

MANUFATURA ENXUTA NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL

LEAN MANUFACTURING IN PRODUCT DEVELOPMENT: A CASE STUDY IN A TEXTILE INDUSTRY

MANUFACTURA ESBELTA EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS: UN ESTUDIO DE CASO EN LA INDUSTRIA TEXTIL



10.56238/MultiCientifica-060

Diego Milnitz

Doutor em Engenharia de Produção
Instituição: Universidade Federal do Paraná (UFPR)
E-mail: diego.milnitz@ufpr.br

Glauco Garcia Martins Pereira da Silva

Doutor em Engenharia de Produção
Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
E-mail: glaucogmpsilva@gmail.com

RESUMO

A redução do lead time no processo de desenvolvimento de produtos (PDP) é um dos principais desafios enfrentados por organizações que atuam em mercados dinâmicos e competitivos, como o setor têxtil. Nesse contexto, a aplicação dos princípios da manufatura enxuta tem se mostrado uma estratégia promissora para eliminar desperdícios e aumentar a eficiência. Este artigo tem como objetivo analisar a aplicação conjunta do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) e do método Gemba Kaizen (GK) em um PDP multiprojetos de uma indústria têxtil de Santa Catarina, buscando evidenciar como essas práticas podem contribuir para a melhoria contínua. Metodologicamente, adota-se a pesquisa-ação, conduzida em dois ciclos de intervenção: o primeiro com foco na identificação dos desperdícios por meio do MFV e o segundo voltado à implementação de melhorias via GK. Os resultados apontaram a existência de inventários excessivos de informações, retrabalhos e inconsistências nos fluxos de materiais e dados, que impactavam diretamente no tempo de atravessamento. A aplicação das práticas enxutas resultou na redução de 63% do índice de retrabalho na estamparia e em uma diminuição de dois dias no lead time total do PDP. Como contribuição, o estudo demonstra a aplicabilidade do Lean Product Development em setores ainda pouco explorados pela literatura, como o têxtil, além de destacar a relevância da integração entre ferramentas clássicas da qualidade e metodologias enxutas. Também sugere a necessidade de pesquisas futuras sobre a digitalização do MFV e do GK, alinhando o desenvolvimento de produtos aos princípios da Indústria 4.0 e da economia circular.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta. Lean Product Development. Mapeamento de Fluxo de Valor. Gemba Kaizen. Indústria Têxtil.



ABSTRACT

Reducing lead time in the product development process (PDP) is one of the main challenges faced by organizations operating in dynamic and competitive markets, such as the textile sector. In this context, the application of lean manufacturing principles has proven to be a promising strategy for eliminating waste and increasing efficiency. This article aims to analyze the combined application of Value Stream Mapping (VSM) and the Gemba Kaizen (GK) method in a multi-project PDP of a textile industry in Santa Catarina, seeking to highlight how these practices can contribute to continuous improvement. Methodologically, action research is adopted, conducted in two intervention cycles: the first focused on identifying waste through VSM and the second focused on implementing improvements via GK. The results indicated the existence of excessive information inventories, rework, and inconsistencies in material and data flows, which directly impacted throughput time. The application of lean practices resulted in a 63% reduction in rework in the printing department and a two-day decrease in the total lead time of the product development process. As a contribution, the study demonstrates the applicability of Lean Product Development in sectors still little explored in the literature, such as textiles, and highlights the relevance of integrating classic quality tools with lean methodologies. It also suggests the need for future research on the digitalization of Value Stream Mapping (VSM) and Gemba Kaizen (GK), aligning product development with the principles of Industry 4.0 and the circular economy.

Keywords: Lean Manufacturing. Lean Product Development. Value Stream Mapping. Gemba Kaizen. Textile Industry.

RESUMEN

Reducir el tiempo de entrega en el proceso de desarrollo de producto (PDP) es uno de los principales desafíos que enfrentan las organizaciones que operan en mercados dinámicos y competitivos, como el sector textil. En este contexto, la aplicación de los principios de manufactura esbelta ha demostrado ser una estrategia prometedora para eliminar desperdicios y aumentar la eficiencia. Este artículo busca analizar la aplicación combinada del Mapeo del Flujo de Valor (VSM) y el método Gemba Kaizen (GK) en un PDP multiproyecto de una industria textil en Santa Catarina, buscando destacar cómo estas prácticas pueden contribuir a la mejora continua. Metodológicamente, se adopta la investigación-acción, realizada en dos ciclos de intervención: el primero enfocado en la identificación de desperdicios a través del VSM y el segundo en la implementación de mejoras a través del GK. Los resultados indicaron la existencia de inventarios excesivos de información, retrabajos e inconsistencias en los flujos de materiales y datos, lo que impactó directamente el tiempo de producción. La aplicación de prácticas esbeltas resultó en una reducción del 63% en los retrabajos en el departamento de impresión y una disminución de dos días en el tiempo total de entrega del proceso de desarrollo de producto. Como contribución, el estudio demuestra la aplicabilidad del Desarrollo de Producto Lean en sectores aún poco explorados en la literatura, como el textil, y destaca la relevancia de integrar las herramientas clásicas de calidad con las metodologías Lean. También sugiere la necesidad de futuras investigaciones sobre la digitalización del Mapeo del Flujo de Valor (VSM) y el Gemba Kaizen (GK), alineando el desarrollo de producto con los principios de la Industria 4.0 y la economía circular.

Palabras clave: Manufactura Lean. Desarrollo de Producto Lean. Mapeo del Flujo de Valor. Gemba Kaizen. Industria Textil.



1 INTRODUÇÃO

O intervalo de tempo, ou *lead time*, desde a idéia do produto até o lançamento no mercado é um dos fatores mais importantes para manter a competitividade de uma organização e aumentar suas chances de expansão no mercado (WHEELWRIGHT e CLARK, 1992; CLARK e FUJIMOTO, 1991). Dentre tantas estratégias possíveis de serem aplicadas a fim de melhorar seu desempenho, a Manufatura Enxuta tem sido utilizada com maior ênfase devido ao seu caráter de valorização dos recursos humanos como meio na redução dos desperdícios através do melhoramento contínuo.

De acordo com Wechsler e Torre (2009), vários trabalhos demonstram a aplicação dos conceitos da ME no processo de desenvolvimento de produtos, entretanto, esses exemplos mostram a realidade na concepção de um, ou poucos, produtos complexos, como é o caso da indústria automobilística. Ainda segundo os mesmos autores, estudos dos efeitos, ou relações, da aplicação dos conceitos da Manufatura Enxuta no ambiente de desenvolvimento de produtos simples ou multiprojetos, como é o caso da indústria têxtil, são pouco explorados em trabalhos acadêmicos.

Nesta pesquisa foram aplicados o mapeamento de fluxo de valor e o método de *gemba kaizen* em um PDP com o objetivo de demonstrar, por meio de um estudo de caso, o potencial de aplicação no uso conjunto dessas ferramentas no desenvolvimento de produtos têxteis de confecção. Visto que o processo para desenvolver produtos têxteis é complexo e altamente dinâmico, tendo uma diversidade de tipos e quantidades de produtos sendo desenvolvidos simultaneamente em um curto espaço de tempo.

Este artigo apresenta primeiramente a metodologia utilizada para a realização do trabalho, e, em seguida, uma breve revisão teórica sobre os conceitos da Manufatura Enxuta no ambiente de desenvolvimento de produto, sobre o mapeamento de fluxo de valor e sobre o conceito de melhoria contínua. Em seguida, é apresentada a aplicação dessas ferramentas na empresa pesquisada e finalmente são apresentados os resultados juntamente com as considerações finais do trabalho.

2 METODOLOGIA

Este adota como abordagem metodológica a pesquisa-ação, e sugere a aplicação de ferramentas da Manufatura Enxuta em um processo de desenvolvimento de produtos. O método de pesquisa-ação foi adotado a fim de amparar o uso das ferramentas da ME dentro da organização pesquisada. Para tanto, o artigo utiliza a estrutura para aplicação da pesquisa-ação proposta por Cauchick *et al.* (2010), nessa estrutura os autores indicam cinco passos, que são: i) planejamento da pesquisa-ação; ii) coleta de dados; iii) análise dos dados; iv) implantação das ações; e v) avaliação dos resultados do trabalho. Essa estrutura proposta por Cauchick *et al.* (2010) foi utilizada em dois ciclos, sendo o primeiro ciclo aplicado durante a utilização da técnica de mapeamento de fluxo de valor e o segundo ciclo sendo aplicado durante a utilização do método de *gemba kaizen*.



3 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

A aplicação do mapeamento de processos industriais começou no início do século passado, através do trabalho de Frederick Taylor e Frank Gilbert (MARTINS e LAUGENI, 2006; LEE e SNYDER, 2006). Conforme Soliman (1998), o elemento importante para a abordagem de processo é o seu mapeamento, pois torna mais fácil identificar onde e como melhorar. Também permite determinar e focar o cliente, eliminar atividades que não adicionam valor e reduzir a complexidade dos processos. A análise de fluxo de processos é uma ferramenta para avaliar uma operação desde os recursos de entrada no sistema até a saída como produto final (GOMES, 2008).

Conforme Pereira (2009), no arcabouço da literatura existe dezenas de possibilidades para representação do fluxo de processos industriais. Dentre tantas possibilidades, a técnica do MFV é a mais utilizada no contexto da Manufatura Enxuta. Isto porque permite, o real entendimento da situação atual, a identificação dos desperdícios e pontos potenciais para melhoria dos processos mapeados (MACMANUS, 2003). Além disso, possibilita uma visualização mais integrada entre os processos, proporcionando a implantação de melhorias sistemáticas e permanentes (ROTHER e SHOOK, 2003).

De forma similar, outros autores destacam a importância do MFV na implantação da Manufatura Enxuta (KEYTE e LOCHER, 2004; WOMACK e JONES, 2004; DENNIS, 2008; LIKER e MEIER, 2007; ÁLVAREZ *et al.*, 2008; FERNANDES, 2001; SALZMAN, 2002). Neste sentido, o mapeamento do fluxo de valor se mostra a ferramenta mais adequada para se atingir parte dos objetivos da presente pesquisa, que é o entendimento e levantamento dos desperdícios no PDP.

Essa técnica foi criada por Rother e Shook (2003), sendo constituída de um diagrama com figuras e caixas, utilizado para representar um processo ou um fluxo de produção. O diagrama é dividido em três partes básicas: o fluxo de informação, o fluxo de processo, e os tempos de processo. O MFV evoluiu, e hoje as distâncias entre os processos são representadas no próprio diagrama (NASH e POLING, 2008).

Rother e Shook (2003) propõem alguns passos para a aplicação do método de mapeamento do fluxo de valor. A Figura 1 ilustra as etapas para realização do mapeamento de fluxo de valor nos processos, a saber:

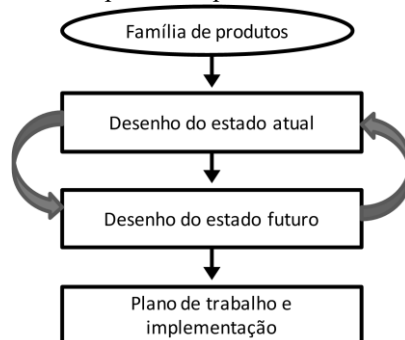
- Seleção do produto ou família de produtos a ser mapeada. Rother e Shook (2003) atribuem à família um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes e utilizam equipamentos comuns nos seus processos.
- Mapeamento de fluxo de valor atual da família ou produto. Para realizar o desenho é preciso ir até o chão de fábrica e verificar pessoalmente como o fluxo de produto e informação acontece.
- Mapeamento do fluxo de valor futuro. Essa é a parte mais importante do MFV, segundo Rother e Shook (2003) uma situação sem um estado futuro não é muito útil. Nesta etapa são planejados



os conceitos e ferramentas que serão desenvolvidos no processo a fim de proporcionar um fluxo mais enxuto.

- Planejamento das ações de melhorias. Deve-se fazer uma programação das ações a serem realizadas para se chegar à situação desejada. Assim o mapa futuro se transforma em atual, e o ciclo recomeça.

Figura 1 - Passos para o Mapeamento do fluxo de Valor



Fonte: Rother e Shook (2003)

O trabalho em grupo normalmente é utilizado para realizar as ações de melhoria planejadas no MFV. No item seguinte será apresentado o método *Gemba kaizen*, utilizado para sistematizar as ações de melhoria através do trabalho em grupo.

4 GEMBA KAIZEN

Uma das formas de desenvolver e aplicar as melhorias sugeridas no MFV é através da utilização do método *gemba kaizen*. Conforme Araujo e Rentes (2006) o *gemba kaizen* pode ser definido como um melhoramento contínuo do fluxo de valor ou de um processo individual, a fim de se agregar mais valor com menos desperdício.

A aplicação da metodologia de GK deve ser realizada de forma organizada, planejada e sistemática. Possibilitando assim a implantação das práticas da Manufatura Enxuta de maneira coordenada e estruturada. Para isso, geralmente tem-se utilizado o Ciclo Deming, também conhecido como *PDCA* (LIKER, 2005).

Silva (2009) propõe uma metodologia para aplicar o *gemba kaizen* embasado no ciclo Deming. A eficácia desse método é comprovada através de uma aplicação prática numa célula de montagem de uma empresa do setor metal mecânico. Como estes existem outros trabalhos que demonstram os benefícios e ganhos da aplicação do *gemba kaizen* nas organizações. Entre eles estão às publicações de Araujo e Rentes (2006), Briales (2005), Jugend, Silva e Mendes (2006), Freire e Alarcon (2002), Neto e Barros (2007), Costa (2007), Hanashiro (2005). Além dos resultados da aplicação do conceito de MC, todos os autores comentam que o envolvimento e o comprometimento de todos na organização é um fator essencial para garantir seu perpetuamento. Por meio do Quadro 1 é possível observar o



resumo do procedimento utilizado no trabalho de Silva (2009). Nesse processo o autor definiu cinco etapas para aplicar a ferramenta chamada de *gemba kaizen*. Cada etapa é relacionada ao ciclo *PDCA* como forma de facilitar o entendimento e garantir a estrutura na aplicação da melhoria.

Quadro 1 - Estrutura do método de *gemba kaizen*

Etapa	Ciclo Deming	Método <i>gemba kaizen</i>	Responsáveis
1	P	Abertura e registro do <i>gemba kaizen</i>	Facilitador do <i>gemba kaizen</i>
2		Pré <i>gemba kaizen</i>	Facilitador do <i>gemba kaizen</i> e líder
3	D	Evento <i>gemba kaizen</i>	Facilitador do <i>gemba kaizen</i> , líder e colaboradores
4		Plano de ação operacional	Facilitador do <i>gemba kaizen</i> , líder e colaboradores
5	C	Pós <i>gemba kaizen</i>	Facilitador do <i>gemba kaizen</i> e líder
	A		

Fonte: Adaptado de Silva, (2009)

A etapa inicial do GK é a abertura e registro, o objetivo é iniciar o evento de melhoria, possibilitando um direcionamento das estratégias da empresa, com a coleta e registro das informações pertinentes ao melhoramento. Uma vez feita à primeira etapa, pode-se passar para o pré *gemba kaizen*. Nesta etapa são levantadas e analisadas todas as informações necessárias para realização da melhoria. É na fase que antecede o evento que é feito o nivelamento do conhecimento sobre o problema e a ferramenta enxuta a ser utilizada, bem como, qual é a meta e ser alcançada e o item de controle a ser monitorado.

No evento *gemba kaizen* é discutida e realizada a melhoria. O evento deve iniciar com a apresentação de um workshop sobre o pré *gemba kaizen* aos participantes, em seguida é lançada uma meta para direcionar a melhoria e então se inicia a discussão com as propostas de soluções para o problema apresentado. Após a aplicação das novas ações e ferramentas sugeridas, verifica-se o atendimento da meta estabelecida para o indicador.

Atingindo a meta, o novo método de trabalho é documentado e assumido pelo grupo no local de trabalho, de forma que se possa controlar e monitorar o indicador. Caso contrário, se repete o processo com a discussão de novas ferramentas e métodos, mantendo-se o *gemba kaizen* em aberto até que a meta seja atingida.

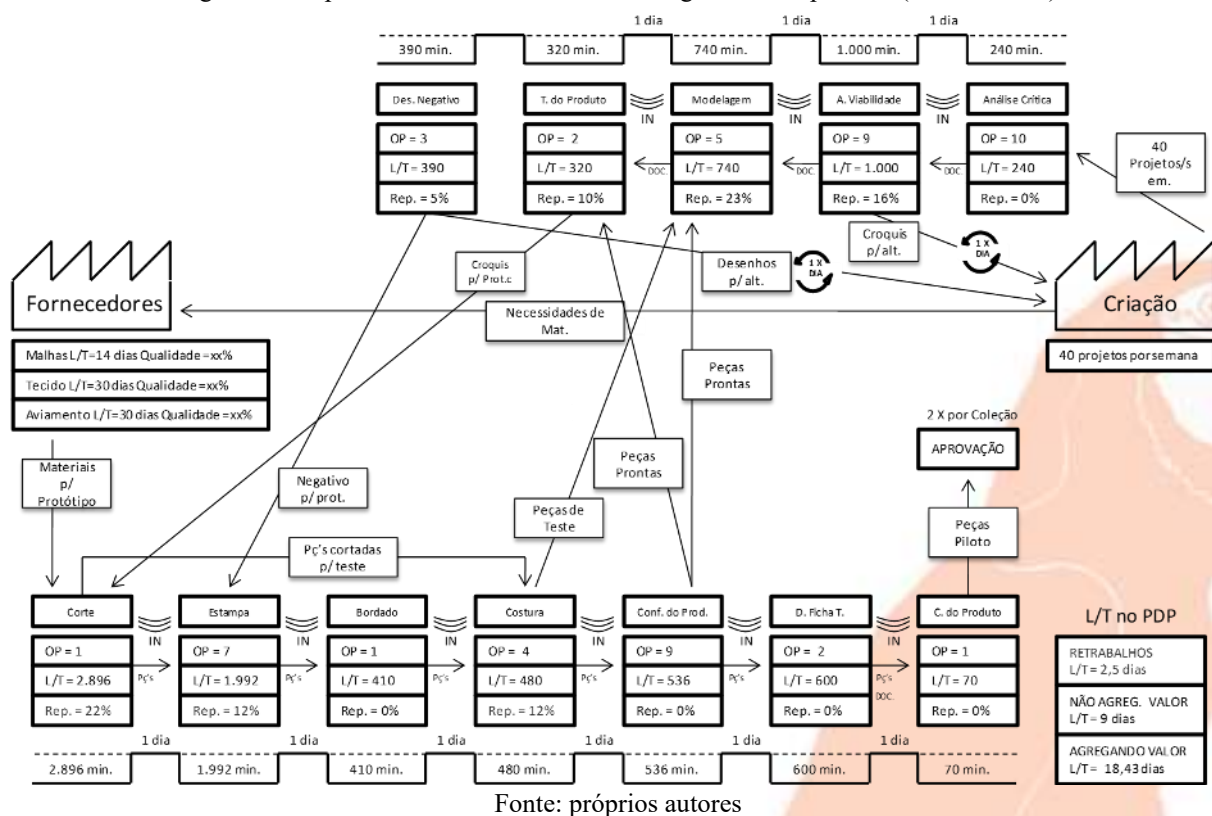
A última etapa é o pós *gemba kaizen*. Ela é iniciada quando o evento *gemba kaizen* for finalizado, ou seja, o novo método de trabalho foi documentado e assumido pelo grupo no local de trabalho. Durante o monitoramento da melhoria são realizadas caminhadas no local onde foi aplicado o *gemba kaizen* a fim de constatar a eficácia dos resultados que foram previamente analisados por meio dos indicadores de controle dessa melhoria.



o tempo de desenvolvimento de produtos. Um ponto importante mostrado na Figura 2 é a quantidade de inventário de documentos entre cada processo, na execução das atividades existe um adiantamento de um dia de trabalho antes de cada processo, assim se for somado esses estoques entre cada processo se terá um aumento de nove dias no tempo desenvolvimento de produto nesse setor. Já o total do percentual de retrabalho das atividades gera um incremento de 12% no tempo total de trabalho.

Depois de ter desenhado e analisado o mapa atual, desenhou-se o estado futuro – ver Figura 3 – uma das partes mais importantes do processo de mapeamento. Para a construção do MFV futuro foram utilizados os conceitos da Manufatura Enxuta aquedados à realidade da organização.

Figura 3 - Mapeamento de fluxo de valor na engenharia de produto (estado futuro)



Um dos desperdícios identificado no mapa do estado atual que deve ser combatido no processo de desenvolvimento de produtos é o retrabalho, ou seja, toda vez que o setor gerava um retrabalho os processos envolvidos deixavam de produzir um novo produto para refazer um produto não conforme. Uma forma de melhorar essa situação na empresa consistiu em aplicar algumas ferramentas como a Análise de Pareto, o Diagrama de Causa e Efeito, o *Brainstorming*, entre outras, para analisar e propor soluções de reduzir o percentual de retrabalhos e, assim, diminuir o tempo de desenvolvimento dos produtos.

Outra melhoria identificada foi a realização de treinamento sobre modelagem de produto no processo de costura, deste modo, se reduziu o tempo gasto pelos colaboradores do processo de modelagem dando assistência às costureiras, ou seja, o auxílio que o processo de modelagem realizava



na costura reduzia o tempo disponível utilizado para o desenvolvimento de produto. Portanto, a qualificação dos colaboradores do processo de costura em modelagem de produto, possibilitou a redução das solicitações de ajuda que indiretamente reduziu o *lead time* do processo de modelagem.

A redução do tamanho do lote das peças pilotos de cada produto, que está relacionada com o tempo total do desenvolvimento de produto, foi uma das oportunidades sugeridas. Essa oportunidade de melhoria consistiu em verificar as possibilidades de diminuir a quantidade de peças desenvolvidas de cada produto sem prejudicar o processo de desenvolvimento como um todo. Entendeu-se que, quanto menor o tamanho do lote de peças piloto de cada produto, menor seria o tempo necessário para desenvolver uma coleção.

Finalizando as propostas de melhorias do fluxo de informação e material na engenharia de produto, sugeriu-se realizar uma revisão dos parâmetros de desenvolvimento de produtos, visto que, o controle e adequação dos parâmetros influenciam no desenvolvimento e produção do produto de forma geral na empresa. O desenvolvimento e aplicação das melhorias sugeridas na Figura 2 ajudaram na redução de mais de dois dias no *lead time* do desenvolvimento de produto, bem como aprimoraram a padronização e controle de dados relevantes para o processo, aumentando o envolvimento das pessoas na prática do melhoramento contínuo.

6 APLICAÇÃO DO GEMBA KAIZEN NO PDP

O mapeamento do fluxo de valor no setor de engenharia teve a finalidade de identificar oportunidades de melhoria e planejar ações no sentido de direcionar a aplicação dos conceitos da ME. Já o *gemba kaizen* é a fase de mudanças efetivas no local onde se agrega o valor ao produto, quando as melhorias e resultados começam a se materializar. Para ilustrar a execução do método GK será apresentada a melhoria de redução do índice de retrabalho no processo de estamparia.

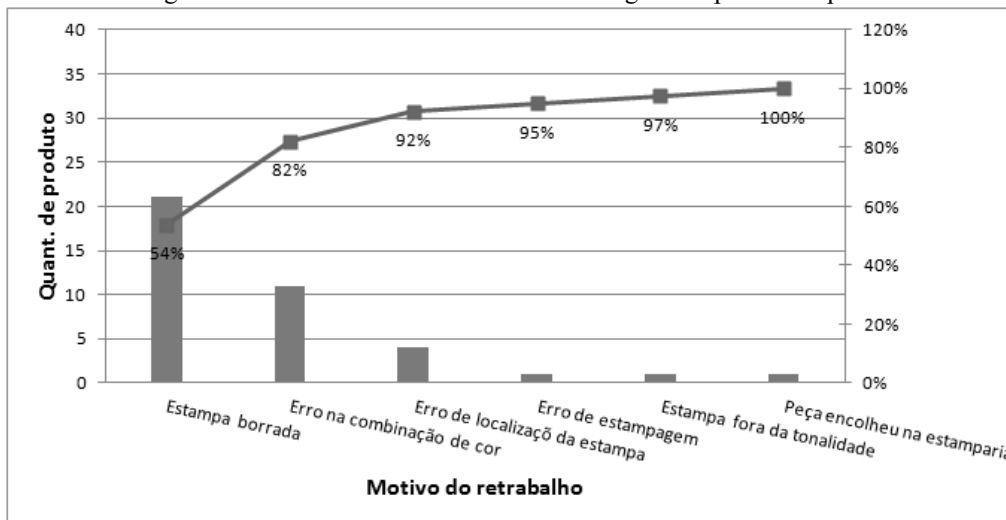
Assim sendo, o primeiro passo da etapa do GK foi à realização da abertura e registro da melhoria de redução do índice de retrabalho na estamparia. Nesse momento definiu-se o grupo e o líder que seriam responsáveis pelo desenvolvimento e aplicação dessa melhoria. Depois de realizar o registro da melhoria, o grupo iniciou a etapa de pré *gemba kaizen*, deste modo, se reuniram para nivelar os conhecimentos sobre o problema e discutir quais ferramentas poderiam ser aplicadas para ajudar na análise do problema e na geração de possíveis soluções. Na Figura 4 é apresentado um gráfico que foi usado para a análise dos motivos mais relevantes referente aos retrabalhos gerados pelo processo de estampa.

Os dados analisados foram extraídos de relatórios da última coleção da empresa e as informações contidas nesses documentos foram trabalhadas pelos analistas de engenharia de produto a fim de possibilitar uma avaliação objetiva do problema. Nessa figura, é apresentada uma Análise de Pareto, onde se percebe que estampa borrada gera mais da metade dos retrabalhos, sendo que, se for



somado com o erro na combinação das cores da estampa, juntos os dois tipos de reprocesso são responsáveis por 82% da quantidade de produto reprocessado, deste modo, o grupo focalizou os estudos na redução desses dois tipos de problemas.

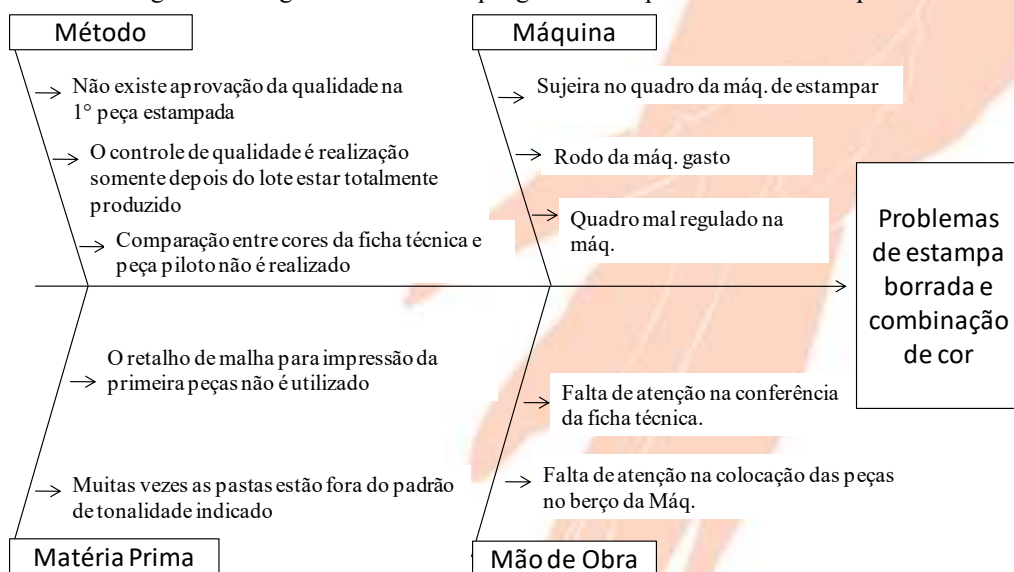
Figura 4 - Gráfico dos motivos de retrabalho gerados pela estamparia



Fonte: próprios autores

Ainda na etapa de pré *gemba kaizen* foram realizadas reuniões com áreas de apoio e técnicos do processo de estamparia, para conseguir informações sobre os potenciais motivos que poderiam estar causando os problemas de estampa borrada e erro na combinação das cores. Depois de algumas reuniões e discussões sobre o tema, foi possível elaborar um mapa das causas que geravam as duas irregularidades, esses motivos foram dispostos na Figura 5 no formato de Diagrama de Causa e Efeito, sendo classificados como problemas causados pelo método aplicado, pelo operador (mão-de-obra), pela matéria prima e pela máquina.

Figura 5 - Diagrama das causas que geravam os problemas na estamparia



Fonte: próprios autores



Durante a análise das informações geradas nas discussões o grupo considerou que o método aplicado era o causador de parte considerável dos retrabalhos, destacando a falta de aprovação no início da produção, e a realização do controle de qualidade do lote somente quando todas as peças do produto estavam prontas. A realização desses processos deixava margem para a identificação tardia de erros, gerando uma quantidade grande de retrabalhos.

Problema similar ocorria na checagem das cores das pastas, uma vez que essa atividade não era realizada antes de iniciar a impressão das imagens nas peças. Quando a diferença entre as cores era identificada na inspeção de controle de qualidade, geralmente o lote inteiro tinha que ser refeito, gerando novamente retrabalhos. Já problemas causados por máquina e matéria-prima poderiam ser mitigados se o método estivesse adequado para possibilitar a identificação de anormalidades antecipadamente. No acompanhamento do processo de estamparia foi identificado que alguns problemas ocorriam por desatenção dos próprios operadores (mão de obra). Conforme depoimento dos próprios técnicos da estamparia, um dos causadores dessa falta de comprometimento por parte dos colaboradores era a ausência de informação e esclarecimento da importância dos mesmos nas atividades de desenvolvimento de novos produtos.

Após o levantamento dos motivos causadores dos retrabalhos no processo de estamparia, foram realizadas discussões para tentar eliminar os mesmos. Portanto, foram realizadas algumas seções de *Brainstorming* com o objetivo de gerar possíveis soluções para as causas compiladas na Figura 5. De modo geral, as ações tiveram maior impacto sobre a mudança do método de produção e controle de qualidade das peças, bem como um maior envolvimento e comprometimento dos operadores das máquinas e de seus supervisores durante a produção dos produtos de coleção.

No quadro 2 constam detalhadamente as ações planejadas e executadas pelo grupo. Esse plano foi colocado em prática já na coleção posterior a que foi utilizada como base para a coleta e análise dos dados. Os itens dois, três e quatro estão relacionados à forma de efetuar as atividades, assim, tentando minimizar os impactos causados por problemas de equipamento, matérias primas, ou erros dos operadores. Já os itens um, cinco, seis, e sete estão relacionados ao comportamento dos operadores de supervisores, tentando aumentar o envolvimento e o comprometimento de todos com o desenvolvimento de produtos.



Quadro 2 - Plano de ações aplicado no processo de estamparia

Setor: Estamparia		Líder:	Sup. Estamparia	
Melhoria: Redução do índice de retrabalho causado pela estamparia		Data da Elab.:	Abril de 2011	
Nº	Atividade	Como realizar essa atividade	Responsável	Quando realizar
1	Nivelar ações para produção do mostruário	Reunião com todos os envolvidos na produção do mostruário para passar responsabilidades e o novo método de produção	Supervisor da estamparia	Antes do início da produção do mostruário
2	Avaliar a qualidade da estampa	Antes de iniciar a produção do lote a referência o operador deve realizar a impressão da imagem um corpo de prova para verificar se a estampa tem algum problema que possa classificar a peça como borrada	Operador responsável pela impressão da estampa	Antes do início de cada produção de mostruário
3	Verificar a cor estampada na peça com a cor da ficha técnica	Utilizar a cartela de cor da coleção para comparar a cor da peça estampada com a cor da ficha técnica	Operador responsável pela impressão da estampa	Antes do início de cada produção de mostruário
4	Liberar a 1ª peça estampada do mostruário	Antes de iniciar a produção de determinada referência, estampar uma peça e comparar com o padrão (protótipo), verificando tamanho do painel em relação ao molde, localização e a qualidade da estampa em todos os aspectos.	Facilitador da estamparia	Antes do início de cada produção de mostruário
5	Analisar as rejeições ocorridas durante a produção das peças no processo de estamparia	Sempre que houver uma rejeição por problemas de qualidade na estampa, devolver imediatamente as peças para a estamparia onde deverá ser feita a investigação das causas que originaram a rejeição. Utilizar a metodologia dos “5 porquês” e traçar um plano de ação para evitar que este problema ocorra novamente.	Analista da engenharia	Durante a produção do mostruário
6	Efetuar registros de modificações na produção das ref. De mostruário	Fazer o registro no formulário de produção do mostruário, informando necessidade de repique, duplicação de quadros e opções de máquina durante a produção.	Facilitador da estamparia	Durante a produção do mostruário
7	Priorizar amostras de flocado.	Priorizar as amostras com o efeito de flocado na estamparia, estampando-as logo que entrem na fase, para evitar atrasos no caso dê algum problema na produção.	Facilitador da estamparia	Durante a produção do mostruário

Fonte: próprios autores

Observou-se que no início da implementação das ações o índice de retrabalho na estamparia reduziu mais de 50% chegando próximo de 80% ao final da coleção. A redução geral dessa melhoria foi de 63,4%, que impacta diretamente o lead time de desenvolvimento de produto no setor de engenharia. Esse ganho foi maior que o 50% planejado no mapa futuro da Figura 3, ou seja, a redução do lead time foi maior que dois dias nos processos desse setor.



7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a finalidade de explorar as possibilidades de redução do tempo de desenvolvimento de produtos (*lead time*) esse trabalho aplicou duas ferramentas da Manufatura Enxuta, o MFV e GK, tornando assim o processo de desenvolvimento de produto da organização estudada mais ágil e eficiente. Como resultado principal obteve-se a redução de 63% do índice de retrabalho no processo de estamparia, o que gerou uma redução de dois dias no *lead time* total da engenharia de produto.

O mapeamento do processo foi fundamental para que os envolvidos pudessem entender as inter-relações das atividades dentro da engenharia e posteriormente conseguissem identificar os desperdícios que não agregavam nenhum valor ao produto. Já a aplicação da melhoria na estamparia através de um método estruturado, permitiu ao grupo estudar o processo a ser melhorado e assim, desenvolver soluções através de ferramentas específicas da qualidade total de forma organizada e planejada.

Em função dos resultados obtidos, sugere-se como trabalho futuro na empresa a aplicação de uma sistemática de puxar os inventários de informações entre as atividades de engenharia, visto que, 30% do tempo de atravessamento das informações e materiais nesse setor são gerados por este tipo de estoque.

Também, através dessa pesquisa, é possível refletir sobre os ganhos que podem ser obtidos em outros processos de desenvolvimento em organizações desse segmento, bem como em PDPs de empresas que tenham características semelhantes, como a complexidade e o dinamismo do processo, e sua diversidade de tipos e quantidades de produtos sendo desenvolvidos simultaneamente em um curto espaço de tempo, como é o caso das empresas de tecnologia, de calçados, de cosméticos, entre outras.



REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ, R.; CALVO, R.; PEÑA, M. M.; DOMINGO, R. Redesigning an assembly line through lean manufacturing tools. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Madrid, n.170, setembro 2008.
- ARAÚJO, C. A. C. RENTES, A. F. A metodologia kaizen na condução de processos de mudança em sistemas de produção enxuta. *Revista Gestão Industrial*. v. 02, p. 126–135, 2006.
- BALLANTYNE, D. Action research reviewed: a market-oriented approach. *European Journal of Marketing*, v. 38, n. 3/4, p. 321-337, 2004.
- BAUCH, C. *Lean Product Development: making waste transparent*. 2004. 140 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) MIT Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 2004.
- BRIALES, Julio A. *Melhoria Contínua Através do Kaizen: Estudo de Caso DaimlerChrysler do Brasil*. 2005. 156f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.
- CAUCHICK, P. A. M. et al. *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- COSTA, Daniel. *Aplicação do Kaizen na Logística: As pessoas como fator de sucesso no desenvolvimento da empresa*. *Revista Técnica IPEP*, São Paulo, SP, v. 7, n. 1, p. 45-54, jan./jun. 2007.
- COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management [S.I.]*, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.
- CLARK, K. FIJIMOTO, C. *Product Development Performance: strategy, organization and management in the world auto industry*. HBS Press: 1991.
- DAL FORNO A. J., Barquet A. P. B., Buson M. A., Gititana M. G. F. *Gestão de desenvolvimento de produtos: integrando a abordagem Lean no projeto conceitual*. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, n. 4, out-dez. 2008.
- DENNIS, P. *Produção Lean Simplificada*. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- FREIRE, J. and ALARCON, L. F. Achieving lean design process: Improvement methodology. *Journal of Construction Engineering and Management-Asce*, v. 128, n. 3, p. 248-256, 2002.
- FERNANDES, P. *A Framework For A Strategy Driven Manufacturing System Design In An Aerospace Environment – Design Beyond Factory Floor*. 2001. 185 f. Dissertação (Mestrado em Aeronáutica e Astronáutica) MIT Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 2001.
- GOMES E. S. *Investigação dos desperdícios no processo de desenvolvimento de produtos por meio da abordagem da produção enxuta*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2008.



GOMES E. S., Pereira C. H. M., Sanches C. E. S., Almeida D. A. Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. *Revista Gestão & Produção*. São Carlos, v. 16, n. 3, p. 344-356, jul.-set. 2009.

HANASHIRO, Airton. Proposta de modelo de gestão do conhecimento no piso de fábrica: estudo de caso de Kaizen em empresa do setor automotivo. 2005. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

JUNGEND, Daniel; SILVA, Sérgio L.; MENDES, Glauco H. S. O método kaizen como forma de aprimoramento do desempenho empresarial: a sistemática adotada em uma multinacional do setor de autopeças. In: *Simpósio de Engenharia de Produção*, 13., Bauru, 2006. Anais do XIII SIMPEP, Bauru, 2006.

KEYTE, B.; LOCHER, D. *The Complete Lean Enterprise: value streams mapping for administrative and office process*. New York: Productivity Press, 2004.

LEE, Q.; SNYDER, B. *Value Stream & Process Mapping: genesis of manufacturing strategy*. Bellingham: Enna Products Corporation, 2006.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. *O modelo Toyota: manual de aplicação*. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIKER, J. K. *O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MACHADO, M. C. *Princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos: Proposta de uma metodologia para implementação*. 2006. 247f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós graduação em Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MARTINS P. G.; LAUGENI F. P. *Administração da Produção*. São Paulo: Saraiva, 2006.

MACMANUS, H. *Product Development Value Stream Analysis and Mapping Manual – PDVSM*. Cambridge: Lean Aerospace Initiative, 2003.

MORGAN, James M. *High performance product development: a systems approach to a lean product development process*. Thesis (Phd) in industrial and operations engineering. The University of Michigan: 2002.

NASH, M. A.; POLING, S. R. *Mapping the total value stream: a comprehensive guide for production and transactional processes*. Nova York: Productive press, 2008.

NETO, Joaquim A. S.; BARROS, José G. M. O Kaizen nas atividades de um provedor de serviços logísticos: estudo de caso em uma montadora de automóveis. In: *Simpósio de Engenharia de Produção*, 14., Bauru, 2007. Anais do XIV SIMPEP, Bauru, 2007.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.



PEREIRA, F. A. Desenvolvimento de um método para construção de MFVs apoiado por sistemas de posicionamento via satélite. Qualificação de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute, 2003.

SALZMAN, R. Manufacturing System Design: Flexible Manufacturing Systems and Value Stream Mapping. 2002. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) MIT Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 2002.

SHINGO, Shingeo. O Sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, Glauco G. M. P. Implantando a manufatura enxuta: Um método estruturado. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

SOBEK II, R. P.; WARD, A.C.; LIKAR, J.K. Toyota's principles of set-based concurrent engineering. Sloan Management Review, Cambridge, v. 40, p. 67-83, winter, 1999.

SOLIMAN, F., Optimum level of process mapping and least cost business process re engineering. International Journal of Operations & Production Management, v.v18, n. 9/10, p.810-816, 1998.

TARALLO F. B., FORCELLINI, F. A. Mapeamento de fluxo de valor em atividades inerentes ao processo de desenvolvimento de produtos (PDP): um estudo de caso. XIV Simpósio de Engenharia de Produção. Novembro 2007.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. 14a. edição, São Paulo: Cortez Editora, 2005.

TUBINO, Dalvio F. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.

TURRIONI, J. B. MELLO, C. H. P. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2009.

WECHSLER, A.M.G. e TORRES JUNIOR, Alvaír Silveira. Aplicação do conceito de produção enxuta e inovação de produtos em uma empresa calçadista brasileira. Revista Angrad, v. 10, n. 2, abril, maio/junho, 2009.

WOMACK, J. P; JONES, D. T. Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation. Free Press: New York, 2003.

WOMACK, J. P; JONES, D. T. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. 6. ed Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P; JONES, D. T; ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. 4ª ed., Rio de Janeiro: Campus, 1992.



WHEELWRIGHT & CLARK. Revolutionizing product development: quantum leaps in speed, efficiency and quality. 1992.

