

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE LEAN MANUFACTURING EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE KITS PROMOCIONAIS

Talita Natasha de Almeida

Bacharel em Administração

talita_almeida@souzacruz.com.br

Jean Carlos Domingos

Universidade Federal de Uberlândia

jdomingos@ufu.br

Cristiano Henrique Antonelli da Veiga

Universidade Federal de Uberlândia

chadaveiga@ufu.br

Leonardo Caixeta de Castro Maia

Universidade Federal de Uberlândia

leonardocaixeta@ufu.br

Resumo: O objetivo do presente trabalho é debater acerca da aplicação de algumas ferramentas de *Lean Management* em uma indústria, mais especificamente no setor de montagem de *kits* promocionais. Por meio de ação direta no ambiente fabril foi elaborado o mapeamento do fluxo de valor do estado inicial, pelo qual foi possível identificar melhorias de processo elaborar o mapeamento do fluxo de valor do estado futuro, implementá-lo e com isso medir os resultados das melhorias. Verificaram-se ganhos inerentes a melhoria da eficiência, redução de desperdícios e da área de operações, aumento de produtividade nos processos de montagem, melhores condições ergonômicas por meio de economia de movimentos e a redução dos estoques acumulados na linha. A limitação está no fato dos produtos promocionais terem curto ciclo de vida no mercado e exigir nova organização do ambiente para atender as variações do mercado. Como estudos futuros sugere-se o desenvolvimento de uma sistemática interna que auxilie a gestão da fábrica para organizar as linhas de montagem na velocidade de lançamento de novos produtos.

Palavras-chave: Lean Management; Mapeamento de Fluxo de Valor; Estudo e melhoria de processos.

1. INTRODUÇÃO

Muitas empresas estão a adotar técnicas de fabricação com vistas a eficiência de suas plantas industriais inspiradas no Sistema Toyota de Produção. Este fato propiciou o acirramento da concorrência entre elas, criação e implantação de técnicas de produção mais eficientes e pelo desenvolvimento de inovações que propiciem ganhar espaço no mercado, atrair novos clientes e fidelizar os clientes já existentes (AFFONSO NETO et al., 2018). Este cenário gerou no ambiente empresarial uma pressão competitiva a qual instiga ao trabalho simultâneo das dimensões da competição, como custos, qualidade, tempo, flexibilidade e inovação (ANTUNES, 2008).

Segundo Ohno (1997), na Toyota, como em todas as indústrias manufatureiras, o lucro só pode ser obtido com a redução de custos. Mesmo as grandes corporações industriais e empresas, que tem intensamente conduzido significativas melhorias contínuas, com o intuito de se tornarem uma “organização enxuta” e “classe mundial”, não é possível garantir uma sólida posição no mercado competitivo (PIRES, 2004). Uma das maneiras de obter vantagens competitivas pode ser feita pela implantação de métodos que propiciem fluxo contínuo por meio dos chamados processos “puxadores”.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é apresentar, por meio de uma pesquisa-ação, a aplicação das ferramentas de produção enxuta e reforçar as vantagens da utilização do sistema de gestão em uma indústria de tabaco, mais especificamente no setor de montagem de kits promocionais a fim de identificar a melhoria da eficiência, redução de desperdícios e aumento de produtividade nos processos de montagem. O trabalho tem também como objetivo específico realizar a revisão da literatura sobre os conceitos e ferramentas do *Lean Manufacturing*, elaborar o mapeamento do fluxo de valor do estado atual, identificar melhorias de processo, implementá-las, elaborar o mapeamento do fluxo de valor do estado futuro e com isso medir o resultado e os ganhos obtidos.

Dessa maneira, para conduzir a pesquisa, estruturou-se este artigo da seguinte forma: a seção 2 apresenta o referencial teórico sobre o Sistema Toyota de Produção, Manufatura Enxuta e Mapeamento de Fluxo de Valor; a seção 3 descreve e justifica os procedimentos metodológicos adotados nas etapas da pesquisa e coleta de dados; a seção 4 faz a apresentação da empresa pesquisada e a análise do cenário atual e futuro, visando identificar as vantagens da aplicação do método; por fim, a seção 5 faz as conclusões e o resultado obtido por meio da aplicação do método proposto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste seguimento do artigo serão abordados conteúdos teóricos que embasam o estudo das ferramentas da filosofia de trabalho *Lean Manufacturing*. Para tratar das ferramentas fluxo contínuo e produção enxuta, serão sintetizados alguns conteúdos que possuem forte aderência com essa técnica, tais como: conceitos sobre origem do Sistema Toyota de Produção, o Pensamento Lean, identificação de Valor, Fluxo de Valor e Mapeamento de Fluxo de Valor, *Takt Time* e Melhoria Contínua.

2.1. O Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção (STP) foi desenvolvido e promovido pela Toyota Motors Corporation tendo como objetivo principal eliminar, por meio das atividades de aprimoramento, vários tipos de desperdícios que se encontram ocultos dentro de uma companhia.

O Sistema é considerado uma combinação dos princípios e técnicas de qualidade total, administração científica e das tradições culturais japonesas. A origem do sistema se deu no Japão, após a década de 1950, momento em que as indústrias japonesas se encontravam com uma produção muito baixa e uma enorme escassez de recursos. Os criadores do sistema, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, se basearam nas técnicas de Henry Ford e Frederick Taylor adaptados ao momento em que a economia do país se encontrava para criar o modelo de gestão. Para Emiliani (2006), o modelo surgiu por meio de uma necessidade de concorrer com empresas que utilizavam o sistema de produção em massa, sem ter um mercado que absorvesse o volume de uma produção em massa.

Segundo Ghinato (2000), a família Toyota sempre admirou a forma pela qual a Ford idealizou sua estrutura de produção, procurando imprimir um fluxo contínuo. No entanto, a empresa não tinha condições de trabalhar em grandes lotes, como meio pelo qual o fluxo era mantido constantemente. Para Maximiano (2004), Toyoda e Ohno concluíram que a principal falha do modelo de Ford era o desperdício de recursos – esforço humano, materiais, espaço e tempo.

Segundo Ohno (1997), o STP possui dois pilares fundamentais sustentados pelos conceitos de *Just in Time* (produzir apenas o necessário) e Automação ou *JIDOKA* (impedir produção de produtos defeituosos). O *Just in Time* (JIT) consiste em diminuir as perdas e produzir somente o essencial, na quantidade certa e no momento exato em que a linha de montagem necessita para transformar a matéria-prima em produto, com qualidade total. A automação inteligente ou *JIDOKA* é um processo de automação que consiste em dar inteligência à máquina com a redução de defeitos por meio de ferramentas de automação, como *Poka Yoke*, *Layout Celular* e *Separação Homem-Máquina*.

Na visão de Ohno (1997), um problema no início do processo sempre resulta em um produto defeituoso no final do processo que irá parar a linha de produção ou alterar um plano, independentemente da sua vontade. Por isso a importância de se ter uma visão sistêmica de todos os processos envolvidos, pois qualquer parada ou interrupção ao longo do processo pode custar muito caro para a empresa, causando assim, transtornos internos e externos, como por exemplo, decadência da imagem da empresa perante o mercado.

Martins e Laugeni (2005) salientam que o conceito de JIT procura não apenas eliminar os desperdícios, mas também colocar o componente certo, no lugar certo e na hora certa. Segundo o autor, as partes são produzidas em tempo de atenderem às necessidades da produção, ao contrário da abordagem tradicional de produzir para caso as partes sejam necessárias. O JIT leva a estoques bem menores, custos mais baixos e melhor qualidade do que os sistemas convencionais. Sob o pilar JIT, são atribuídas ferramentas como Fluxo contínuo, Tempo *Takt*, Produção Puxada, *Kamban*.

2.2. Manufatura enxuta

A Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing* é a terminologia utilizada para descrever as técnicas do Sistema Toyota de Produção, filosofia de gestão baseada na eliminação de desperdícios para consequente diminuição de custos e melhoria de qualidade do produto (WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Para Ohno (1997) ela consiste em uma filosofia de gerenciamento da atividade laboral para atender às necessidades do cliente com alta qualidade e no menor tempo e custo possível.

Para Womack e Jones (1998), o sistema é chamado de enxuto devido à redução em relação ao sistema de produção em massa: menos esforços dos funcionários, menos espaço físico para fabricação, menos investimento em ferramentas, menos tempo de planejamento, menos estoque no local da fabricação, menos fornecedores e redução de defeitos. O autor completa afirmando que o sistema busca uma melhor forma de organizar e gerenciar o

relacionamento de uma empresa com seus clientes e fornecedores, desenvolvimento de produto e operação de produção, a fim de fazer mais utilizando menos recursos.

Dentre as técnicas baseada na eliminação de desperdícios, o pensamento lean permite uma empresa eliminar desperdícios onde quer que eles estejam e fazer com que o cliente receba somente aquilo que deseja, no momento e na quantidade requisitada. O método busca atingir todas as atividades que geram valor ao produto, quer elas sejam realizadas na própria companhia ou em outro local. Na visão de Womack e Jones (1998) os princípios do pensamento *lean* são baseados na identificação da cadeia de valor para cada produto, no fluxo contínuo de materiais e informações, na determinação de valor do produto pelo cliente (produção puxada), e na busca pela perfeição.

A essência do pensamento *lean* parte da definição de valor. Deve-se definir precisamente o valor em termos de produtos específicos com capacidades específicas, oferecidas a preços específicos definidos a partir da opinião de clientes específicos (WOMACK; JONES, 1998). O valor só pode ser definido pelo cliente final. De maneira geral, valor é aquilo que os clientes se disponibilizam a pagar por determinado produto para suprir determinada necessidade (ROTHER E SHOOK, 2003).

A cadeia ou fluxo de valor é entendida como o conjunto de ações específicas necessárias para se levar um bem ou serviço a passar por três tarefas gerenciais críticas: desenvolvimento do produto desde a concepção até o lançamento (VEIGA; CEREZA, 2013), gerenciamento da informação (PEREIRA; ANHOLON; BATOCHIO, 2016), atendimento ao cliente (YALCIN, 2018) e o estudo do fluxo da transformação física da matéria-prima ao produto acabado (OLIVEIRA; CORRÊA; NUNES, 2014). Segundo Kennedy e Huntzinger (2005), o fluxo de valor refere-se a todas as atividades que uma companhia deve fazer para projetar, comprar, produzir e entregar seus produtos ou serviços aos clientes.

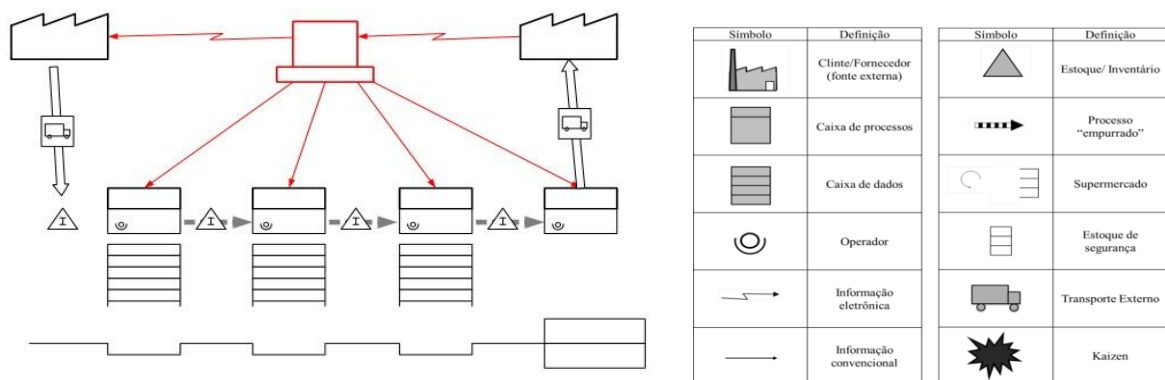
2.3. Mapeamento do Fluxo de Valor

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que oferece uma visão ampla do chão de fábrica que dará suporte para uma implantação de uma produção mais enxuta. (FERRO, 2005). O objetivo principal da produção enxuta é fazer fluir os materiais através dos processos, agregando valor, sem haver interrupções e desperdícios, até que este chegue ao cliente de forma a satisfazer as suas necessidades. Leva-se em conta os processos num sentido amplo e não apenas processos individuais, ou seja, buscam-se melhorias no todo e não somente de partes isoladas. Para criar um fluxo de valor enxuto pode-se aplicar a técnica do mapeamento do fluxo de valor (MFV), que compreende o mapeamento do fluxo de materiais e do fluxo de informações (ROTHER e SHOOK, 2003).

Segundo Rother e Shook (2003), o Mapeamento do Fluxo de Valor ou *Value Stream Mapping* é considerado uma ferramenta simples que auxilia na introdução e utilização do pensamento enxuto pela identificação da cadeia de criação do valor. Os autores afirmam que o Mapeamento de Fluxo de Valor auxilia a enxergar a visão geral do processo, mais que simples processos individuais, ajuda no encontro das fontes de desperdícios no fluxo de valor, proporciona uma melhor comunicação entre os processos, utiliza um conjunto de técnicas de produção enxuta e não, apenas, uma isoladamente, e facilita a implantação de um sistema *lean* de produção.

Souza, Tortorella e Nascimento (2018) comentam que o principal objetivo do Mapeamento do Fluxo de Valor consiste em permitir uma clara visualização dos processos produtivos nas empresas e de alguns desperdícios deles decorrentes. Também se utiliza esta ferramenta como forma de definir estratégias eficazes para elaboração de projetos de melhoria do fluxo e redução de perdas nas suas mais diversas formas de ocorrência. A figura 1 apresenta o desenho do mapeamento de fluxo de valor.

Figura 1. Mapeamento do Fluxo de valor.



Fonte: Rother e Shook (2003).

O MFV é uma ferramenta padronizada, por isso possui elementos como figuras e terminologias padrão como representações simbólicas utilizadas para descrever os processos, como apresentado na figura 1. O MFV defende que se deve escolher uma família de produtos e seguir a trilha da produção de porta-a-porta, do consumidor ao fornecedor, e desenhar cuidadosamente o mapa do estado atual de seus fluxos de materiais e de informação. Em seguida, desenha-se o mapa do estado futuro, com o objetivo de contemplar as oportunidades de melhoria e representar como os materiais e as informações deveriam fluir bem como a revisão do layout e sequência dos processos produtivos (VEIGA; SCHMITZ, 2018). Também pode-se ter o mapeamento do estado ideal em alguns casos.

A primeira etapa do processo de mapeamento e desenvolvimento do fluxo contínuo é a identificação de uma família de produtos que tenha uma sequência semelhante de etapas e máquinas do processo de produção e possa ser gerenciada individualmente. A definição da família de produtos é realizada com base da análise dos aspectos relacionados à flexibilidade da célula, variação no conteúdo total de trabalho, similaridade das etapas do processo e dos equipamentos, "takt time" e localização dos clientes.

Segundo Irani (2000), deve-se utilizar a ferramenta de agrupamentos por família quando existirem fluxos com vários produtos. Esta ferramenta, conhecida como *Product Family Matrix Analysis* (PFMA) é uma matriz onde os produtos são registrados em linhas e os principais processos em colunas, sendo possível identificar processos similares conforme figura 2.

Figura 2. Matriz família de produtos.

		Processos					
		Processo 1	Processo 2	Processo 3	Processo 4	Processo 5	Processo 6
Produtos	Produto1	x	x	x	x		
	Produto2	x	x	x	x	x	
	Produto3	x	x	x	x		x
	Produto4			x	x	x	
	Produto5			x	x	x	x

Fonte: Irani (2000).

Deste modo, conforme recomendado por Rother e Shook (2003), as etapas necessárias para a construção do mapeamento do fluxo de valor devem seguir:

- Definição da família de produtos: Selecionar uma família de produtos composta por um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento.

- b) Desenho o estado atual e futuro: Desenhar o estado atual e o estado final após aplicação de melhorias, o que é feito a partir de informações coletadas no chão de fábrica.
- c) Plano de trabalho e implementação: Preparar um plano de implementação que descreva como se deseja chegar ao estado futuro.

O mapa do estado atual é a representação instantânea da realidade do momento. No mapeamento deve-se conter o fluxo de informações e materiais do recebimento da matéria prima dos fornecedores à expedição do produto acabado para os clientes. Deve conter as estações de processo, informações de dados, estoques, direcionamento do fluxo seja empurrado ou puxado (BUENO; VEIGA, 2016).

Já o mapa do estado futuro deve ser desenvolvido com o objetivo de atingir mix do fluxo de valor enxuto da matéria prima ao produto acabado (RAGHAVAN; YOON; SRIHARI, 2014). Para tal, segundo Queiroz, Rentes e Araújo (2004), para que o mapa do estado futuro consiga atingir este objetivo, é fundamental obedecer a algumas regras coerentes com os princípios enxutos, tais como produzir de acordo com o *takt time*, utilizar supermercado para controlar a produção, procurar enviar a programação do cliente para apenas um processo de produção, nivelar o mix de produção, nivelar o volume de produção e desenvolver a habilidade de fazer toda peça todo dia, depois a cada turno, a cada hora (TYAGI; CHOUDHARY; YANG, 2015).

3. METODOLOGIA

A pesquisa é caracterizada como aplicada e descritiva, pois pretende utilizar o embasamento teórico objetivando testar na prática a eficiência das ferramentas de *Lean* e apresenta o cenário atual da empresa descrevendo-a. Como procedimento, a pesquisa é caracterizada como pesquisa-ação, pois os participantes da pesquisa estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2003).

Segundo Tripp (2005), a utilização da pesquisa-ação como forma metodológica possibilita aos participantes condições de investigar sua própria prática de uma forma crítica e reflexiva. Nela estão envolvidos pesquisadores e pesquisados e todos estão envolvidos na solução de problemas e na busca de estratégias que visam encontrar soluções para os problemas.

Portanto, o método de trabalho consistiu-se no estudo do ambiente da empresa pesquisada e a aplicação das técnicas e ferramentas propostas a fim de testar o modelo citado. A pesquisa foi realizada no período de agosto de 2016 a agosto de 2017. Entre agosto a novembro, o foco da pesquisa foi a coleta de dados realizada através da observação do processo produtivo atual. Entre novembro e fevereiro, realizou-se a análise das observações e propostas de mudanças no processo. Entre fevereiro e março, realizou-se um treinamento junto à equipe da empresa para prepará-los para as modificações no processo buscando envolver a todos na nova proposta de trabalho. Os meses finais foram focados em modificar o processo e identificar novos pontos de melhoria.

4. RESULTADOS

Nesta seção do artigo será descrito o cenário da pesquisa, tais como a apresentação da empresa, família de produtos e o mapeamento do estado atual.

4.1. A empresa

A empresa estudada é uma produtora de cigarros brasileira a mais de 115 anos no mercado. Fundada em 1903, a companhia é uma das principais empresas do grupo global no qual pertence, detendo a liderança absoluta do mercado brasileiro de cigarros com 78,1% de

participação no mercado formal. O valor global estimado da companhia é de aproximadamente R\$ 2,5 trilhões.

A empresa atua em toda a cadeia produtiva, desde a produção de sementes, o processamento de tabaco até a fabricação e distribuição direta do produto no varejo. Classificada como uma empresa de grande porte, possui 6,6 mil colaboradores diretos e 240 mil indiretos, sendo presente em todo o território nacional, distribuída nas unidades: matriz, uma fábrica, três usinas de processamento de tabaco, um centro de pesquisa, seis regionais de marketing e centrais integradas de distribuição (CIDs), e trinta centrais operacionais de distribuição (CODs).

A fábrica em que se realizou o estudo está localizada em Uberlândia-MG é a maior unidade fabril do setor de tabaco da América Latina. Inaugurada em 1978, a fábrica de Uberlândia é responsável por 100% do volume de cigarros produzido pela empresa.

O mercado de tabaco possui grandes desafios devido às restrições de comunicação com o público. Como estratégia, a empresa utiliza as ações promocionais para realizar a comunicação com seu consumidor. Os kits promocionais têm como objetivo comunicar mudanças no produto ou lançamento de novos, assim como alavancar as vendas e atrair a atenção do consumidor através de ações para os seus consumidores.

Devido a este cenário, a fábrica possui um departamento exclusivo para a produção de kits promocionais contando com 90 colaboradores: um coordenador, um analista, dois técnicos de produção, dois inspetores de qualidade e 84 operadores de produção que trabalham no regime 5x2 (segunda à sexta-feira) em dois turnos de produção, 7 horas e 20 minutos por turno. A operação de kits é em sua maior parte feita por meio de montagens manuais.

4.2. Definição da família de produtos

Os processos de fabricação e montagem do setor de Promocionais são organizados em um layout por departamentos, com produção realizada em lotes para atender uma pequena variedade de produtos promocionais. Esta organização do processo implica em excessivas movimentações de pessoas e produtos na planta de fabricação da empresa, o que dificulta o gerenciamento do processo. Devido a esta característica, o primeiro passo para a construção de um fluxo contínuo baseou-se na análise dos produtos para identificar a família de produtos para ser gerenciada individualmente.

Os produtos fabricados no Setor de Promocionais podem ser divididos em três grandes famílias: Caixa Cartão, Blister e CPS (*consumer promotions*). Cada família subdivide-se em tipos de modelos e podem ser visualizados através da matriz de família de produtos apresentada na figura 3 que tem como finalidade, agrupar os produtos através de sequências semelhantes no processo:

Figura 3. Família de Produtos Promocionais.

FAMÍLIA DE PRODUTO	PROCESSOS		
	Manuseio de carteiras	Manuseio de Isqueiros	Manuseio de Kit Plástico
Caixa Cartão	X		
CPS	X	X	X
Blister			X

Fonte :
Elaborado

a partir de dados de campo.

O presente trabalho selecionou para analisar o fluxo de valor a família de produtos blister, mais especificamente o produto OTP na versão Kit em embalagem plástica, por

possuir maior representatividade para o negócio da empresa. O processo de fabricação de OTP é subdividido em uma etapa automatizada e outra etapa manual, consistindo nas 4 fases principais:

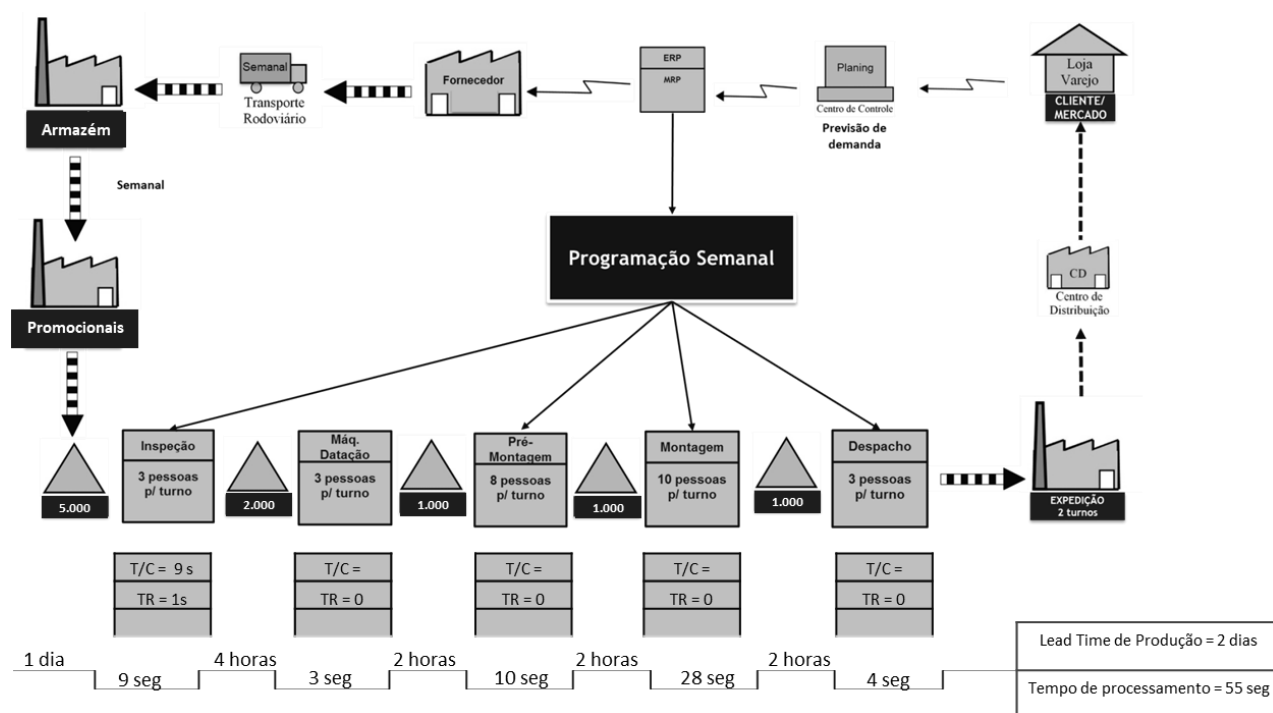
- *Inspeção visual de qualidade da matéria-prima:* A matéria-prima é uma parte fornecida por fornecedores externos e uma parte fornecida por fornecedores internos. Na primeira parte do processo, é realizada a inspeção em 100% dos materiais,
- *Impressão da data de validade do produto:* Os copos que foram aprovados na inspeção de qualidade são introduzidos na máquina codificadora que imprime a data de validade do produto no copo. Novamente, os copos agora impressos passam por uma inspeção visual de qualidade.
- *Pré-montagem:* Inserção de um *pouch* de “tabaco solto” no copo impresso.
- *Montagem da embalagem plástica:* Montagem dos materiais “maker”, “mortalha” e “copo” na embalagem.

Depois da montagem da embalagem, os Kits são armazenados em caixas de papelão e são enviadas ao setor de expedição de produtos.

4.3. Construção do Mapa do Fluxo de Valor do estado atual

Definida a família de produtos a ser analisada, foi possível realizado o trabalho de campo de coleta de dados para o desenvolvimento do mapeamento do estado atual do setor, ilustrado pela Figura 4.

Figura 4. Mapeamento do Estado Atual - OTP



Fonte: Elaborado a partir de dados de campo.

Por motivos empresariais somente foram demonstrados os tempos totais do MFV atual.

4.3.1. Identificação dos desperdícios

Com um sistema de produção em lotes e filas baseados no layout funcional, o tempo de processamento real representa 0,03% do *lead time* e grande parte da área destinada à

produção é utilizada para estoque de matéria prima e produto em processo. Com isso, pôde-se concluir que o processo produtivo não está fluindo e que não é possível responder às mudanças de demanda.

Para a construção inicial do fluxo contínuo, foi proposto um novo layout de linhas para obter ganhos no lead time na área utilizada. O novo layout consiste em linhas organizadas conforme ordem de montagem e de aproximação das linhas de produção, reduzindo a quantidade de estoques de matéria-prima e material em processamento. Os ganhos obtidos com esta alteração no layout geram um aumento de 20% na produtividade e redução de 60% da área necessária para a produção.

Observou-se também que existe uma grande variação de saídas de produtos hora a hora, isto mostra que o processo não possui estabilidade e que existem oportunidades de melhoria de desempenho. Grande quantidade de estoques entre cada operação significa que existe um desbalanceamento entre as atividades. Estoques “pulmão” variáveis entre as estações de trabalho são uma forma ineficiente de balancear cargas de trabalhos desiguais. Quando esses pulmões enchem, ocorre uma parada informal para realizar outra atividade ou até que o fluxo seja retomado, desta forma, entende-se que a operação é desbalanceada, permitindo que cada uma produza lotes de peças ao invés de uma peça por vez.

Operações desarticuladas geram desperdícios de superprodução e desperdício de espera dentro da célula o que dificulta a identificação quando acontece algum problema: quando um problema ocorre, as outras estações continuam operando. Problemas e anormalidades devem ser identificados e a equipe de apoio deve atuar rapidamente.

4.3.2. Definição do ritmo de produção

A demanda de produção do setor de promocionais é definida por meio de uma sistemática de planejamento semanal. No momento da coleta de dados a demanda de produtos OTP era de 25.000 unidades por semana. Operando em 10 turnos iguais por semana, entende-se que a demanda de produto por turno é de 2.500 unidades. O setor opera durante dois turnos de 8 horas e 20 minutos cada, de segunda a sexta-feira, no período de 05:20h às 13:40h e das 13:40 às 22:00. Existem duas paradas de 15 minutos para cada turno e uma hora para almoço. Isso significa que o setor opera com 24600 segundos de trabalho efetivo em cada turno. Considerando a demanda do cliente de 25 mil unidades, tem-se o *takt time* para o processo de 9,9 segundos por Kit ou “segundos por peça”, o que reflete a frequência que o cliente necessita de uma peça.

4.3.3. Definição dos elementos reais de trabalho

Segundo Rother e Harris (2008) o elemento de trabalho pode ser entendido como o menor incremento de trabalho que pode ser manufaturado e transferido para outro operador. Baseado nesta definição, foi desenvolvido o estudo do processo com objetivo de identificar e eliminar as atividades que não agregam valor ao produto final. O Estudo do Processo foi feito seguindo a listagem e a cronometragem de tempo de cada atividade coletados no “*gemba*”, ou seja, no chão de fábrica. É necessário definir as etapas do processo e cada elemento de trabalho por etapa. O estudo do processo do Kit OTP pode ser visualizado por meio da tabela 1.

Na produção de Kit OPT foram definidas 5 etapas principais e 18 elementos de trabalho. As somatórias das atividades representam o tempo de ciclo para a produção de uma peça, e tem duração total de 53 segundos, porém, podemos perceber que existem atividades que não agregam valor ao produto e geram desperdícios no processo. A etapa de inspeção, em sua somatória, possui a duração de 9 segundos por Kit, o que representa 18% da soma dos tempos de trabalho para a produção de um kit.

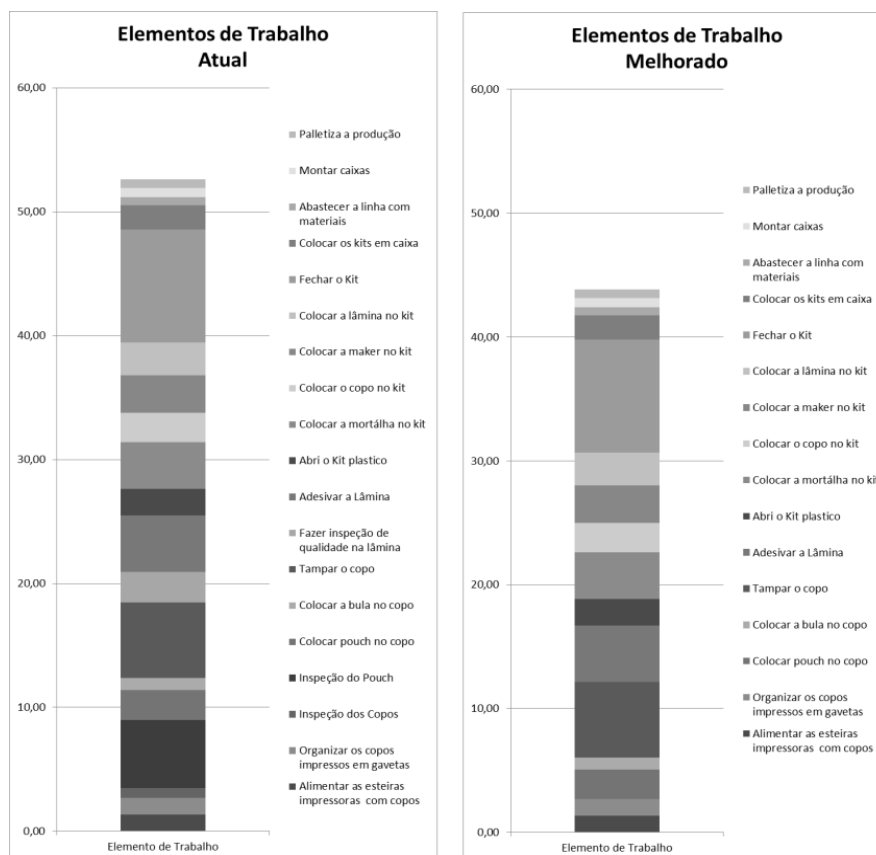
Tabela 1. Folha de estudo do Processo - OTP

Folha de Estudo do Processo		Processo: Kit OTP														Realizado por: 2 TURMA				Data/hora: 20/09	
Etapas do processo	Operador: Linha 1	Tomada de Tempos														Menor Repetitivo	Observações				
	Elemento de Trabalho																				
1	Alimentar as esteiras impressoras com copos	1,1	1,6	1,1	1,1	1,4	1,0	1,7	1,4	1,4	1,7	1,4	1,2	1,3	1,4	1,3	1,33	1 operador			
1	Organizar os copos impressos em gavetas	1,1	1,6	1,1	1,1	1,4	1,0	1,7	1,4	1,5	1,7	1,0	1,7	1,4	1,4	1,2	1,34	2 operadores			
2	Inspeção do Pouch	6,0	3,8	3,8	6,0	3,8	6,2	4,6	4,8	4,0	12,0	6,2	3,8	3,6	4,2	6,0	5,49	3 operadores			
2	Colocar pouch no copo	2,4	1,7	2,6	2,5	3,3	3,0	2,4	2,3	1,9	2,3	2,4	2,5	2,6	2,2	1,9	2,40	2 operadores			
2	Colocar a bula no copo	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0	1,5	0,9	1,1	1,2	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	0,9	0,98	1 operador			
2	Tampar o copo	7,0	7,0	9,0	4,0	5,0	6,0	6,0	8,0	3,0	5,6	6,0	5,5	6,4	5,9	6,0	6,03	3 operadores			
3	Fazer inspeção de qualidade na lâmina	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,2	3,21	2 operadores			
3	Adesivar a Lâmina	6,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	5,0	5,0	5,0	6,0	3,0	7,0	5,0	4,6	4,57	3 operadores			
4	Abri o Kit plástico	2,0	2,0	2,6	2,6	2,0	2,0	2,0	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,12	16 operadores			
4	Colocar a mortálha no kit	5,0	5,0	6,0	5,0	4,0	4,0	4,2	1,7	1,7	2,8	2,3	3,8	3,4	3,9	3,7	3,77	16 operadores			
4	Colocar o copo no kit	2,5	1,7	2,0	1,7	2,0	2,4	3,2	2,0	2,4	3,2	2,0	2,7	2,5	3,0	2,8	2,39	16 operadores			
4	Colocar a maker no kit	4,0	2,3	2,6	2,3	2,6	3,6	3,2	4,2	2,0	3,0	3,2	3,1	3,2	2,7	3,2	3,01	16 operadores			
4	Colocar a lâmina no kit	4,0	2,5	1,7	2,5	1,7	2,5	3,8	2,5	2,7	2,8	2,5	2,4	2,8	2,6	2,7	2,64	16 operadores			
4	Fechar o Kit	8,7	6,0	11,2	8,7	8,0	6,0	16,3	11,2	8,7	9,8	8,6	7,7	10,0	7,0	9,0	9,11	16 operadores			
4	Colocar os kits em caixa	2,5	1,8	1,5	1,5	2,0	2,1	1,7	1,8	1,8	2,0	3,0	2,0	1,5	2,0	2,5	1,98	16 operadores			
5	Abastecer a linha com materiais	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	1,0	0,8	0,6	0,63	1 operador			
5	Montar caixas	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	1,0	0,8	0,7	1,0	0,9	0,77	3 operadores			
5	Palletiza a produção	0,5	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8	0,67	1 operador			

Fonte: Elaborado a partir de dados de campo.

Podemos considerar a atividade de inspeção como um desperdício de processamento, pois, segundo Ohno (1997), as perdas relacionadas ao processamento são processos que não agregam valor ao produto e que poderiam ser eliminadas sem afetar sua característica e funções básicas, além disso, esta atividade indiretamente gera desperdícios de espera e movimentações. A atividade de inspeção não será eliminada, pois no fluxo contínuo, as peças serão inspecionadas, uma a uma indiretamente durante o processamento de cada atividade.

Figura 5. Elementos de Trabalho - OTP



Fonte: Elaborado a partir de dados de campo.

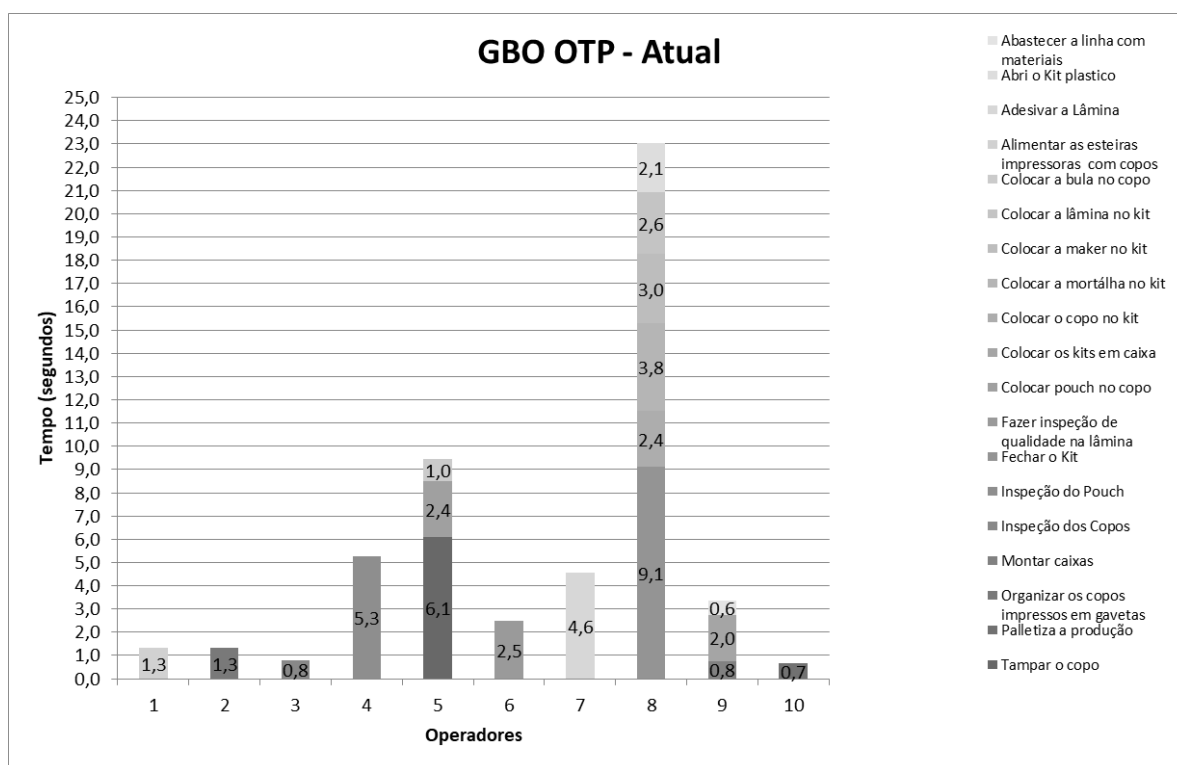
O fluxo de materiais atual, claramente não segue um fluxo contínuo como pode ser observado por meio da figura 5. Com a eliminação da etapa de inspeção o processo poderá se tornar mais fluido.

4.3.4. Gráfico de Balanceamento do Operador (GBO)

Depois de analisados os elementos de trabalho, foi possível elaborar o gráfico de balanceamento do operador, um quadro onde é apresentada a distribuição de trabalho entre os operadores em relação ao *takt time*. No GBO, os elementos de trabalho para cada operador são colocados em sequência ascendente, um sobre o outro. A altura de cada caixa na coluna representa o tempo de cada elemento. Pode-se observar, por meio da análise do gráfico que cada operador possui algumas atividades com tempo menores que o “*takt time*” que é de 9 segundos e outras acima.

A figura 6 mostra o estado atual da divisão de trabalhos. Pode-se observar que não há uma divisão justa de trabalho.

Figura 6. Gráfico do Balanceamento do estado Atual – OTP



Fonte: Elaborado a partir de dados de campo.

4.3.5. Definição da quantidade de Operadores *takt time*

Por meio destes dados pode-se verificar que existem mais operadores que o necessário para produzir o kit OTP, o que acrescenta custo ao produto. Para a determinação da necessidade de operadores para atender ao *takt time* foi realizada a partir da equação de número de operadores:

$$\frac{\text{Conteúdo Total de Trabalho}}{\text{Takt Time}} = \text{Número de Operadores}$$

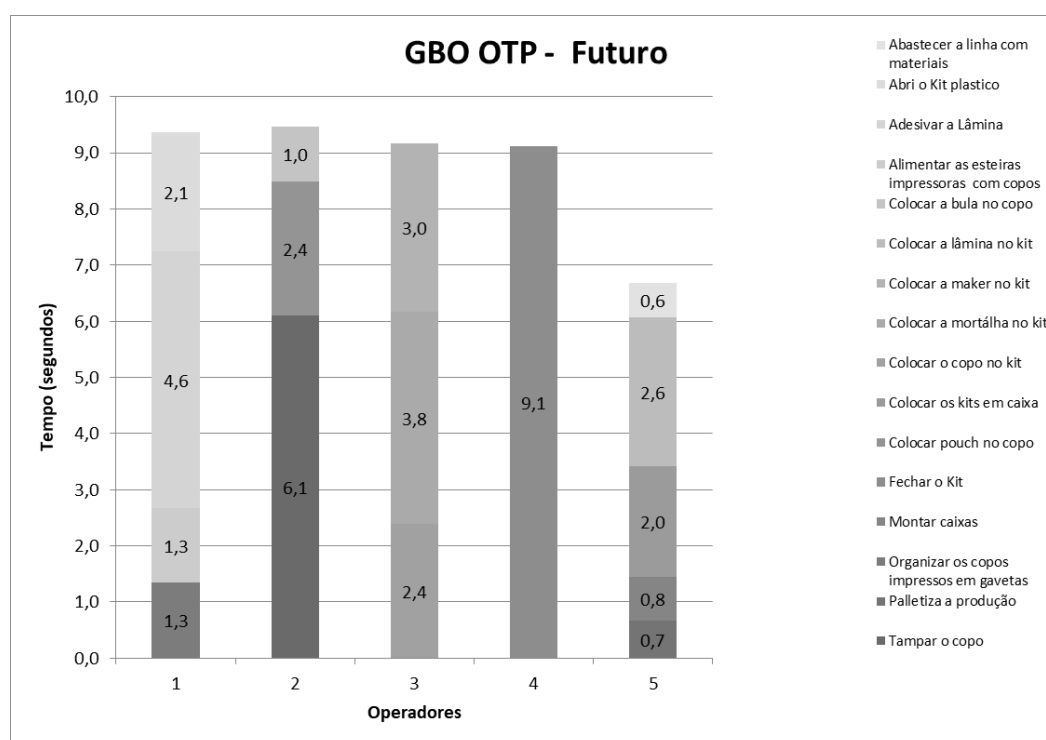
$$\frac{53 \text{ segundos}}{9 \text{ segundos}} = 5,3 \text{ operadores}$$

No método de balanceamento de linha, o conteúdo de trabalho é dividido entre os operadores, redistribuindo os elementos de trabalho afim de ocupar todos os operadores igualmente. O objetivo do balanceamento de linha, além de otimizar as tarefas para que cada operador esteja igualmente ocupado, impede que ocorra espera ou superprodução de peças.

Para realizar o balanceamento, a divisão do trabalho entre os operadores deve ocorrer de modo que cada um realize uma fração do conteúdo total de trabalho correspondente ao “takt time”. O balanceamento de trabalho dentro da célula é especialmente utilizado para encontrar novas combinações dos elementos de trabalho que atendendo o “takt time” quando estes elementos precisam ser redistribuídos devido a uma mudança na demanda.

A figura 7 mostra a nova divisão de trabalho, baseada na quantidade necessária de pessoas para absorver o processo e o tempo de cada atividade.

Figura 7. Gráfico de Balanceamento do Estado futuro



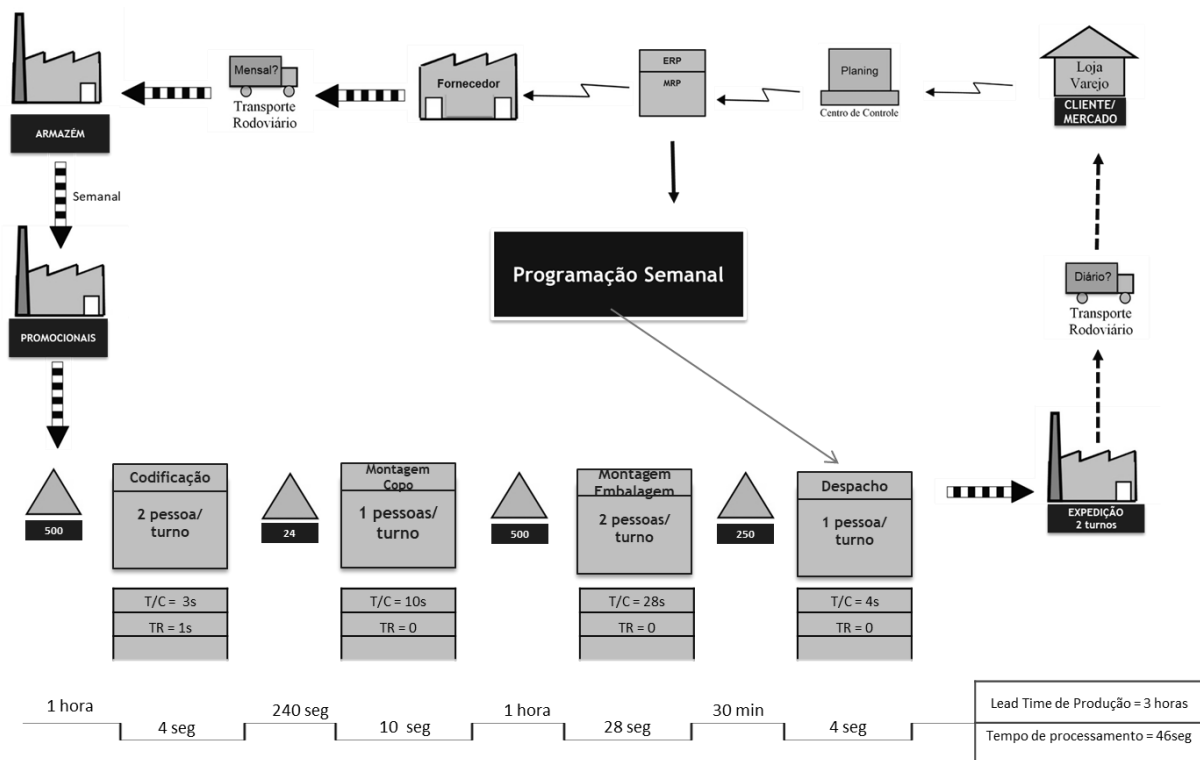
Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4. Mapeamento do estado futuro

Após analisar o estado atual e encontrar pontos de oportunidades de melhorias no processo produtivo e aplicá-las, volta-se ao processo para construir o mapa do estado futuro.

A figura 8 mostra o mapa do fluxo de valor do estado futuro da família de produtos OTP, obtido através do trabalho realizado sobre fluxo de material permitindo a simplificação do sistema e redução da quantidade de processos isolados.

Figura 8. Mapeamento do Estado futuro – OTP



Fonte: Elaborado pelos autores.

Layout celular

Para redução das perdas relacionadas ao Layout, foram realizadas as seguintes atividades:

- Remoção dos obstáculos no caminho;
- Definição de 1,5 metros de largura dentro da célula com finalidade de permitir maior flexibilidade na realocação dos elementos de trabalho entre os operadores. Facilitando a transição dentro da célula durante o ciclo de trabalho;
- Eliminação de espaços onde o estoque de produto em processo possa se acumular;
- Utilização da gravidade para ajudar os operadores na colocação de peças e movimentação de materiais, sempre que possível;
- Aproximação das ferramentas na direção do uso;
- Posicionamentos que facilitem a visão e a ergonomia dos operadores;
- Aproximação das etapas de trabalho.

Gerenciamento de Materiais

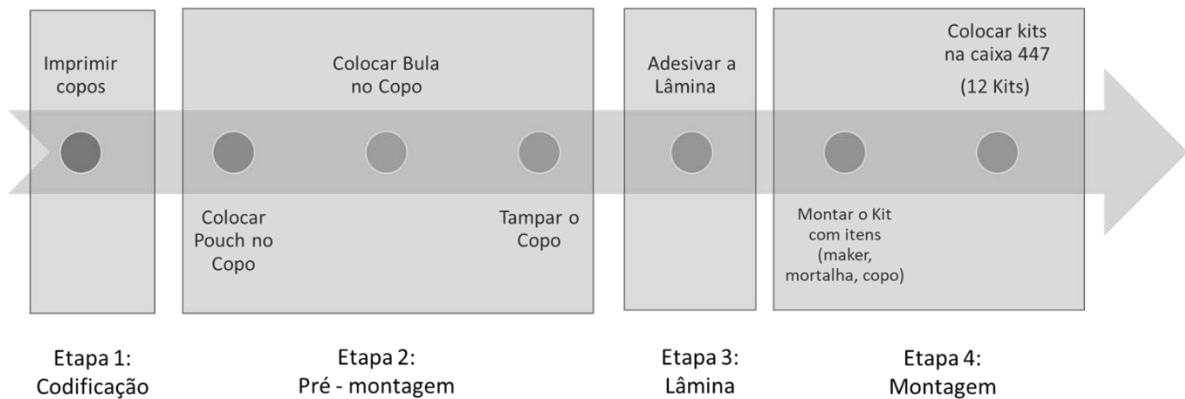
Para tornar a operação mais eficiente, os desperdícios relacionados ao fluxo de materiais foram solucionados através de:

- Aproximação das peças no local de uso e não no caminho de passagem do operador;
- Posicionamento das peças de modo que o operador possa utilizar ambas as mãos;
- Utilização de dispositivos de manuseio a prova de falhas quando materiais diferentes são muito parecidos;
- Aumento da frequência de entrega de materiais de grande tamanho, evitando volumes de estoques de materiais na linha;

- e) Utilização de um operador para movimentação de materiais, com uma rota padronizada e programada regularmente para entregar peças e retirar produtos acabados.
- f) Não manter mais que duas horas de material no local de uso;

A figura 9 mostra a direção do fluxo de materiais dentro da nova célula de produção.

Figura 9. Fluxo de materiais OTP



Fonte: Elaborado pelos autores.

As mudanças obtidas pela modificação do fluxo de valor do estado futuro possibilitaram a redução do *lead time* de dois dias para três horas o que indica ganhos em redução de estoque intermediários na linha de produção, redução do desperdício de produção em excesso, pois é possível ter um maior controle com as mudanças repentinas na demanda. O tempo de processamento passou de 55 segundos para 46 segundos. Assim como o fluxo de materiais, o fluxo de informação passou a ser mais efetivo, pois, com o novo layout, passou-se a ter um controle maior sobre a quantidade produzida.

5. CONCLUSÃO

As ferramentas de gestão baseados na visão enxuta traz grandes vantagens para o processo produtivo e podem ser vista por meio do resultado apresentado nesta pesquisa.

Os ganhos obtidos por meio da introdução das ferramentas de *Lean Manufacturing* na produção de Kits promocionais podem ser medidos através da redução do layout, aumento da produtividade, otimização do estoque e redução do tempo de respostas às mudanças na demanda.

Com a implantação das propostas pode-se verificar que o Layout sofreu uma redução de 60% da área de operação, otimizando o espaço devido à reorganização das atividades e estoques de materiais. Além disso, houve ganhos relacionados à ergonomia do colaborador que reduziu a quantidade de movimentações desnecessárias.

A produtividade passou de 250 Kits por pessoa por turno para 472 Kits por pessoa por turno devido à reorganização das atividades e redução de etapas desnecessárias (que não agregavam valor ao produto) e ao balanceamento do trabalho que indica a quantidade de pessoas necessárias ao processo e distribui a quantidade ideal de trabalho para que cada operador tenha a mesma carga de trabalho.

O *lead time* passou de dois dias para três horas de produção, isso mostra que o tempo de resposta à demanda passou a ser mais justo, portanto, qualquer alteração na demanda reduzirá drasticamente o desperdício no processo e o tempo de resposta será muito mais alto.

O mapeamento da cadeia de valor é uma poderosa ferramenta que possibilita a visualização de oportunidades de melhorias no sistema produtivo. Conforme observado neste estudo, a aplicação do método proporcionou uma apresentação clara das perdas presentes no processo, resultando na introdução de melhorias. A comparação do estado atual e futuro permitiu apontar a dimensão do impacto das melhorias implementadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFFONSO NETO, A.; LIMA, R. M.; AFONSO, P. S. L. P.; SILVA, N. T. Análise da adoção de práticas lean em empresas brasileiras: um estudo exploratório. **Sistemas & Gestão**, v. 13, n. 2, p. 196-208, 2018.
- ANTUNES, J. **Sistemas de Produção – Conceitos e práticas para projeto de gestão da produção enxuta**. Bookman. Porto Alegre: 2008.
- BLACK, J. T. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- CORRÊA, H. L. C.A. **Administração de Produção e Operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2004.
- BUENO, W. P.; VEIGA, C. H. A. Estudo do mapeamento do fluxo de valor na formação do cabedal de calçados femininos. **Revista Gestão Industrial**, v. 12, n. 14, p. 127-149, 2016. DOI: 10.3895/gi.v12n4.4852
- EMILIANI, M. L. Origins of lean management in America. **Journal of Management History**, vol. 12, 2016.
- FERRO, J. R. A importância do tempo takt. **Lean Intitute Brasil**, Porto Alegre, set. 2005. Disponível em <<https://www.lean.org.br>>. Acesso em 01 de maio de 2018
- GHINATO, P. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza. Recife: 2000.
- IRANI, S. A. “Value Stream Mapping in Custom Manufacturing and Assembly” **The Ohio Manufacturer**. 2000.
- KENNEDY, F.; HUNTZINGER, J. Lean Accounting: Measuring and Managing The Value Stream. **Cost Management**, 31-38. 2005
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga em escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OLIVEIRA, R. C. M.; CORRÊA, V. A.; NUNES, L. E. N. P. Mapeamento do fluxo de valor em um modelo de simulação computacional. **Revista Produção Online**, jul./set, v.14, n. 3, pp. 837-861, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v14i3.1461>
- PEREIRA, C. M.; ANHOLON, R.; BATOCHIO, A. Proposição de método para definir as posições de paletes destinados a separação de cargas fracionadas em um armazém. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, ano 11, n. 4, out./dez. 2016.
- PICCHI, F. A. **Lean Thinking (mentalidade enxuta): avaliação sistemática do potencial de aplicação no setor de construção. Working paper**. Center for Technology, Police and Industrial Development, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA. 2001.
- PIRES, S. R. I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management) Conceitos, Estratégias e Casos**. Atlas, São Paulo, 2004.

QUEIROZ, J. A.; RENTES, A. F.; ARAUJO C. A. C. **Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor de uma situação real**. 2004. Disponível em <<http://www.hominiss.com.br/artigos.asp>> Acesso em: 31 de março de 2018.

RAGHAVAN, V. A.; YOON, S.; SRIHARI, K. Lean transformation in a high mix low volume electronics assembly environment. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.5 n.4, pp. 342-360, 2014.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo**: Um Guia de Ação para Gerentes, Engenheiros e Associados da Produção. São Paulo: Lean Institute Brasil. 2008.

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

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, L. B.; TORTORELLA, G.; NASCIMENTO, D. Análise do fluxo de valor sob uma perspectiva estocástica. **Revista Produção Online**. v. 18, n. 3, p. 995–1015. 2018. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v18i3.3052>.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

TYAGI, S.; CHOUDHARY, A.; CAI, X.; YANG, K. Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. **International Journal of Production Economics**, n.160, pp. 202-212, 2015.

VEIGA, C. H. A.; CEREZA, D. Mapeamento do fluxo de valor do desenvolvimento de mostruários: uma investigação em uma indústria de confecções. **Redige**, v. 4, n.2, 2013.

VEIGA, C. H. A.; SCHMITZ, A. L. Reestruturação de layout baseado no mapeamento do fluxo de valor: um estudo de caso em uma indústria de confecções. **Revista Gestão Industrial**, v. 14, n. 3, jul./set., 2018.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 4 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**, Rio de Janeiro, Ed. Campus, 2004.

YALCIN, M. et al. The improvement of hospital laboratory process using the principle of lean methodology (Toyota production system-spaghetti diagram). **Konuralp Tıp Dergisi** v, 10, n. 1, 2018.