

Mapeamento de Fluxo de Valor como alternativa para identificação e eliminação de desperdícios em um processo de montagem de conjuntos eletrônicos

Caroline Machado Lange (FACENSA)

Samuel Vinícius Bonato (FACENSA - FACCAT)

Carlos Fernando Jung (PPGEP/UFRGS - FACCAT)

Resumo

Este estudo teve como objetivo demonstrar através de aplicação prática, como a utilização da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor pode ser uma boa alternativa para identificar e eliminar desperdícios, chegando a um processo mais eficiente e agregando mais valor ao produto final. Para elucidar esta proposta, esta ferramenta foi aplicada a um processo de montagem de conjuntos de interruptores e tomadas. Com base nas percepções da equipe funcional que trabalhou na aplicação da ferramenta foi possível elaborar um plano de ação com premissas para tornar o processo mais eficiente. Como resultado, foi reduzido o tempo de atravessamento dos produtos, a quantidade em estoque além de obter ganhos de produtividade.

Palavras chave: VSM, mapeamento de fluxo de valor, fluxo, cadeia de valor.

1 Introdução

A produção em massa, difundida por Henry Ford, foi por muito tempo uma forma utilizada para gerir a manufatura com a finalidade de reduzir custos de produção. Com consumidores demandando uma maior variedade de produtos e o mercado mais competitivo, esta forma de gestão deixa de ser eficaz e começa a dar espaço para sistemas de manufatura enxuta.

As constantes mudanças no mercado forçam as indústrias, principalmente as áreas de manufatura, a transformarem seus processos constantemente, adequando-se as necessidades do cliente final de forma a buscar processos mais aprimorados e agregando mais valor a estes clientes. Essas mudanças são bastante disseminadas através da filosofia de produção enxuta. A ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor foi desenvolvida justamente para auxiliar a enxergar todo o fluxo de valor dentro de uma unidade produtiva, desde o fornecedor até o consumidor final, auxiliando na identificação de pontos a serem melhorados (Rother e Shook, 2003). Neste sentido, este trabalho abordará o mapeamento de fluxo de valor, abrangendo o fluxo interno de uma empresa, focando na área de montagem de conjuntos de interruptores e tomadas. O objetivo principal será a utilização da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor como auxiliador para identificação e eliminação de desperdícios dentro de um fluxo produtivo.

A primeira seção traz o desenvolvimento do tema fundamentado por estudos realizados nas teorias existentes a respeito do assunto. Com o suporte adquirido nesta etapa, foi possível partir para segunda seção do trabalho, onde foi aplicada a ferramenta de mapeamento de fluxo de valor, por fim, foi factível mensurar resultados positivos no que diz respeito a otimização de estoque em processo, aumento de produtividade, criação de fluxo entre processos, redução da área utilizada, entre outros benefícios que serão citados ao fim deste trabalho.

A empresa que serviu como objeto deste estudo é uma empresa fabricante de interruptores, tomadas, módulos de comunicação e sistemas eletrônicos. Com a busca pela ampliação na produção utilizando os mesmos recursos, estudos para identificação de pontos deficientes nos processos internos se faz necessário, a mentalidade enxuta já é disseminada na empresa, o que facilita a aplicação da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor.

2 Referencial teórico

2.1 O Sistema Toyota de Produção (STP)

Durante décadas a produção em massa, popularizada por Henry Ford, foi tida como modelo em muitas empresas ao redor do mundo. As mudanças econômicas ocorridas após a Segunda Guerra Mundial e a Crise do Petróleo trouxeram uma grande transformação no que diz respeito ao modelo de gestão até então utilizado. Neste contexto, a Toyota desenvolveu o Sistema Toyota de Produção (STP), sistema de manufatura enxuta, onde a base é a absoluta eliminação dos desperdícios. Conforme Shingo (1996), o STP é 80% eliminação de

desperdícios.

Os dois pilares que sustentam este sistema são descritos por Shingo (1996): (i) Just-in-time (JIT): Termo em inglês que significa “no momento certo”. Este método de trabalho é executado de forma a atingir a produção de acordo com a quantidade e tempos corretos, com estoques reduzidos ou nulos; e (ii) Automação ou Jidoka: Consiste na integração entre homem e máquina, automação com um toque humano. Exemplificando isso, pode-se citar uma determinada máquina onde peças não conformes são descartadas de forma automática, não necessitando da avaliação do operador da máquina.

Existem práticas básicas para execução do JIT, que formam a preparação básica para organização e seus funcionários. São citadas: Disciplina, flexibilidade, igualdade, autonomia, desenvolvimento de pessoal, qualidade de vida no trabalho e criatividade (Slack, Chambers e Johstom, 2002). Como já foi mencionado anteriormente, o pilar JIT, tem como princípio o atendimento do pedido do cliente na quantidade e tempo certo, respondendo de forma eficaz as flutuações de demanda do mercado. Para que se chegue neste estágio, o fornecimento de materiais nas unidades de manufatura tem de ser feitos conforme o pedido do cliente, conforme Guedes (2010), o sistema Kanban, foi desenvolvido justamente para auxiliar esta forma de programação.

O Kanban corresponde a uma ferramenta de sistema de programação e acompanhamento de produção JIT. Esta ferramenta funciona de forma que a reposição de estoques é regida conforme a metodologia japonesa onde a produção é puxada. São colocados cartões sinalizadores nos lotes de produção, conforme estes lotes forem sendo consumidos, os cartões são colocados em um quadro na fábrica, este quadro tem espaços separados nas cores verde, amarelo e vermelho, correspondendo ao nível de urgência da produção. Dentre as vantagens alcançadas com a utilização desta ferramenta podemos citar: (i) redução de desperdícios, (ii) melhoria dos níveis de controle de fábrica, (iii) redução do lead time, (iv) melhor resposta ao cliente, e (v) redução de estoque de produtos em processo (Guedes, 2010).

O passo preliminar para aplicação do STP, é identificar completamente os desperdícios. Foram levantados por Liker (2005), sete diferentes tipos de atividades que não agregam valor dentro dos processos de manufatura. São eles: (i) Superprodução: Produção mais cedo ou em quantidades maiores que o necessário, implicando com custos de excesso de mão de obra, armazenamento e estoque; (ii) Espera: Trabalhadores em postos de trabalho automatizados ou esperando por peças do processo subsequente devido a desbalanceamento na linha; (iii) Transporte: Movimentação de uma peça para outra etapa do processo ou para colocá-la ou retirá-la do estoque; (iv) Superprocessamento: Atividades desnecessárias para processamento de uma determinada peça. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou projeto de baixa qualidade do produto; (v) Excesso de estoque: Excesso de matéria-prima, estoque em processo e produtos acabados aumentando o tempo de lead time. Materiais parados em estoque podem também vir a ser danificados e serem retrabalhados. Além disso, material em estoque aponta desbalanceamento de produção; (vi) Movimentação: Movimentos inúteis realizados pelo operador durante o trabalho, como procurar ferramenta, empilhar peças, caminhar para pegar um determinado objeto; e (vii) Defeitos: Produção de peças defeituosas ou correção, retrabalhos ou descarte, geram perdas de tempo e esforço do funcionário.

Segundo Liker e Meier (2007), o STP visa reduzir o tempo entre o pedido do cliente e a entrega, eliminando as perdas sem valor agregado. Isso resulta em um processo enxuto que proporciona alta qualidade aos clientes, a um custo reduzido, dentro do prazo, e que permita a empresa não precisar manter enormes estoques. Eliminando tais desperdícios, estamos agregando valor aos processos de manufatura. Conforme Paranhos Filho (2007), todas as atividades identificadas que não agregam valor são passíveis de serem eliminadas. Através desta busca à eliminação dos desperdícios, foi sendo desenvolvida o Lean Thinking (mentalidade enxuta).

2.2 Lean Manufacturing

O Lean Thinking originou-se no STP, este termo passou por várias outras denominações, como: Lean System, Lean Manufacturing entre outras (Arruda e Luna, 2006). Segundo Silva, Neves e Silva (2011), o termo Lean Manufacturing foi concebido em um estudo mundial sobre industriais automobilísticas no final dos anos 80. A filosofia lean tem como intuito fazer mais com menos, busca disseminar esta mentalidade a outros setores além das áreas de apoio a produção.

Sem o pensamento enxuto, grande parte das pessoas não consegue visualizar todas as oportunidades de melhoria que não representam agregação de valor (Liker, 2005). Na produção enxuta objetiva-se criar um fluxo contínuo nos processos de manufatura. Para criação de fluxo são necessárias ações, tais como: alterações de layout (entende-se por layout a disposição dos recursos em um determinado espaço) e processo, buscando eliminar

estoques, perdas com movimentação de material, deslocamentos desnecessários entre outros.

Queiroz, Rentes e Araujo (2004), descrevem os princípios que dão conteúdo ao pensamento enxuto, dentre eles estão: i) Valor: onde este é descrito como sendo o ponto de partida do pensamento enxuto e o mesmo só pode ser definido pelo cliente; ii) Cadeia de valor: Remete a enxergar o todo, ver as atividades que criam valor, as que não criam valor no entanto são necessárias e as que não criam valor e não são necessárias no processo; iii) Produção puxada: Na produção puxada um processo da início quando o processo posterior solicitar, ou seja, estruturar um processo onde se faça somente o que for necessário e quando for necessário.

2.3 Mapeamento de Fluxo de Valor

VSM (Value Stream Mapping) ou Mapeamento de Fluxo de Valor, é uma ferramenta que foi desenvolvida por Mike Rother, em 1999. Conforme Rother e Shook (2003) esta ferramenta é utilizada para auxiliar as empresas a visualizar e compreender o fluxo de material que existe dentro dos processos produtivos de uma determinada família de produtos, desde a entrada de matéria prima até o consumidor final. Desta forma, é possível identificar os principais desperdícios que existem dentro deste fluxo e eliminar aquilo que não agrega valor produto, tornando esse processo mais eficiente.

O fluxo de valor, afirmam Cadioli e Perlatto (2009), consiste no processo pelo qual o produto percorre, desde a matéria-prima, a transformação da mesma em produto acabado, seguindo as especificações do projeto nos prazos estabelecidos até a entrega no cliente final. De acordo com Fernandes, Gomes e Filho (2006), o VSM é importante sob os seguintes aspectos: (i) Ajuda a visualizar mais do que simplesmente processos individuais, auxilia na visão de como os processos interagem ao longo da cadeia; (ii) Mostra a relação entre o fluxo de informação e fluxo de material; (iii) Auxilia na identificação não somente nos desperdícios em si, mas nas fontes destes desperdícios; (iv) Fornece base para implementação de um plano a fim de criar um fluxo enxuto; (v) É uma ferramenta qualitativa na qual é descrito como a unidade produtiva deve operar para criar fluxo; e (vi) Ajuda a identificar as restrições nos processos produtivos.

Esta ferramenta deve ser elaborada de forma simples e manual, e requer o envolvimento de um grupo de pessoas, desde a alta gerencia até o chão de fábrica. Rother e Shook (2003) salientam o quanto é importante ter o “gerente do fluxo de valor”, esta pessoa tem a responsabilidade pelo entendimento do fluxo e sugerem que esta pessoa se reporte à pessoa de maior autoridade na unidade produtiva, ambos então terão o poder de fazer as alterações que serão levantadas ao longo do projeto.

Seu funcionamento ocorre através da coleta de dados, análise dos mesmos e elaboração de um plano de ação para a obtenção do estado desejado. Os principais dados a serem analisados são: (i) Demanda, (ii) Recebimento de matéria prima, (iii) Processo produtivo, (iv) Tempo de ciclo, (v) Setup, (vi) Estoques, e (vii) Número de mão de obra utilizada (Lima e Zawilaslak, 2003). Rother e Shook (2003), descrevem a importância da coleta dos dados ser obtida através do deslocamento até o ponto a ser mapeado. Os dados não devem ser extraídos do sistema, eles devem ser coletados no chão de fábrica, como se fosse um retrato daquele momento.

A coleta de tempos é realizada a partir do estudo de tempos e movimentos. O estudo de tempos e movimentos foi primeiramente introduzido por Taylor e em paralelo pelo casal Gilbreth, no entanto, uma pesquisa mais aprofundada sobre o assunto só foi ser realizada por Barnes em 1977, onde Barnes definiu o estudo de tempos e movimentos como um estudo sistemático do fluxo produtivo que possui como objetivos: (i) desenvolver o sistema e o método preferido, preferencialmente o de menor custo; (ii) padronizar esse sistema e método; (iii) determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica e (iii) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido (Barnes, 1977).

O estudo dos tempos é gerado através de cronometragens, onde um determinado processo é separado em elementos, cada elemento é cronometrado individualmente. Após um determinado número de repetições é calculado o tempo médio de cada elemento e a soma destes tempos médios gera o tempo normalizado do processo (Coelho *et al.*, 2010). Algumas definições precisam estar claras para o desenvolvimento desta ferramenta: (i) Tempo de Ciclo (T/C): O tempo de ciclo da célula ou da linha é representado pela operação mais longa, propondo o ritmo máximo de produção que pode ser obtido; (ii) Takt Time (TT): O takt time é definido a partir da divisão entre tempo disponível e a demanda do mercado, obtendo o ritmo de produção necessário para atender a demanda, por exemplo: A demanda de determinada família de produtos é de 100.000 peças/mês, o tempo disponível para um mês é de 220 horas, então $220 \text{ horas} / 100.000 \text{ peças} = 0,0022 \text{ horas} \times 3600 = 7,92$ segundos para entregar uma peça pronta; (iii) Lead Time (L/T): É o tempo de atravessamento desde a

transformação da matéria prima até um produto acabado. Este tempo é composto de espera após o processamento anterior, transporte, preparação, processamento e inspeção; (iv) Work in Process (WIP): São os materiais que já iniciaram seu processamento e ainda não completaram sua montagem final; (v) Tempo de Troca (TR): Tempo decorrente entre a última peça de um lote até a primeira peça boa do lote posterior; e (vi) Tempo de Agregação de Valor (TAV): Tempos referente as atividades que realmente agregam valor ao produto.

O VSM é dividido em quatro etapas: (i) Definição da família de produtos; (ii) Desenho do mapa atual; (iii) Desenho do mapa futuro, e (iv) Plano de ação.

O primeiro passo para dar início ao mapeamento de um fluxo é focalizar em uma família de produtos. Conforme Anzanello e Fogliatto (2005), as características selecionadas para formar uma família de produtos são definidas a partir de particularidades físicas do produto, complexidade das operações e outras propriedades que permitam realizar tal agrupamento. Caso os processos de montagem dos produtos de uma determinada empresa sejam muito diferenciados, Rother e Shook (2003) propõe que se crie uma matriz a fim de auxiliar na estratificação de uma família de produtos.

Depois de estabelecida a família de produtos a ser mapeada, se inicia o desenho do mapa do estado atual. Ambos os mapas, atual e futuro, preferencialmente devem ser desenhados a mão. Para desenhá-los, são utilizados símbolos que descrevem cada etapa do processo.

Rother e Shook (2003) propõem algumas dicas para realizar o mapeamento: (i) As pessoas envolvidas na elaboração do VSM devem ir até o fluxo a ser mapeado para coletar as informações; (ii) É importante que seja feita uma caminhada por todo o fluxo a ser mapeado; (iii) Começar a caminhada do fim para o início do processo; (iv) Cronometrar os tempos utilizados no mapeamento e não utilizar tempos de roteiro que estão no sistema; (v) Independente do conhecimento que outras pessoas tenham sobre o fluxo, é importante que todos entendam o fluxo por inteiro; e (vi) Sempre desenhar a mão e a lápis, evitando a utilização de computador, isso traz um maior esclarecimento em relação ao fluxo.

Liker e Meier (2007) salientam que um dos objetivos do mapa atual está em compreender o fluxo de forma a utilizá-lo como base a preparar o mapa do estado futuro. Quando montamos o mapa do estado atual e nos deparamos com uma quantidade significativa de desperdícios, a primeira intenção é imediatamente solucioná-las, mas ao fazer isso estamos melhorando pontos isolados e não o todo. Como já foi mencionado anteriormente, o foco desta ferramenta é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implementação do mapa do estado futuro, ou mapa do estado ideal, tonando-o real em um curto período de tempo (Rother e Shook, 2003). De acordo com Pizzol e Maestrelli (2005), o mapa do estado futuro deve ser desenhado pelo mesmo grupo funcional que mapeou o fluxo atual.

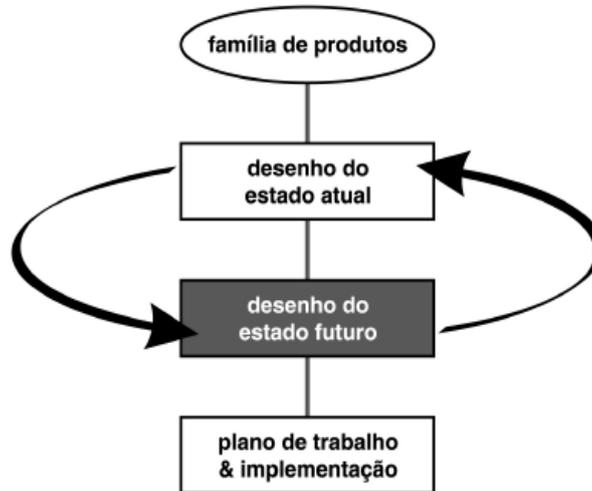
Nesta etapa, os desperdícios se tornam evidentes, a partir de análises dos dados coletados são propostas melhorias a fim de chegar a um estado ideal. Este mapeamento traz soluções principalmente para as áreas de manufatura, onde os desperdícios são mais fáceis de serem identificados, além disto, outros processos de áreas de apoio demonstram processos passíveis de melhorias, como tempo de espera, comunicação deficiente, entre outros pontos (Vanzetta e Pasa, 2010).

Rother e Shook (2003) apontam oito questões chave para o desenvolvimento do estado futuro: (i) Qual o takt time? (ii) Você produzirá para um supermercado de produtos acabados do qual clientes puxam ou diretamente para a expedição? (iii) Onde é possível usar o fluxo contínuo? (iv) Onde será necessário introduzir sistemas puxados com supermercados com o propósito de controlar a produção dos fluxos acima? (v) Qual ponto único da cadeia de produção será programada a produção? (vi) Como será feito o mix de produção? (vii) Qual incremento de trabalho será liberado uniformemente do processo puxador? e (viii) Quais melhorias serão necessárias para o fluxo de valor funcionar?

Estas perguntas chave servem como guia para desenhar o mapa do estado futuro. No decorrer do desenho se comparados os dados do estado atual com o estado futuro, os resultados se tornam impressionantes (Rother e Shook, 2003). Todavia, até que a implementação do estado desejado seja cumprida, os mapas não passam de desenhos, para colocar os pontos de melhoria em prática é utilizado um plano de ação. Com o propósito de se atingir o estado futuro é elaborado um plano de ação, onde é indicado o que se planeja fazer e quando fazer, assim como quem é o responsável por realizar cada etapa. É importante que todas as pessoas envolvidas participem nesta etapa do processo, de tal modo que os prazos assim como responsabilidades fiquem claros a todos de maneira a executar todas as ações dentro do prazo (Queiroz, Rentes e Araujo, 2004).

Conforme Rother e Shook (2003), não existe o fim para o estado futuro tornar-se presente, a busca por manter fluxos dentro das organizações resultando na eliminação de atividades que não agregam valor, deve estar presente no dia-a-dia das pessoas dentro das organizações. Este círculo virtuoso deve se manter rodando, ver Figura 1.

Figura 1: Etapas básicas do mapeamento de fluxo de valor



Fonte: Rother e Shook (2003)

3 Procedimentos metodológicos

A metodologia encontrada para realização desta pesquisa foi o estudo de caso por se tratar de um tema exploratório (Yin, 2001). A pesquisa foi separada em três momentos: (i) pesquisa bibliográfica, (ii) aplicação prática e (iii) levantamento dos resultados.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa literária a respeito da manufatura enxuta com foco na utilização da ferramenta de VSM como fator auxiliador para se atingir processos mais eficientes. Com o respaldo adquirido no referencial teórico será possível aplicar a ferramenta de mapeamento de fluxo de valor e mensurar ganhos da aplicação da mesma, se aplicável. Na segunda etapa, correspondente a aplicação da ferramenta, foi utilizado como norteador o guia desenvolvido por Rother e Shook (2007), onde este traz a aplicação da ferramenta dividida nas etapas: (i) definir a família de produtos; (ii) desenho do mapa atual; (iii) desenho do mapa futuro e (iv) definição de plano de ação. A empresa que serviu como investigação para este estudo foi uma indústria multinacional de fabricação de interruptores, tomadas, módulos de comunicação e sistemas eletrônicos, localizada em Canoas/RS.

Por fim, na última etapa serão apresentados os resultados na aplicação do mapeamento na empresa estudada. O desenvolvimento da ferramenta assim como o levantamento dos resultados serão exemplificados no desenvolvimento do estudo.

3.1 Cenário

A organização que serviu como base deste estudo faz parte de um grupo multinacional de origem alemã. Hoje conta com cerca de 360.000 funcionários alocados em mais de 140 países. Suas atividades estão agrupadas em 4 setores: Indústria, Energia, Saúde e Infraestrutura & Cidades. A unidade onde foram realizados os estudos está situada em Canoas/RS e se enquadra no setor de Infraestrutura & Cidades, na subdivisão Baixa e Média Voltagem. A empresa produz interruptores, tomadas, módulos de comunicação e sistemas eletrônicos e está dividida em dois macros processo: a) injeção e b) montagem. Atualmente conta com 489 funcionários ativos onde 239 estão alocados às áreas de apoio e 250 estão alocados a mão de obra direta. O volume de produção hoje é de 128.000 produtos/dia e a meta é aumentar este número para 140.000 produtos/dia, sem que seja necessário mexer no quadro de funcionários. Para tanto, estudos onde se elimine os desperdícios e torne os processos mais eficientes se faz necessário. Alinhando-se às metas da empresa, foi aplicada a ferramenta de mapeamento de

fluxo de valor especificamente nos processos relacionados ao setor de montagem de uma determinada família de produtos, a fim de melhorar o fluxo de materiais e agregar mais valor ao produto.

3.2 Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor

O primeiro passo foi focalizar em uma família de produtos. A família de produtos escolhida tem uma produção de 213.800 conjuntos/mês e o processo de montagem de tomadas é feito internamente, diferente de algumas outras famílias onde a montagem de tomadas é beneficiada. Isso torna o *lead time* da família de produtos mapeada maior do que de outras famílias. O grupo funcional que atuou para elaborar esta ferramenta dentro da empresa, foi composto por profissionais da engenharia de processos, qualidade, PCP e produção. Este grupo atuou na montagem dos estados atual e futuro, assim como o plano de ação para executar os pontos a serem melhorados. A coleta de dados para montagem dos mapas foi realizada através de observações no local a ser mapeado e questionamentos com pessoas envolvidas no processo. Foi utilizado o estudo de tempos e movimentos para identificar pontos deficientes no processo, com o intuito de balancear e padronizar os mesmos.

A programação é mensal e segue para os setores de injetoras e montagem, o setor de injetoras por sua vez produz e envia para o almoxarifado que fica entre os processos de injeção e montagem, sendo assim uma produção empurrada. A família mapeada é dividida em três etapas de montagem: (i) montagem de módulo; (ii) montagem de conjunto e (iii) embalagem, havendo estoques intermediários entre cada processo.

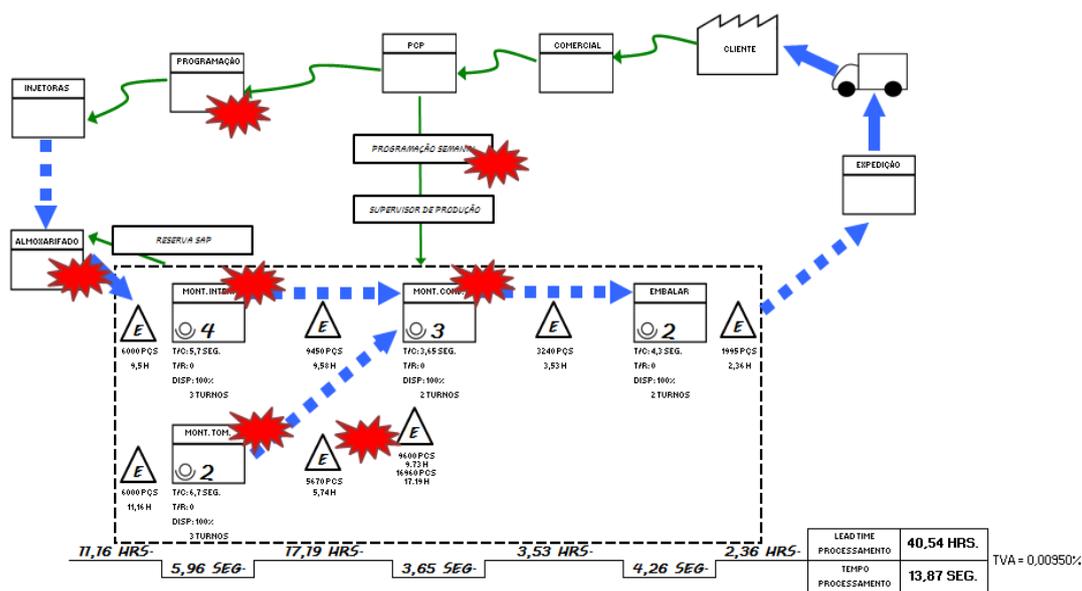
O tempo disponível para que fosse calculado o *takt time* foi de 6,58 horas diárias (8 horas de jornada de trabalho, sendo descontado 1 hora de almoço, 0,25 horas de ginástica laboral e 0,16 horas referentes ao *check list* de segurança realizado no início de cada turno), estas horas foram multiplicadas por 2, que corresponde a quantidade de turnos que o processo de montagem de conjunto e embalagem trabalha, o resultado então é multiplicado por 25, que corresponde a média de quantidade de dias úteis no mês, ver Figura 2.

Figura 2: Cálculo do Takt Time

$$\text{Takt Time} = \frac{329}{213.800} = 0,001538 \times 3.600 = 5,53 \text{ seg.}$$

Com os dados previamente coletados, deu-se início ao desenho do mapa atual. Os desenhos foram todos feitos a mão, no entanto, para fins de uma melhor visualização, o mesmo foi transposto para o computador. Conforme foi sendo desenhado o mapa do estado atual, desperdícios como superprodução, excesso de estoque e superprocessamento começaram a ser identificados. Onde foram identificados potenciais de melhoria, foram sendo inseridos balões, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3: Mapa do estado atual

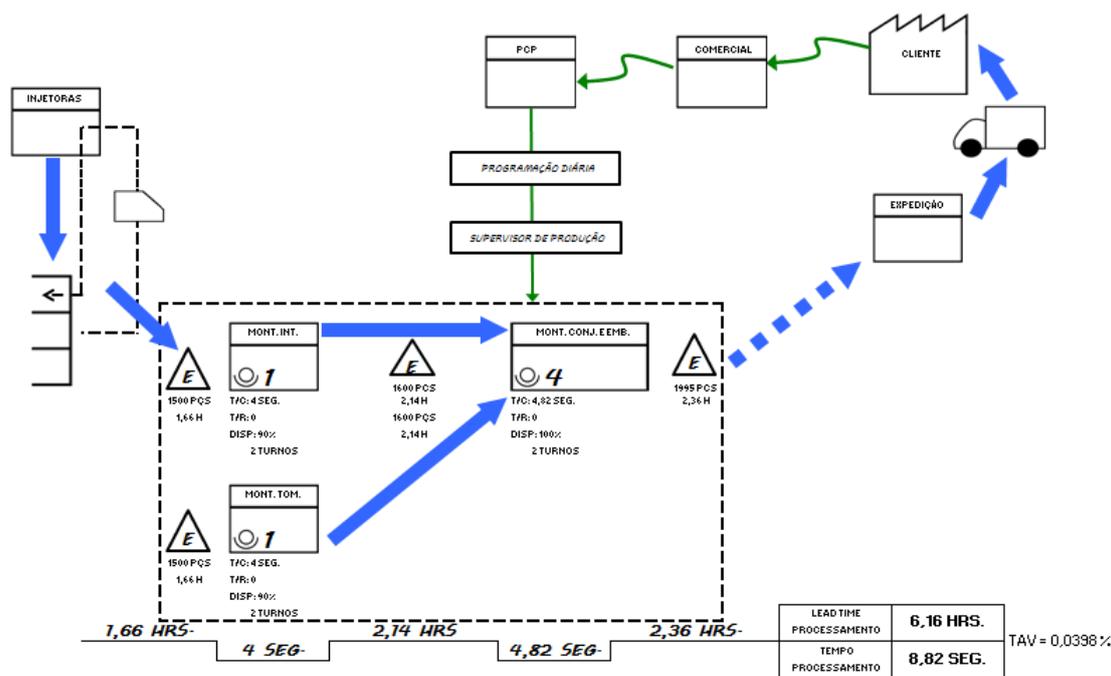


Estas ineficiências identificadas corresponderam aos seguintes pontos:

- (i) A programação era realizada mensalmente para o setor de injetoras e semanalmente para o setor de montagem, desta forma, a produção que realizava a programação diária. Isso faz com que a produção, com o intuito de aumentar a produtividade, opte por produzir referencias mais ágeis e não o que o cliente está comprando;
- (ii) A produção do setor de injetoras para o setor de almoxarifado era empurrada, fazendo com que as injetoras produzissem para estoque e não para o cliente, que neste caso seria o setor de montagem;
- (iii) Observou-se que o processo de montagem de módulos, requer um número consideravelmente maior de pessoas do que em outras etapas do processo de montagem de conjuntos (6 pessoas/turno trabalhando em 3 turnos, enquanto que no decorrer de todo o processo necessita de 5 pessoas/turno trabalhando apenas 2 turnos);
- (iv) Muito estoque intermediário entre processos, isso reduz o valor agregado ao produto além de poluir o ambiente de montagem e ter custo parado com estoque na fábrica; e
- (v) Os processos de montagem de conjuntos e embalagem eram feitos separadamente, mantendo material intermediário em estoque e utilizando mão de obra desnecessariamente.

Com o mapa do estado atual já desenhado e os desperdícios identificados, se parte para terceira parte de utilização da ferramenta de VSM, que é o desenho do estado futuro, ou estado desejado, onde se vislumbra o cenário em que se quer chegar. Para todos estes pontos de atenção ao longo do desenho do mapa do estado atual, foram sido sugeridas alternativas, que seguem no decorrer do estudo, para minimizar ou eliminar os problemas. Desta forma, ao fim do desenho do mapa do estado futuro tivemos o seguinte resultado apresentado na Figura 4.

Figura 4: Mapa do estado futuro



Para os desperdícios identificados foram apontados as seguintes modificações neste fluxo: (i) alteração da programação para diária; (ii) fazer um armazém na área de montagem, de modo que o acionamento de produção das injetoras seja feito a partir de um *kanban*, tornando a produção puxada; (iii) investir em estações automáticas de montagem de módulos; (iv) com a implantação do armazém a quantidade entre processos é reduzida e um abastecimento mais frequente é iniciado; e (v) criar fluxo entre os processos de montagem de conjunto e embalagem.

Com a intenção de alcançar o mapa do estado futuro, foi elaborado um plano de ação com as premissas para se chegar ao cenário desejado, ver Figura 5.

Figura 5: Plano do fluxo de valor

O QUE?		QUEM?		COMO?		CRONOGRAMA												STATUS
						2012	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	
Tornar a programação diária	Caroline	Alinhar cm PCP e Produção. Programa passado com 1 dia de antecedência	DESEJADO			→												CONCLUIDO
			REALIZADO			→ 100%												
Criar fluxo (montagem de conj. e embalagem)	Diego e Caroline	Utilizar tubos e conexões que tem na serralheria	DESEJADO			→												CONCLUIDO
			REALIZADO			→ 100%												
Armazém para área de montagem	Luciano	Montar prateleiras e demarcar piso.	DESEJADO			→												CONCLUIDO
			REALIZADO			→ 100%												
Dimencionamento kanban	Ana	Com base na taxa de saída fazer estoque para 2 dias.	DESEJADO			→												ANDAMENTO
			REALIZADO			→ 50%												
Automações para montagem de módulos	Diego	Conforme documento interno para desenvolvimento de novas máquinas.	DESEJADO			→												ANDAMENTO
			REALIZADO			→ 30%												

4 Execução das premissas e levantamento dos resultados

Juntamente com o PCP foi acordado que a programação para área de montagem passa a ser diária, permitindo uma produção adaptável as mudanças de demanda. O próximo ponto a ser atacado foi criação de um fluxo entre os processos de montagem de conjuntos e embalagem. Para isso, foi desenvolvida uma bancada de trabalho ao lado da embaladora, de forma que a montagem de conjuntos fosse separada entre três pessoas. Para estas três pessoas, foi aplicado um treinamento assim como disponibilização do documento de trabalho padronizado na célula. Este processo foi sendo acompanhado até que o mesmo estivesse estabilizado para definição de metas e atualização de roteiros de produção.

Desta forma foi eliminado o estoque intermediário que havia entre estes dois processos além de propiciar para os operadores uma melhor visualização da fábrica, diferente do que ocorria nas células anteriores de montagem, ver Figura 6.

Figura 6: Criação de fluxo



Com a criação de fluxo entre as etapas de montagem de conjunto e embalagem, foi possível reduzir uma pessoa em cada turno deste processo e continuar fornecendo peças dentro do takt time. As mãos

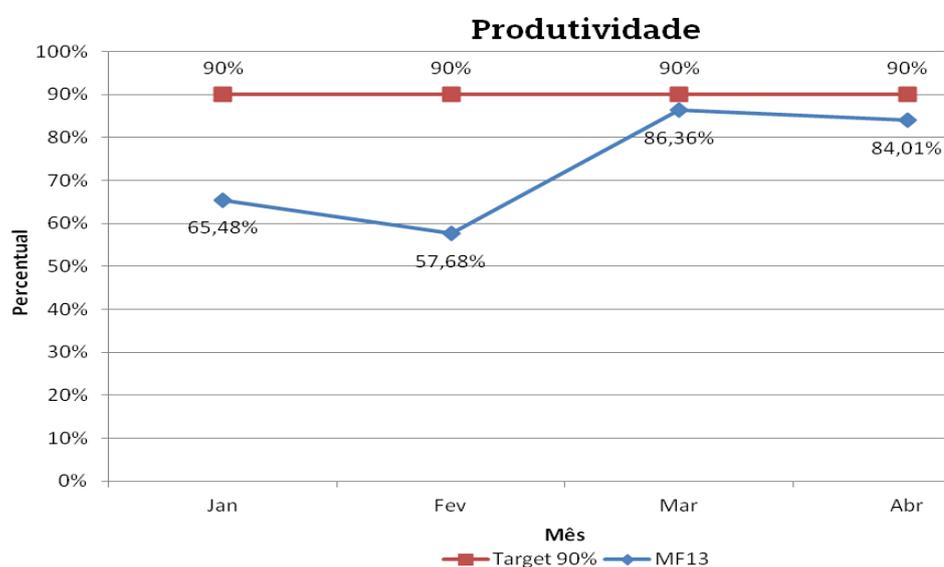
de obra reduzidas deste processo, podem ser realocadas para outros processos e assim aumentar a quantidade de peças produzidas dentro do setor de montagem, atendendo aos objetivos esperados para a empresa, ver Tabela 1.

Tabela 1: Retorno após criação de fluxo entre os processos de montagem de conjuntos e embalagem

Ganhos mensuráveis				
Tipo	Unidade de medida	Antes	Depois	%
Área	m (lineares)	14,07	6,78	52%
WIP	Peças	3240	0	100%
Produtividade	peças/pessoa (hr)	120	160	33%
Lead Time	Segundos	25,61	16,53	35,45%

Conforme a Figura 7, é possível verificar o acentuado aumento em março, da produtividade desde a implantação deste fluxo.

Figura 7: Gráfico de produtividade



Foi necessário realocar o almoxarifado, que até então utilizava parte do espaço do setor de montagem, para que nessa área fosse feito o supermercado. Desta forma, todos semi acabados, além dos semi acabados da família de produtos mapeada, saídos do setor de injetoras serão produzidos para *kanban*, ficando o almoxarifado, como estoque para materiais vindo de terceiros.

A partir do momento que o espaço para o supermercado foi liberado, foram realizados os cálculos de dimensionamento de *kanban*. Onde antes havia um estoque de até quase 7 dias de produção, hoje existe estoque para 2 dias de produção, podendo ser melhorado, no entanto devido a condição de algumas ferramentas se optou por tornar o dimensionamento do *kanban* de forma mais cautelosa, ver Tabela 2.

Tabela 2: Redução de estoque através do *kanban*

Código semi acabado	Dias de estoque		Redução %
	Anterior	Atual	
IN1183	2,3	2,0	-13%
IN1184	4,4	2,0	-55%
IN1198	3,5	2,0	-43%
IN1200	3,1	2,0	-35%
IN1201	2,9	2,0	-31%
IN1199	6,9	2,0	-71%

IN1202	2,5	2,0	-20%
IN1203	4,9	2,0	-59%
Média	3,8	2,0	-47%

Através da alteração para abastecimento das células de montagem por meio do sistema *kanban*, foi possível tornar a produção puxada, onde o setor de PCP envia a programação somente para o setor de montagem tornando os componentes injetados itens auto-programáveis.

5 Considerações finais

Este estudo teve como geral, tornar um o fluxo mapeado mais eficiente utilizando a ferramenta de mapeamento de fluxo de valor sob a perspectiva dos princípios do *lean manufacturing*. Como foi possível demonstrar no decorrer do trabalho, o mesmo foi aplicado visando ir ao encontro dos objetivos da empresa. Com um número reduzido de mão de obra alocado ao fluxo mapeado, continuou-se entregando a quantidade de peças suficientes para atender a demanda do mercado, aumentando a produtividade deste fluxo.

Ficam ainda premissas para aperfeiçoar este fluxo que demandam um tempo maior para serem executadas, como é o caso das estações automatizadas para montagem de módulos. Neste caso é necessário finalizar o ano fiscal da empresa para inserir estes custos no planejamento do próximo ano fiscal. No entanto, com ações simples já foi possível obter ganhos expressivos como foi demonstrado nos resultados.

O fato de ter sido possível comprovar estes ganhos ao final deste estudo não quer dizer o fim do ciclo de melhorias neste fluxo. Como foi possível verificar na figura 7, a produtividade continua abaixo da meta, o que nos leva a despender mais tempo para o aperfeiçoamento deste processo. A busca por melhores resultados é um ciclo que não deve ser interrompido.

Referências Bibliográficas

- ANZELLO, M. J., FOGLIATTO, F. S. Alocação de modelos de produtos a equipes de trabalhadores baseada em modelos de curvas de aprendizagem. Revista Produção vol.15 no.2, 23 de maio de 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br>> Acesso em: 06 de maio de 2012.
- ARRUDA, I. M., LUNA, V. M. da S. Lean Service: a abordagem do Lean System aplicada no setor de serviços. XXVI ENEGEP, 9 a 11 de Outubro de 2006. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>> Acesso em: 22 de abril de 2012.
- BARNES, R. M. 1977. Estudo de Movimentos e de Tempos: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blücher.
- CADIOLI, L. P., PERLATTO, L. Mapeamento do fluxo de valor: uma ferramenta da produção enxuta. Anuário de Produção Acadêmica Docente, 13 de março de 2009. Disponível em: <<http://www.sare.unianhanguera.edu.br>> Acesso em: 22 de abril de 2012.
- COELHO, G. F., BORDALO, A. de C., PINHEIRO, E. da S., PETROLI, P. H. B., NOGUEIRO, L. R. Um estudo de tempos e determinação de capacidade produtiva em um processo de envase de azeitonas em uma empresa de alimentos. XXX ENEGEP, 12 A 15 DE Outubro de 2010. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>> Acesso em: 22 de abril de 2012.
- FERNADES, F. C. F.; GOMES, E. C.; FILHO, M. G. Utilização conjunta das ferramentas PFA e VSM para a simplificação e melhoria do fluxo de materiais: proposta e análise de resultados em uma empresa fabricante de abrasivos. XXVI ENEGEP, 9 a 11 de abril de 2006. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>> Acesso em: 22 de abril de 2012.
- GUEDES, D. B. A aplicabilidade do kanban e suas vantagens enquanto ferramenta de produção numa indústria calçadista da Paraíba. XXX ENEGEP, 12 A 15 DE Outubro de 2010. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>> Acesso em: 27 de maio de 2012.

- LIMA, M. L. S. C., ZAWISLAK, P. A. A produção enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PMEs. Revista Produção vol.13 no.2, 25 de agosto de 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br>> Acesso em: 22 de abril de 2012.
- LIKER, J. K. 2005. O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman.
- LIKER, J. K., MEIER, D. 2007. O Modelo Toyota: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman.
- PARANHOS FILHO, M. 2007. Gestão da Produção Industrial. Curitiba: Ibpx.
- PIZZOL, W. P., MAESTRELLI, N. C. Uma proposta de aplicação de mapeamento de fluxo de valor a uma nova família de produtos. XXIV ENEGEP, 3 a 5 de novembro de 2004. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>> Acesso em: 22 de abril de 2012.
- QUEIROZ, J. A. de; RENTES, A F.; ARAUJO, C. A. C. de. Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real. XXIV ENEGEP, 3 a 5 de novembro de 2004. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>> Acesso em: 22 de abril de 2012.
- ROTHER, M., SHOOK, J. 2003. Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- SHINGO, S. 1996. Sistema de Produção com Estoque Zero: o sistema shingo para melhoria contínua. Porto Alegre: Bookman.
- SILVA, T. R. A da., NEVES, T. R. de O., SILVA, R. G. da. A implantação de ferramentas baseadas na mentalidade enxuta como diferencial competitivo. XXXI ENEGEP, 4 a 7 de Outubro de 2011. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>> Acesso em: 15 de abril de 2012.
- SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. 2002. Administração da Produção. São Paulo: Atlas S. A..
- VANZETTA, M., PASA, G. S. Mapeamento de fluxo de valor e simulação como facilitadores para o aprimoramento da produção em empresa do setor automotivo. Trabalho de conclusão, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br>> Acesso em: 15 de abril de 2012.
- YIN, R. K. 2001. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman.