

# Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) como ferramenta de produção enxuta: simulação de aplicação em uma fábrica de grampos para cabelo

## Value Stream Mapping (MFV) as a lean production tool: application simulation in a hairpin factory

Bruno Vinicius Aquino de Souza<sup>1,\*</sup>; Jônatas Franco Campos da Mata<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil.

\*[bruno.engpro@hotmail.com](mailto:bruno.engpro@hotmail.com)

### Resumo

Devido à concorrência cada vez mais acirrada, e também ao atual momento do mercado nacional, empresas de pequeno e médio porte vêm buscando alternativas para conseguirem sobreviver frente aos seus grandes concorrentes. Para isso é necessário adotar os mesmos métodos para eliminar desperdícios, diminuir custos e aumentar os lucros. Tendo em vista este cenário, optamos por utilizar o Mapa do Fluxo de Valor em uma pequena fábrica de grampos, por ser uma ferramenta que permite visualizar de forma macro a situação atual do fluxo de materiais e de informações. Por meio de ferramentas auxiliares da manufatura enxuta, foram mensurados os dados necessários para análise dos desperdícios e chegou-se à conclusão de que a alteração do *layout* apresenta o melhor custo-benefício, a ser adotado pela empresa em seu primeiro ciclo de aplicação do Mapa do Fluxo de Valor. A metodologia de pesquisa utilizada baseia-se em teste de teoria com estrutura de pesquisa experimental. Para previsão dos futuros resultados, a simulação foi realizada, de forma virtual, com o auxílio de determinados programas, como *Excel* e *Corel Draw*.

**Palavras-chave:** Manufatura Enxuta, Mapeamento do Fluxo de Valor, Simulação.

.....

Due to the increasingly fierce competition, and also at the current moment in the national market, small and medium-sized companies are looking for alternatives to be able to survive against their big competitors. This requires adopting the same methods to eliminate waste, reduce costs and increase profits. In view of this scenario, we chose to use the Value Stream Map in a small staple factory, since it is a tool that allows a macro view of the current situation of the flow of materials and information. By means of auxiliary tools of the lean manufacturing, the necessary data for analysis of the wastes were measured and it was concluded that the layout change presents the best cost-benefit, to be adopted by the company in its first cycle of application of the Map of the Value Stream. The research methodology used is based on theory test with experimental research structure. In order to predict the future results, the simulation was performed in a virtual way with the help of certain programs, such as Excel and Corel Draw.

**Keywords:** Lean Manufacturing; Value Stream Mapping; Simulation.

## 1 INTRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu em meados da década de 50, a partir de necessidades do mercado na indústria japonesa. O país encontrava-se em um momento pós-guerra, e esse método foi responsável por produzir grande variedade e baixa produção, sendo o oposto da produção americana proposta por Henry Ford de produção em massa, modelo utilizado até a crise do petróleo (Gonçalves e Miyake, 2003).

De acordo com Black (1998), o STP é uma extensão do Fordismo, porém com a produção sendo puxada a partir da demanda, ou seja, primeiramente recebe-se o pedido do cliente, em seguida é realizada a programação da produção com base no pedido, evitando gerar grandes estoques.

Womack e Jones (2004) demonstram, em suas abordagens, a cadeia de valor de um produto, que busca acompanhar todas as etapas da produção, desde a aquisição de matéria-prima até o pós-venda. Esta metodologia parte do princípio de que as atividades executadas, durante todo o processo, devem agregar o máximo possível de valor, aos olhos do consumidor final. Por meio do mapeamento de fluxo, é possível realizar a rastreabilidade de cada etapa do processo de produção, identificando os pontos que apresentam desperdício e, assim, trabalhando com os princípios da produção enxuta.

Segundo Lee (2006), o *Value Stream Mapping* (VSM) ou Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta que faculta uma visão abrangente de todo o sistema, evidenciando a interação existente entre os processos, o que permite identificar toda a fonte ou causa de desperdício existente.

O VSM é muito útil, porque cria um “mapa visual” de cada processo envolvido no fluxo de materiais e informações na cadeia de valores de um produto. Esse mapa consiste em um desenho do estado atual, um desenho do estado futuro e um plano de implementação (KRAJEWSKI et al., 2009).

A eliminação de desperdício e a fabricação com qualidade são os dois princípios mais importantes do Sistema Toyota de Produção (STP). O primeiro procurando reduzir ou até mesmo extinguir atividades que não agregam valor, e o segundo produzir com zero defeito.

A partir dos conceitos abordados, o objetivo geral é analisar os desperdícios no processo produtivo de uma fábrica de grampos para cabelo. Para tal, foi utilizado o mapeamento do fluxo de valor e ferramentas auxiliares, presentes nos conceitos de produção enxuta.

Para diagnosticar a situação da empresa, primeiramente foi realizada uma entrevista informal, a fim de coletar dados preliminares. Entender suas necessidades foi essencial para aplicar o VSM e as demais ferramentas da manufatura enxuta, pois isto contribui no direcionamento e percepção dos problemas diários da produção. Com os resultados da estratificação dos desperdícios, identificou-se aquelas que possuem um maior grau de relevância, verificando-se as possibilidades e gerando a simulação de um novo cenário para a empresa. Em seguida, foram apresentadas as propostas de melhoria.

## 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Ao familiarizar-se com os produtos e processos produtivos da empresa X, estabeleceram-se as diretrizes dos objetivos específicos, são elas:

- Diagnosticar a situação atual: análise dos fluxos de produção e informação dentro da fábrica;
- Identificar os principais desperdícios presentes em cada etapa da produção, com aplicação do VSM e auxílio do estudo de tempos e movimentos, por meio de gravações de vídeos e utilizando o *Excel* para estratificar e qualificar cada ação.
- Simular a redução dos desperdícios que afetam significativamente a produção, que não dependam de grande investimento, elaborando o desenho do VSM futuro por meio do software *Corel Draw*.
- Análise das melhorias apresentadas após a simulação.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

Monden (2015) considera que o STP tem como seu principal princípio, o aumento do lucro, por meio da redução de custos ou aumento da produtividade. Esses fatores, por sua vez, são obtidos pela eliminação dos desperdícios, como o excesso de estoque e de pessoal.

O Quadro 1 a seguir, exhibe as principais técnicas, métodos e ferramentas do STP, destacadas por Monden (2015) para atingir o objetivo citado acima. Tais técnicas são empregadas constantemente no chão de fábrica para reduzir custo, defeitos, estoques, para deixar a produção mais fluida, organizada e com a distribuição de tarefas equilibrada.

<b>Técnicas</b>	<b>Definição</b>
<i>Just-in-time</i> (JIT)	Significa basicamente produzir as unidades necessárias nas quantidades necessárias dentro do tempo necessário.
<i>Kaizen</i>	São pequenas melhorias que ocorrem continuamente na organização por meio da participação de todos, usando círculos de controle de qualidade e sistemas de sugestões.
<i>Poka-yoke</i>	Dispositivo introduzido na máquina ou na linha de produção que previne produtos defeituosos, como um dispositivo à prova de erros.
Gestão da Qualidade Zero Defeito (GQZD)	Desenvolvimento, projeto e fabricação de produtos que satisfazer as necessidades dos consumidores ao menor custo possível.
<i>Layout</i> celular	A essência desse <i>layout</i> é o agrupamento de uma família de peças em um fluxo linear, usualmente em forma de U. Geralmente conferem a flexibilidade para se aumentar ou diminuir o número de trabalhadores necessários para se adaptar às mudanças de demandas.
Fluxo contínuo/unitário	Consiste da introdução de cada unidade à linha, equilibrada pela finalização de outra unidade de produto acabado, conforme encomendado pelas operações dentro de um <i>takt time</i> .
<i>Takt time</i>	Consiste da produção e disponibilização de cada unidade de produto em conformidade com o seu próprio intervalo de tempo dentro do qual uma unidade do produto possa ser vendida em média. Considerado um fator primordial para que haja sincronização da produção.
Sistema <i>Kanban</i>	Sistema que gerencia o JIT, sendo um sistema de informações para controle que permite puxar a produção em cada processo.
Troca Rápida de Ferramentas (TRF)	Técnica que viabiliza a redução dos tempos de <i>setup</i> . Para que ocorra a redução desse tempo, deve-se planejar a conversão do <i>setup</i> interno (atividades de preparação com a máquina parada) em <i>setup</i> externo (atividades de preparação com a máquina em funcionamento).
Círculos de Controle de Qualidade (CCQ)	Consiste de pequenos grupos formados por trabalhadores que estudam espontânea e continuamente conceitos e técnicas de controle de qualidade a fim de oferecer soluções para problemas em seu local de trabalho.

Quadro 1 – Definições de métodos e ferramentas do STP.

Fonte: Monden (2015).

Com as técnicas a serem utilizadas bem definidas é de suma importância explicar e exemplificar a aplicação de cada conceito para todos os envolvidos, desde o chão de fábrica até a diretoria, para facilitar o fluxo de informação no momento de coletá-las.

Ohno (1997) desenvolveu um sistema completo, que corretamente encaixado, contribuiu para que sua organização obtivesse uma maior lucratividade com menos recursos em um menor período de tempo, otimizando ao máximo a manufatura fabril. A Produção Enxuta refere-se a conceitos e ferramentas como *Just-in-Time*, fluxo contínuo de materiais, produção puxada, 5S, *poka yoke*, trabalho padronizado, controle visual, entre outros, usados para favorecer o lucro a curto, médio e longo prazo, e a possibilidade de fazer mais com os mesmos recursos (DEMETERE MATYUSZ, 2011).

*Muda*, *Mura* e *Muri* são expressões tradicionais da língua japonesa, relacionadas ao Sistema Toyota de Produção com o intuito de identificar os desperdícios encontrados nas organizações. Segundo Brasa (2007), os 3MU são definidos como: *Muda* (Desperdício); *Mura* (Variação, flutuação, inconstância); *Muri* (Sobrecarga, excesso). A Figura 1 apresenta os tipos de *Muda*.

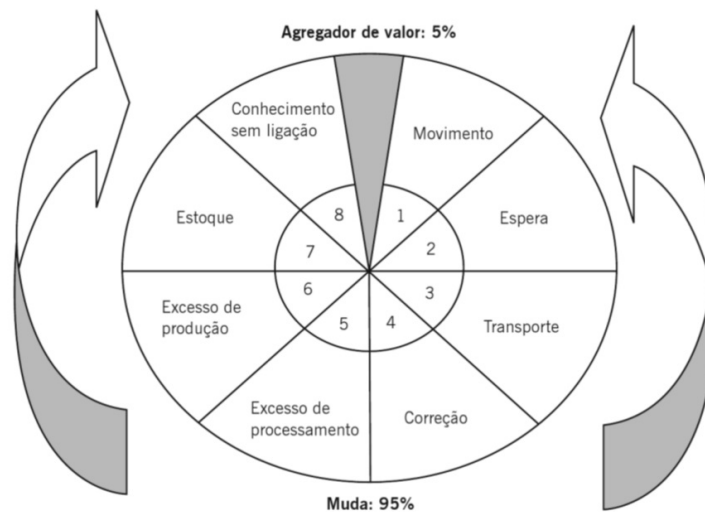


Figura 1 – Os tipos de *Muda*.  
 Fonte: Adaptado de Dennis (2008).

Com relação à produção enxuta, o objetivo principal desta ferramenta é agregar valor enxuto desde a matéria-prima até o produto acabado, ou seja, é preciso ter uma visão abrangente, levando em conta melhorias no processo como um todo e não apenas processos individuais. Conforme afirmação de Rother e Shook (2003), o fluxo de valor enxuto é a ferramenta mais adequada e importante para o mapeamento do fluxo de valor, apesar de ser considerada simples foi criada e difundida em todo o mundo pelos mesmos, onde aborda: 1) o mapeamento do fluxo de material; 2) o mapeamento do fluxo de informação.

Existem algumas etapas a serem seguidas, durante a fase de desenvolvimento do MFV. Inicialmente, é escolhida uma família de produtos. Assim, acompanha-se todas as etapas, por meio de um processo chamado porta-a-porta, que vai desde o fornecedor, passando pelas etapas produtivas até chegar ao cliente final. Desta maneira, desenha-se o mapa atual da empresa, levando em consideração o fluxo de material e informação (Figura 2). Assim, ao finalizar o desenho da situação atual, começa a etapa do desenho futuro,

esse por sua vez, deve transpor a forma com o qual o valor deve-se comportar, após as melhorias sugeridas para o fluxo de material e informação.

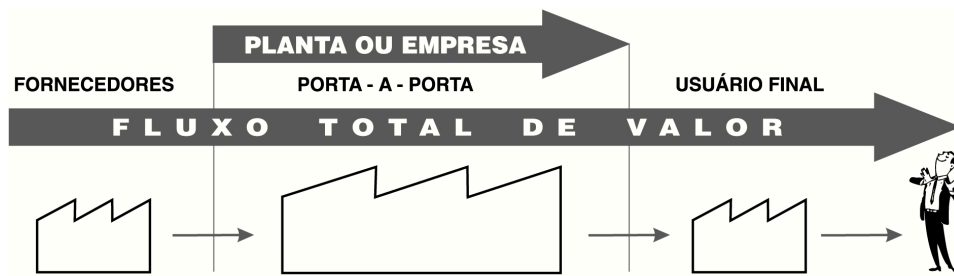


Figura 2 – Fluxo de valor porta-a-porta.  
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003).

De acordo com Rother e Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor apresenta diversas potencialidades, como por exemplo:

- Enxerga mais do que processos individuais, abrange o fluxo como um para melhor compreensão;
- No fluxo de valor a ferramenta identifica os desperdícios e a fonte da ocorrência dos mesmos;
- Transmite uma linguagem de fácil entendimento a respeito dos processos produtivos;
- É um facilitador nas tomadas de decisão, ao facilitar a compreensão do fluxo;
- Relaciona práticas e conceitos da produção enxuta, para evitar implementações de técnicas de forma isolada;
- Ministra um pilar de plano para implementação, além de ser referenciar e abordar a forma com o qual um fluxo porta-a-porta deverá fluir;
- Realiza uma conexão entre fluxo de informação e fluxo de material;
- Por ser uma ferramenta qualitativa, busca detalhar a produtividade para demonstrar como deve ser o funcionamento, de tal forma que agregue valor no fluxo.

De acordo com conceitos de Rother e Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor necessariamente seguirá as três etapas seguintes, descritas na Figura 3:

- Família de produtos: nessa fase deve-se selecionar uma família de produtos que demonstram o mesmo comportamento durante o processo de produção, utilizando equipamentos e máquinas semelhantes;
- Desenho do estado atual e futuro: para a concretização dessa etapa é necessário realizar coleta de dados junto ao chão de fábrica. As setas indicadas no mapa de fluxo possuem dois sentidos, ao passo que é desenhado o estado atual também desenvolve as ideias do estado futuro, logo, ao criar o estado futuro é possível verificar algo que tenha passado despercebido no estado atual;

- Plano de trabalho e implementação: deve-se preparar um plano em uma página, que demonstre os caminhos para se alcançar o estado futuro, e implementar o quanto antes. No entanto, quando o estudo futuro se torna a nova realidade da empresa, é necessário construir um novo estado futuro, garantindo assim a aplicação da técnica de melhoria contínua no fluxo de valor. Por esse motivo a importância de uma implementação rápida do mapa de fluxo do estado futuro, toda vez que está sendo implementado na fábrica, irá eliminar desperdícios e agregará valor para o cliente, ao passo que outro estado futuro é desenhado.

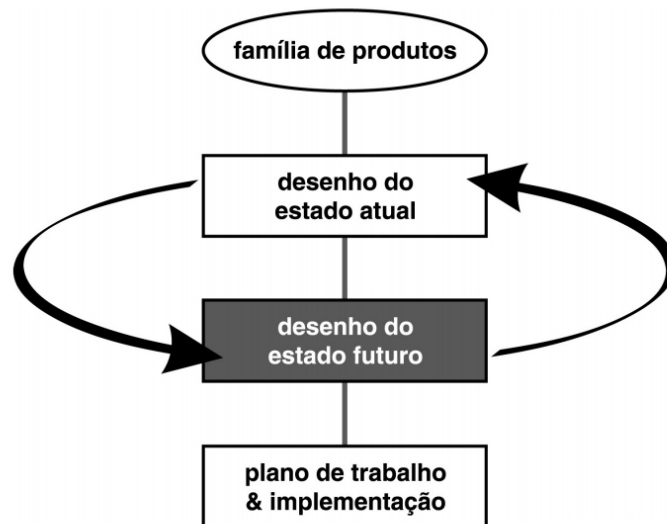


Figura 3 – *Etapas básicas do mapeamento do fluxo de valor.*  
Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003).

Para Rother e Shook (2003), ao se desenhar o estado atual e futuro no mapeamento do fluxo de valor, há uma série de ícones e/ou símbolos que auxiliam no desenvolvimento. Essas simbologias podem ser desenvolvidas pela própria empresa, ou adicionadas de algum outro processo, desde que sejam claras e tenham a devida consistência, de tal forma que qualquer integrante consiga desenvolver o desenho e compreender os mapas que contribuem para aplicação das técnicas de produção enxuta.

Na Figura 4, estão os ícones principais e mais utilizados na elaboração do mapeamento do fluxo de valor.

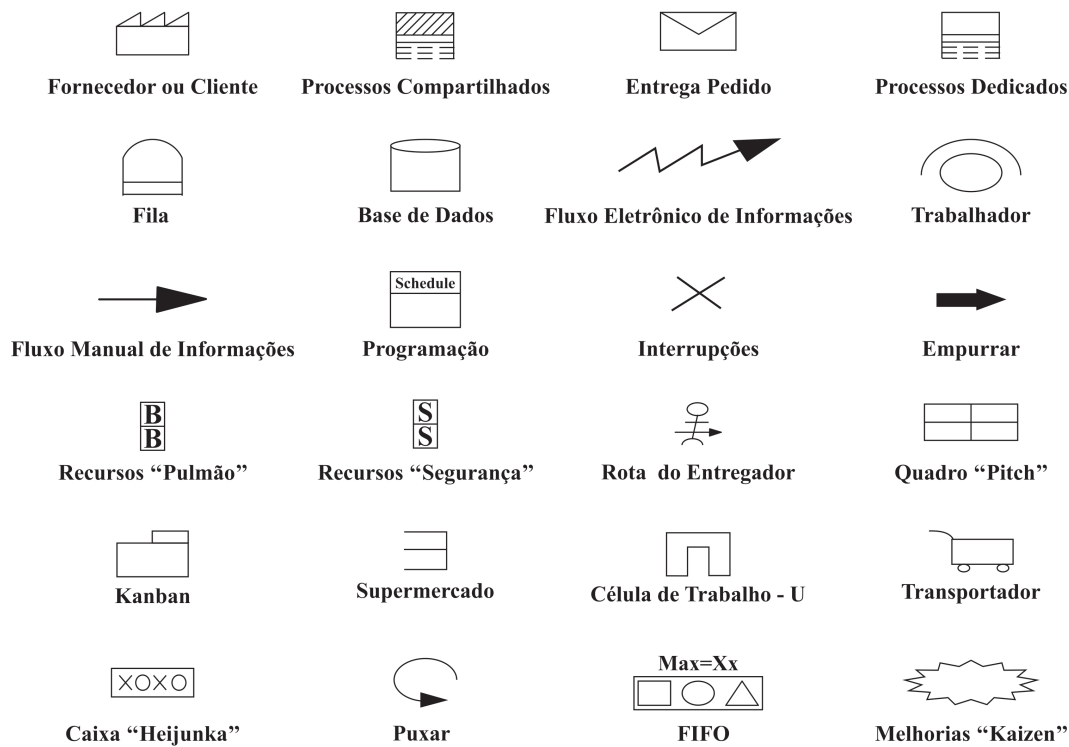


Figura 4 – Ícones do Mapeamento do fluxo de valor.

Fonte: Rother e Shook (2003).

Alguns conceitos são fundamentais na metodologia de MFV. São eles:

- *Lead Time*: é o tempo decorrido do momento que inicia a primeira atividade (pedido) até o momento de conclusão da última etapa (produto acabado entregue ao cliente), uma forma de determiná-lo é cronometrar uma peça marcada que se move da entrada até a saída da linha de produção (ROTHER e SHOOK, 2003);
- *Takt time*: corresponde ao ritmo de produção necessário para atender a demanda (a palavra alemã *takt* corresponde ao ritmo musical), ou seja, o tempo de produção que se têm disponível pelo número de unidades a serem produzidas em função da demanda (ALVAREZ e ANTUNES JR, 2001);
- Tempo de ciclo (T/C): intervalo de tempo entre unidades sucessivas que saem de um processo, ou seja, o tempo transcorrido entre a repetição do início ao fim da operação. Significa também o tempo para que o operador complete o ciclo de trabalho para uma unidade (MOURA, 1996);
- Disponibilidade ou utilização: segundo Palomino et al. (2010), este índice refere-se à relação entre o tempo operacional de um equipamento ou sistema de equipamentos e o tempo efetivamente programado para sua operação, como apresenta a Figura 5, a seguir.

$$\text{Índice de Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo Programado}}$$

Figura 5 – *Índice de Disponibilidade*.  
Fonte: Adaptado de Palomino et al. (2010).

- Simulação: conforme Pereira (2000), a simulação computacional é a representação de um sistema real por meio de um modelo, utilizando um programa de computador (software). O objetivo da simulação é estudar o comportamento de um sistema, sem que seja necessário modificá-lo ou mesmo construí-lo fisicamente;
- *Layout*: pode ser definido como arranjo físico no contexto empresarial, sendo mais comum a utilização da expressão *layout*. (PEINADO e GRAEML, 2007). O arranjo físico procura uma combinação otimizada das instalações industriais e de tudo que ocorre dentro da produção, de um espaço disponível. Visa integrar equipamento, mão de obra, material, áreas de movimentação, estocagem, administração, mão de obra indireta, e todos os itens que possibilitam uma atividade industrial (PAOLESCHI, 2009);
- Crono análise (Estudo de tempos e movimentos): é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho, objetivando projetar o melhor método de trabalho, padronizá-lo e determinar o tempo gasto por uma pessoa devidamente capacitada, em ritmo normal, para executar uma determinada operação (CONTADOR, 1998). Para realizar a crono análise é necessário estar bem claro onde começa e terminar cada operação, assim é possível determinar um conjunto de elementos (ações) realizada em cada operação para classificá-las. A classificação por sua vez permite identificar o percentual do valor agregado na operação e o percentual de desperdícios, resultando no direcionamento para as possíveis melhorias no processo (SOUZA, 2012).

Conforme Souza (2012), há três tipos de classificação dos elementos em relação à agregação de valor:

- *Value Added* (VA): Atividades que agregam valor ao produto;
- *Semi Value Added* (SVA): Atividades com valor semiagregado;
- *Non Value Added* (NVA): Atividades que não agregam valor ao produto;
- Diagrama de Espaguete: ferramenta que ajuda a estabelecer o *layout* ideal com observações de distâncias percorridas na realização de determinadas atividades. É utilizada, frequentemente, no âmbito do *Lean Manufacturing*.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O artigo foi iniciado através de pesquisas em fontes bibliográficas disponíveis na literatura sobre Produção Enxuta e Mapeamento de Fluxo de Valor. Foram realizados levantamentos em publicações, artigos e livros, com a intenção de aprimorar o conhecimento nestes assuntos. Em seguida, já na fábrica, foram utilizadas as seguintes técnicas de coleta

de dados, de acordo com a tipologia de Cervo et al. (2007): observação assistemática, observação sistemática e entrevista semiestruturada.

Para a elaboração deste artigo, foram analisadas e sugeridas mudanças, que, se colocadas em prática, podem ajudar a diminuir e, a médio prazo, sanar alguns dos problemas citados pela diretoria da empresa. O estudo tem uma natureza qualitativa, combinada à demonstração de alguns dados quantitativos para verificação de resultados.

A observação assistemática é realizada como estágio inicial para estudos de casos ou como prévio levantamento de fatos, ocorrências e objetos que aparecem num contexto natural, não preparado pelo observador, mas selecionado previamente, embora não forneça dados definidos, é de grande utilidade para levantamento de hipóteses, a serem avaliadas em posteriores pesquisas (GRESSELER, 2003). Esta observação foi realizada no processo produtivo da empresa, constituindo-se o primeiro passo das atividades práticas, para apontar possíveis pontos de melhorias a serem estudadas e potencialmente aplicadas na empresa.

A observação sistemática, designada também como estruturada, pressupõe o planejamento de ações, configurando assim em uma observação direcionada, ao contrário da assistemática. Quadros, anotações, escalas, dispositivos mecânicos são alguns dos instrumentos que podem ser utilizados nessa observação (MARCONI e LAKATOS, 2003). Nesse momento adotamos a filmagem para registrar todas as ações realizadas pelos funcionários em cada etapa do processo, além de anotar relevantes informações e dados, para auxiliar a análise dos processos por meio da crono análise, essa por sua vez consiste em ver os vídeos de forma pausada, onde se deve desmembrar em etapas e destas descrever todas as ações realizadas pelos funcionários em um programa que permita posteriormente avaliar cada ação em: atividades que agregam valor, agregam parcialmente e não agregam valor ao processo. Para realização dessa mensuração e descrição das atividades adotamos o programa *Excel*.

Sobre a entrevista semiestruturada, Bryman e Bell (2007) citam a mesma como um tipo de entrevista mais geral, com perguntas organizadas em sequências aleatórias. Neste tipo de entrevista, existe um maior interesse no ponto de vista do entrevistado. Essa entrevista foi realizada com perguntas previamente estruturadas e com perguntas complementares de forma espontânea para recolher dados qualitativos e quantitativos das etapas produtivas. Através da coleta de dados, foram levantados os seguintes parâmetros: tempo ciclo; *lead time* e *Takt time*.

Foram observados, ainda, os estoques (matéria-prima, intermediário e produto acabado), a disponibilidade de produção e o número de funcionários. Com os resultados elaboramos uma proposta de mudança de *layout* construída no programa *Corel Draw*, quantificando-se a melhoria pelo diagrama de espaguete por meio do mesmo software.

A presente pesquisa desenvolveu-se também por meio de um estudo de caso. Segundo a metodologia de Martins et al. (2014), o estudo de caso possibilita o chamado "teste da teoria", ou seja, a previsão de futuros resultados. O estudo de caso é um método qualitativo que busca aprofundar uma unidade individual. A intenção desse tipo de estudos é responder a questionamentos de uma pesquisa, na qual o pesquisador é leigo, ou necessita aprofundar seus conhecimentos a respeito do fenômeno estudado.

Os passos executados foram: realizar uma entrevista informal junto à diretoria da empresa X, a fim de entender as etapas do processo produtivo, entradas e saídas; elaborar o desenho de *layout*, paralelo ao desenho do mapa atual elaborado com base

nos dados coletados; efetuar uma análise mais aprofundada dos desperdícios, os quais foram evidenciados após a elaboração do desenho do mapa atual; realizar a simulação de estratégias para combater as perdas encontradas, tendo como enfoque a demonstração, em termos quantitativos, dos principais ganhos a serem gerados; elaborar o desenho de *layout* futuro, de forma simultânea ao desenho do mapa futuro; relacionar as possíveis melhorias e práticas *lean*, dentro do processo, visando a redução e a eliminação de desperdícios, bem como o aumento da lucratividade para a empresa.

#### 4.1 A empresa

A empresa X (nome fictício) selecionada como objeto de estudo deste trabalho, fabrica grampos para cabelo desde 1958, situada em Contagem - MG abrange todo o território nacional. Segundo informações preliminares da diretoria, problemas no *layout* do chão de fábrica e algumas máquinas antigas têm contribuído negativamente para que a produção dos grampos não consiga atender a demanda do mercado, ocasionando constantes atrasos nas entregas dos pedidos.

Atuam neste segmento, as empresas Alpha, Beta e Gama (nomes fictícios), fundadas em 1964, 1971 e 1955 respectivamente que são seus principais concorrentes. Devido à forte concorrência entre elas, os gestores da empresa X buscam formas de aumentar sua capacidade produtiva, para garantir uma maior participação no mercado.

Diante desse aspecto mercadológico e competitivo a empresa X nos ofereceu todo o suporte e autorização necessária para promover uma análise aprofundada de todo o processo produtivo. Podemos considerar que a produção dos grampos consiste em 10 grandes etapas entre o início da produção até a expedição, para uma análise minuciosa filmou-se todas as etapas, estratificou-se cada ação de cada etapa com o auxílio do Excel. Em seguida classificaram-se cada uma das ações e separaram-se, em gráficos, apenas as atividades que não agregam valor ao produto. Através dessa classificação, foi possível identificar e propor as devidas melhorias no processo fabril.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para elaborar o fluxograma de processos, utilizou-se a abordagem do mapa de fluxo de valor. Foi efetuada a verificação do estado atual, em relação ao fluxo de processamento até a expedição. Verificou-se que o processo de fabricação de grampos para cabelo, até sua fase final, onde são embalados, é dividido, basicamente, em 10 etapas: laminação; máquina (corte/dobra); pintura; forno 1; resina; forno 2; embalagem comercial; seladora termo encolhível; embalagem em caixa máster; e expedição. A Figura 6 exibe o fluxograma global.

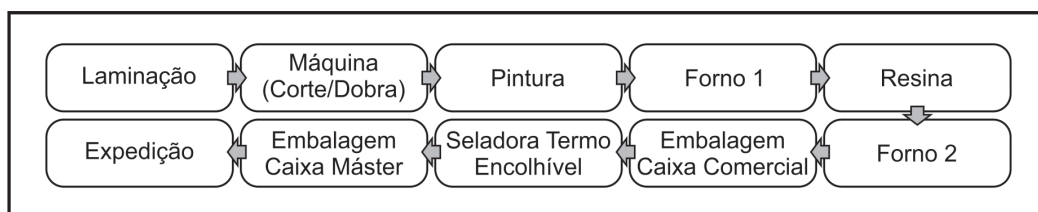


Figura 6 – Fluxo da produção até a expedição.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A produção é programada pela diretoria, conforme o recebimento dos pedidos dos clientes (tamanho, cor e quantidade). Em seguida, a programação é preenchida em um quadro, no qual o encarregado define a programação das atividades. Inicialmente, o funcionário vai ao estoque, seleciona o devido arame e, em seguida, posiciona o mesmo na máquina de laminação (existem dois modelos de máquinas, dependendo da espessura do grampo). Após a laminação, o empregado transporta os arames conformados para um estoque intermediário, próximo da entrada de linha de produção.

Conforme o quadro preenchido de programação, as máquinas são alimentadas com os devidos arames do estoque intermediário, sendo que nessa etapa o arame é dobrado e cortado pela máquina, tomando a forma final do grampo, além de ser inserido em um tipo de cabo contínuo, responsável por transportar o grampo por todo o processo produtivo. Quando os grampos estão sendo transportados pelo cabo, o funcionário retira algumas unidades para verificar se apresentam alguma avaria ou se estão no padrão de qualidade. O passo seguinte é o processo de pintura. Conforme os grampos se deslocam pelo cabo, uma máquina bombeia a tinta sobre eles. A tinta que cai retorna a máquina, e o processo se repete continuamente.

A próxima etapa corresponde ao transporte dos grampos para o forno 1, com temperatura aproximada de 200 °C. Em seguida, a parte inferior dos grampos recebe, em suas pontas, a resina em estado líquido e segue para o forno 2, com temperatura aproximada de 200 °C, finalizando assim a etapa de produção do grampo.

Após a etapa da produção, os grampos são transportados até a fase de embalagem em caixa comercial. Nessa etapa, o funcionário monta a caixa, recolhe os grampos do cabo, os coloca dentro da caixa e efetua a pesagem. Assim que o funcionário verifica o alcance do peso correto, o mesmo fecha a caixa, estocando-a ao lado em uma bancada. Quando os estoques atingem um determinado nível, outro funcionário recolhe o estoque das bancadas de cada final de linha e os posiciona em outra bancada. Nessa fase, este funcionário coloca uma certa quantidade de caixas na máquina seladora termo encolhível. Desta forma, as pequenas caixas ficam embaladas a vácuo, dentro de um filme. Em seguida, tais caixas são colocadas nas embalagens denominadas de caixa máster, e assim são estocadas na expedição.

Para elaborar o MFV, a primeira etapa descrita por Rother e Shook (2003) é a escolha da família de produtos. Para o presente estudo de caso, a empresa X fabrica apenas grampos para cabelo. Apesar de ter tamanhos e cores variadas, o modo de fabricação é o mesmo, tornando-se, assim, uma única família de produtos produzidos pela mesma.

O fluxo da produção é realizado de forma “puxada”, pois, conforme mencionado anteriormente, a diretoria recebe os pedidos e projeta a programação da produção em um quadro, e em seguida o encarregado verifica e distribui as atividades conforme os pedidos dos clientes. Os grampos são produzidos em três cores (preto, dourado e castanho) e dois tamanhos (pequenos e grandes). Desta forma, não há programação de produção de grampos para estoque, e sim somente é produzida a quantidade e qualidade definida pelas demandas dos clientes. Os cálculos da programação de produção, *takt time* e outras estimativas importantes para comparar o desempenho atual com o desempenho futuro esperado, são demonstradas no Apêndice, ao final deste trabalho.

No início da análise, a fábrica possuía seis máquinas de corte e dobra, que cortavam o arame (pequeno ou grande) e dobravam no formato padrão, conforme pedido. Essas seis máquinas eram, abastecidas por rolos de arames anteriormente trefilados, graças a duas máquinas de laminação. Para aumentar a produção, a gerência adquiriu uma nova

máquina com maior capacidade produtiva. De acordo com dados fornecidos pelos gestores da empresa, posteriormente comprovados pela observação do estoque intermediário do produto acabado ao final de cada linha, verificou-se que a nova máquina tinha um aumento produtivo de 25% em relação às outras. Este fato ajudou, consideravelmente, a diminuir o atraso na entrega de pedidos.

Na Figura 7, é apresentado o desenho do mapa atual da empresa, contendo: fluxo de processamento e informações; tempo de ciclo; *takt time* e tempo de utilização das máquinas. Os respectivos cálculos podem ser observados no Apêndice.

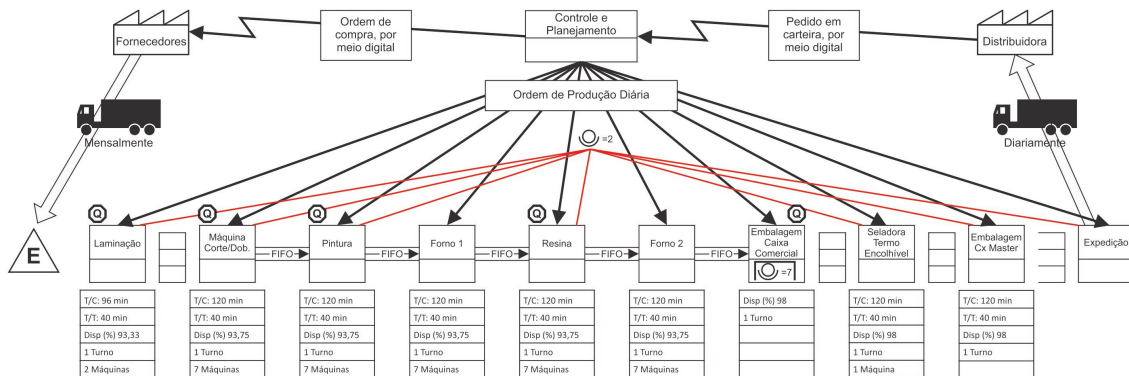


Figura 7 – Mapa do estado atual.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tendo como foco diminuir o desperdício dentro da produção, já que o acesso junto a clientes e fornecedores era restrito, iniciou-se um ciclo de filmagem com duração de uma semana. Tal procedimento objetivou coletar dados para o abastecimento da crono análise, com o auxílio do programa *Excel*, descrevendo-se todas as ações realizadas pelos funcionários em cada uma das etapas da produção até a expedição. A partir disso, analisou-se as atividades, utilizando-se os critérios de classificação definidos por Souza (2012), em relação a agregação de valor: *Value Added* (VA) (atividades que agregam valor ao produto); *Semi Value Added* (SVA) (atividades com valor semi-agregado); e *Non Value Added* (NVA) (atividades que não agregam valor). A Figura 8 apresenta, graficamente e de forma percentual, a participação dos tempos relativos às atividades (VAA x NVA x SVAA).

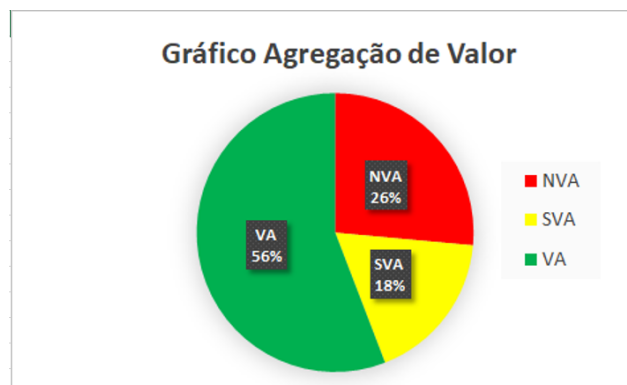


Figura 8 – Agregação de valor.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em seguida, foram estratificadas as atividades de NVA, gerando um gráfico de barras. Tal gráfico possibilitou identificar os principais desperdícios encontrados, conforme exibido na Figura 9. A seguir, analisou-se os desperdícios, percebendo-se que, para combater o maior deles, é exigido um alto grau de investimento financeiro. Na crise atual do mercado, este investimento torna-se inviável.

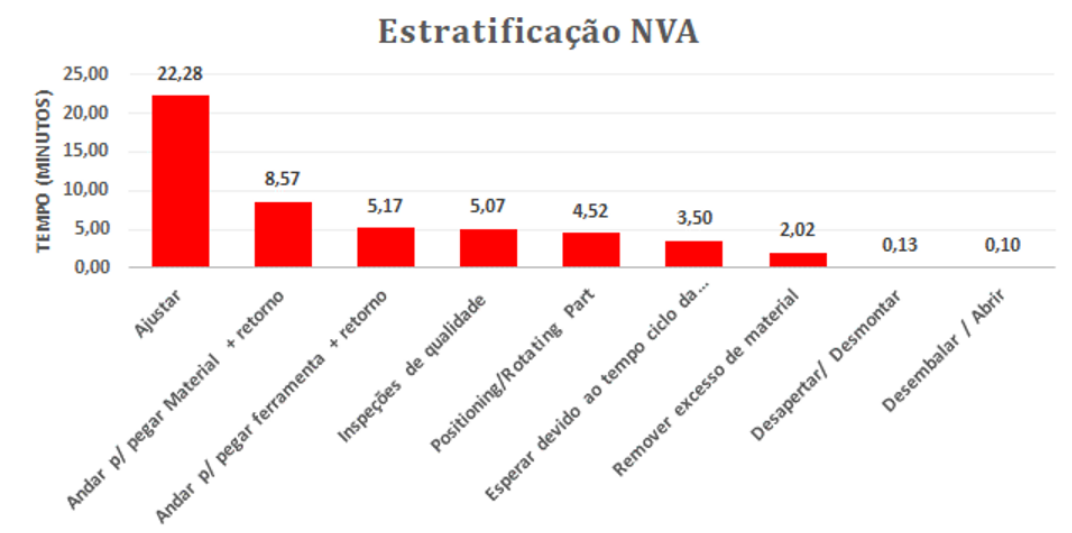


Figura 9 – *Estratificação NVA*.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Partindo do pressuposto de encontrar formas de reduzir os desperdícios e aumentar a lucratividade com o menor investimento possível, destacou-se uma potencial situação: a máquina corte-dobra constantemente cessa seu correto funcionamento, por diversos motivos. Por exemplo, caso o arame laminado da bobina esteja com alguma avaria, a máquina deixa de funcionar. Pelo que foi observado durante as gravações, o funcionário responsável pelo abastecimento das sete linhas de produção é o mesmo que trabalha junto às máquinas de laminação dentre outras atividades. Percebeu-se que, durante a fase de laminação, na qual o funcionário fica literalmente segurando uma guia para o arame ser enrolado de forma balanceada na bobina, o mesmo não consegue perceber as paradas de linha. Isto deve-se aos elevados ruídos das demais máquinas, além de haver uma significativa distância entre a laminação e o corte-dobra. Tais ocorrências, no final do turno, geram cerca 30 minutos de paradas por linha de produção.

Conforme problemas citados no parágrafo acima, correlacionados à Figura 9, gerado pela estratificação dos desperdícios da crono análise, percebeu-se que um dos pontos mais críticos, em relação ao desperdício, está relacionado com distância e movimentação. Para tal, foi realizado o desenho do *layout* de acordo com a Figura 10, seguido de uma análise através de um diagrama de *spaghetti*, conforme Figura 11.

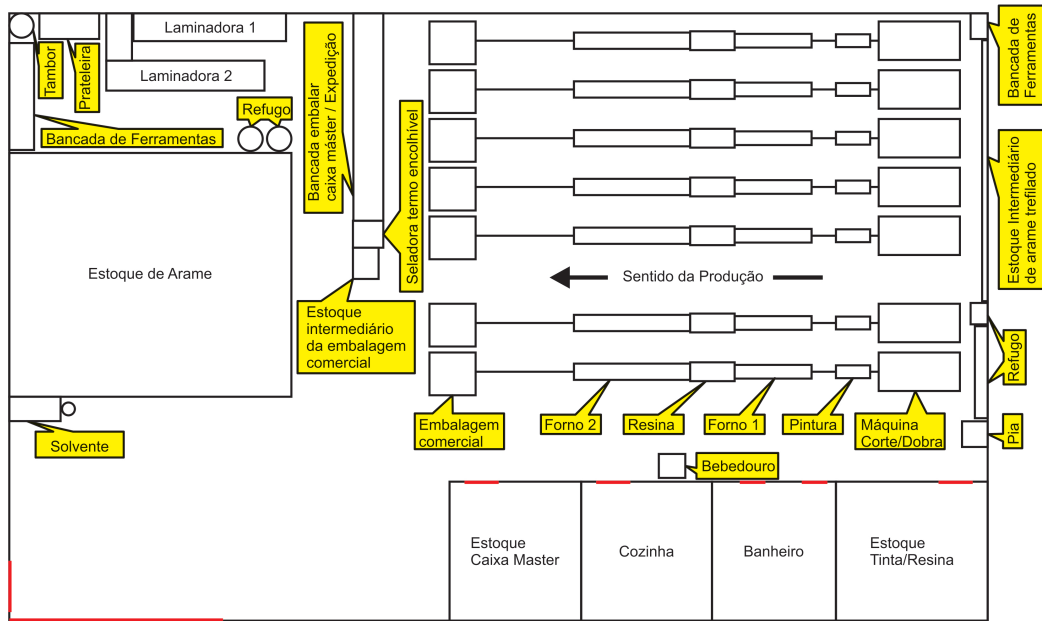


Figura 10 – *Layout atual da Empresa X.*  
Fonte: Elaborado pelos autores.

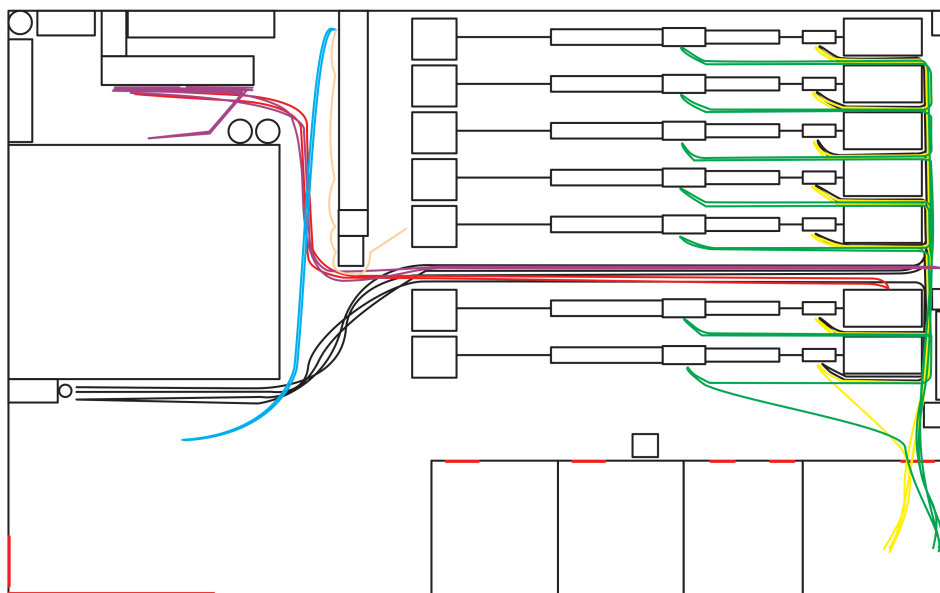


Figura 11 – *Diagrama de espaguete.*  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Através de análise da Figura 11, pode-se averiguar a movimentação, de forma quantitativa, demonstrada no Quadro 2 a seguir.

Cor	Atividade	Distância (metros)	Repetição por Turno
■	Solvente	144,397	2
■	Resina	123,619	4
■	Tinta	77,866	2
■	Estoque Intermediário Bobina Laminada	74,507	5
■	Balacear Laminação para Máquina Corte/Dobra	47,996	4
■	Emballar cx máster / Expedição	8,335	4
■	Expedição / Transporte	23,18	2

Quadro 2 – Movimentação realizada no layout atual.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Destaca-se, no quadro acima, a movimentação em metros por ciclo de atividade executada pelo funcionário responsável. Somando-se as movimentações, encontra-se o número de 499,87 metros.

A partir destes resultados, concluiu-se que a mudança de *layout* seria a melhor solução para combater o desperdício de movimentação. Com a diminuição da movimentação para executar as atividades, o funcionário responsável, além de ter um menor desgaste, conseguiria combater possíveis problemas mais rapidamente e com maior eficácia. Desenhou-se um novo *layout* demonstrado a seguir na Figura 12, que como citado anteriormente, aproximou as atividades que necessitavam maior movimentação. Após isso, gerou-se um novo diagrama de espaguete, como demonstrado na Figura 13, apresentando a nova movimentação.

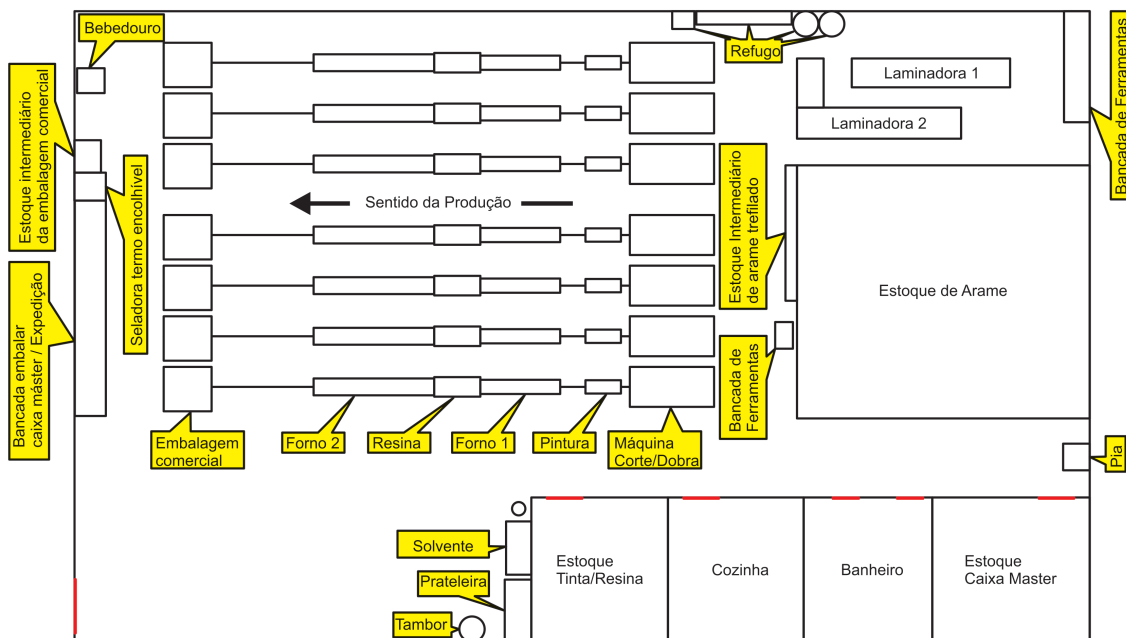


Figura 12 – Layout futuro proposto para a Empresa X.

Fonte: Elaborado pelos autores.

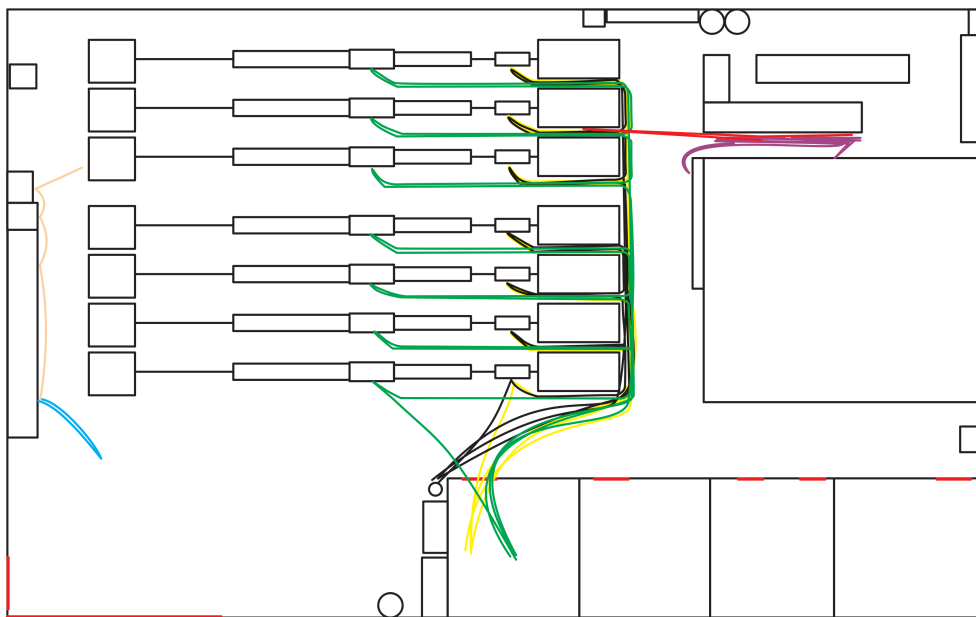


Figura 13 – Novo diagrama de espaguete (futuro).  
 Fonte: Elaborado pelos autores.

Através de análise da Figura 13, pode-se visualizar a mudança significativa das movimentações. De forma quantitativa, o Quadro 3 apresenta estas alterações.

Cor	Atividade	Distância (metros)	Repetição por Turno
■	Solvente	73,214	2
■	Resina	119,831	4
■	Tinta	75,54	2
■	Estoque Intermediário Bobina Laminada	31,239	5
■	Balacear Laminação para Máquina Corte/Dobra	10,447	4
■	Embalar cx máster / Expedição	6,112	4
■	Expedição / Transporte	3,98	2

Quadro 3 – Movimentação realizada no layout futuro.  
 Fonte: Elaborado pelos autores.

A respeito dos dados do quadro acima, pode-se observar que os valores de movimentação em metros diminuíram, significativamente, em relação ao *layout* atual. Somando-se as distâncias, chega-se ao número de 320,363 metros, valor 46% menor que o anterior que tinha o somatório de 499,87 metros.

Foi elaborado o mapa futuro, apresentado na Figura 14. O mesmo demonstra o aumento percentual de 1,04% no tempo de disponibilidade de máquinas, além da diminuição dos tempos de máquina parada, decorrente da diminuição da movimentação. Tais mudanças podem acarretar a elevação das unidades de grampos produzidas.

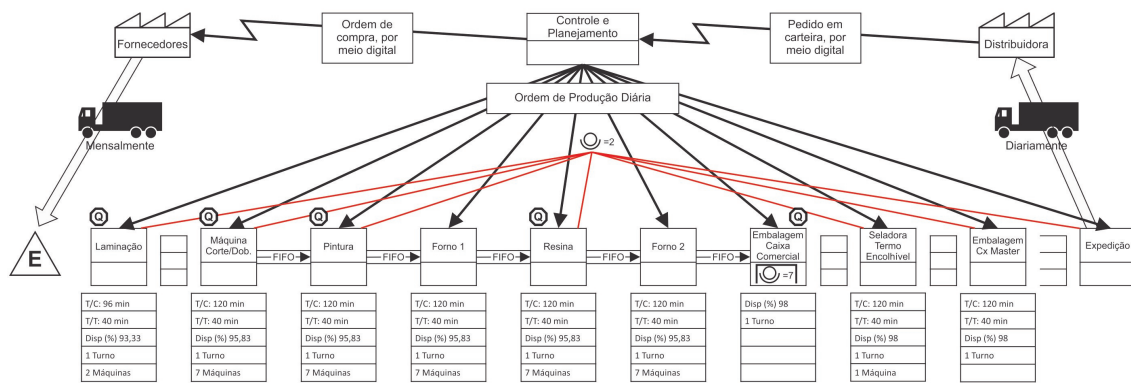


Figura 14 – Mapa do estado futuro.  
 Fonte: Elaborado pelos autores.

Para permitir a comparação entre a situação atual e os resultados gerados pelas simulações, foi elaborado o Quadro 4, a seguir. Pode-se destacar, inicialmente, a redução na movimentação do estado atual de 499,87 metros para 320,36 metros após a simulação da alteração do *layout*, ou seja, uma redução de 46%. Considerando apenas a redução na movimentação, mensura-se um aumento na produção de 1,04% e um ganho de 5 minutos do tempo de funcionamento desses equipamentos de corte / dobra. Ao final do expediente, tem-se uma produção de 6.041 grampos a mais, valor esse que representa 30,2% do total de grampos de uma Caixa Máster (20.000 grampos).

Melhoria	Antes	Depois	Diferença (%)
Movimentação	499,87 metros	320,36 metros	46 ↓
Máq. Corte/Dobra	450 minutos disp. 93,75%	455 minutos disp. 94,79%	1,04 ↑
Caixa Máster x Aumento da Prod.	20.000 grampos	20.000 grampos + 6.041 grampos	30,205 ↑

Quadro 4 – Comparação Antes e Depois.  
 Fonte: Elaborado pelos autores.

## 6 CONCLUSÃO

Elaborando-se o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) do estado atual, foi possível visualizar e entender todo o processo produtivo, identificando as principais fontes de desperdícios dentro do processo produtivo. A aplicação confirmou a teoria, permitindo observar e afirmar que esta técnica é de extrema importância para a melhor compreensão do processo como um todo, além de ter uma didática de fácil entendimento. Com o levantamento das atividades de agregação e não agregação de valor, foi possível identificar as etapas do processo que mais desperdiçavam tempo e as atividades que não agregam valor ao produto, com o auxílio dos gráficos gerados com a crono análise. Utilizando ferramentas e práticas adotadas pelo sistema *Lean Manufacturing* (LM), foi feita a simulação dos cenários que contemplavam as mudanças no *layout* a fim de reduzir os desperdícios.

Em destaque, verifica-se o potencial de ganho de disponibilidade das máquinas em 1,04%, aumentando a produção em 1,04% por dia, o que equivale a 6041 unidades de grampos, com a redução do desperdício gerado pelo excesso de movimentação. No entanto observou-se que, na maior parte do tempo em que as máquinas de corte e dobra encontravam-se paradas, o funcionário estava ajustando a guia da máquina de laminação e demorava a perceber o ocorrido, devido ao ruído e a distância entre as máquinas. Com a sugestão do novo *layout*, as máquinas ficariam próximas uma das outras, facilitando a percepção das paradas das máquinas, ocasionando um ganho na produção maior que o informado no artigo.

Caso a empresa X continue atuando para diminuir os desperdícios, contando também com uma possível melhora do mercado, em um futuro próximo, seria possível investir na compra de equipamentos, para sanar o maior desperdício encontrado. Tal desperdício é representado pelo grande número de ajustes no maquinário, e a atuação no mesmo poderá trazer grandes ganhos de produção, assim como a redução de outras perdas encontradas. Sendo assim, elaborar um novo mapa futuro seria o primeiro passo, de acordo com a teoria do VSM. Além desses resultados, denota-se, ainda, que a simulação se mostrou uma técnica essencial para complementar o MFV, à medida que possibilitou testar as mudanças sem gerar transtornos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, R. R.; ANTUNES JR., J. A. V. **Takt time: contexto e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção**. Revista Gestão & Produção, v. 8, n. 1, p. 01-18, abr. 2001.
- BLACK, J. T. (1998). **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas.
- BRYMAN, A; BELL, E. **Business research methods**. 2. ed. New York: Oxford, 2007. 786p.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; DA SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CONTADOR, J. C. **Gestão de operações, a Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa**. 2 ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1998.
- DEMETER, K.; MATYUSZ, Z. **The impact of lean practices on inventory turnover**. International Journal of Industrial Ergonomics, v.133, p.154–163, 2011.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. Rio Grande do Sul: Santana, 2008.
- GRESSLER, L. A. **Introdução à pesquisa: projetos e relatórios**. São Paulo: Loyola, 2003.
- GONÇALVES, M. S.; MIYAKE, D. I. **Fatores Críticos para a Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor em Projetos de Melhorias**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo: EPUSP, 2003.
- HARVEY, D. **Condição pós-moderna**. São Paulo: Loyola, 1992.

- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. 8. Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2009.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- LEE, Q. **Value Stream and Process Mapping: The Strategos Guide to Genesis of Manufacturing Strategy**. Bellingham, Washington: Enna Products Corporation, 2006.
- LIKER, J. K.; MEIER, D. **O modelo Toyota: manual de aplicação: um guia prático para a implementação dos 4 Ps da Toyota**. Tradução Lene Belon Ribeiro, Revisão técnica de Marcelo Klippel, Supervisão de José Antonio Valle Antunes Júnior. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- MARTINS, R; MELLO, C; TURRIONI, J. **Guia para elaboração de monografia e TCC em engenharia de produção**. São Paulo: Atlas, 2014.
- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de produção: uma abordagem integrada ao just-in-time**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- MOURA, R A. **Redução do tempo de setup: troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas**. 1 ed. São Paulo: IMAN, 1996.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PALOMINO, R. C.; MANICA, C. R.; MIRANDA, B. B. de. **Incremento na Produção Através do Índice OEE: Um Estudo de Caso em uma Empresa Fabricante de Luminárias para Lâmpadas Fluorescentes**. In: ENEGEP 2010, 30, São Carlos: Abepro, 2010.
- PAOLESCHI, B. **Logística industrial integrada: do planejamento, produção, custo e qualidade à satisfação do cliente**. 2º ed. São Paulo: Érica, 2009.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- PEREIRA, I. C. **Proposta de sistematização da simulação para fabricação em lotes**. Dissertação mestrado em engenharia de produção. UNIFEI, Itajubá, MG, 2000.
- ROTHER, M; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: Tradução de Lean Institute Brasil**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- SOUZA, E. L. **Proposta e aplicação de um modelo de cronoanálise para os setores de soldagem e montagem de uma empresa de agronegócios**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) – Faculdade Horizontina (FAHOR), Horizontina, 2012.
- WOMACK, J. P., JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas**. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

## APÊNDICE

**GRAMPOS EM CAIXA MASTER, TOTAL: 20 MIL**

**Ganho de disponibilidade em unidades: 6.041.**

1 caixa máster= 20.000

20.000 – – – 100%

6.041 – – – X

X= 30,205%

**Cálculos Takt time:**

$X=(480 \text{ min})/(12 \text{ cx master})$

X=40 min

**Tempo de processamento Laminação:**

96 min – – – 4 cx máster

X – – – 1 cx máster

X= 24 min

**Tempo de disponibilidade máquina atual:**

$x=(450 \text{ min})/(480 \text{ min}) *100$

X= 93,75%

**Tempo de disponibilidade máquina futuro:**

$x=(455 \text{ min})/(480 \text{ min}) *100$

X= 94,79%

**Aumento de produtividade, convertendo em unidade produzida:**

480 min – – – 580000 unidades

5 min – – – x

X= 6041 unidades

Aumento de 1,04% diário