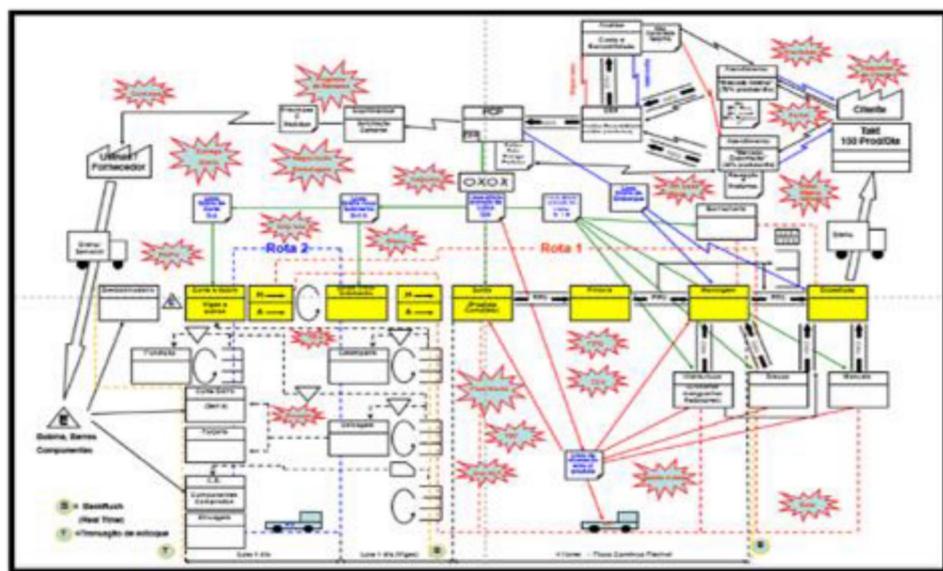
Determinou-se o desenho do estado futuro contemplando-se quais seriam as mudanças. Muitas ações deveriam ser concluídas para alcançar o estado futuro, com base em uma lista critica elencada por prioridade de correção. Após a definição e análise da lista crítica das ações a serem implementadas, foi definido um cronograma de implementação. Os itens que formaram o estado futuro estão descritos:

1. Produção Puxada;
2. Gerenciamento Visual;
3. Indicadores claros e únicos;
4. Agilidade de decisão (autonomia no chão de fábrica);
5. Ausência de controles paralelos;
6. Menos etapas no processo de comunicação;

7. Supermercado dentro da puxada do cliente;
8. Atender ao cliente conforme a sua puxada;
9. Ausência de material já faturado dentro da planta;
10. Regras claras (bem definidas) em todo processo, com treinamento para 100% dos envolvidos;
11. Flexibilidade para atender a variação de demanda;
12. Gerenciamento das anormalidades.

A Figura 2, faz referência ao Mapa do Estado Futuro que foi planejado para a linha de produto “EEE” da empresa objeto do estudo.

Figura 2 - Estuda Futuro



Fonte: Próprio Autor

Situação Planejada:

13. Tempo de Fluxo = 2,5 dias úteis;
14. Estoque Médio = R\$ 2 milhões;

15. Giro de inventário = 75 vezes por ano;

16. Área ocupada = 240m²;

Plano de Trabalho

A implementação do Estado Futuro, foi realizada utilizando-se ferramentas do sistema *Lean Manufacturing*. Sendo os principais métodos de execução e de controle utilizados:

Kanban – O *Kanban* e Supermercado foram as ferramentas escolhidas e implementadas para orientar a produção.

Troca Rápida de Ferramenta – As trocas de ferramentas são realizadas com maior frequência, devido à produção em lotes menores, na média o número de trocas de ferramentas aumentou em 5 vezes em um período de 7 dias para o mesmo item, pois enfatizou-se o conceito de que só se produz através do cartão *Kanban*. A quantidade de material em cada etapa do processo deve ser regida pela puxada do cliente.

5's – A separação, organização e limpeza do local de trabalho, permitiu a padronização das atividades e possibilitou tornar os processos mais ágeis.

Balanceamento das Células – O balanceamento da linha, foi necessário para garantir o atendimento do *TAKT*, sem gerar estoques desnecessários.

Kaizen – Utilizou-se a ferramenta *Kaizen* em diversas etapas do processo, nas principais máquinas envolvidas no fluxo do material. Inicialmente, realizou-se o *Kaizen* de padronização para se determinar os tempos de processo, preparação e troca de ferramentas. Com os tempos-padrão em mãos, elaborou-se o método de produção para a máquina, ou seja, o que e como cada operador deve operar sua estação de trabalho. *Kaizens* de melhorias e produtividades também foram realizados, mas com intuito principal de aumentar a produtividade e reduzir o *Lead Time*.

Situação Conquistada:

17. Tempo de Fluxo = 4 dias úteis;

18. Estoque Médio = R\$ 2,7 milhões;
19. Giro de inventário = 60 vezes por ano;
20. Área ocupada = 240m²;

Considerações Finais

O mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta de suporte, o objetivo é mostrar de forma simples o que parece bastante complexo e confuso na vida real, de forma a mudarmos nossa visão com foco somente em eficiência operacional para uma visão mais ampla de otimização completa do fluxo de valor (OHNO, 1988).

O MFV deve ser usado para auxiliar a “enxergar” os desperdícios e oportunidades de melhorias no processo mapeado, de modo a auxiliar o gestor a estruturar e executar os planos de ação, parte fundamental do processo de melhoria.

REFERÊNCIAS

BERTHOLEY, F. Méthodes d'amélioration organisationnelle appliquées aux activités des établissements de transfusion sanguine (ETS): Lean manufacturing, VSM, 5S. **Transfusion clinique et biologique**, v. 16, n. 2, p. 93-100, 2009.

CARMIGNANI, G. Scrap value stream mapping (S-VSM): a new approach to improve the supply scrap management process. **International Journal of Production Research**, p. 1-18, 2017.

FELD, W. M. **Lean manufacturing tools, techniques, and how to use them**. CRC Press, 2000.

FUJIMOTO, T. **The evolution of a manufacturing system at Toyota**. Oxford university press, 1999.

HENRIQUES, E. Lean Manufacturing. Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2010.

HINES, P; TAYLOR, D. Going lean. **Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School**, p. 3-43, 2000.

LAKATOS, E.M., MARCONI, M. de A. **Técnicas de pesquisa** . 7.ed. São Paulo: Atlas, 2012.

LIAN, Y; LANDEGHEM, H. V. An application of simulation and value stream mapping in lean manufacturing. In: **Proceedings 14th European Simulation Symposium**. c) SCS Europe BVBA, 2002. p. 1-8.

MACDUFFIE, J. **Beyond mass production: flexible production systems and manufacturing performance in the world auto industry**. 1991. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology.

MASON-JONES, R; NAYLOR, B; TOWILL, D, R. Engineering the leagile supply chain. **International Journal of Agile Management Systems**, v. 2, n. 1, p. 54-61, 2000.

MELTON, T. The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. **Chemical engineering research and design**, v. 83, n. 6, p. 662-673, 2005.

MONDEN, Y. Adaptable Kanban system helps Toyota maintain just-in-time production. **Industrial Engineering**, v. 13, n. 5, p. 29-&, 1981.

OHNO, T. **Toyota production system: beyond large-scale production**. crc Press, 1988.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração**. Catalão: UFG, 2011.

ROTHER, M; SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda**. Lean Enterprise Institute, 1998.

SCHONBERGER, R. J. Japanese production management: An evolution—With mixed success. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 403-419, 2007.

SHAH, R; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of operations management**, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007.

SIMONS, D; TAYLOR, D. Lean thinking in the UK red meat industry: A systems and contingency approach. **International Journal of Production Economics**, v. 106, n. 1, p. 70-81, 2007.

SIMPSON, M. L.; NIST, S. L. An update on strategic learning: It's more than textbook reading strategies. **Journal of Adolescent & Adult Literacy**, v. 43, n. 6, p. 528-541, 2000.

TUBINO, D. F. Sistemas de produção. **A produtividade no chão de Fábrica**, 1999.

TURRIONE, J. B; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção:** estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Apostila do curso de Especialização em Qualidade e Produtividade. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2012.