

Melhoria do lead time no processo de desenvolvimento de produto de uma empresa de implementos agrícola por meio do mapeamento do fluxo de valor (MFV)

Improving lead time in product development process of an agricultural machinery company through value-stream mapping (VSM)

Gilson José da Silva* - gilsonphsilva@gmail.com
Creusa Sayuri Tahara Amaral* - c.sayuri.tahara@gmail.com
Rodrigo Antônio Vicentini* - rodrivicentini@gmail.com
Fábio Ferraz Junior* - fabio.ferraz@sensoft.com.br

*Universidade de Araraquara (UNIARA), Araraquara, SP

Article History:

Submitted: 2019 - 04 - 24

Revised: 2019 - 04 - 30

Accepted: 2019 - 06 - 03

Resumo: A busca constante pela melhoria dos processos tem exigido um conhecimento abrangente de todos os recursos da empresa, principalmente quando se trata de processos estratégicos para a organização, como o processo de desenvolvimento de produtos. Este processo está envolvido diretamente com mudanças tecnológicas e também com as necessidades dos clientes, que estão cada vez mais customizadas e difíceis de serem atendidas. O método de mapeamento do fluxo de valor, que pode auxiliar os gestores a identificarem atividades que geram perdas no processo, pode também ser eficaz para a diminuição do *lead time* do processo de desenvolvimento de produto. Com base nesses pressupostos, o objetivo deste trabalho é apresentar um estudo de caso sobre a aplicação do mapa do fluxo de valor no processo de desenvolvimento de produtos de uma empresa de implementos agrícola. A partir da identificação dos principais desperdícios, baseada no mapa de fluxo de valor, foi realizada uma análise do processo e em conjunto com os principais envolvidos nos projetos foram realizadas proposições de mudanças. A aplicação do método de mapeamento de fluxo de valor permitiu identificar desperdícios de tempo de espera e sobre processamento. Pode-se verificar, que se as propostas de melhorias forem implementadas, poderá haver uma redução de 41% no *lead time total*, que é uma melhoria significativa para o processo. O mapeamento do fluxo de valor permitiu uma visão simplificada do processo e facilitou a identificação dos desperdícios e o entendimento das restrições do processo, tornando mais ágil a aplicação da análise de valor.

Palavras-chave: Lead time, *Lean Manufacturing*, *Lean Office*, Mapa do Fluxo de Valor, Processo de desenvolvimento de produto

Abstract: The constant search for process improvement requires a comprehensive knowledge of a company's resources, especially with regard to strategic processes for the organization, such as product development, which is directly related to technological changes and the needs of customers, which are becoming increasingly customized and difficult to meet. The value stream mapping method can help managers identify activities that cause losses in the process and may be effective in reducing the lead time in the product development process. Based on these assumptions, this work presents a case study on the application of value stream mapping in the product development process of an agricultural machinery company. The major sources of waste were identified and the process analyzed using value-stream mapping; proposals for changes were then made in consultation with the personnel involved in the projects. The application of the value-stream mapping method allowed the identification of waste in waiting time and in processing. We observed that if the improvement proposals are implemented, there may be a 41% reduction in the total lead time, which is a significant improvement for the process. Value-stream mapping allowed a simplified view of the process and facilitated the identification of waste and the understanding of process constraints, making value analysis more agile.

Keywords: Lead time, *Lean Manufacturing*, *Lean Office*, Value-stream mapping, product development process.

1. Introdução

A atual economia global tem sido marcada pela necessidade de inovação, gerando mais agilidade nas mudanças tecnológicas (Ciccullo *et al.*, 2018). Os produtos estão se tornando cada vez mais complexos, a concorrência global e as necessidades dos clientes tornam-se cada vez mais customizadas e difíceis de serem atendidas (Rauch *et al.*, 2017). Essa complexidade gera como consequência um aumento no *lead time* no desenvolvimento de produtos (Verrier *et al.*, 2016), que deve ser ponderada, já que a criação de valor, e a garantia da competitividade da empresa dependem do lançamento de inovações (Synnes e Welo, 2016; Hu *et al.*, 2017).

Para a criação de valor e novas capacidades, é necessário um processo de desenvolvimento de produtos que integre pessoas, e outros processos como o de desenvolvimento de tecnologia de maneira eficaz (Dobrota e Dobrota, 2018). Segundo Dombrowski e Karl (2017) esta integração aumentará a competitividade da organização e suas chances de expansão comercial, e conseqüentemente terá influência sobre o *lead time*, desde a idealização do produto até o lançamento no mercado. No entanto muitas organizações ainda se deparam com problemas de qualidade nos desenhos, e longo ciclo de desenvolvimento, ocasionando altos custos (Dombrowski e Karl, 2017).

Segundo um estudo publicado na *Harvard Business Review*, que analisou 1.471 projetos de desenvolvimento de produtos, constatou que a média de superação dos custos foi de 27%. Outro dado importante do estudo foi de que um a cada seis projetos, teve em média uma superação de 200% sobre os custos planejados, e uma sobrecarga de trabalho de quase 70% (Hardy-Vallee, 2012).

Diante do exposto, o *Lean Manufacturing* (LM), ou Manufatura Enxuta surge como sendo uma estratégia que pode ser aplicada a fim de melhorar o desempenho e a qualidade do processo de desenvolvimento de novos produtos. A identificação e a mitigação de fatores de desperdício (de tempo, de atividades desnecessárias, de retrabalhos, etc.) no processo de desenvolvimento de produtos podem reduzir o *lead time* deste processo, garantindo mais vantagem competitiva para uma organização (Siyam *et al.*, 2015).

Segundo Tapping e Shuker (2010) o *lean* sendo implementado em processos administrativos podem tornar o negócio mais competitivo, promover a melhoria na estrutura da empresa e motivar os funcionários a ficarem mais envolvidos com a maneira que o

trabalho é feito. Ainda segundo os autores as empresas sobrevivem somente quando provêm bens e serviços que são de valor para os seus clientes, e o fluxo de informações e materiais para produzir valor, é o que é chamado de fluxo de valor.

Neste contexto o Mapeamento do Fluxo de Valor surge como uma ferramenta da filosofia *Lean* que pode operacionalizar esta análise, pela identificação das atividades que agregam e que não agregam valor ao processo de desenvolvimento de produtos, e permite identificar os índices de desempenho dos projetos (tempo de desperdício e tipo de desperdício) (Ciarapica *et al.*, 2016).

Assim, o presente artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um estudo sobre a aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor no processo de desenvolvimento de produto de uma empresa de implementos agrícolas.

2. Processo de desenvolvimento de produto (PDP)

O sucesso econômico da maioria das empresas depende de sua capacidade de criar rapidamente produtos que atendam às necessidades dos clientes e que possam ser produzidos a baixo custo e em tempo compatível com seus concorrentes. Atingir esses objetivos não é apenas uma preocupação de marketing ou de produção, é também da equipe de desenvolvimento de produto (Ulrich e Eppinger, 2016).

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006, p.3)

“desenvolver produto consiste em um conjunto de atividades por meio das quais busca-se, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo”.

Clark e Wheelwright (1993 p.9) definiram que “o objetivo de qualquer projeto de desenvolvimento de produto é levar uma ideia do conceito à realidade, convergindo para um produto específico que possa atender a uma necessidade de mercado de forma econômica e fabricável.”

Com o objetivo de controlar de forma eficaz o PDP é necessário a descrição das atividades, dos estágios e a estrutura do processo. Isso exige um modelo de estrutura que possa capturar as características específicas de cada empresa (Jun e Suh, 2008). Ainda segundo Jun e Suh (2008), um modelo pode contribuir para a compreensão e facilitar a

comunicação entre os envolvidos no PDP.

Segundo Suarez, Jung e Caten (2009) um modelo para o PDP pode-se definido como sendo a união das melhores práticas relacionadas ao processo de desenvolvimento, sendo representadas de forma clara a qualquer usuário do processo. Os autores realizaram um estudo bibliográfico e identificaram vários métodos de desenvolvimento de produto, e os sintetizaram em um modelo diacrônico. A Figura 1 representa este modelo diacrônico com os métodos de desenvolvimento de produtos.

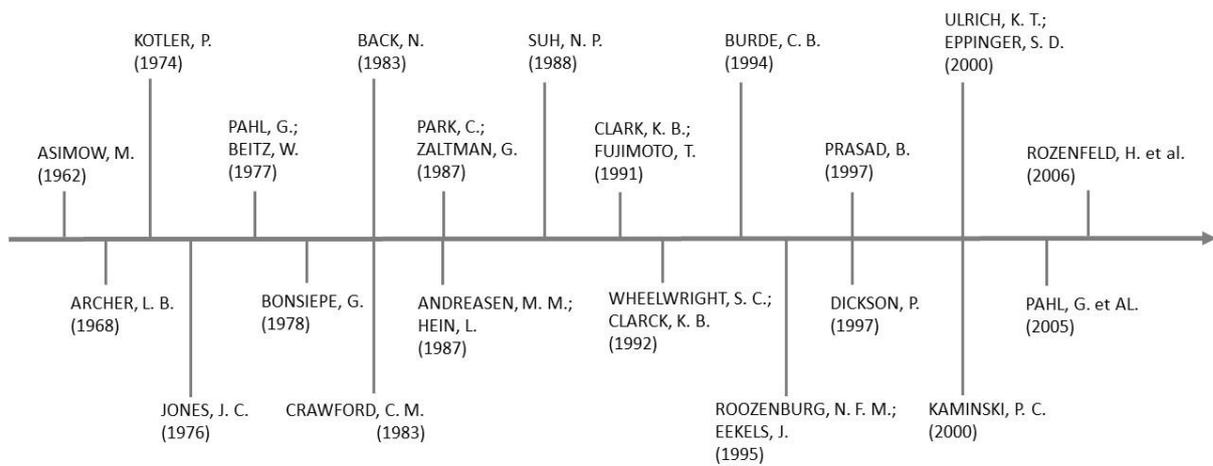


Figura 1 – Modelo diacrônico de métodos de desenvolvimento de produtos
Fonte: Adaptado de Suarez, Jung e Caten (2009)

Segundo Suarez, Jung e Caten (2009), dentre os diversos modelos de referência de PDP, pode-se considerar o proposto por Rozenfeld *et al.* (2006), como sendo o modelo que define as etapas do PDP com um maior nível de detalhes.

Rozenfeld *et al.* (2006) no intuito de envolver, em um único modelo de processos, princípios, conceitos e objetivos, criaram um modelo de referência denominado Modelo Unificado de Referência (MU). Nesta proposta o processo é descrito nas seguintes fases (Rozenfeld *et al.*, 2006):

- ✓ Planejamento estratégico de produtos;
- ✓ Planejamento do projeto;
- ✓ Projeto informacional;
- ✓ Projeto conceitual;
- ✓ Projeto detalhado;
- ✓ Preparação da produção do produto; e
- ✓ Lançamento do produto.

Adicionalmente às fases anteriores, os autores incluíram os processos de apoio, que são: o acompanhamento do produto e processo e a descontinuidade do produto. A Figura 2 apresenta este modelo.

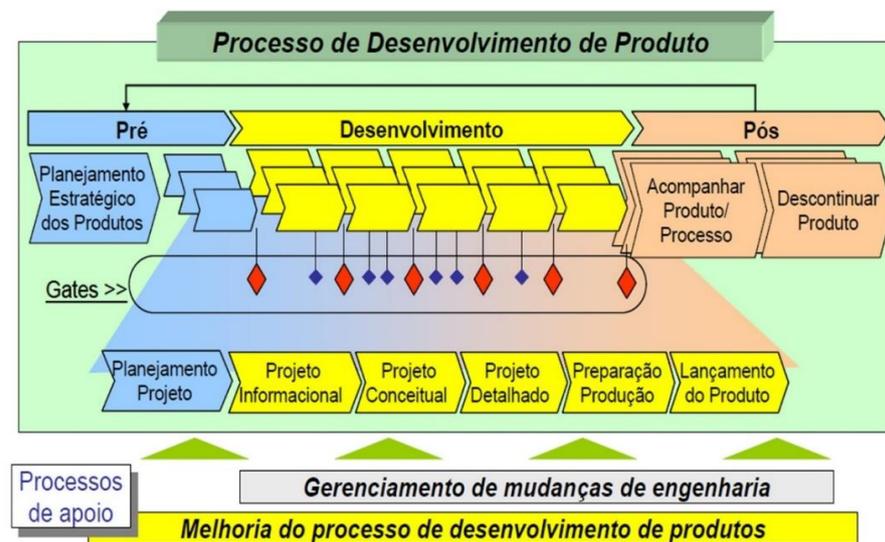


Figura 2 – Visão geral do Modelo Unificado de Referência
Fonte: Rozenfeld et al. (2006, p. 44)

Um modelo de referência pode ser constituído por um conjunto de melhores práticas relacionadas com PDP (Rozenfeld et al., 2006). Então a sistematização das melhores práticas inclui a sua representação em um modelo de referência.

2. Lean Manufacturing

O conceito de *Lean* foi introduzido por Womack et al. (1990), para descrever a filosofia e práticas de trabalho desenvolvidos na Toyota - *Toyota Production System* - TPS. A base principal do conceito *Lean* é a melhoria contínua dos processos e o foco nos meios e métodos necessários para promover essas melhorias. Assim, o principal objetivo da filosofia *Lean* é a eliminação de desperdícios e consequentemente integrar as atividades que efetivamente acrescentam valor ao produto. Segundo Ohno (1988), desperdício se refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor (Holweg, 2007). Shingo (1981) considera que os sete desperdícios da produção são: superprodução, espera, transporte excessivo, processos inadequados, estoque excessivo, movimentação desnecessária, produtos defeituosos.

Womack e Jones (2003) propuseram cinco princípios *Lean*, que tem por objetivo apresentar ensinamentos que orientam as empresas a adotar esta filosofia. E que são descritos da seguinte forma:

- ✓ Identificar o valor: definir na perspectiva do cliente o que é valor. O ponto de partida para a Mentalidade Enxuta consiste em definir o que é Valor. Diferente do que muitos pensam, não é a empresa, e sim o cliente quem define o que é valor. Para ele, a necessidade gera o valor, e cabe às empresas;
- ✓ Identificar a cadeia de valor e eliminar o desperdício: significa determinar as atividades da cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: processos que geram valor; processos que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade; e, os processos que não agregam valor, devendo ser eliminados;
- ✓ Estabelecer o Fluxo de valor: definir o fluxo de produção contínua, sem paradas e inventários. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de concepção de produtos, de processamento de pedidos e em estoques;
- ✓ Produção *pull*: o cliente puxa a produção e permite inverter o fluxo produtivo. As empresas não mais empurram os produtos, e sim os clientes passam a puxar o Fluxo de Valor, reduzindo a necessidade de estoques e valorizando o produto; e
- ✓ Obter a perfeição: focar todos os esforços da empresa na busca da perfeição. A busca pelo aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa, em que todos os membros da cadeia (fabricantes dos diversos níveis, distribuidores e revendedores) tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo buscar continuamente melhores formas de se criar valor.

O *Lean Manufacturing* nasce como sendo uma estratégia de gestão da produção para o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade por meio da eliminação sistemática dos desperdícios na cadeia produtiva, os quais são definidos como as atividades que não agregam valor ao produto (Shingo, 1981; Ohno, 1988; Womack e Jones, 1996).

Para a implementação dos conceitos do *Lean Manufacturing* podem ser utilizadas ferramentas, técnicas e métodos como: o Kaizen, o 5S, o *Value Stream Mapping* (VSM), Just in time, Kanban, Lean six sigma, SMED entre outros. Estes métodos têm como objetivo eliminar desperdícios e promover a melhoria contínua.

O *Lean Manufacturing* provou seus efeitos positivos no desempenho operacional e econômico em múltiplos casos (Sarache e Gomez, 2019). Möldner et al. (2018) sugerem que ambas as práticas, técnica e humana, têm a capacidade de revelar um impacto positivo na

ocorrência de inovação incremental e de processo radical nas organizações.

Schonberger (2019) apresenta uma pesquisa de registros financeiros de mais de 1.500 empresas globais ao longo de 15 anos que indicam estoques crescentes desde a virada do século XXI. Pode parecer que não há nada a ser feito, mas existe - porque o *lean* é certamente estratégico e corretamente implantado, contribui significativamente para que as entregas sejam mais rápidas, mais flexíveis e mais confiáveis, gerando aumento de vendas para clientes existentes, além do crescimento pela geração de novos clientes. O que precisa ser feito é a promoção de ações para que os gerentes e executivos tenham domínio sobre a filosofia *lean*, que vai além da eliminação de desperdícios, mas no impacto na competitividade.

Henaó et al. (2019) contribuíram para a literatura sobre *Lean Manufacturing* e Sustentabilidade, elaborando uma revisão sistemática da literatura associando *Lean Manufacturing* ao desempenho sustentável, usando a abordagem *Triple Bottom Line* (TBL), que considera os resultados econômicos, ambientais e de desempenho social. Os autores mostraram que existem duas grandes tendências caracterizam a pesquisa de desempenho sustentável e *Lean Manufacturing*. A primeira tendência aponta para a *Lean Manufacturing* como um catalisador positivo para os três pilares do TBL. A segunda tendência, chamada de “tendência de trade-offs”, propõe que, em níveis mais altos de desempenho, a implementação de *Lean Manufacturing* requer um comprometimento significativo de recursos, o que pode desviar a atenção de iniciativas sociais e ambientais. Para os autores, as pesquisas em *Lean Manufacturing* ainda estão longe de abordar questões relativas ao impacto da sustentabilidade em termos de longo prazo, mas a pressão das partes interessadas aumenta a cada dia para o desenvolvimento de estratégias e práticas de fabricação suficientemente eficazes, aplicáveis e escaláveis.

2.1. Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV)

O MFV é um método *Lean* utilizado para analisar o fluxo de valor que direciona um produto ou um serviço para o cliente (Hines et al., 1999; Rother e Shook, 2012). Devido à sua abordagem holística, o MFV é um dos métodos mais importantes no processo de transformação *lean* de empresas de manufatura (Matt, 2014). Segundo Prates e Bandeira (2011) o MFV é a ferramenta do *lean* que melhor auxilia no levantamento das atividades que mais tem impacto no processo.

O método de MFV tem sido largamente discutido na literatura, e em sua versão

original, enfoca os processos de produção industrial (Liker & Morgan, 2006). Mais recentemente o MFV foi adaptado para outros setores, como a área da saúde (*Lean Healthcare*), na construção (*Lean Construction*) (Hoppmann et al., 2015; Rauch et al., 2017), no desenvolvimento de Produtos (*Lean Product Development*) (Gingnell, 2016), nas áreas administrativas (*Lean Office*) (Tapping e Shuker, 2003).

Jasti e Sharma (2016) utilizaram a abordagem do estudo de caso para ilustrar a importância do VSM em uma empresa indiana de componentes automotivos, pois permitiu que fossem identificadas oportunidades de melhorias no processo tais como: no lead time de produção, no takt time, no nível de estoque do processo, na redução da força de trabalho. O estudo também desenvolveu o mapa do estado futuro, incluindo os eventos kaizens.

Outro estudo de caso é apresentado por Jeong e Yoon (2016), que mostra como o Lean TI pode ser uma abordagem útil para otimizar o provisionamento de serviços de TI, e que o VSM é uma ferramenta para documentar os fluxos dos processos atuais e identificar gargalos para melhoria da qualidade, eliminando desperdícios, reduzindo os prazos de entrega e reduzindo custos.

Em estudo apresentado por Patil e Bhatwadekar (2015) o VSM é utilizado para reduzir o lead time, inventários com menor custo e maior qualidade do produto, estabelecendo um fluxo contínuo de material/produto por todo o processo da cadeia de suprimentos.

Para o desenvolvimento do MFV, um processo estruturado deve ser definido para a análise e o redesenho de um fluxo de valor no qual tanto os fluxos de materiais quanto os fluxos de informação são levados em consideração (Braglia et al., 2006; Rother e Shook, 2012). O Quadro 1 descreve um plano de implementação do MFV (Teichgraber e Bucourt, 2012).

Quadro 1 – Plano de Implementação do MFV

Etapa	Tarefa
1	Identificar o principal produto, levando em consideração a família de produtos relevante, materiais e serviços complementares necessários
2	Crie um MFV de estado atual, que descreva o processo com as etapas atuais, tempos e fluxos de informações
3	Avaliar o estado atual no MFV a fim de criar fluxo, eliminando o desperdício
4	Crie um MFV de estado futuro com um potencial de fluxo superior
5	Implementar o futuro estado MFV

Fonte: Teichgraber e Bucourt (2012)

3. Método

Dado o objetivo da pesquisa, utilizou-se o estudo de caso como método, por buscar solucionar um problema empresarial com uma abordagem científica. Segundo Turrioni e Mello (2012) o estudo de caso envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de modo que permita o seu amplo conhecimento.

O estudo de caso foi realizado em uma empresa brasileira fabricante de implementos agrícolas, considerada como uma das principais empresas deste segmento e precursora do agronegócio no Brasil, sendo atualmente exportadora de seus produtos para mais de 36 países. As principais linhas de produtos da empresa são: Plantadeiras, Semeadeiras, Colhedoras de cereais, Colhedora de forragens, Distribuidores de fertilizantes e Vagões Forrageiros.

A escolha desta empresa deu-se também pelo fato de a empresa estar associada a um seguimento da indústria que tem representatividade na economia brasileira, além de possuir uma área dedicada ao desenvolvimento de novos implementos agrícola. A área interna que desenvolve os implementos na empresa é chamada de Pesquisa e Desenvolvimento, e adota um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos e práticas de gerenciamento de projetos como método de trabalho.

Na etapa inicial da pesquisa, fez-se uma revisão bibliográfica, considerando as bases de dados de periódicos: Scielo, Scopus, Emerald, Science Direct e Web of Science, com as palavras chave (português e inglês): *Lean Manufacturing*, *Lean Office*, Mapeamento de Fluxo de Valor, *Lean Product Development*.

No estudo de caso, a condução do plano de implementação do MFV foi baseada em Teichgraber e Bucourt (2012). A coleta de dados ocorreu basicamente por meio de observação, consulta aos participantes do processo e verificação dos documentos com o histórico do desenvolvimento de produtos. O estudo foi dividido em quatro etapas. A primeira etapa constituiu no levantamento de informações no local de estudo. Nesta etapa, o objetivo foi: Identificar todos os elementos que participam do processo de desenvolvimento do produto, identificar o *lead times* de cada uma das fases do processo de desenvolvimento de produtos, bem como os tempos envolvidos com a agregação de valor. A segunda etapa constituiu-se do desenho do mapeamento do fluxo de valor do estado atual, propriamente dito, a partir da observação e análise dos elementos levantados na etapa anterior. Na terceira etapa foi realizada a avaliação do mapa de fluxo de valor do estado atual identificando os

desperdícios e indicando as proposições de melhorias. E por fim, a quarta etapa teve como objetivo a construção de um mapa de fluxo do estado futuro, com a inserção de estratégias para resolver ou minimizar os problemas constatados no mapa de fluxo de valor atual.

4. Estudo de caso

O estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa fabricante de implementos agrícolas, com mais de 80 anos de atuação no setor agrícola brasileiro, localizada no interior de São Paulo. A empresa fatura anualmente em torno de 200 milhões de reais, sendo as Plantadoras adubadoras para o plantio de sementes graúdas responsáveis por 70% deste montante. A empresa denominada nesta pesquisa por JMR possui 600 colaboradores diretos, dos quais 25 pertencem ao departamento de pesquisa e desenvolvimento de produto (PDP). O PDP está estruturado conta com 15 engenheiros, 06 projetistas e 04 técnicos em eletrônica. O PDP utiliza-se de uma adaptação do método denominado Stage-Gates, proposto por Cooper (2001), para o planejamento e gestão dos projetos de desenvolvimento de novos produtos.

A aplicação do método de Mapeamento de fluxo de valor no PDP da empresa JMR foi realizada em etapas, que estão descritas a seguir.

4.1 Escolha da Família de Produtos

A família de produtos selecionada para a aplicação do MFV foi as Plantadoras de Sementes, escolhida pelo ao fato já mencionado de corresponder a 70% do faturamento anual da empresa, ou seja, corresponde a um grupo de produtos de alto impacto e qualquer melhoria no processo de desenvolvimento destes produtos proporcionarão à empresa grande vantagem competitiva.

4.2 Sobre o PDP – Primeira etapa

O processo de Desenvolvimento de Produtos da empresa esta ilustrado na Figura 3, é dividido em estágios, que abrangem todas as atividades que devem ser realizadas, separadas por gates, que são pontos para verificação e controle do processo. A partir da representação do processo de desenvolvimento de produto da empresa, foi realizado um levantamento do conjunto de atividade que compõe cada estágio (*stage*) do processo, e também a contribuição de cada estágio no tempo total de desenvolvimento das plantadoras de sementes. O estágio que tem uma maior contribuição no tempo total é o Estágio 3 – Detalhamento e Protótipo, contribuindo com 30% do tempo de desenvolvimento do produto, seguido do estágio 4 e 5. A Figura 4 mostra esta representação

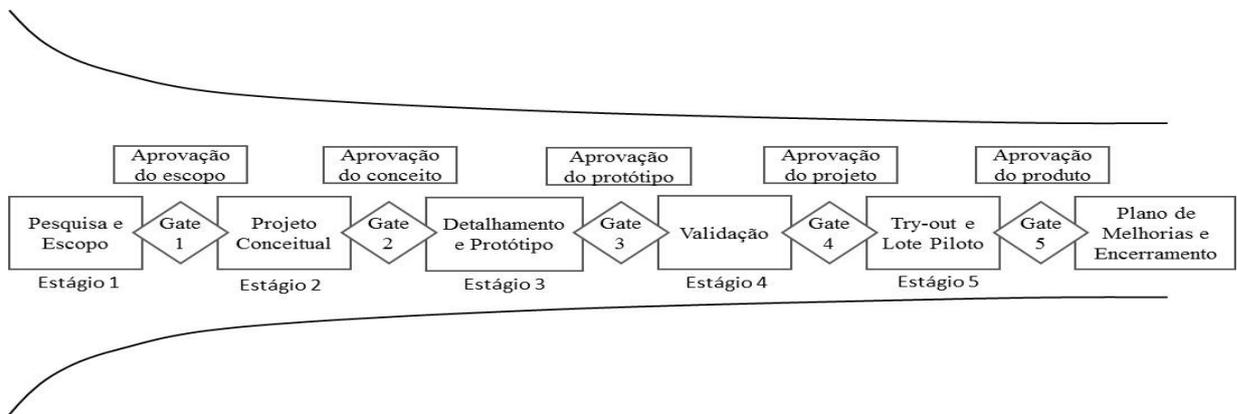


Figura 3 – Processo de Desenvolvimento de produto da empresa estudada

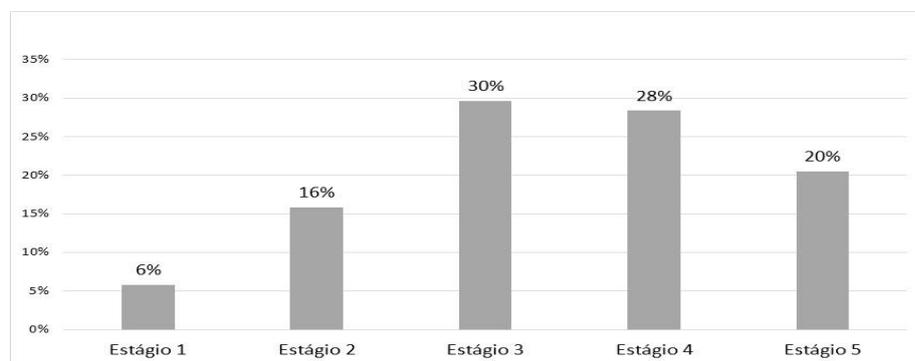


Figura 4 – Contribuição em porcentagem de cada estágio no desenvolvimento de plantadoras de sementes

4.3 Mapa de Fluxo do Estado Atual – Segunda etapa

Esta etapa constitui-se em desenhar o Mapa de Fluxo do Estado Atual do processo de Desenvolvimento de Produto. Como o processo é complexo, selecionamos o estágio de Detalhamento e Protótipo, uma vez que é um estágio crítico em relação ao tempo total de desenvolvimento. A Figura 5 ilustra os símbolos utilizados neste trabalho para o mapeamento.



Figura 5 – Símbolos utilizados para o Mapeamento do Fluxo de Valor
 Fonte: Tapping e Shuker (2010)

A partir da descrição da etapa de Detalhamento do Protótipo, dentre os dados coletados estão: o Tempo de Ciclo Total (TCT), *Lead Time Total* (TLT), tempo de valor agregado e não-agregado, número de pessoas envolvidas em cada atividade. A Figura 6 representa o MFV de estado atual do processo no estágio de Detalhamento e Protótipo, que tem início após o GATE 2 do modelo.

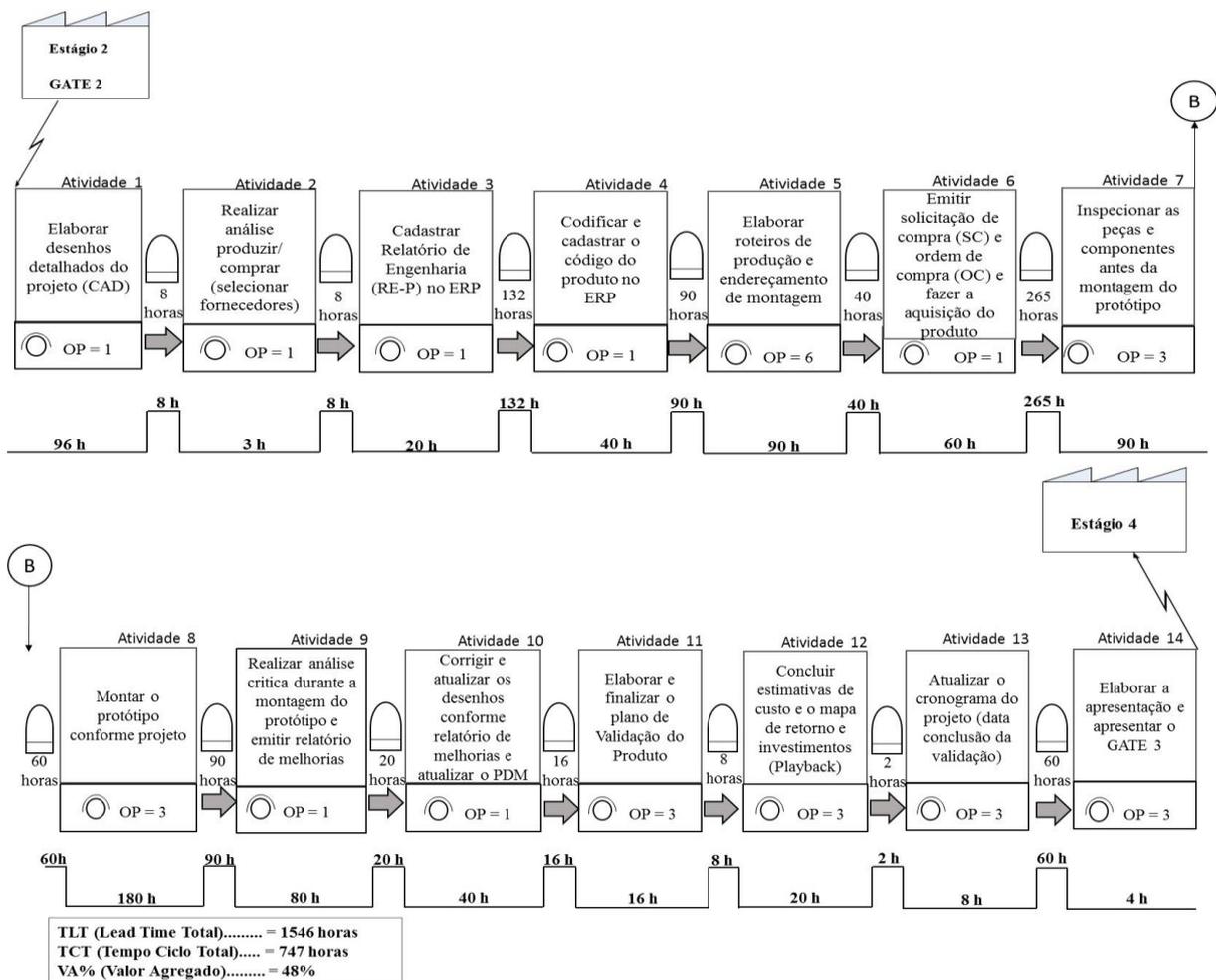


Figura 6 – Mapeamento do Fluxo de Valor do Estado Atual

A partir do Mapa de Fluxo do Estado Atual do processo (estágio 3), pode-se fazer o levantamento do *lead time total* deste estágio que corresponde a 1546 horas. Também foi possível identificar o Tempo de Ciclo Total (TCT) que corresponde a 747 horas – que é o tempo de agregação de valor do estágio de Detalhamento e Protótipo. Portanto, o Valor Agregado a este estágio é de 48%.

4.4 Avaliação do Mapa de Fluxo do Estado Atual – Terceira Etapa

Para a avaliação e identificação dos desperdícios foram analisados os dados em conjunto com os envolvidos do processo de desenvolvimento de produtos que são: Gerente de engenharia de produto, Gerente de engenharia processo, Coordenador de validação de produto, Gerente de suprimentos / PCP e o Gerente de produção.

A fim de facilitar a identificação dos desperdícios foram apresentados aos envolvidos os desperdícios relatados na literatura do *Lean Office*. Após uma criteriosa análise dos dados e avaliação do processo, foram identificados desperdícios nas atividades 4, 6, 7 e 9

(identificadas na Figura 6). A partir disso, foi realizado um brainstorming com os envolvidos para a proposição das melhorias (kaizen).

Os desperdícios e as melhorias propostas são descritos a seguir.

Atividade 4: Codificar e cadastrar o produto no ERP (*Enterprise Resource Planning*)

Desperdício identificado: Ocorrência de desperdício de tempo na espera para cadastro dos produtos no sistema (ERP), devido o envio de vários desenhos de projetos ao mesmo tempo, da atividade anterior para esta atividade.

Segundo Tapping e Shuker (2010) o tempo de espera é o desperdício mais grave para uma organização, pois a sua ocorrência aumenta o *lead time* de um processo, medida esta crucial no sistema *lean*.

Atualmente na empresa JMR somente uma pessoa realiza este cadastro. Foi verificado que algumas informações desta atividade estão sendo duplicadas, pois já são cadastradas na atividade anterior, quando o projetista ou engenheiro faz o cadastro do Relatório de Engenharia no sistema informatizado, que não é integrado com o ERP da empresa.

Kaizen: Integrar os dados do produto cadastrado na atividade 3 (cadastro do relatório de engenharia) com o ERP da empresa. Esta integração permite que 70% das informações do produto não seja novamente cadastrada. Foi realizada uma simulação com o cadastro apenas das informações faltantes (30%), e foi percebida uma redução no tempo de espera de 132 horas para 30 horas.

Atividade 6: Emissão ordem de compra (OC)

Desperdício identificado: O desperdício identificado nesta atividade é o tempo de espera. O engenheiro ou o projetista após fazer uma solicitação de compras (SC), enviará ao setor de suprimentos para geração de ordem de compras (OC). Ao enviar ao setor de suprimentos, esta solicitação de compras aguardará até ser verificada, e será emitida uma ordem de compras. A sua verificação dependerá da quantidade de solicitação que estão a sua frente, pois entrará na lista de solicitações que são emitidas por todos os processos da empresa.

Kaizen: Priorizar para compras as solicitações emitidas pelo processo de desenvolvimento de produto, pois a quantidade de solicitações destes processos é baixas e não terá impacto nos demais processos da empresa. Foi realizado um teste de redução deste tempo de espera, e constatou que pode ser reduzida de 265 horas para 60 horas.

Atividade 7: Inspeccionar as peças e componentes antes da montagem do protótipo

Desperdício identificado: O desperdício identificado nesta atividade é o de sobreprocessamento. Foi analisado que esta atividade pode ser desnecessária.

Os componentes e peças para montagem do protótipo são itens específicos, que na maioria das vezes serão fabricadas pela primeira vez. As peças para inspeção são inspecionadas de acordo com a sequência de chegada ao controle de qualidade, porém as peças de produção têm prioridade para inspeção. De acordo com o histórico da empresa, mesmo sendo inspecionados e aprovados pelo controle de qualidade, grande parte dos componentes são retrabalhados durante a montagem do protótipo.

Segundo Tapping e Shuker (2010) o desperdício de superprocessamento está associado com o processamento de atividades redundantes, tais como inspeção ou revisões excessivas.

Kaizen: Eliminar a atividade 7 do estágio Detalhamento e Protótipo, pois esta atividade pode ser realizada juntamente com a atividade de montagem. Caso seja necessário algum retrabalhado, o responsável pela montagem deverá contatar o engenheiro ou projetista para as alterações. Esta atividade não sendo realizada, prevê a redução de 90 horas do tempo total.

Atividade 9: Realizar análise crítica durante a montagem do protótipo e emitir relatório de melhorias

Desperdício identificado: O desperdício identificado nesta atividade é o de superprocessamento. Atualmente um membro da engenharia de processo acompanha a montagem do protótipo, fazendo as anotações e o cadastro de todas as ocorrências observadas. No final da construção do protótipo este cadastro é enviado ao engenheiro ou projetista responsável pelo projeto para que se construa o plano de ação para sua efetivação.

Kaizen: Eliminar a atividade 9. O acompanhamento da construção do protótipo poderá ser feito pelo responsável pelo projeto juntamente com o técnico que está realizando a montagem. Caso seja constatado alguma ocorrência, é feito o seu registro e a correção será implementada de imediato pelo projetista ou engenheiro. A eliminação desta atividade, se prevê a redução de 90 horas do tempo total.

O Quadro 2, resume as atividades e as ações propostas para eliminar os desperdícios identificados no estágio de Detalhamento e protótipo do PDP.

Quadro 2 – Plano de Melhorias

Atividade	Descrição	Desperdício	Kaizen
4	Codificar e cadastrar o produto no ERP	Espera para cadastro dos produtos no sistema (ERP)	Integrar os dados do produto cadastrado na atividade 3 (cadastro do relatório de engenharia) com o ERP da empresa.
6	Emissão ordem de compra (OC)	Tempo de espera entre solicitação de compras até a geração de uma ordem de compras (OC).	Priorizar solicitações emitidas pelo processo de desenvolvimento de produto.
7	Inspecionar as peças e componentes antes da montagem do protótipo	Sobre processamento.	Eliminar a atividade 7 do estágio Detalhamento e Protótipo.
9	Realizar análise crítica durante a montagem do protótipo e emitir relatório de melhorias	Sobre processamento.	Eliminar a atividade 9

4.5 Mapa do Estado Futuro – Quarta Etapa

Após análise dos desperdícios, apontados no MFV do Estado Atual, e a apresentação das propostas de melhorias, foi desenhado o MFV do Estado Futuro do processo. O MFV do Estado Futuro é apresentado na Figura 7.

O MFV do Estado Futuro propõe intervenções, que se implementadas, podem ter uma redução significativa no *Lead Time Total*, de 1546 horas para 641 horas, representando uma redução de 41% do *Lead Time Total* para a etapa de Detalhamento e protótipo, e um aumento para 65% do Valor Agregado.

Este resultado é um exemplo da utilização do Mapeamento do Fluxo de Valor no processo de desenvolvimento de produtos, constituindo de uma proposta inicial para implementação das proposições de melhorias, e a ampliação da aplicação do MFV para os demais estágios do processo de desenvolvimento de produtos.

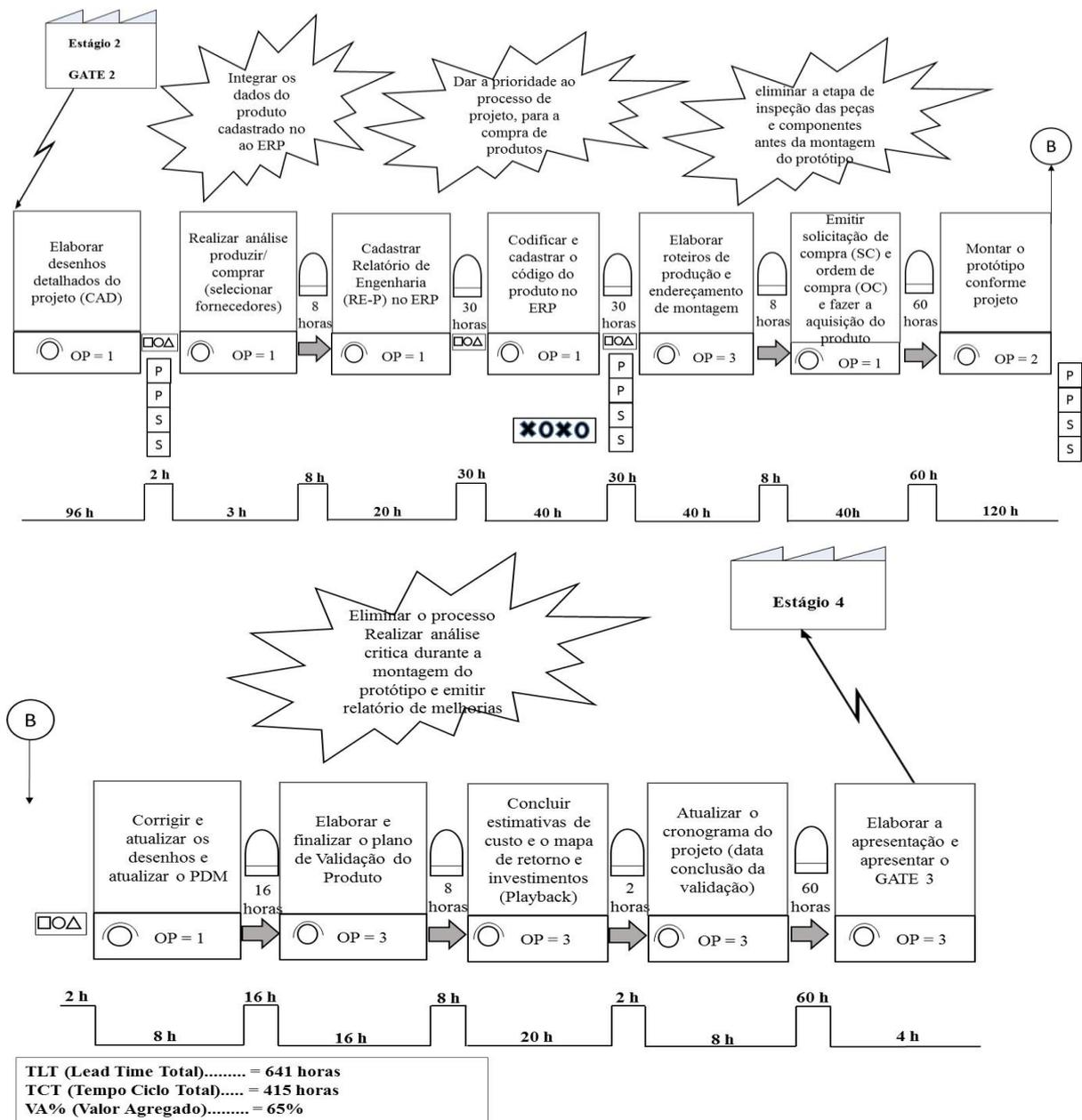


Figura 7 – Mapeamento do Fluxo de Valor do Estado Futuro

O trabalho evidencia os bons resultados na aplicação do mapeamento do fluxo de valor no processo de desenvolvimento de produto em uma empresa desenvolvedora de implementos agrícola, sem que seja necessário grandes investimentos financeiros e nem a utilização de métodos complexos, que dificultariam sua utilização por empresas de estrutura reduzida.

5. Conclusões

O MFV apresenta uma visão simplificada do processo e facilita o entendimento das restrições que atuam sobre ele. Os dados obtidos da empresa sobre seu PDP, por meio do

MFV potencializam e tornam mais ágil a aplicação da análise de valor. Além de sua importância na identificação de desperdícios, também projeta ganhos futuros com a aplicação das propostas elencadas. Neste trabalho, com a implementação das intervenções propostas, a empresa poderá obter, aproximadamente uma redução no *Lead Time Total* de 41%, e um aumento para 65% do Valor Agregado.

As conclusões descritas neste trabalho se limitam ao estudo realizado, mas fornecem orientações para outras pesquisas, sobre algumas práticas que podem ser utilizadas pelas empresas que pretendem utilizar o mapeamento do fluxo de valor para otimização de seus processos.

A principal contribuição observada com os resultados do trabalho foi a identificação de desperdícios no PDP, estratégico para a sobrevivência da empresa no mercado, por meio do mapeamento do fluxo de valor desse processo, que a empresa não era capaz de identificar. O brainstorming também foi uma importante prática para as proposições de melhorias no PDP da empresa.

A atenção para os desperdícios concentrou-se no que foi apresentado por Shingo (1981), e os desperdícios identificados na empresa foram o de “espera” e “processos inadequados”, indicando que no processo de desenvolvimento de produtos, esses desperdícios podem influenciar significativamente na sua eficiência.

A garantia da qualidade dos resultados obtidos deveu-se principalmente à seleção da equipe que foi significativa e representativa para a análise dos desperdícios. A equipe contou com a participação da administração e da gerência na discussão conjunta sobre a identificação dos desperdícios e das propostas de melhorias.

Como proposta de continuidade ao trabalho, para a empresa estudada, cabe a implementação das ações propostas e sua análise, para a verificação se os desperdícios foram eliminados e se houve os ganhos esperados. Também como proposta de continuidade, pode-se estender o mapeamento do fluxo de valor aos demais estágios do processo de desenvolvimento de produto e outros processos da empresa, identificando fontes de desperdícios e propondo as ações necessárias para eliminá-los.

REFERÊNCIAS

- Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (2006). A new value stream mapping approach for complex production systems, *International Journal of Production Research*, 44(18/19): 3929-3952.
- Ciarapica, F. E., Bevilacqua, M., & Mazzuto, G. (2016). Performance analysis of new product development projects: An approach based on value stream mapping, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65(2): 177-206.
- Ciccullo, F., Pero, M., Caridi, M., Gosling, J., & Purvis, L. (2018). Integrating the environmental and social sustainability pillars into the lean and agile supply chain management paradigms: A literature review and future research directions, *Journal of Cleaner Production*, 172: 2336-2350.
- Clark, K. B., & Wheelwright, S. C. (1993). *Managing new product and process development: text and cases*. New York. The Free Press.
- Dobrota, D., & Dobrota, G. (2018). An innovative method in the regeneration of waste rubber and the sustainable development, *Journal of Cleaner Production*, 172: 3591-3599.
- Dombrowski, U., & Karl, A. (2017). Lean Product Development for Small and Medium-Sized Suppliers, *Procedia CIRP*, 63: 615-620.
- Gingnell, L. (2016). *On Structuring and Practical Use of the Lean Product Development Concept: Based on case studies of industrial product development organizations*. 273 p. Thesis (Doctor of Philosophy). KTH Royal Institute of Technology - Stockholm, Sweden.
- Hardy-Vallee, B. (2012). *The Cost of Bad Project Management*. Business Journal. Disponível em: <<http://news.gallup.com/businessjournal/152429/cost-bad-project-management.aspx>> Acesso em: 20 abr. 2018.
- Hines, P., Rick, N., & Esain, A. (1999). Value Stream Mapping. A distribution industry application. *Benchmarking: Na International Journal*, 6(1): 60-77.
- Rafael Henao, William Sarache, Ivan Gomez Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges, *Journal of Cleaner Production* 208 (2019) 99e116
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production, *Journal of Operations Management*, 25: 420-437.
- Hoppmann, J., Rebentisch, E., Dombrowski, U., & Zahnc, T. (2015). A Framework for Organizing Lean Product Development, *Engineering Management Journal*, 23(1): 3-15.
- Hu, D., Wang, Y., Huang, J., & Huang, H. (2017). How do different innovation forms mediate the relationship between environmental regulation and performance?, *Journal of Cleaner Production*, 161: 466-476.
- Jasti, N. V. K., & Sharma, A. (2014). Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool - A case study from auto components industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1): 89-116.
- Jeong, B. K., & Yoon, T. E. (2016). Improving It Process Management Through Value Stream Mapping Approach: A Case Study. *Journal of Information Systems and Technology Management - Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*, 13(3), Set/Dez: 389-404 ISSN online: 1807-1775.
- Jun, H-B., & Suh, H-W., (2008). A modeling framework for product development process considering its characteristics. *IEEE Transactions on engineering management*, 55(1).
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of lean product development, *Academy of Management Perspectives*, 20(2): 5-20.
- Matt, D. T. T. (2014). Adaptation of the value stream mapping approach to the design of lean engineer-to-order production systems: a case study, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(3): 334-350.
- Möldner, A. K., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2018). Exploring lean manufacturing practices' influence on process innovation performance. *Journal of Business Research*, (September). <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.09.002>
- Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press, Portland.
- Patil, V. M., & Bhatwadekar, S.G. (2015). Application of Value Stream Mapping for Lead Time Reduction and Inventory Control. *International Journal of Engineering, Business and Enterprise Applications*, February-May: 1-4.

- Prates, C. C., & Bandeira, D. L. (2011). Aumento de eficiência por meio do mapeamento do fluxo de produção e aplicação do Índice de Rendimento Operacional Global no processo produtivo de uma empresa de componentes eletrônicos. *Gestão e Produção*, 18(4): 105-718.
- Rauch, E., Dallasega, P., & Matt, D.T. (2017). The way from Lean Product Development (LPD) to Smart Product Development (SPD), *Procedia CIRP*, 50: 26-31.
- Rother, M., & Shook, J. (2012). *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- Rozenfeld, H., Forcellini, F. A., Amaral, D. C., Toledo, J. C. D., Silva, S. L. D., Alliprandini, D. H. & Scalice, R. K. (2006). *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 542p.
- Sarache, W., & Gomez, I. (2019). Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future Challenges. *Journal of Cleaner Production*, 208: 99-116.
- Schonberger, R.J. (2019). The disintegration of lean manufacturing and lean management. *Business Horizons*. doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.004
- Shingo, S. (1981). *A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*. Japan Management Association, Tokyo.
- Siyam, G. I., Wynn, D. C., & Clarkson, P. J. (2015). Review of Value and Lean in Complex Product Development, *Journal Systems Engineering*, 18(2): 192-207.
- Synnes, E. L., & Welo, T. (2016). Enhancing Integrative Capabilities through Lean Product and Process Development, *Procedia CIRP*, 54: 221-226.
- Suarez, T. M., Jung, C. F., & Caten, C. S. (2009). Adaptação e aplicação de um método de desenvolvimento de produtos em uma microempresa de manufatura de produtos decorativos, *Revista P&D em Engenharia de Produção*, 7(1): 37-63.
- Tapping, D., & Shuker, T. (2003). *Value Stream Management for the Lean Office: Eight Steps to Planning, Mapping and Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas*, Productivity Press, New York, NY.
- Tapping, D., & Shuker, T. (2010). *LEAN OFFICE: Gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas – 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias Lean nas áreas administrativas*. 1.ed. São Paulo: Leopardo Editora.
- Teichgraber, U. K., & Bucourt, M. (2012). Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents, *European Journal of Radiology*, 81(1): 47-52.
- Turrioni, J. B., & Mello, C. H. P. (2012). *Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas*. Itajubá: Unifei.
- Ulrick, K. T., & Eppinger, S. D. (2016). *Product design and development*, New York-NY: McGraw-Hill Education, 6^a Ed.
- Verrier, B., Rose, B., & Caillaud, E. (2016). Lean and Green strategy: the Lean and Green House and maturity deployment model, *Journal of Cleaner Production*, 116: 150-156.
- Womack, J. P, Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*. Rawson Associates, New York.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth for Your Corporation*. Simon & Schuster, New York.
- Womack, J. P. & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, 2^o ed., Free Press, New York, NY.