UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LEONARDO DAVID DE MATTOS SILVA

REDUÇÃO DE CUSTOS DE PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA POR MEIO DE KAIZEN IDENTIFICADO NO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

JUIZ DE FORA
2016

LEONARDO DAVID DE MATTOS SILVA

REDUÇÃO DE CUSTOS DE PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA POR MEIO DE KAIZEN IDENTIFICADO NO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: D.Sc. Roberto Malheiros Moreira Filho

JUIZ DE FORA

2016

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Leonardo David de Mattos.
Redução de Custos de Produção na Indústria Automotiva por Meio de Kaizen Identificado no Mapeamento do Fluxo de Valor / Leonardo David de Mattos Silva. -- 2016.
61 p.

Orientador: Roberto Malheiros Moreira Filho
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2016.

1. Mapeamento do Fluxo de Valor. 2. Evento Kaizen. 3. Redução de Custos de Produção. I. Filho, Roberto Malheiros Moreira , orient. II. Título.

LEONARDO DAVID DE MATTOS SILVA

REDUÇÃO DE CUSTOS DE PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA POR MEIO DE KAIZEN IDENTIFICADO NO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 19 de dezembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

D.Sc. Roberto Malheiros Moreira Filho
Universidade Federal de Juiz de Fora

D.Sc. Eduardo Breviglieri Pereira de Castro
Universidade Federal de Juiz de Fora

M.Sc. Yuri Resende Fonseca
Universidade Federal de Juiz de Fora

RESUMO

A redução de custos de produção nas indústrias é um dos fatores-chave mais importantes para garantir a rentabilidade dos negócios a longo prazo. Com a adoção do sistema de manufatura enxuta e a utilização de ferramentas com foco em eliminação de desperdícios e otimização de recursos produtivos, pode-se mapear o fluxo que permeia a cadeia de valor da empresa, identificando oportunidades de melhoria e realizando planos de ação de forma colaborativa, visando à melhoria contínua dos processos. Nesse contexto é que o presente trabalho se desenvolve tendo como ambiente de estudo uma indústria do setor automotivo. O trabalho busca analisar desde a elaboração e representação do valor por meio do Mapeamento do Fluxo de Valor do setor de pintura de uma empresa do ramo automotivo, passando pela identificação das necessidades de melhoria nos processos, até a realização de Evento *Kaizen* para a redução dos custos de produção, com a finalidade de alcançar o estado futuro planejado. A partir dos resultados obtidos pela aplicação do trabalho em estudo é feita uma comparação com os resultados de outras publicações, analisando a eficiência da metodologia e seu desempenho como uma ferramenta de envolvimento de líderes e trabalho em equipe para melhoria do fluxo dos processos na cadeia de valor da organização.

Palavras-chave: Mapeamento do Fluxo de Valor, Evento *Kaizen*, Redução de Custos de Produção.

ABSTRACT

The reduction of production costs in industries is one of the most important key factors to ensure the long-term profitability in the businesses. With the adoption of lean manufacturing system and the use of tools with a focus on eliminating waste and optimizing production resources, it is possible to map the flow that permeates the company's value chain, identifying improvement opportunities and performing action plans collaboratively, aimed at processes continuous improvement. Within this context, the present case is developed into a company in the automotive sector. The study aims to analyze starting from the value elaboration and designing through the Stream Map of an automotive company's painting shop, passing by the identification of processes improvement needs, until the *Kaizen* Workshop that takes place to reduce production costs, in order to achieve the planned future state. From the results obtained by executing the case study, it is made a comparison with other publications' results, evaluating the methodology efficiency and performance as a teamwork and leaders commitment tool to improve the processes flow in the organization's value chain.

Keywords: Value Stream Mapping, Kaizen Workshop, Production Costs Reduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Contraste entre o fluxo tradicional e o fluxo sincronizado enxuto. 20
Figura 2 – Diferenças entre sistemas puxados e empurrados. 23
Figura 3 – O enfoque da produção tradicional e o enfoque da produção enxuta. 25
Figura 4 – Reduzindo estoques para expor os problemas do processo. 27
Figura 5 – Exemplo de *kanban* de produção. 28
Figura 6 - Exemplo de *kanban* de transporte. 29
Figura 7 – Exemplo de *kanban* de produção e de retirada. 29
Figura 8 – Os 4S em torno da disciplina, segundo a Toyota. 31
Figura 9 – Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor do estado atual. 32
Figura 10 – Simbologia utilizada pelo MFV. 33
Figura 11 – Níveis de *Kaizen*. 36
Figura 12 – Pontos fortes e riscos do Kaizen. 37
Figura 13 – Mapa do Fluxo de Valor (linha do caminhão de menor porte) 42
Figura 14 – Mapa do Fluxo de Valor (linha do caminhão de maior porte) 43
Figura 15 – Mapa do Fluxo de Valor da área *Finish* 44
Figura 16 – Legenda do Mapa do Fluxo de Valor 44
Figura 17 – Quadro de Classificação das Ideias do *Brainstorming* 46
Figura 18 – Otimização do Controle da Pintura no Teto da Cabine 47
Figura 19 – Esquema da Localização e Movimentação dos Operadores 48
Figura 20 – Diagrama da Eliminação de Movimentação 49
Figura 21 – Ferramentas de Trabalho na Linha de Produção 49
Figura 22 – Resultado da Redução dos Tempos de Ciclo 52
Figura 23 – Resultado da Redução do Tempo Total de Produção 53
Figura 24 – Resultado da Redução de Custos de Materiais 53
Figura 25 – Resultado Financeiro para o Restante do Ano de 2014 54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características do MRP e do JIT.....23
Tabela 2 – Os dez mandamentos do *Kaizen*.....34

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

5S – 5 SENSOS

AV - ATIVIDADES QUE AGREGAM VALOR

JIT – *JUST-IN-TIME*

MFV – MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

MRP – *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING*

NAV – ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR

PDCA – *PLAN DO CHECK ACT*

STP – SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

TPS – *TOYOTA PRODUCTION SYSTEM*

TRF – TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

WIP – *WORK IN PROCESS*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 12
1.2 JUSTIFICATIVA 14
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 14
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 16
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 16
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 17

2. REVISÃO DE LITERATURA 18

2.1 CONCEITO DE MANUFATURA ENXUTA 18
2.2 PRINCÍPIOS DO *LEAN THINKING* (PENSAMENTO *LEAN*) 19
2.3 ELEMENTOS DA PRÁTICA ENXUTA 20
2.4 COMPARAÇÃO COM SISTEMAS MRP 22
2.5 ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS 25
2.6 FERRAMENTAS DE LEAN MANUFACTURING 28
2.6.1 KANBAN 28
2.6.2 5S 30
2.6.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (MFV) 32
2.6.4 WORKSHOP KAIZEN 34
2.7 PUBLICAÇÕES SOBRE O TEMA 37

3. A METODOLOGIA 40

3.1 MAPEAMENTO DA LINHA DE PINTURA 40
3.2 SEMANA *KAIZEN* 44
3.2.1 BRAINSTORMING 45
3.2.2 ALTERAÇÃO DAS ATIVIDADES 47
3.2.3 ALTERAÇÃO DAS MOVIMENTAÇÕES 48
3.2.4 AÇÕES *KAIZEN* 30 DIAS 50

4. RESULTADOS 51

5. CONCLUSÃO 55

6. REFERÊNCIAS 58

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Como define Batalha (2007), a gestão econômica das empresas torna-se mais crítica nesse ambiente concorrencial contemporâneo. Em todas as organizações, a maioria das decisões envolve aspectos financeiros. Praticamente todas as ações em uma empresa geram ou influenciam seus custos, ou seja, seu conhecimento adequado é de suma importância para um gerenciamento eficaz.

Ainda segundo Batalha (2007), com a preocupação organizacional em relação à redução de custos envolvidos direta ou indiretamente nos processos produtivos, o engenheiro assume papel fundamental em mapear o macroprocesso da empresa, suas atividades de apoio e seus fatores críticos, analisando-o de forma holística e identificando pontos de melhoria com a finalidade de realizar a produção de um produto ou a execução de um serviço com o mínimo de recursos possível. Diante dessa importante função empresarial, desenvolvem-se iniciativas de redução de custos que envolvem a organização como um todo.

De acordo com Slack *et al.* (2009), em relação aos processos produtivos, a manufatura enxuta possui uma abordagem totalmente voltada para minimizar os recursos necessários na produção de seus produtos com a utilização de ferramentas criadas pelo próprio pensamento *lean*, difundido mundialmente através do Sistema Toyota de Produção (STP). Duas ferramentas muito importantes para o sistema de manufatura enxuta - que serão melhor detalhadas na revisão de literatura – são o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV ou *Value Stream Mapping* – VSM) e os *Workshops Kaizen*, que, conjuntamente, formam uma poderosa metodologia para a melhoria contínua do fluxo de valor na organização.

O MFV é responsável por representar de forma gráfica, esquemática e visual o fluxo do valor que permeia os processos da organização, estabelecendo as relações entre processos clientes e fornecedores e os caminhos percorridos pelos materiais e informações pertinentes ao processo, desde o pedido do cliente, sua produção e entrega do produto. Ao se identificar fatores que impedem que o fluxo esteja devidamente suave, sincronizado e agregando valor sempre que possível, são sugeridas oportunidades de melhoria, também denominadas de necessidade de *Kaizen* ou *Kaizen bursts* (MARCHWINSKI *et al.*, 2011).

Identificadas as oportunidades de melhoria para otimização da cadeia de valor, podem ser realizados Eventos ou *Workshops Kaizen*, que são espécies de projetos de melhoria

do processo executados por uma equipe multidisciplinar e apoiados pelo dono do processo e pelas lideranças da organização. O Evento *Kaizen* pode melhorar o fluxo de produção influenciando os custos de produção, por meio do aumento dos tempos de agregação de valor ao produto e diminuição dos tempos de não-agregação, sob ponto de vista dos clientes. A redução de custos de produção, por sua vez, alavanca os resultados da organização, assegurando sua rentabilidade sustentável a longo prazo (NAHMIAS, 2008).

O presente trabalho estuda um caso de mapeamento do fluxo de valor do processo de pintura de cabines de uma empresa automotiva da região de Juiz de Fora – MG. Com o mapeamento realizado, foram identificadas oportunidades para balanceamento adequado da linha de produção. Uma das oportunidades, relativa à melhoria de tempo de agregação de valor na área de controle final da pintura de cabines, será o foco deste trabalho, evidenciando sua metodologia, planejamento, execução e resultados obtidos e esperados.

A utilização deste tipo de ferramentas de manufatura enxuta não é novidade na indústria como um todo, principalmente no setor automotivo, que é quase em sua totalidade praticante dos métodos *lean*. Ciconelli (2007), Ferreira (2009) e Braga (2013), por exemplo, estudam a realização de *Kaizen* na mesma unidade da empresa abordada por este trabalho. Além disso, existem outras monografias de estudo sobre o *lean manufacturing* nas empresas da região de Juiz de Fora – MG, como é o caso do trabalho publicado por Riani (2006). Pode-se perceber a aplicabilidade do *Kaizen* no setor automotivo como um todo pelos estudos publicados em relação à ferramenta em empresas em outras regiões do país, como retratado, por exemplo, por Lima (2010) e Oliveira e Schimiguel (2015).

Entretanto, o *Kaizen* é uma metodologia que também pode ser utilizada de forma avulsa, assim como o Mapeamento do Fluxo de Valor, independendo da adoção do sistema de manufatura enxuta para que se obtenha os resultados desejados, como estudado pelas publicações de Salgado *et al.* (2009), Almeida, Belo e Silva (2011) e Prata e Giroletti (2015). Porém, a metodologia de mapeamento do fluxo de valor que flui pela cadeia identificando pontos de melhoria que podem ser otimizados por meio de Eventos *Kaizen* possui grandes resultados constatados por vários trabalhos em variados tipos de indústria, como mostram as publicações de Elias, Oliveira e Tubino (2011), Pinto (2012) e Oliveira, Borges e Silva (2015).

Com a apresentação deste estudo, foram levantados seus resultados e comparados com as publicações citadas, de forma apropriada, levando a uma conclusão sobre o tema e as decorrências e frutos de sua aplicação de forma correta, apoiada por uma liderança comprometida e executada por colaboradores engajados.

1.2 JUSTIFICATIVA

O estudo se deu pela experiência do autor em uma empresa automotiva da região de Juiz de Fora – MG, onde pôde fazer parte de uma equipe de analistas e engenheiros encarregados do processo e da qualidade da produção de cabines de caminhão. Em tal ocorrência, pôde desenvolver vários projetos, como, por exemplo, a confecção de um MFV (Mapeamento do Fluxo de Valor), onde todo o setor de Pintura da empresa em questão foi mapeado e, a partir do mapa, foram apontados os chamados *Kaizen bursts* (oportunidades de projetos para melhorias na cadeia de valor), que foram voltados para o balanceamento de linha de produção e a redução de custos de produção, devido à crise que afetava a empresa no ano de aplicação do estudo em questão (ano de 2014).

Assim como aborda Batalha (2007), o engenheiro de produção é responsável por entender o processo produtivo e seus componentes, identificando os pontos de melhoria dos processos e assegurando que o processo produza os bens de maneira econômica, aperfeiçoando os sistemas integrados de pessoas, materiais e informações. Essa abordagem econômica é que o autor destaca como a responsável por otimizar o custo a curto prazo e levar a empresa ao crescimento sustentado. Sendo assim, é possível concluir que o engenheiro possui um papel importante e desafiador em momentos de crise do mercado, pois tem em seus conhecimentos, habilidades e atitudes o poder necessário para melhorar os processos da organização e alcançar o sucesso nos negócios.

Pautado na importância do gerenciamento dos custos de produção de uma organização e de sua consequente redução para um crescimento rentável e sustentável da organização a longo prazo é que o presente trabalho se desenvolve.u Além disso, pode ser observada a importância do engenheiro de produção na indústria que, apoiado por uma gestão corporativa bem fundamentada e difundida por meio de seus líderes e através de ferramentas de *lean manufacturing*, é capaz de desenvolver projetos e iniciativas para a redução de custos de produção e ser agente de grande importância na sustentabilidade e rentabilidade do negócio.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O trabalho foi desenvolvido com base no estudo de caso vivenciado pelo autor em uma empresa do setor automotivo da região da cidade de Juiz de Fora, estado de Minas Gerais,

Brasil, que possui experiência na área de Pintura de automóveis, auxiliando analistas e engenheiros na produção, prezando pela qualidade e melhoria do processo.

Será exposto e analisado o processo de Pintura da empresa do setor automotivo, destrinchado por meio do MFV, além do modo como foram determinados os *Kaizens* a serem realizados no processo (*Kaizen bursts*) e, de forma mais detalhada, como ocorreu o *Kaizen* na área de controle de qualidade final da pintura de cabines (chamada de *Finish* ou Área Branca), abordando a metodologia aplicada, ferramentas utilizadas, ações tomadas e resultados alcançados.

O Kaizen em questão teve como objetivos a redução de custos de produção em 10% em relação ao constatado e aumento da produtividade em 10% em relação aos dados utilizados. Os dados foram coletados a partir de informações do processo de pintura da empresa no ano de 2014, por meio da equipe formada do *Kaizen* e auxílio dos operadores de produção no método utilizado. Os mesmos são relativos ao único turno de produção do processo e baseiam-se em medições realizadas *in loco* e registradas em Folhas de Trabalho Padrão (procedimentos operacionais).

Como os tempos de processo sempre foram mensurados, assim como os custos envolvidos nesta área de controle final de qualidade – sendo a amostra retirada de um universo conhecido e controlado – a análise final em relação aos dados coletados se torna suficiente para provar a melhoria do processo, além do fato de os resultados finais a serem apresentados a toda a fábrica terem passado pelo crivo de engenheiros e analistas do processo e serem aprovados pelo gerente do processo de pintura.

As melhorias geradas pelo *Kaizen* referem-se não somente à redução de custos, apesar de ter como seu objetivo principal, mas abrange também o aumento de produtividade alcançado, melhorias em ergonomia e movimentação e nos procedimentos referentes à área de controle final de qualidade da pintura de cabines.

Após a análise do *Kaizen* descrito, fez-se uma breve consideração acerca da metodologia, do envolvimento dos colaboradores e da liderança e da adaptabilidade deste método para outros tipos de processos – administrativo, jurídico, por exemplo – e outros tipos de organização, com base em seu tamanho, setor e maturidade.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é analisar o estudo de caso vivenciado pelo autor, evidenciando como ferramentas de *lean manufacturing*, alinhadas com uma liderança engajada e um ambiente propício a inovação e colaboração, podem ser de grande utilidade para a redução de custos de produção.

O estudo também possui a finalidade de abordar como essas ferramentas e metodologias criadas no Japão não são nada abstrusas e, pelo contrário, são simples, de fácil aplicação e capacitação, além de amplamente aplicável em variados tipos de processo, inclusive administrativos, bastando apenas adaptar as ferramentas com a realidade da organização.

Com o levantamento de resultados a partir do *Kaizen* realizado, busca-se mostrar como um projeto de pequena duração, com pessoas retiradas de seus postos de trabalho de várias áreas da empresa – algumas até mesmo nada envolvidas com o processo em análise – totalmente focadas e dedicadas aos problemas levantados pode provocar um grande impacto financeiro para toda a organização, além de gerar ganhos em inovação, trabalho em equipe e melhoria do clima organizacional.

A partir das conclusões abordadas, o trabalho compara o desenvolvimento deste estudo de caso com publicações já existentes na área – que foram citadas anteriormente e serão melhor abordadas na seção 2.7 – além de sugerir trabalhos futuros a serem realizados.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia utilizada no desenvolvimento do presente trabalho é de natureza aplicada, pois foi feita uma preparação teórica acerca do assunto do estudo de caso, criando base para apresentar o trabalho realizado, suas metodologias aplicadas e os resultados alcançados, como forma de entender a atuação de ferramentas teóricas na prática de uma grande empresa.

A metodologia possui um objetivo descritivo-explicativo, já que foi descrito todo o contexto da organização estudada e como se deu a aplicação das metodologias e ferramentas *lean manufacturing*, além da própria explicação destas e como elas atuaram para a redução de custos de produção em um processo automotivo.

Quanto à abordagem, o trabalho é qualitativo, porque trata-se da exposição de um estudo de caso em que o autor atuou, sendo que são feitas considerações acerca da aplicabilidade, complexidade e praticidade das ferramentas e metodologias utilizadas. Apesar da abordagem qualitativa, são apresentados grande número de dados acerca do processo, além dos próprios resultados financeiros obtidos.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O Trabalho de Conclusão de Curso se divide em cinco capítulos. O primeiro deles corresponde a introdução ao tema e contextualização do problema levantado pela pesquisa, apresentando o escopo do trabalho, seus objetivos, sua justificativa, metodologia, estrutura e cronograma proposto para desenvolvimento das atividades.

O segundo momento diz respeito à revisão da literatura dos temas relacionados ao tema da pesquisa em desenvolvimento. No caso do presente estudo são abordados os seguintes tópicos: o conceito, princípios e elementos de manufatura enxuta, além de uma comparação com o sistema de produção "empurrada"; um aprofundamento em classificações de atividades segundo o *lean manufacturing*, os oito desperdícios, publicações mais recentes sobre o tema e as ferramentas que compõem o sistema de manufatura enxuta, enfatizando as duas que foram mais extensamente utilizadas neste trabalho em estudo, o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) e o Evento *Kaizen*.

O terceiro capítulo aborda mais informações, fatos e dados acerca da metodologia aplicada utilizada pela empresa em questão, suas particularidades e premissas para aplicação de um *Kaizen* na área produtiva.

O quarto capítulo apresenta como foi identificada necessidade da elaboração de um Mapa do Fluxo de Valor, sua elaboração e necessidades de melhorias apontadas. Depois é descrita a prática do *Kaizen* realizado com o objetivo de reduzir os custos de produção.

A última parte do trabalho é destinada a uma conclusão sobre a eficiência da metodologia por meio de um levantamento de resultados alcançados por meio de *Kaizen* realizado a partir da identificação de necessidades de melhoria do estado atual de um fluxo de valor, além de tecer uma comparação acerca dos resultados de publicações já realizadas e sugestão de trabalhos futuros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONCEITO DE MANUFATURA ENXUTA

A manufatura enxuta (hoje conhecida também como *just-in-time*, sincronização enxuta e operações de fluxo contínuo) se disseminou pelo Ocidente na mesma época que o TQM (*Total Quality Management*), sendo, assim como o TQM, mais um conceito de origem japonesa que virou moda, mas diferentemente daquele, a manufatura enxuta foi vista inicialmente como uma abordagem exclusiva à produção, mas que depois começou a ser abrangida pelas operações de serviços (SLACK; LEWIS, 2009).

O *Just-In-Time* (JIT) surgiu no Japão, na metade da década de 70, sendo uma ideia desenvolvida pela Toyota Motor Company, que buscava um sistema para poder coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores veículos com o mínimo de atraso. O JIT é considerado uma filosofia que inclui aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos (CORRÊA; CORRÊA, 2008).

Ainda de acordo com Corrêa e Corrêa (2008), gerentes de várias organizações de todo o mundo perceberam que, apesar da ligação entre o sistema JIT e a cultura japonesa, a filosofia é composta de práticas que podem ser aplicadas em qualquer tipo de empresa. Algumas expressões geralmente utilizadas pela filosofia são:

- Produção sem estoques;
- Produção enxuta;
- Eliminação de desperdícios;
- Manufatura de fluxo contínuo;
- Esforço contínuo na resolução de problemas.

Segundo Slack *et al.* (2009), a Toyota, visando sincronizar todos os seus processos para atingir a qualidade, tempos rápidos de atravessamento e alta produtividade, desenvolveu um conjunto de práticas que a própria empresa denominou como *Toyota Production System* (TPS), possuindo dois temas principais: *just-in-time* e *jidoka*.

Ainda de acordo com Slack *et al.* (2009), JIT é definido como a movimentação rápida e coordenada de componentes ao longo da cadeia de suprimentos, visando atender a demanda do consumidor. O JIT é operacionalizado por meio do *heijunka* (nivelamento do planejamento da produção), *kanban* (sinalização que operacionaliza o sistema puxado) e

nagare (posicionamento de processos para alcance de um fluxo suave de componentes ao longo da cadeia de suprimentos).

Já o *jidoka* é descrito como capaz de "humanizar a interface entre operador e máquina" ou, em termos mais objetivos, a máquina deve estar disponível ao propósito do operador e este deve estar livre para exercitar seu julgamento. O *jidoka* é operacionalizado por meio das ideias à "prova de falhas" ou *Poka-yoke*, pela autoridade para interromper a linha e pelo controle visual – status visual dos processos de produção e visibilidade dos padrões do processo (SLACK; CHAMBERS; JONHSTON, 2009).

2.2 PRINCÍPIOS DO *LEAN THINKING* (PENSAMENTO *LEAN*)

Marchwinski *et al*. (2011) definem valor como "o conteúdo inerente de um produto ou serviço, segundo o julgamento do cliente, refletido em seu preço de venda". Sendo assim, a agregação de valor é tida como qualquer atividade que o cliente julgue como valor, ou seja, sob outra perspectiva, quais tarefas o cliente julgaria não deixar o produto menos valioso caso fossem eliminadas.

Diante deste conceito, Womack e Jones (1996) propuseram cinco princípios a fim de orientar gestores em uma transformação *lean*, oferecendo uma valiosa colaboração para a gestão de processos:

- Especificação do valor sob a ótica do cliente final por família de produtos;
- Identificação de todas as etapas no fluxo de valor para cada família de produtos, eliminando, sempre que possível, as atividades que não criam valor;
- Observação do fluxo de valor, realizando as etapas que criam valor em uma sequência contínua, de modo que o produto tenho um fluxo suave pela cadeia;
- Os clientes puxam o valor da próxima atividade fluxo acima, conforme o mesmo é iniciado;
- Busca pelo estado de perfeição, estado em que o valor perfeito é criado sem que haja desperdício algum, feito por meio da especificação do valor, da identificação dos fluxos de valor, remoção das atividades que causam desperdício e introdução do fluxo e da puxada, como preveem os princípios anteriores.

Womack e Jones (2007) simplificaram os cinco princípios em três categorias: Propósito, Processo e Pessoas. O propósito é relativo ao objetivo primordial de qualquer organização e a primeira etapa em qualquer processo de pensamento *lean* que deve ser a

especificação correta do valor que os clientes buscam, resolvendo, assim, os problemas apresentados pelos clientes, fazendo com que a organização prospere. A partir do propósito estabelecido, o processo (fluxo de valor) deve ser utilizado como meio para atingir o objetivo proposto, resultado que é atingido basicamente por meio de três processos: desenvolvimento de produto e processo, satisfação desde o pedido até a entrega e apoio aos clientes por meio da vida útil do produto. Após identificação dos processos de apoio necessários para criar valor para o cliente, deve-se, então, deixar alguém responsável por cada fluxo de valor, que deve ser capaz de engajar e alinhar os esforços das equipes, elevando o desempenho dos fluxos de valor de seu estado atual para um estado futuro ainda melhor.

2.3 ELEMENTOS DA PRÁTICA ENXUTA

O gatilho principal para qualquer atividade na prática enxuta é a solicitação direta do cliente interno (como ilustra a figura 1), espelhando a ênfase que o sistema coloca em atender as necessidades dos clientes. Com a ausência de estoques, os itens fluem de forma regular e sincronizada e esta leva a menores estoques no processo, acarretando em mudanças no comportamento das pessoas, envolvimento e motivação para a melhoria dos processos. Por fim, pessoas motivadas possuem um maior potencial em identificar e eliminar as perdas do fluxo do processo. Com isso, formam-se assim os quatro elementos que compõem a abordagem enxuta: demanda baseada no cliente, fluxo sincronizado, envolvimento da força de trabalho e eliminação de perdas (SLACK; LEWIS, 2009).

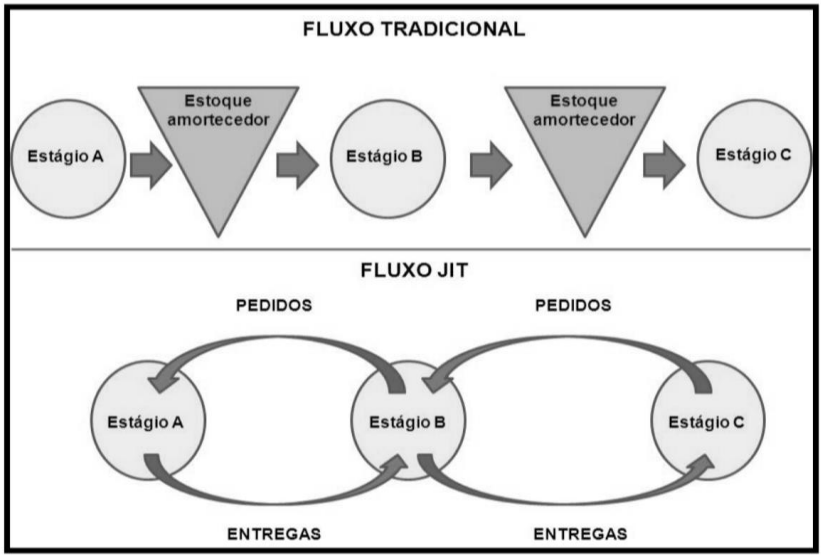


Figura 1 – Contraste entre o fluxo tradicional e o fluxo sincronizado enxuto.
Fonte: Slack e Lewis (2009)

De acordo com Slack e Lewis (2009), na abordagem enxuta, a demanda deve ser atendida exatamente quando for necessária, nem mais nem menos, nem antes nem depois e nos níveis exatos de qualidade. A habilidade para implementação é maior quando a organização entende a natureza e o nível das demandas de seus recursos, utilizando o controle da "puxada", ao contrário do controle de empurrar componentes pela cadeia de suprimentos. Empurrar pode ser entendido como quando alguns itens são processados por um estágio e são imediatamente movimentados para o próximo, independente da necessidade deste próximo estágio. Já na "puxada" os itens são passados à frente somente sob necessidade específica dos clientes, como ilustrado pela figura 1.

A sincronização significa ajustar a saída de cada processo de produção para garantir as mesmas características de fluxo para cada um dos componentes ou produtos à medida que progridem ao longo de cada estágio. De acordo com Parnaby (1991), existe um método que classifica os componentes em alto fluxo, repetitivos e eventuais, auxiliando na sincronização:

- Itens de alto fluxo são produtos ou componentes que são produzidos com frequência em relação aos outros;
- Itens repetitivos são produzidos de forma regular, com intervalos de tempo maiores; e
- Itens eventuais são produzidos de forma irregular, com intervalos de tempos não previsíveis.

Segundo Slack *et al.* (2009), há grandes vantagens em se tentar reduzir a variabilidade dos intervalos de tempo. Produzindo itens de alto fluxo e itens repetitivos sincroniza-se os processos de forma que eles pareçam seguir a "batida de um tambor". Sendo assim, é melhor reduzir a velocidade de operações rápidas do que produzir mais do que é pedido pelo próximo processo, tornando o fluxo regular e previsível.

Em relação ao terceiro elemento da abordagem enxuta, o comportamento de envolvimento, a filosofia enxuta é vista como um sistema "total", fornecendo diretrizes que incluem todos os funcionários e todos os processos na organização. A cultura organizacional que permeia essa filosofia é vista como importante fator para apoiar esses objetivos, com ênfase no envolvimento de toda a força de trabalho da organização, cultura esta muitas vezes interpretada como sinônimo de "qualidade total". O enfoque do JIT preza pelo respeito humano, onde é incentivada a resolução de problemas por equipes, o enriquecimento de cargos, rotação entre cargos e multi-habilidades, encorajando um alto grau de

responsabilidade pessoal, engajamento e *ownership* (senso de propriedade no trabalho) (SLACK *et al*., 2009).

De acordo com Corrêa e Corrêa (2008), os operários são responsáveis pela qualidade dos produtos produzidos, executando todas as atividades pela qualidade embutida no produto, passando a ser responsável por atividades antes atribuídas a departamentos de apoio. Gerentes e engenheiros tem o papel de apoiar o pessoal da linha de frente com conhecimento técnico no processo de aprimoramento do produto e do processo, cabendo aos operários a identificação e resolução de problemas de produção.

O quarto elemento da abordagem de manufatura enxuta é sua parte mais significativa, de acordo com Slack e Lewis (2009). Trata-se da eliminação de todas as formas de perdas dos processos, sendo uma perda caracterizada como uma atividade que não agrega valor ao produto sob ponto de vista do cliente. A Toyota descreveu sete tipo de desperdícios, mas Slack e Lewis (2009) os consolida em quatro categorias que se aplicam em muitos tipos diferentes de operação: perdas dor fluxo irregular, pois uma sincronização perfeita significa fluxo suave e regular através da rede de suprimentos; perdas por suprimentos inexato, pois é necessário suprir exatamente o necessário, quando solicitado, sendo que entregas antecipadas ou atrasadas geram perdas; perdas por resposta inflexível, pois as necessidades dos clientes podem variar em questão de seus desejos e somente processos flexíveis são capazes de se adaptar a essas variações, gerando menores perdas por questão de estoque, por exemplo; e perdas por variabilidade, onde variação nos níveis de qualidade pode gerar insatisfação por parte dos clientes.

2.4 COMPARAÇÃO COM SISTEMAS MRP

De acordo com Corrêa e Corrêa (2008), uma das principais características que difere em abordagem em relação aos sistemas tradicionais de produção é o fato de “puxar” a produção ao longo do processo. Nesse sistema, o material somente é processado caso requerido pela operação subsequente que, quando necessita, envia um sinal (que funciona como uma ordem de produção) à operação fornecedora para que esta comece a produzir e a abasteça. Em contraponto, os sistemas tradicionais “empurram” a produção, desde a compra de matérias-primas e componentes até os estoques de produtos acabados, sendo o MRP (*Material Requirement Planning*) um representante deste tipo. Tais diferenças podem ser

observadas na figura 2. No caso dos sistemas “empurrados”, as operações podem ser disparadas pelas seguintes condições:

- Pela disponibilidade de material e componentes a processar;
- Pela disponibilidade de recursos necessários;
- Pela existência de uma ordem de produção, gerada a partir de um sistema, a partir de previsões de demanda.

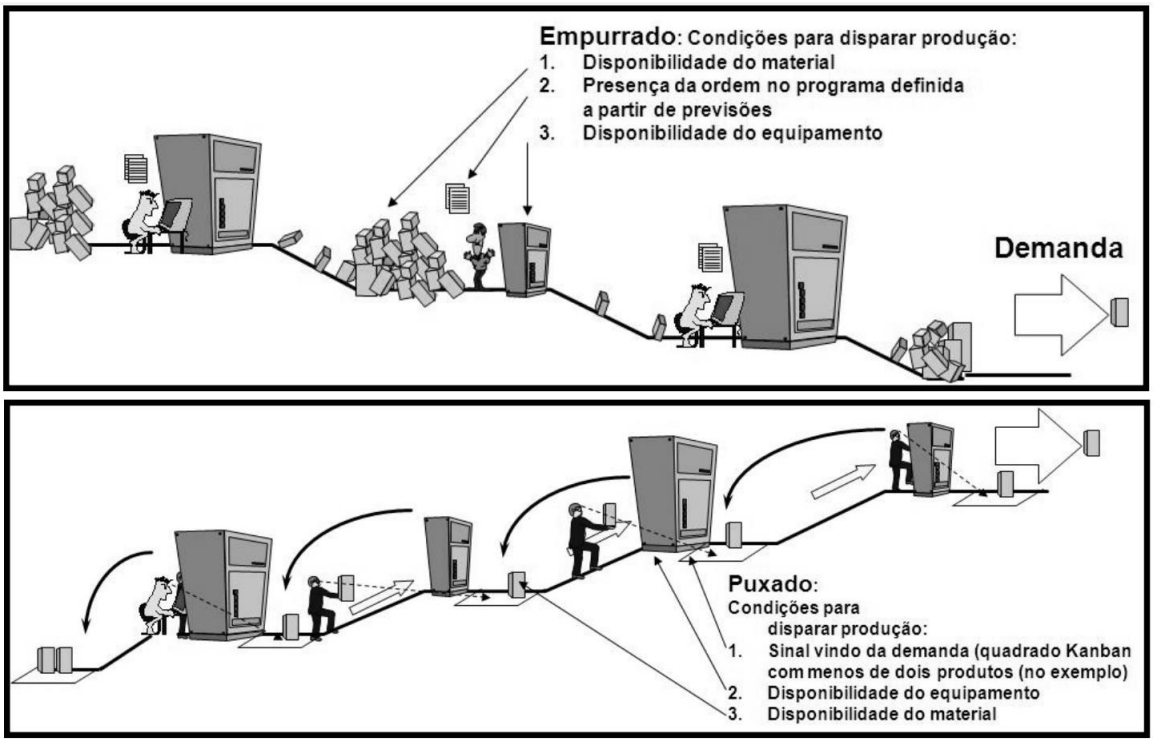


Figura 2 – Diferenças entre sistemas puxados e empurrados.
Fonte: Corrêa e Corrêa (2008).

O objetivo de redução de estoques presente na filosofia JIT é atingido, principalmente, pela eliminação das causas geradoras da necessidade de se manterem estoques, sendo estes mantidos por duas causas principais: falta de coordenação e incertezas. Os sistemas JIT atacam essas incertezas e problemas de coordenação de forma ativa, enquanto sistemas de MRP II procuram atacar o problema da coordenação entre demanda e obtenção dos itens aceitando passivamente as incertezas.

Slack *et al.* (2009) observam algumas similaridades e diferenças entre os dois processos, visto que o *Just-In-Time* surgiu após as organizações terem adotado os sistemas MRP, parecendo ideias opostas. O principal objetivo do JIT é o de fornecer produtos quando forem necessários e demandados pelo mercado, já o MRP utiliza de planejamento da produção para antecipar as necessidades futuras de produtos. Este lida com listas e estruturas

de materiais complexas, já aquele não bem adequado a ambientes complexos, sendo mais eficiente quando aplicado em estruturas mais simples de produtos, com demanda previsível e fluxo definido. Em certas situações o JIT não funciona tão bem quanto o MRP, porque o JIT reage a situações e o MRP antecipa e prevê a demanda. A tabela 2 sintetiza as características de cada sistema citadas por Wilmers (2011):

CARACTERÍSTICAS DO MRP	CARACTERÍSTICAS DO JIT
É um sistema empurrado	É um sistema puxado
Utiliza ordens de produção oriundas do programa-mestre. Atingir o plano é a meta. Monitoramento e controle	Usa KANBAN, responsáveis por "disparar" a movimentação e a produção dos materiais.
Organização complexa, centralizada e com uso intensivo do computador	Decisões descentralizadas, não necessitando de sistemas por computador
Depende da qualidade dos dados, listas de materiais, estoques, etc.	Baseia-se em taxas de produção (itens / tempo) ao invés de volume
Usa lead time fixo	Flexibilidade dos recursos e lead time reduzido
Exige tempo para que sejam feitas atualizações	O JIT é maior que somente o planejamento e controle

Tabela 1 – Características do MRP e do JIT.
Fonte: Wilmers (2011).

De acordo com Slack e Lewis (2009), a principal fraqueza dos princípios da prática enxuta é o fato de que eles podem entrar em pane quando as flutuações nos suprimentos ou nas demandas se tornam extremas, especialmente quando são imprevisíveis. Da mesma forma, os princípios da prática enxuta são difíceis de se aplicar quando em processos muito complexos e inter-relacionados.

Segundo Nahmias (2008), JIT possui várias vantagens e desvantagens quando comparado com MRP como um sistema de planejamento de produção. O autor sumariza as vantagens do *Just-In-Time* em relação ao MRP como: redução de WIP (*Work In Process*), diminuindo custos de estoque e desperdícios, facilidade em identificar problemas de qualidade antes de produzir uma grande quantidade de peças com defeito e o fluxo suave de materiais através do processo produtivo.

Quanto às vantagens do MRP, podem ser destacadas: habilidade em reagir a mudanças de demanda, devido à previsão de demanda ter papel de importância no sistema, oportunidade de determinar o tamanho do lote nos vários níveis do sistema, podendo reduzir tempo e custos de *setup* e planejamento dos níveis de produção para todos os níveis da organização para vários períodos no futuro, permitindo à empresa a planejar melhor os turnos e ajustar a força de trabalho de acordo com as mudanças na demanda (NAHMIAS, 2008).

2.5 ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS

Segundo Womack e Jones (1996), desperdício é qualquer atividade que absorve recursos, como mão-de-obra e energia, mas não cria valor para o cliente final. Existem três tipos de atividades que existem em um sistema produtivo:

- Atividades que agregam valor (AV): operações que tornam o produto mais valioso, sob o ponto de vista do cliente final;
- Atividades necessárias, mas que não agregam valor: operações que não tornam o produto mais valioso, sob o ponto de vista do cliente, mas que são necessárias ao processo, a não ser que o mesmo mude radicalmente. Estas atividades são também conhecidas como *mura* tipo 1;
- Atividades que não agregam valor (NAV): operações que não tornam o produto mais valioso, sob o ponto de vista do cliente, e não são necessárias ao processo produtivo atual, sendo o principal alvo de eliminação pela Produção Enxuta. Estas atividades são também conhecidas como *mura* tipo 2.

A principal preocupação de uma organização tradicional está em reduzir as atividades que agregam valor, isto é, investir em tecnologia dos processos, comprar de máquinas mais eficientes, otimização da produção etc. Pode-se observar pela comparação feita na figura 3 que a redução feita pela abordagem tradicional pouco reduz o *lead time* ou o tempo de atravessamento do produto na cadeia produtiva, sendo que atividades que agregam valor representam em torno de 5% do tempo total apenas (WOMACK; JONES, 1996).

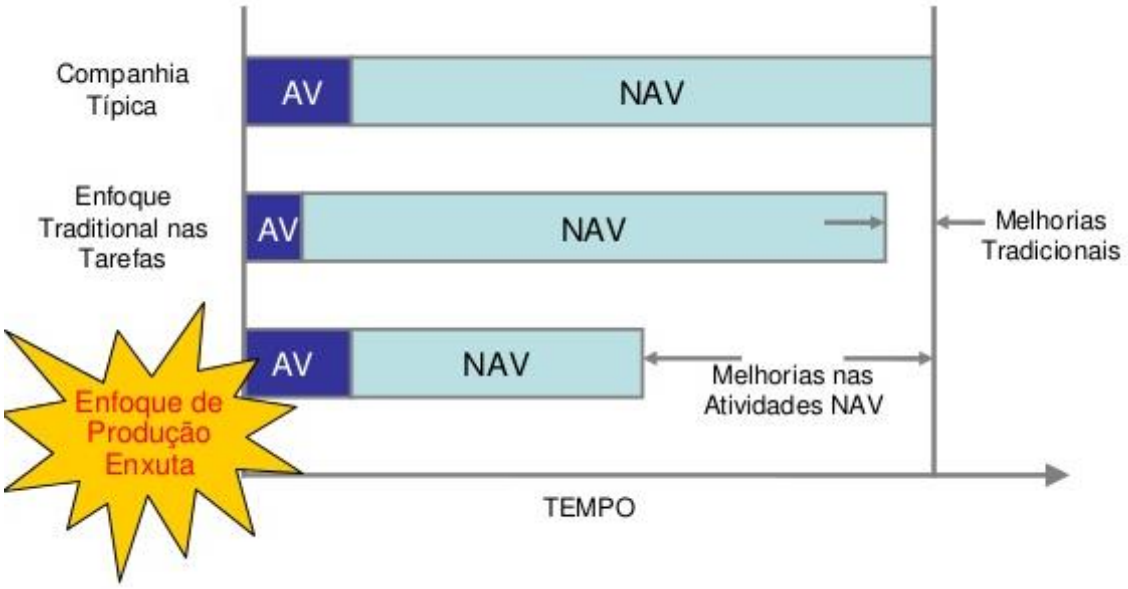


Figura 3 – O enfoque da produção tradicional e o enfoque da produção enxuta.
Fonte: Araújo (2004).

Womack e Jones (1996) concluem que, ao contrário da abordagem tradicional, o enfoque da Produção Enxuta é a redução ou eliminação das atividades que não agregam valor, tais como movimentação de pessoas e materiais, tempos de espera e tempos de troca de ferramentas, ou seja, a eliminação de desperdícios. Sendo assim, a abordagem enxuta proporciona uma grande queda no *lead time* do produto, devido a parcela que as operações que não agregam valor representam do tempo total.

Segundo Corrêa e Corrêa (2008), eliminar desperdícios significa analisar todas as atividades realizadas na fábrica e descontinuar as que não agregam valor à produção. Shingo (1985), autoridade reconhecida em JIT e engenheiro da *Toyota Motor Company*, no Japão, identificou sete categorias de desperdícios:

- Superprodução: produzir antecipadamente à demanda, formando estoques para demanda futuras;
- Espera: material que espera para ser processado, formando filas e aumentando a utilização dos equipamentos;
- Transporte: atividade que não agrega valor ao produto e é necessária devido a restrições do processo e das instalações, que podem impor grandes distâncias a serem percorridas pelos materiais ao longo de seu processamento;
- Processamento: desperdícios que se encontram no próprio processo produtivo;
- Movimentação: presentes nas mais variadas operações executadas, o JIT adota técnicas de estudo de métodos e de trabalho, visando alcançar a economia e consistência nos movimentos;
- Produtos defeituosos: problemas de qualidade que geram os maiores desperdícios do processo;
- Estoques: além de ocultarem os mais diversos tipos de desperdício, significam desperdícios de investimento e espaço, que poderiam ser utilizados na aplicação de outras atividades geradoras de valor.

De acordo com Liker (2005), existe um oitavo desperdício, muito evidente com a globalização e a humanização das empresas que é o desperdício da criatividade dos funcionários, que pode ser resumido como a perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem pelo fato de a organização não envolver, comprometer e ouvir seus funcionários em relação ao processo produtivo.

Ainda segundo Corrêa e Corrêa (2008), o sistema JIT tem como objetivos operacionais fundamentais a qualidade e a flexibilidade, que são guiadas por duas metas de

gestão essenciais: a melhoria contínua e o combate incessante de desperdícios. Esses objetivos são perseguidos por meio de redução de estoques, pois eles tendem a camuflar os problemas do processo produtivo, como ilustrado pela figura 4. Com os problemas evidenciados, os mesmos podem ser eliminados através de esforços concentrados e priorizados.

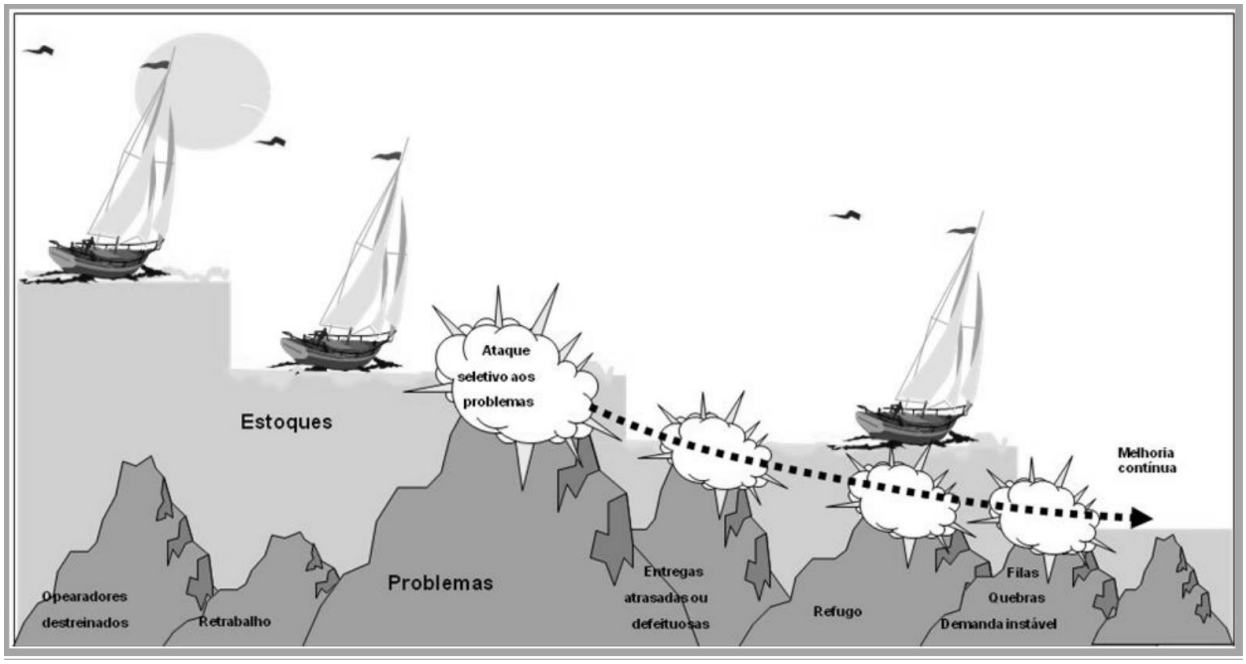


Figura 4 – Reduzindo estoques para expor os problemas do processo.
Fonte: Corrêa e Corrêa (2008).

Além dos esforços de eliminação de desperdícios, a filosofia JIT possui a característica de não aceitar a situação vigente e nem padrões de desempenho. Metas colocadas pela filosofia são, segundo Corrêa e Corrêa (2008):

- Zero defeito;
- Tempo zero de preparação (*set-up*);
- Estoques zero;
- Movimentações zero;
- Quebras zero;
- Lead time zero;
- Lote unitário.

As metas propostas são ambiciosas e, em sua maioria, inatingíveis aos olhos da abordagem tradicional, mas “garantem o processo do esforço para melhoria contínua e não aceitação da situação atual” (CORRÊA; CORRÊA, 2008).

2.6 FERRAMENTAS DE LEAN MANUFACTURING

2.6.1 KANBAN

Kanban é o termo japonês para “sinal”, “quadro de sinais” ou “cartão” e no *lean manufacturing* representa um dispositivo sinalizador que autoriza e dá instruções para a produção ou retirada de itens em um sistema *pull* (MARCHWINSKI *et al.*, 2011).

De acordo com Slack *et al.* (2009), o *kanban* é muitas vezes chamado de “correia invisível” e tem como principal finalidade o controle de transferência de material de um estágio da produção para o seguinte. De forma simples, o cartão é utilizado por um estágio cliente como modo de avisar ao estágio fornecedor que maior material deve ser enviado para a continuidade da produção. Qualquer que seja o tipo de *kanban* utilizado – desde marcadores plásticos até bolas de *ping-pong* ou cartões de papelão plastificados – o princípio é sempre o mesmo, o recebimento de um cartão *kanban* dispara o fornecimento de uma unidade ou de um conjunto padrão de unidades (lote).

Segundo Corrêa e Corrêa (2008), o sistema de cartões *kanban* mais difundido atualmente é o de dois cartões, utilizado inicialmente pela Toyota no Japão, que consiste na utilização do cartão de produção (ou de manufatura) e do cartão de transporte (ou de retirada/deslocamento).

O *kanban* de produção (como exemplifica a figura 5) dispara a produção de uma unidade ou de um lote mínimo de peças de determinado tipo, no centro de produção. Com a aplicação deste dispositivo, nenhuma operação de produção é executada sem que haja a autorização deste sinal, exceto, por exemplo, em linhas de montagem (CORRÊA; CORRÊA, 2008).

Figura 5 – Exemplo de *kanban* de produção.
Fonte: Corrêa e Corrêa (2008).

O *kanban* de transporte (como exemplifica a figura 6) autoriza movimentação de material pela fábrica, do centro de produção que fabrica para o centro de produção que consome em definido estágio do processo. Somente se houver um cartão *kanban* autorizando é que atividades de movimentação são executadas (CORRÊA; CORRÊA, 2008).

Figura 6 - Exemplo de *kanban* de transporte.
Fonte: Corrêa e Corrêa (2008).

A figura 7 esquematiza o funcionamento de um *kanban* de produção e de retirada, que devem trabalhar juntos para que se crie um sistema puxado com eficiência.

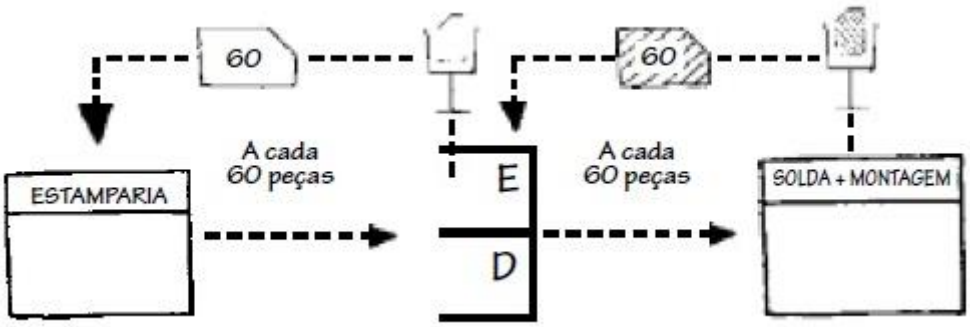


Figura 7 – Exemplo de *kanban* de produção e de retirada.
Fonte: Marchwinski *et al.* (2011).

De acordo com Marchwinski *et al.* (2011), existem seis regras para o uso eficaz do *kanban*:

- Os processos clientes solicitam as quantidades exatas especificadas no cartão;
- Os processos fornecedores produzem/processam as quantidades exatas e na sequência solicitada descrita no sinal enviado;
- Nenhum item deve ser produzido ou movimento sem o *kanban*;
- Todas as peças e materiais têm sempre um *kanban* anexado;

- Peças com defeito e quantidades incorretas não são enviadas ao processo cliente;
- O número de *kanban* deve ser reduzido com cautela com a finalidade de diminuir estoques e revelar os problemas da produção.

Em relação ao número mínimo de cartões *kanban*, Corrêa e Corrêa (2008) afirmam que somente será alcançado quando todas as incertezas do processo forem eliminadas, eliminando-se, por conseguinte, a necessidade de estoques de segurança. Entretanto, a retirada deliberada de cartões do sistema faz com que o sistema esteja mais vulnerável aos problemas que se tornam visíveis, permitindo que sejam combatidos.

2.6.2 5S

De acordo com Falconi (2014), o programa 5S visa mudar a maneira de pensar das pessoas em direção a um melhor comportamento para toda a vida. Trata-se de uma nova maneira de conduzir a empresa com ganhos efetivos de produtividade. O 5S é um programa para ser executado desde o presidente até os operadores, devendo ser liderado pela alta direção da empresa. O programa é baseado em educação, treinamento e prática em grupo.

Segundo Slack *et al.* (2009), a metodologia surgiu no Japão e pode ser pensada como um simples método para organizar áreas de trabalho que enfatizem ordem visual, organização, limpeza e padronização. O programa auxilia em uma das metas essenciais ao *lean manufacturing*, a eliminação de desperdícios, neste caso relacionados à incerteza, espera, busca por informações relevantes etc. Com tudo claro e previsível, o trabalho fica mais fácil e rápido. Os 5 sensos têm o seguinte significado:

- *SEIRI* (Separação): eliminar o que não é necessário e manter o que é;
- *SEITON* (Organização): posicionar os objetos de tal forma que sejam facilmente alcançados sempre que necessário;
- *SEISO* (Limpeza): Limpar e manter tudo limpo e arrumado na área de trabalho;
- *SEIKETSU* (Padronização): Manter a ordem e a limpeza por meio da cultura;
- *SHITSUKE* (Disciplina): Desenvolver o compromisso e o orgulho em manter os padrões, para o bem-estar dos colaboradores.

De acordo com Marchwinski *et al.* (2011), entretanto, a Toyota costuma se referir a apenas quatro Ss, como demonstra a figura 8:

- Analisar (*SEIRI*): analisar tudo o que se encontra na área de trabalho, separando e eliminando o que não é necessário;
- Classificar (*SEITON*): organizar os objetos necessários de forma clara e fácil;
- Limpar (*SEISO*): limpar equipamentos, ferramentas e a estação de trabalho;
- Ficar "Novo em Folha" (*SEIKETSU*): organização e limpeza resultante dos três primeiros Ss.

O motivo de omissão, por parte da Toyota, do último senso, de sustentação, é por causa das auditorias diárias, semanais e mensais, que já verificam o trabalho padronizado. Pode-se perceber assim que a importância do programa não está no número de Ss, mas no esforço sistemático da organização, não se tratando de uma iniciativa isolada (MARCHWINSKI *et al.*, 2011).

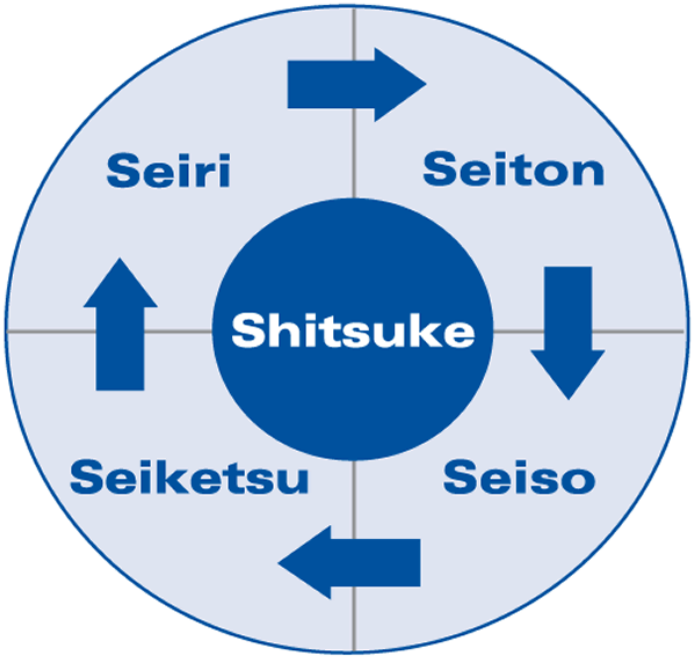


Figura 8 – Os 4S em torno da disciplina, segundo a Toyota.
Fonte: Marchwinski *et al.* (2011).

De acordo com Krajewski (2008), podem ser citadas como vantagens da utilização dos 5S a redução de custos, a melhoria na pontualidade de entregas e na produtividade, o aumento da qualidade do produto e um ambiente de trabalho mais seguro.

2.6.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (MFV)

Slack *et al.* (2009) definem o Mapeamento do Fluxo de Valor (ou mapeamento da corrente de valor ou mapeamento do sistema "ponta-a-ponta") como "uma abordagem simples, mas eficaz de entender o fluxo de material e informação à medida que se agrega valor ao produto ou serviço ao longo de seu progresso no processo, operação ou cadeia de suprimentos".

Sendo uma das ferramentas essenciais da produção enxuta, foi baseada em uma técnica de modelagem proveniente da metodologia de Análise de Linha de Valor e proposto por Rother e Shook em 1999, segundo informam os próprios autores.

O conceito de Mapa de Fluxo de Valor é definido por Rother e Shook (1999) da seguinte forma:

> "É seguir a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e cuidadosamente desenhar uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Então, formula-se um conjunto de questões-chave e desenha-se um mapa do estado futuro de como o processo deveria fluir. Fazer isso repetidas vezes é o caminho mais simples para que se possa enxergar o valor e, especialmente, as fontes do desperdício" (ROTHER; SHOOK, 1999).

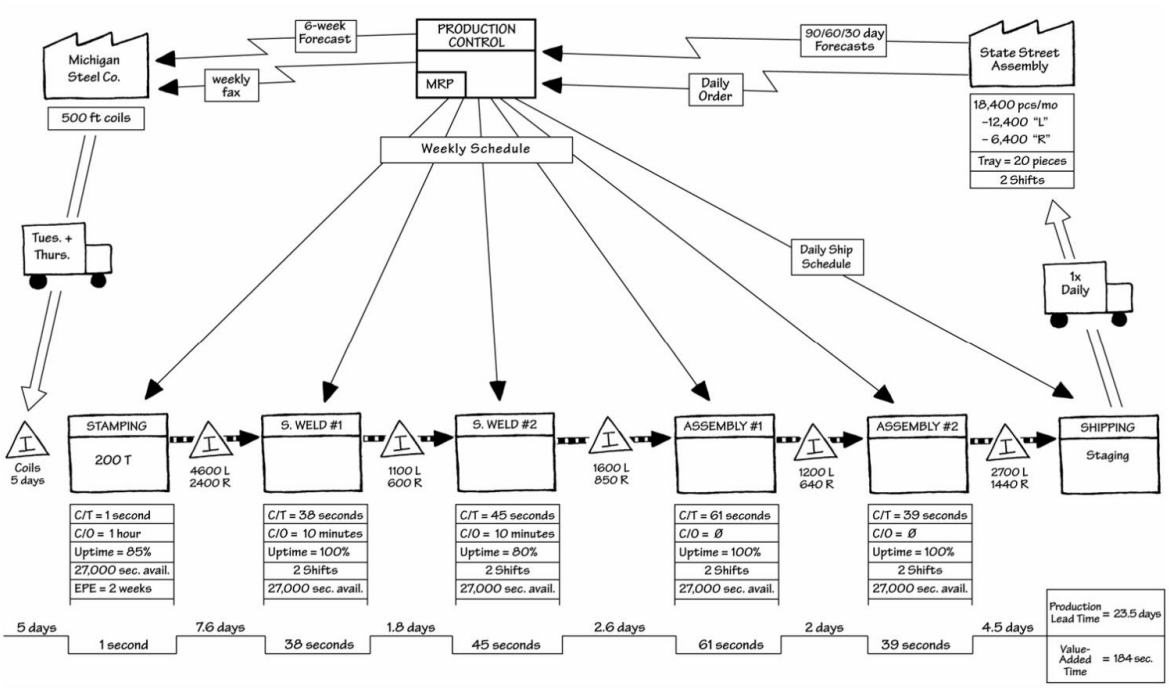


Figura 9 – Exemplo de Mapa de Fluxo de Valor do estado atual.
Fonte: Rother e Shook (1999).

De acordo com Marchwinski *et al.* (2011), os mapas de fluxo de valor podem ser desenhados em diferentes momentos a fim de revelar as oportunidades de melhoria do processo. O mapa do estado atual segue o caminho de um produto, do pedido até a entrega, determinando suas condições atuais. Já o mapa de estado futuro desdobra as oportunidades de melhorias identificadas pelo mapa do estado atual, para atingir um nível mais alto de desempenho da cadeia de valor no futuro. Um exemplo Mapa de Fluxo de Valor do estado atual está exemplificado pela figura 9.

O mapeamento do fluxo de valor é visto por muitos práticos como o ponto inicial para reconhecer os desperdícios e identificar suas causas. Slack *et al.* (2009) descrevem que a abordagem por MFV é um técnica de quatro passos, que identifica os desperdícios e sugere soluções para simplificar as atividades. O primeiro passo trata da identificação da corrente de valor a ser mapeada, seguindo pelo mapeamento físico do processo utilizando da simbologia desenvolvida por Rother e Shook (1999), apresentada na figura 10. Esse mapa é denominado de estado corrente. Na terceira etapa, problemas são diagnosticados e melhorias são sugeridas por meio de planos de ação, levando ao mapa do estado futuro, que representa a cadeia de valor aprimorada. Por fim, as mudanças são implementadas como planejadas.

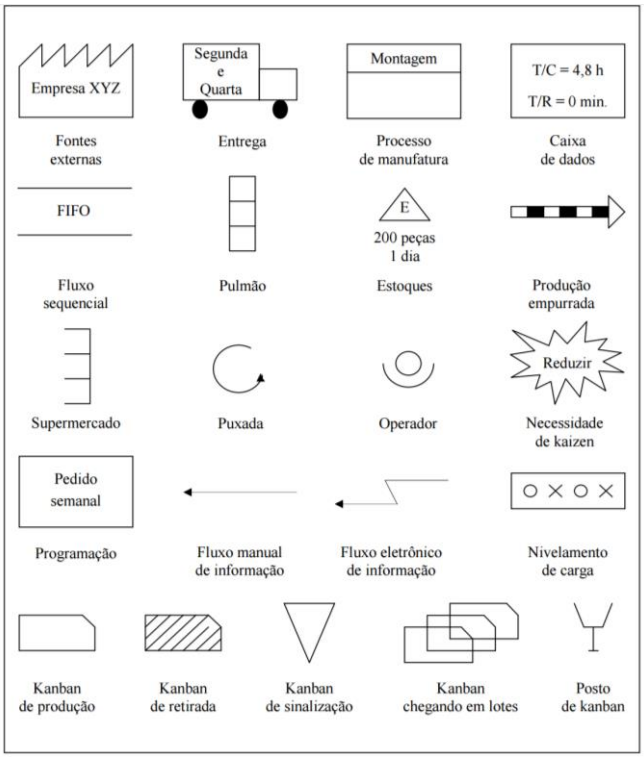


Figura 10 – Simbologia utilizada pelo MFV.
Fonte: Rother e Shook (1999).

Como pode-se observar na figura 10, um dos ícones utilizados pela ferramenta é a necessidade de *Kaizen* ou *Kaizen burst*, que evidencia processos que necessitam de melhorias, podendo ser o *input* para dar início a um *Workshop Kaizen* com foco em atingir o estado futuro do fluxo de valor, como desenhado em um MFV de estado futuro.

O Mapeamento do Fluxo de Valor pode ser considerada uma ferramenta essencial, pois auxilia na visualização do fluxo de valor, além de auxiliar na identificação dos desperdícios que permeiam a cadeia, fornecendo uma linguagem comum para tratamento dos processos de manufatura. Sendo assim, a ferramenta torna visíveis as decisões sobre o fluxo, englobando variados conceitos e técnicas enxutas, formando uma base para um plano de implementação e mostrando a relação entre dois tipos de fluxos distintos, o de material e o de informação. O MFV tem a meta de obter um fluxo contínuo, orientado pelas necessidades dos clientes, desde a matéria-prima até o produto final (ROTHER; SHOOK, 1999).

2.6.4 WORKSHOP KAIZEN

Segundo Marchwinski *et al.* (2011), Kaizen é o termo utilizado para a "melhoria contínua de um fluxo de valor ou de um processo individual, a fim de se criar mais valor com menos desperdícios", ou seja, melhorar processos e produtos continuamente, sendo mais eficiente (utilizando menos recursos) para criar mais valor na percepção do cliente.

Imai (1986) descreve o *Kaizen* da seguinte forma:

> "A essência do *Kaizen* é simples e direta: *Kaizen* significa melhoramento. Mais ainda, *Kaizen* significa contínuo melhoramento, envolvendo todos, inclusive gerentes e operários. A filosofia do *Kaizen* afirma que o nosso modo de vida – seja no trabalho, na sociedade ou em casa – merece ser constantemente melhorado".

De acordo com Corrêa e Corrêa (2008), a palavra japonesa *Kaizen* significa melhoramento, melhoramento contínuo e continuado, envolvendo todos na organização, sendo um método gradual e incremental, que pode ser conduzido numa variedade de maneiras e com uma variedade de objetivos. Apesar da variação em abordagens, o *Kaizen* possui a característica essencial de ser orientada para equipes de trabalho que se envolvem e se

comprometem com os objetivos propostos, implementando melhorias de forma contínua em aspectos como:

- Processos;
- Fluxos de trabalho;
- Arranjo físico;
- Método e divisão de trabalho;
- Equipamentos e instalações.

Imai (1986) afirma que o melhoramento de processos pode ser dividido em *Kaizen* e inovação. *Kaizen* significa melhoramentos feitos no *status quo*, com resultados dos esforços contínuos. Já a inovação representa um melhoramento drástico, disruptivo, radical no *status quo*, como resultado de uma grande mudança ou um grande investimento em novas tecnologias e equipamentos. O autor propõe 10 mandamentos que guiam a atuação do *Kaizen* nas organizações:

1	O desperdício é o inimigo nº1. Para eliminá-lo é preciso sujar as mãos.
2	Melhorias graduais feitas continuadamente; não é ruptura pontual.
3	Todos na empresa tem de estar envolvidos, desde os gestores do topo e intermédios, até o pessoal de base; a metodologia não é elitista.
4	A estratégia deve ser barata. O aumento da produtividade deve ser feito sem investimentos significativos. Não se deve aplicar somas astronômicas em tecnologia e consultorias.
5	Aplicar-se em qualquer lugar; não serve só para os japoneses.
6	Apóia-se numa gestão visual, numa total transparência de procedimentos, processos e valores; torna os problemas e os desperdícios visíveis aos olhos de todos.
7	Focaliza a atenção no local onde se cria realmente o valor ('gemba', em japonês).
8	Orienta-se para os processos.
9	Dá prioridade às pessoas, ao *humanware*; acredita que o esforço principal de melhoria deve vir de uma nova mentalidade e estilo de trabalho das pessoas (orientação pessoal para a qualidade, trabalho em equipe, cultivo da sabedoria, elevação da moral, autodisciplina, círculos de qualidade e prática de sugestões individuais ou de grupo).
10	O lema essencial da aprendizagem organizacional é aprender fazendo.

Tabela 2 – Os dez mandamentos do *Kaizen*.
Fonte: Kaizen Institute (2016).

Segundo Rother e Shook (1999), existem dois níveis de *Kaizen*, como esquematizado pela figura 11:

- De sistema ou de fluxo, que considera o fluxo total de valor e é geralmente dirigido pelo corpo gerencial;

- De processo, que foca em processos individuais e é geralmente dirigido por equipes de trabalho e líderes de equipe.

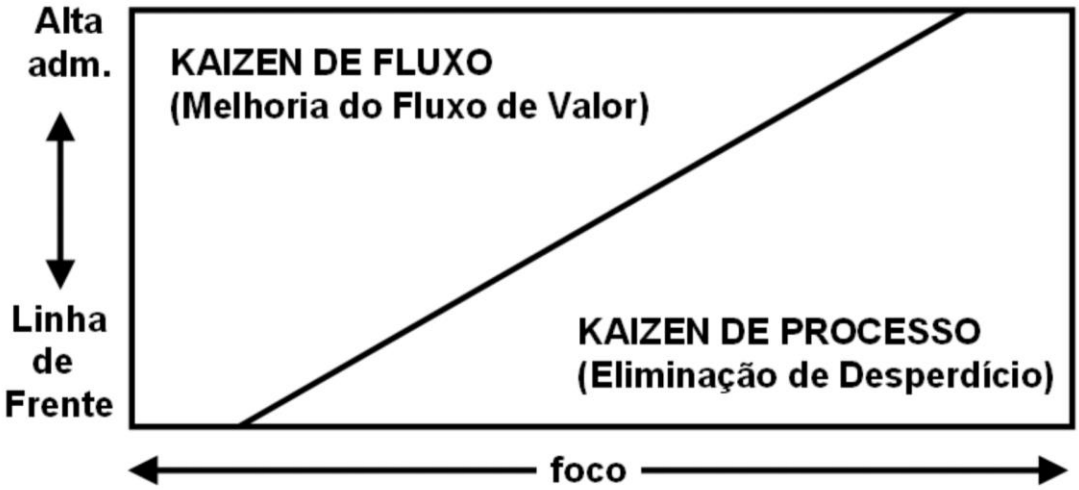


Figura 11 – Níveis de *Kaizen*.
Fonte; Rother e Shook (1999).

Segundo Laraia e Moody (2009), o *Kaizen* de processo combina várias ferramentas da manufatura enxuta, como: sistema de gerenciamento visual, manufatura celular, padronização, sistema *pull*, redução de *setup* e balanceamento de linha, sendo implantado na empresa com o Evento *Kaizen* (ou *Workshop Kaizen*) de chão de fábrica.

Marchwinski *et al.* (2011) definem o *Workshop Kaizen* como uma "atividade *Kaizen* em grupo, comumente com a duração de cinco dias, na qual uma equipe identifica e implementa melhorias significativas em um processo".

De acordo com Laraia e Moody (2009), há três fases para um completo processo de melhoria utilizando o chamado Evento *Kaizen*:

- Preparação: Decisão de quem estará na equipe, informar às pessoas da área e àquelas que darão suporte ao Evento, o que devem esperar e quais os objetivos do projeto;
- Evento *Kaizen*: o evento termina com uma apresentação para a alta direção com a demonstração de alteração de um processo;
- Acompanhamento: padronização dos ganhos e implementação como parte de operações contínuas.

Werkema (2011) apresenta, por meio da figura 12, os pontos fortes e riscos apresentados pela metodologia do *Kaizen*:

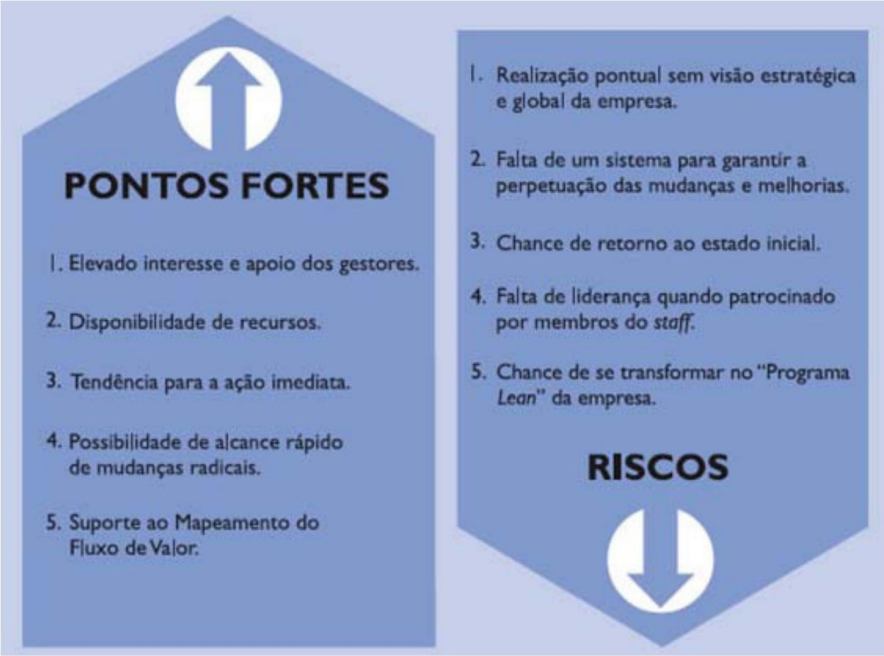


Figura 12 – Pontos fortes e riscos do Kaizen.
Fonte: Werkema (2011).

O Kaizen é essencialmente um processo para "botar a mão na massa". Os participantes deste projeto não somente planejam o que será executado, mas participam da limpeza de equipamentos, escolha de ferramentas, movimentação de maquinário, montagem, construção e operação do processo. A equipe deve fazer a mudança acontecer (LARAIA; MOODY, 2009).

Marchwinski *et al.* (2011) evidenciam ainda que o mapeamento do fluxo de valor é uma excelente ferramenta para identificação de um fluxo de valor e determinação de quais pontos são apropriados para *Kaizen* de fluxo ou de processo.

2.7 PUBLICAÇÕES SOBRE O TEMA

Como anteriormente citado, existe um grande número de estudos, monografias e publicações sobre *lean manufacturing*, suas aplicações e ferramentas, estando entre elas o Mapeamento do Fluxo de Valor e Eventos *Kaizen*. Essas duas ferramentas são tão versáteis e adaptáveis a qualquer tipo de organização que se preocupa com a melhoria contínua, que por muitas vezes são utilizadas de forma disjunta do sistema *lean*, apenas como uma iniciativa de melhorar fluxos de valor e solucionar problemas de produção. São os casos, por exemplo, das

publicações feitas por Prata e Giroletti (2015) e Almeida, Belo e Silva (2011) em ambientes tidos habitualmente como sistemas “empurrados” de produção.

No trabalho de Almeida, Belo e Silva (2011), é feito um estudo em uma empresa metalúrgica de São Carlos – SP, visando aumentar sua produtividade (um dos parâmetros mais importantes em relação a sustentabilidade financeira da organização no ramo metalúrgico), melhorias em relação a outra ferramenta *lean*, o programa 5S, e melhorias na área de segurança e ergonomia. Em Prata e Giroletti (2015), descreve-se a adoção do Sistema Toyota Produção em uma empresa siderúrgica de Minas Gerais, que, por meio de *Kaizens* alcançou ganhos a curto prazo, definição de novos padrões de trabalho, desenvolvimento dos colaboradores e quebra de paradigmas quanto às paradas de produção, o que afetava drasticamente a produtividade da companhia. Existe ainda o estudo de Salgado *et al.*, (2009) que utiliza da ferramenta *Value Stream Mapping* em uma empresa do sul de Minas Gerais para identificação de desperdícios no processo de desenvolvimento de produtos, realizando algumas adaptações necessárias ao processo.

Já em relação ao setor automotivo da indústria, percebe-se um número bem elevado de publicações, muito devido à adoção do sistema *lean* de forma pioneira pela Toyota, levando às empresas do setor a adotarem e se adaptarem ao novo sistema. Ferreira (2009) descreve a filosofia japonesa de melhoria contínua aplicada em uma empresa automotiva de origem alemã, constatando que o método de *Kaizen* é executado com sucesso pela empresa e os colaboradores se empenham em manter aas mudanças realizadas pela ferramenta. Já Braga (2013) descreve o funcionamento da filosofia também em uma indústria automotiva de origem alemã, apresentando um estudo de readequação de recursos produtivos no setor de montagem de acabamento da empresa, que teve como resultado a padronização do processo, facilitando sua assimilação e aplicação pelos colaboradores da operação, além de disseminar a cultura de melhoria contínua no chão de fábrica. Um estudo correlato é feito por Ciconelli (2007), que trata da aplicação da metodologia *Kaizen* no setor de pintura da empresa do setor automotivo, no processo de recirculação de tintas, apresentando seus resultados e a preparação da organização para aplicação da ferramenta. No caso de Lima (2010), é desenvolvido um trabalho para avaliar a forma como ocorre o Evento *Kaizen*, demonstrando as diferenças entre a teoria e a prática em sua realização, a partir da observação do autor como participante. Analogamente, Oliveira e Schimiguel (2015), identificam os principais problemas relacionados ao problema de produção enxuta em uma empresa do ramo automotivo e apresentam os resultados das melhorias sugeridas por um Evento *Kaizen*.

Em relação a metodologia utilizada pelo presente trabalho, pode-se perceber, também, que não se trata de uma inovação em gestão, pois a própria teoria estimula a execução de Eventos *Kaizen* para solucionar os *gaps* que existem quanto ao fluxo suave, sincronizado e balanceado do valor perante sua cadeia, conforme identificado em Mapeamento de Fluxo de Valor. Sendo assim, podem ser facilmente encontrados estudos sobre a metodologia utilizada por este trabalho, como, por exemplo, o de Pinto (2012), que descreve a aplicação do MFV em um processo denominado de Tecnologia em Montagem de Superfície e realização de *Kaizen* para redução de desperdícios gerados no processo. Sendo assim, o trabalho identificou o estado atual da cadeia de valor, propôs um estado futuro e eliminou os fatores que não agregavam valor ao processo.

De forma semelhante, Oliveira, Borges e Silva (2015) avaliam a implantação da metodologia *Kaizen* no processo de manufatura de jatos executivos de uma empresa do setor aeronáutico, realizada através do Mapeamento do Fluxo de Valor, identificando desperdícios e assegurando ganhos em eficiência produtiva e aumento da satisfação do cliente com o produto final. Outro estudo que aborda a mesma metodologia é o tratado por Elias, Oliveira e Tubino (2011), que trata de uma empresa do setor de ramo de gesso em Nova Olinda – CE, onde foi aplicado o MFV, identificando focos de desperdício no mapeamento do estado atual e pontos de melhoria no processo, levando ao desenvolvimento do estado futuro, que foi executado por meio de *Kaizen* e iniciativas como um plano de ação para uma "jornada *lean*".

A partir do desenvolvimento do presente estudo, abordando a metodologia também utilizada, a descrição do processo, a elaboração do Mapeamento do Fluxo de Valor e a execução do *Kaizen* para redução de custos de produção, foi realizado o levantamento de resultados alcançados imediatos e no longo prazo, comparando com os resultados obtidos pelos trabalhos descritos nas publicações supracitadas sobre o tema e concluindo com uma análise acerca da metodologia e seu potencial como ferramenta de melhoria dos processos, redução de custos, aumento da motivação dos colaboradores e construção de uma mentalidade voltada para a melhoria contínua.

3. A METODOLOGIA

3.1 MAPEAMENTO DA LINHA DE PINTURA

A pintura de um automóvel demanda alguns cuidados, que vão desde a preparação das chapas de aço para receber camadas de proteção contra choques, raios ultravioleta, corrosão etc. até o polimento e envernizamento para fornecer maior proteção e brilho à tinta na superfície. Em uma cabine de um caminhão, o zelo é semelhante. Porém, devido a algumas especificidades do veículo, há determinadas variáveis que recebem maior atenção e outras menos, já que toda atividade feita na montagem bruta, pintura e montagem final de um caminhão é pensada com os "olhos do cliente". Em outras palavras, as atividades realizadas na fábrica de montagem de caminhões devem agregar valor ao produto de acordo com a percepção do cliente e, caso isso não aconteça, trata-se de uma atividade que não agrega valor, configurando desperdício de tempo, dinheiro e/ou recursos.

Como observado em grandes empresas multinacionais, a empresa em questão utiliza de uma estratégia *top-down* em suas diretrizes, hierarquia e operações, por questões de padronização, facilidade de gestão e qualidade do produto entregue ao cliente. Na planta da empresa de Juiz de Fora não é diferente. Inaugurada em 1999, a unidade foi construída pensando em aumentar a produção de carros para o mercado brasileiro. Por conta de seu custo alto – devido às partes importadas – certa parte da fábrica se tornou ociosa, levando a empresa a produzir na planta juizforana, também, outras modelos da marca. Com o decréscimo da venda de automóveis no país no início da década de 2010, surgiu a alternativa de adaptar a fábrica para um mercado em potencial, o de caminhões. Em 2012, iniciou-se a produção de caminhões de pequeno e grande porte na fábrica de Juiz de Fora.

Com a adaptação de toda a parte industrial para a produção de caminhões, muitos procedimentos, atividades e controles tiveram que ser adaptados ou até mesmo criados para suprir tanto a necessidade de gestão interna da unidade como a gestão corporativa.

Em 2013, quando a operação começou a se estabilizar e foi observada uma padronização das atividades, os gestores puderam se dedicar iniciativas de redução de custos, otimização do trabalho, redução de desperdícios e melhoria da qualidade do produto. Como parte do trabalho de adaptação da planta de carros para a planta de caminhões, foi priorizada a operação propriamente dita e o começo da produção para o mercado. Sendo assim, em 2013,

muitos controles foram adaptados e as documentações e ferramentas corporativas começaram a ser atualizadas ou até mesmo iniciadas.

Como parte dessa adaptação, foi percebida uma necessidade de mapear todo o processo de pintura da unidade de Juiz de Fora, com base em fazer um levantamento das oportunidades de melhoria para a operação, prezando pela eficiência e diminuição de custos. Como era aplicado na fábrica quando havia a produção de carros, assim como em todas as fábricas da companhia em questão, lançou-se mão da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor, com o objetivo de apontar quais seriam os *Kaizen* (os projetos de melhoria contínua) para o ano de 2014.

O Mapeamento do Fluxo de Valor da pintura de cabines de caminhão da unidade de Juiz de Fora foi de responsabilidade do autor do presente estudo, sendo que o tempo para observação e estudo do processo (por meio da observação *in loco* e por meio dos procedimentos das atividades denominados Folha de Trabalho Padrão), medição de tempos e representação do processo em um Mapa de Fluxo de Valor foi de, aproximadamente, 4 meses.

No setor de pintura, o tempo de *takt* da operação é de 471 segundos (ou 7,85 min), sendo que o tempo disponível diário para produção varia de acordo com a área. Na área de Aplicação de Cera, por exemplo, é de 495 minutos e na área de Controle de Qualidade Final de 471 minutos, onde a produção média é de 60 cabines por turno.

Foram mapeadas as 64 estações correspondentes ao processo do caminhão de pequeno (figura 13) e as 65 referentes ao caminhão de grande porte (figura 14), sendo que ambos os modelos passam pelo mesmo macroprocesso, que se divide em duas grandes áreas: Pré-tratamento e Acabamento. Na área de Pré-tratamento ocorre a preparação da cabine para recebimento da tinta e na área de acabamento são aplicados o primer, esmalte e verniz e cera nas partes que sofrem maior exposição à umidade e calor e, por fim, o Controle de Qualidade da pintura, conhecido como *Finish* ou Área Branca.

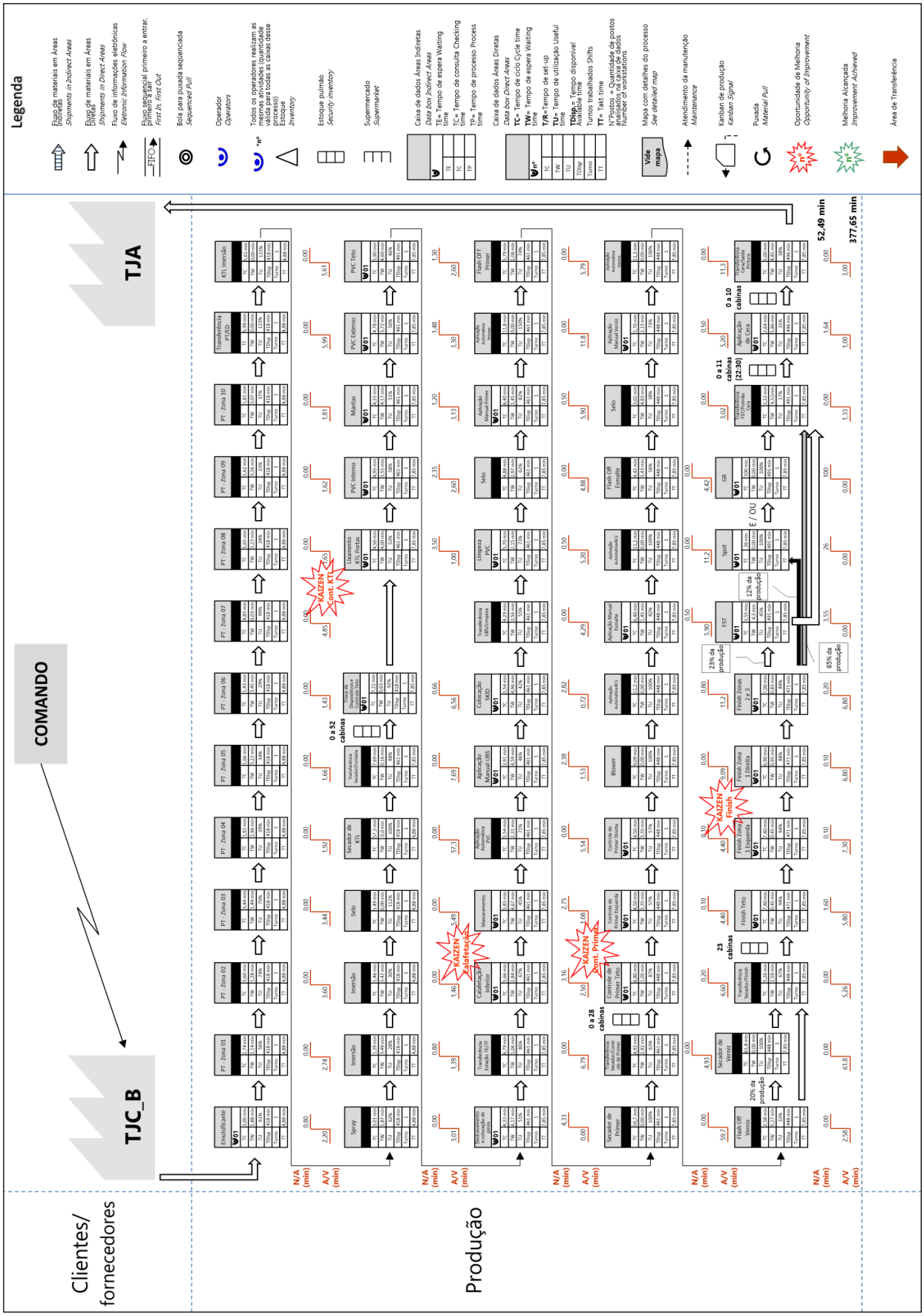


Figura 13 – Mapa do Fluxo de Valor (linha do caminhão de menor porte)

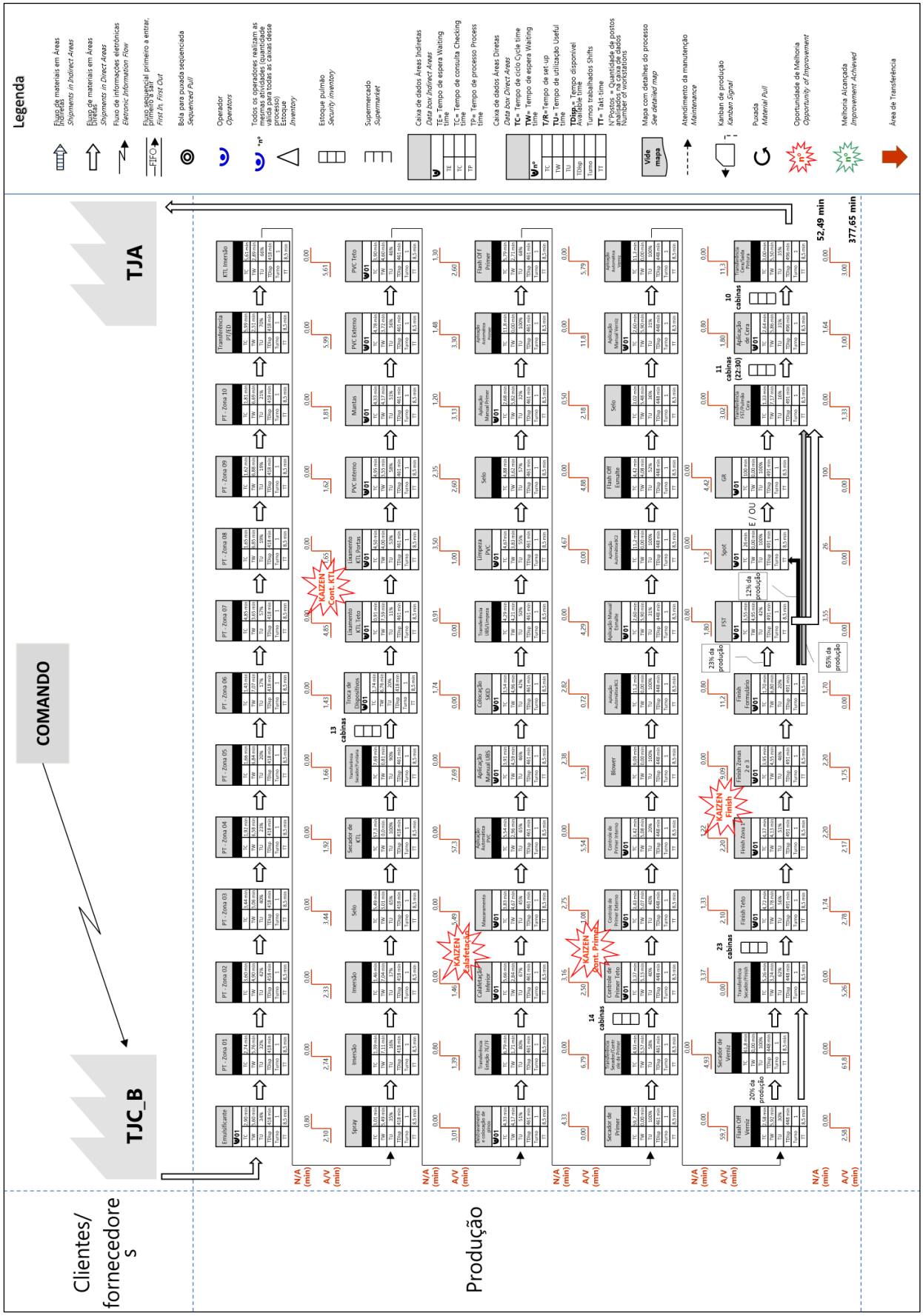


Figura 14 – Mapa do Fluxo de Valor (linha do caminhão de maior porte)

De acordo com um critério de percentual de utilização das estações (disponibilidade de equipamentos) – por questões de paradas de linha que poderiam afetar o plano de produção – foram definidos os *Kaizen* para o ano de 2014, nas áreas de Controle de KTL, Calafetação, Controle de Primer e *Finish* (Controle de Qualidade Final).

3.2 SEMANA *KAIZEN*

O presente estudo foca no Kaizen que ocorrera na área de *Finish*, que apresentava 94% de tempo de utilização nas estações A e B (sendo a estação A responsável pelo controle do teto e a estação B responsável pelo controle dos lados esquerdo e direito da cabine) e 89% de utilização na estação C (responsável pela área frontal), como pode ser observado no detalhe na figura 15:

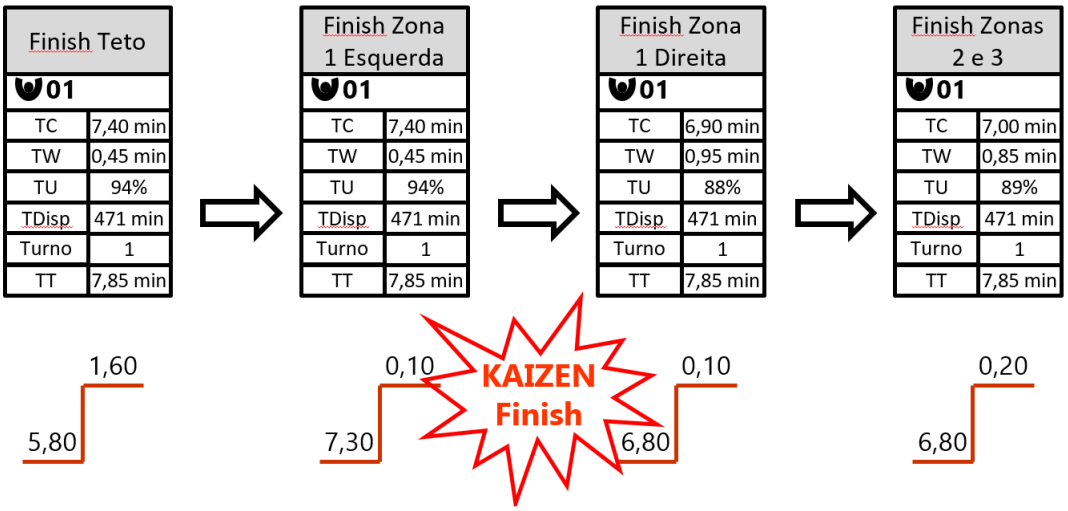


Figura 15 – Mapa do Fluxo de Valor da área *Finish*

A representação esquematizada na figura 15 está de acordo com a legenda apresentada na figura 16.

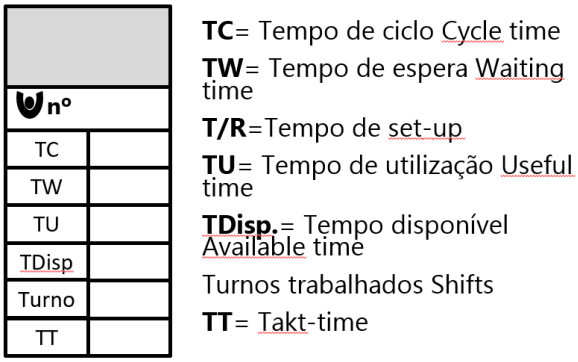


Figura 16 – Legenda do Mapa do Fluxo de Valor

Pode-se perceber que todas as estações possuem o mesmo tempo de *takt* e o mesmo tempo disponível, além de tempos de ciclo semelhantes. Contrário às outras estações, o controle do teto da cabine (*Finish* Teto) possui um tempo de agregação de valor menor (1,6 minutos de não-agregação e 5,8 minutos de agregação de valor), já que controlava áreas da cabine que não são normalmente observadas pelo cliente. Isto é, existia um ganho de oportunidade já identificado no MFV, que dizia respeito ao controle excessivo da pintura no teto, algo que não agregaria valor ao produto, aos olhos do cliente.

Com o *Kaizen* identificado, foi feita uma escolha estratégica dos participantes, que faziam parte de várias áreas da fábrica, como, por exemplo, Montagem Bruta, Planejamento, Manutenção, Qualidade, Logística, Montagem Final etc., totalizando 12 participantes em uma semana exclusiva de trabalho destinado ao *Kaizen*.

De forma arbitrária, decidiu-se por uma meta de 10% de aumento de produtividade na área de Controle de Qualidade como um todo. Por se tratar de um período com muitas dificuldades para o mercado automotivo, incluindo o mercado de caminhões, muitas iniciativas estavam sendo realizadas visando a diminuição de custos de produção das unidades da companhia em estudo. Pautado nessa necessidade momentânea, foi estabelecida uma segunda meta, que estipulava uma redução de 10% nos custos de produção da área, que são relativos principalmente a materiais de reparo na pintura, como lixas e boinas.

3.2.1 BRAINSTORMING

Por metodologia adotada pela empresa, o primeiro dia se destinou a apresentação e integração da equipe, evidenciação dos problemas a serem abordados e uma análise no *gemba*, ou seja, na área propriamente dita. A parte da tarde do primeiro dia ficou destinada a um *brainstorming* de quais iniciativas foram observadas pela equipe para atingir o objetivo do projeto. As ideias eram divididas em quatro quadrantes e expostas em um mural, que as classificava da seguinte maneira:

- Alto Impacto e Baixa dificuldade de implantação, configurando grande retorno por um empreendimento baixo de recursos;
- Baixo Impacto e Baixa dificuldade de implantação, sendo consideradas as ações que não representavam grandes mudanças no processo, mas que seriam fáceis de serem operacionalizadas;

- Alto Impacto e Alta dificuldade de implantação, iniciativas estas que exigiriam grande esforço da equipe para apresentar grandes resultados, sendo consideradas ideias de longo prazo, por sua complexidade;
- Baixo Impacto e Alta dificuldade de implantação, que são as ideias menos atraentes por demandarem uma grande carga de recursos para alcançar efeitos pouco expressivos.

O *brainstorming* ocorreu de maneira eficiente, já que, das 66 ideias levantadas, 44 foram de alto impacto e baixa dificuldade, cerca de 67%. Essa divisão afirmou não só a necessidade de um projeto de melhoria na área, mas confirmou que a equipe teria muitas iniciativas de curto prazo para trabalhar durante a semana. O quadro com as ideias discutidas pode ser observado a seguir, na figura 17:

Figura 17 – Quadro de Classificação das Ideias do *Brainstorming*

Apesar da impressão de uma quantidade grande de ideias a serem implementadas na área de Controle de Qualidade, a maioria dizia respeito, de formas diferentes, à excessiva atenção dada ao controle dos parâmetros da pintura em vários pontos que não agregariam valor na visão de um possível cliente.

3.2.2 ALTERAÇÃO DAS ATIVIDADES

A principal mudança sugerida em relação ao *Finish* Teto foi a eliminação do controle estético da pintura na maior parte do teto, já que o cliente ou usuário do caminhão não possui visão desta parte da cabine, ainda mais no modelo de grande porte, devido à sua altura em relação ao solo. O controle estético só não foi totalmente extinguido pois, no caso de a cabine bascular, certa parte da pintura do teto, na parte frontal, pode ser enxergada. A figura 18 esquematiza a alteração realizada:

Figura 18 – Otimização do Controle da Pintura no Teto da Cabine

Como pode ser observado na representação da mudança pela figura 18, havia uma necessidade de elevar uma plataforma para controle de todo o teto da cabine, tanto do modelo de menor porte, quanto do modelo de maior porte. Com a racionalização do controle da pintura, a plataforma foi inutilizada, sendo direcionada para a área de Controle KTL, onde se fez necessária para otimização do processo. Com o novo procedimento – de controle apenas do teto frontal do modelo menor e controle por meio de espelho na estação do teto do modelo maior – tornou-se necessário instalar um espelho na parte superior da estação e atualizar as folhas de trabalho padrão no longo prazo, demonstrando as novas atividades e especificando como os operadores deveriam se movimentar de forma otimizada, a fim de obter máxima eficiência. O esquema a seguir evidencia qual a melhor movimentação e localização dos operadores para tal, segundo a equipe do *Kaizen*:

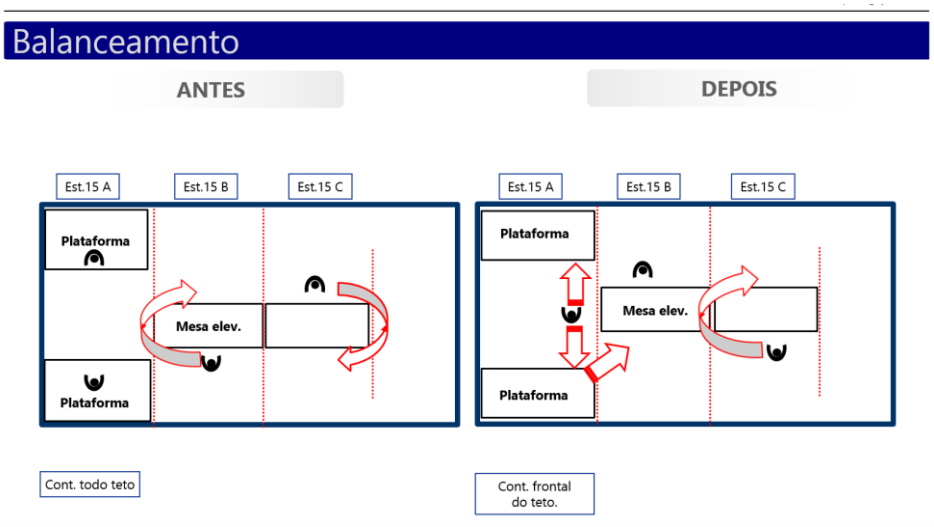


Figura 19 – Esquema da Localização e Movimentação dos Operadores

Como pode ser percebido no esquema da figura 19, na estação 15A, um operador seria responsável por controlar o teto frontal do caminhão de menor porte e o teto por meio do auxílio de espelhos, no caso do modelo de grande porte, diferente do modo anterior, que prezava por controlar todo o teto de ambos os modelos.

O mesmo funcionário responsável pelo teto vai para a estação 15B para controlar o lado direito da cabine, enquanto um operador fica responsável pelo lado esquerdo. Na estação 15C, um terceiro operador é responsável pelo controle de toda a parte frontal e pequena parte traseira da cabine, de acordo com o que é observado pelo cliente.

Como forma de contenção de alguma possível falha chegar até o cliente, foi estabelecida, também, uma ação para que a área de auditoria de qualidade da unidade fosse mais criteriosa quanto às falhas de pintura percebidas, para que fossem observadas com o "olhar do cliente".

3.2.3 ALTERAÇÃO DAS MOVIMENTAÇÕES

Os operadores das áreas de produção possuem uma visão muito mais apurada do processo, por estarem constantemente em contato com o mesmo, percebendo seus pontos positivos e oportunidades de melhoria. Uma outra mudança que acabou por reduzir o tempo de movimentação desnecessária foi pensando no 5S da unidade – no que tangia ao senso de Utilização – ao deixar os dispositivos de travar portas na linha de produção, ao invés de transportá-los a cada cabine que passava pela área de *Finish*.

Foi confeccionado um Diagrama de Espaguete, representando a movimentação do operador quando havia o transporte do dispositivo de travar portas, como pode ser visto na figura 20. Na mesma figura 20, pode ser observado o novo posicionamento do recipiente que continha os dispositivos, ficando, desta forma, mais próximo dos colaboradores e de sua área de utilização. Com a mudança, foi calculado que haveria uma redução de 5,8 quilômetros em movimentação dos operadores durante um mês.

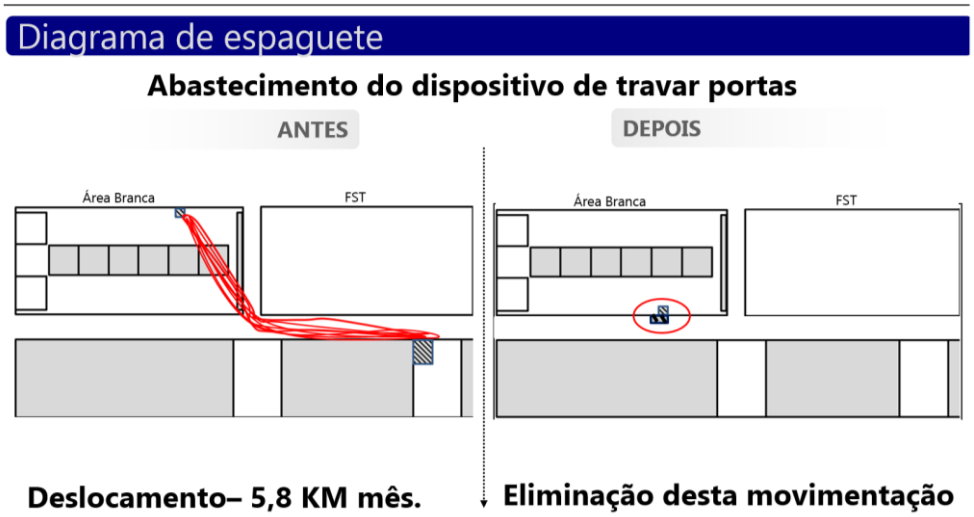


Figura 20 – Diagrama da Eliminação de Movimentação

Aproveitando do mesmo senso do 5S, de Utilização, os operadores de linha perceberam que não havia necessidade de dispor as ferramentas de lixamento e polimento no início da produção e sempre guardá-las ao fim do turno, já que sempre seriam utilizadas durante o trabalho e somente na área de *Finish.* Sendo assim, foi sugerido que as ferramentas fossem mantidas na linha de produção, como mostra a figura 21.

Figura 21 – Ferramentas de Trabalho na Linha de Produção

Com a mudança, cerca de 12 de minutos deixaram de ser desperdiçados diariamente com a disposição e recolhimento dos equipamentos.

3.2.4 AÇÕES *KAIZEN* 30 DIAS

Durante a semana *Kaizen*, algumas ações são mais complexas, necessitam alguma interface com outras áreas ou só podem ser realizadas em determinado tempo. Sendo assim, as mesmas são descritas em um formulário de plano de ação chamado *Kaizen* 30 dias, onde consta a ação que deve ser tomada, o responsável, prazo e resultado esperado. Tais ações ficam sob responsabilidade de cobrança do supervisor da área (no caso, supervisor da área de Acabamento), que expõe seu andamento em uma reunião diária junto ao gestor da pintura, ao outro supervisor, aos engenheiros e estagiários.

Em relação a ação de diminuição do controle de todo o teto das cabines de ambos os modelos, as seguintes ações foram destinadas ao plano de ação de *Kaizen* 30 dias:

- Instalação do espelho no topo da estação 15A, para avaliação do teto do modelo de grande porte;
- Inserção de cronômetro nas estações, para melhor controle dos operadores;
- Atualizar aos procedimentos nas Folhas de Trabalho Padrão;
- Repassar os novos procedimentos com todos as partes envolvidas, qualificando e registrando em reunião de equipe a nova metodologia;
- Monitorar o tipo e quantidade de falhas no teto, na área de auditoria de qualidade da fábrica;
- Reposicionar as luminárias na área de *Finish*, priorizando as áreas que deveriam receber maior atenção, como a parte frontal do teto do modelo de menor porte e a frente e lado esquerdo das cabines de ambos os modelos;

Em relação às ações de reposicionar os dispositivos de travar portas e de manter as ferramentas de lixamento e polimento na linha de produção, duas ações ficaram pendentes para realização em até 30 dias:

- Criar suporte para a caixa de dispositivos de travar portas – enquanto isso, os dispositivos estariam dispostos em uma bancada improvisada, onde constavam, também, outros equipamentos;
- Criar dispositivos de segurança para guardar ferramentas, para que não ficassem expostos após o turno de produção ou durante o tempo em que não fossem utilizadas.

4. RESULTADOS

Os objetivos do *Kaizen* realizado na área de Controle de Qualidade Final da Pintura (*Finish*) foram intimamente ligados por conta da redução esperada nas atividades realizadas. Em outras palavras, já se esperava, com a observação dos tempos no Mapa do Fluxo de Valor, que houvesse uma racionalização dos tempos de processo com a retirada de atividades que não agregam valor, sob o ponto de vista de um cliente. Com isso, uma menor área do veículo necessitaria de reparos, diminuindo as atividades de lixamento e polimento e, consequentemente, reduzindo o custo com materiais, principalmente, lixas e boinas, utilizadas na produção.

Em relação à alteração nas atividades de controle da pintura do teto, foram feitas algumas medições de tempos antes, com o processo inalterado, e depois, com as modificações realizadas. Sendo assim, alguns tempos mostraram que a utilização de algumas estações era ainda maior do que estava registrado nos procedimentos descritos nas Folhas de Trabalho Padrão, extrapolavam o tempo de *takt* de 7,85 minutos e, por vezes, faziam com que o operador tivesse que parar a linha ou destinar a cabine para uma câmara de reparos mais complexos, o que demandava mais desperdícios com movimentações e transportes do WIP.

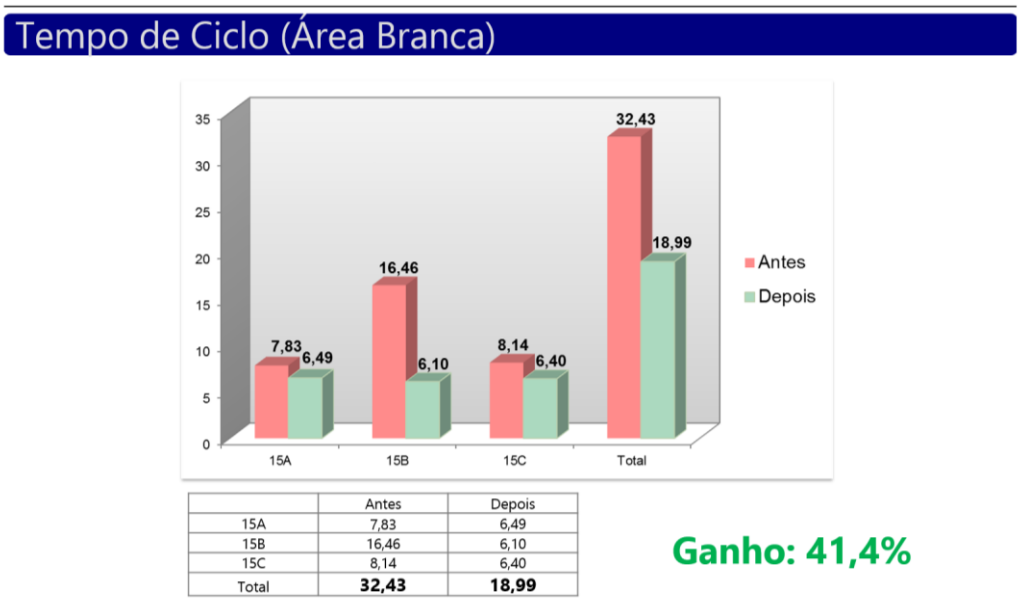
Na estação 15A, o tempo medido pela equipe *Kaizen* foi de 7,83 minutos, o que representava uma utilização de 99,7% do posto de trabalho, um tempo bem arriscado para a parada de linha de produção, caso houvesse qualquer imprevisto. Com a alteração do procedimento de controle da pintura do teto, o tempo para que o operador fizesse o controle da parte frontal do teto – no caso do caminhão de menor porte – ou de todo o teto por meio de espelhos – no caso do modelo de porte maior – e, além disso, controlasse a parte direita da cabine (cujos requisitos de parâmetros foram reduzidos e acordados com a área de qualidade), foi medido em 6,49 minutos, o que representava uma ocupação do posto de trabalho de cerca 82,7% e significava a redução de uma estação na área de *Finish*, além da realocação um operador para outras áreas mais necessitadas.

Já em relação aos dispositivos de portas, que foram movidos para a linha de produção, e aos ferramentais, que foram mantidos a todo tempo próximo aos operadores, geraram maiores impactos nas estações 15B e 15C, de controle dos lados da cabine e controle frontal e traseiro, respectivamente. Nessas estações, foram medidos, também, os tempos antes das alterações. Com isso, foi revelada uma grande falha que havia constantemente na área: a

cabine tinha um tempo de ciclo maior que o tempo de *takt*, o que só não parava a linha, porque o operador ia, por várias vezes no dia, até a próxima área terminar o reparo necessário.

O tempo observado antes do *Kaizen* na estação 15B foi 8,23 minutos para cada lado da cabine, o que representava uma taxa de ocupação de 104,8%. Já na estação 15C, a situação de continuar o reparo na próxima área também ocorria, com um tempo de ciclo de 8,14 minutos, uma utilização de 103,7%.

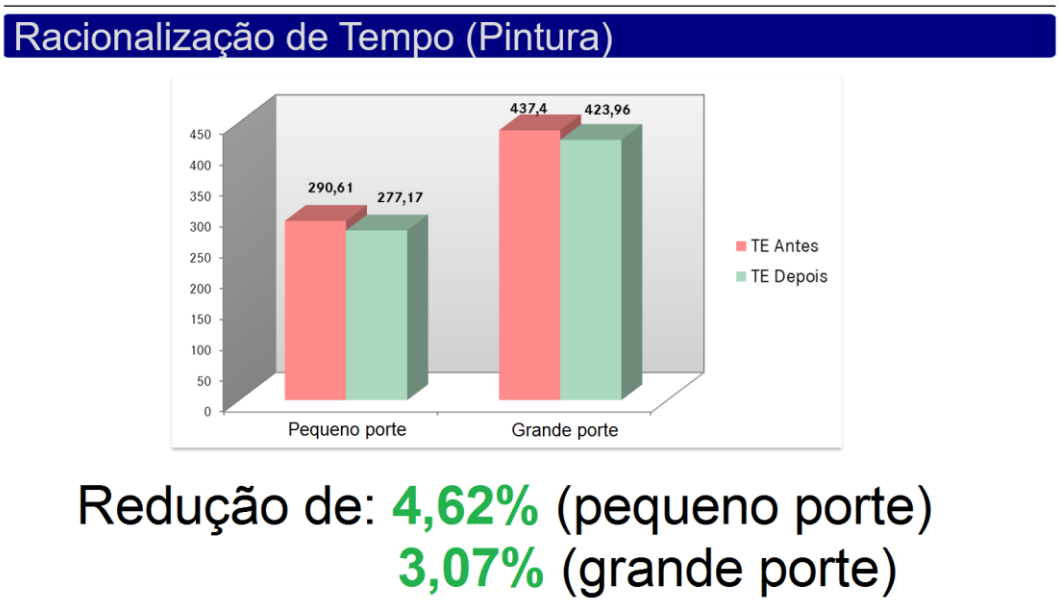
Após a alteração da colocação do recipiente com os dispositivos de portas na linha de produção e da disposição das ferramentas na linha, as estações 15B e 15C passaram a ter um tempo de ciclo de 6,10 minutos (utilização de 77,7%) e 6,40 minutos (utilização de 81,5%), respectivamente. A redução total de tempo das três estações foi de 41,4% – de 32,43 minutos para 18,99 minutos – como pode ser visto na figura 22:



	Antes	Depois
15A	7,83	6,49
15B	16,46	6,10
15C	8,14	6,40
Total	**32,43**	**18,99**

Figura 22 – Resultado da Redução dos Tempos de Ciclo

Apesar de parecer uma pequena mudança, a retirada de uma das 64 estações do processo do modelo de menor porte e das 65 estações do processo do modelo grande porte, a diminuição de pequenas porcentagens dos processos faz com que seja possível produzir uma unidade ou até mais por turno de produção, o que gera uma cabine a mais disponível para que a montagem final entregue um caminhão a mais pronto para ser comercializado. Além disso, a racionalização do tempo total de produção do modelo de menor porte em 4,62% (de 291 para 277 minutos) e do modelo de grande porte em 3,07% (de 437 para 424 minutos) atingiu o objetivo indireto de prover maior flexibilidade ao processo e menor risco de prejuízo com



paradas de linha, por conta de elevado tempo das atividades. O resultado pode ser melhor observado na figura 23.

Figura 23 – Resultado da Redução do Tempo Total de Produção

Com a redução dos critérios de controle do teto e do lado direito das cabines, por serem menos observados pelo cliente e/ou pelo usuário, menos pontos para lixamento e polimento são tratados e reparados e, com isso, menos lixas e boinas são utilizadas para tal. Sendo assim, com a aplicação das ações do *Kaizen*, houve uma redução de 19% nos custos de materiais por cabine na área de *Finish*, pois era um custo de R$10,60 que passou a ser de R$8,60, como pode ser observado na figura 24.

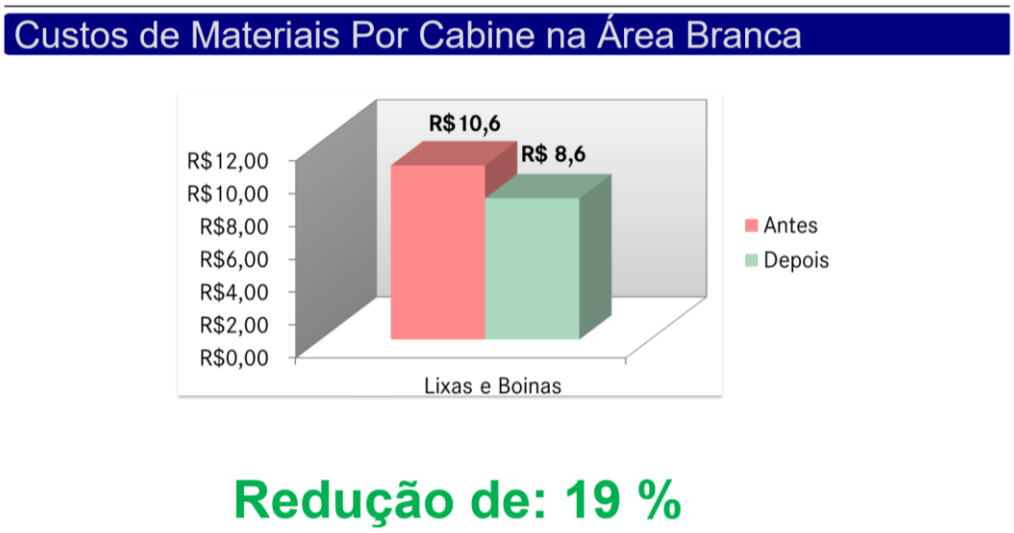


Figura 24 – Resultado da Redução de Custos de Materiais

Não apenas os tempos de produção conseguem grande representatividade quando apresentados em larga escala, como acontecem em uma montadora, em que qualquer modificação, por mínima que seja, irá impactar de forma construtiva os ganhos da organização no longo prazo. Mas, também, os ganhos financeiros.

Uma modificação em requisitos do processo para adequar às necessidades e expectativas do cliente fez com que não fosse necessário realizar algumas atividades. Com essas atividades, a unidade conseguiu economizar diretamente cerca de R$2,00 por cabine produzida. Foi realizado um levantamento para perceber o ganho de escala que isso representaria e descobriu-se que, somente no restante daquele ano de 2014, a economia seria de quase dez mil reais, como representado na figura 25.

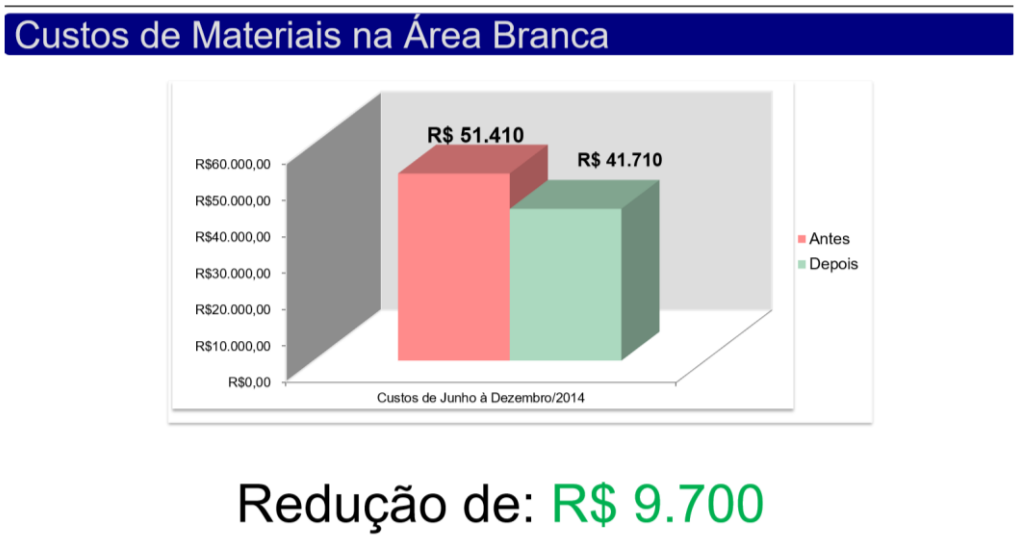


Figura 25 – Resultado Financeiro para o Restante do Ano de 2014

Sendo assim, diante dos objetivos do projeto apresentados, de aumento de 10% na produtividade e 10% de redução de custos de produção, houve um resultado de eficiência 314% acima do esperado e uma redução de custos de materiais de 90% acima da meta estipulada. Por conta de seus resultados expressivos, o projeto foi indicado a concorrer a melhor projeto de melhoria do ano realizado em 2014, estando entre os melhores os projetos de todas as unidades da companhia no mundo.

5. CONCLUSÃO

Pelo presente estudo, é possível perceber o potencial de uma ferramenta que analisa tempos, movimentações, utilização de postos de trabalho e faz todo o levantamento de uma cadeia de valor para poder sugerir melhorias, que envolvem desde iniciativas em segurança e ergonomia, até produtividade e diminuição de custos. Com o uso de outra ferramenta, que foca um grupo de pessoas de diferentes formações e especialidades, como forma de enxergar as mais distintas variáveis do processo e propor ações imediatas, pode-se rapidamente obter ganhos de curto e longo prazos.

Assim como neste estudo, a associação do Mapeamento de Fluxo de Valor com o Evento ou Semana *Kaizen* se mostra de ampla atuação e com resultados poderosos para a organização. Braga (2013), assim como no presente trabalho, utiliza da unificação de atividades e postos de trabalho para alcançar as metas de melhorar o balanceamento de linha para 65% e reduzir em 35% os postos de trabalho, atingido ambas as metas com sucesso. Assim como Lima (2010), que faz uso da redivisão de tarefas entre uma estação gargalo e suas adjacentes, reduzindo em 27% o deslocamento dos funcionários nas estações consideradas de 9,5 quilômetros diários para 7km. Com o foco na otimização das atividades realizadas, houve ainda uma redução de 20% no tempo da operação gargalo, resultando em um aumento de 5,5% na produção da linha. No presente estudo, o método reunificação de atividades permitiu o gargalo uma redução de 62,9% em seu tempo de operação, resultando em uma redução de 41,9% no tempo total de operação da área de Controle de Qualidade.

Apesar do grande potencial de gerar resultados do *Kaizen*, em casos como o relatado por Salgado *et al.* (2009), somente a aplicação do MFV já foi suficiente para identificar e propor mudanças para melhorar o processo de desenvolvimento de produtos, reduzindo o lead time em 54,8% e aumentando a eficiência das atividades em 67,2%.

Ciconelli (2007) estuda a aplicação de um *Kaizen* na área de pintura da Mercedes-Benz. Na oportunidade, utilizou da eliminação de deslocamento desnecessário para aumentar a segurança na operação das instalações, otimizando-o em 78%. Além disso, padronizou-se novos procedimentos, tornando o processo de recirculação de tintas na linha de pintura mais eficiente, reduzindo seu lead time em 66%. De forma análoga, Pinto (2012) reestrutura as atividades dos operadores para reduzir em 71,4% o tempo de movimentação e, somada à iniciativa de padronização de atividades e processos, reduz o lead time em 86,7%, o tempo de processamento em 15,6% e o número de postos de trabalho em 26,1%, o que representou uma

economia de US$ 2153,84 nas próximas 144 unidades de televisão produzidas. No estudo, Pinto (2012) relata que, com isso, os objetivos de redução de custos de produção e de custos com paradas de linha são alcançados.

No presente trabalho, há a eliminação de movimentações e transportes dos dispositivos de travar portas para a linha de produção, que se localizavam fora da linha de produção. Com o posicionamento do recipiente com os dispositivos próximo à operação, há a diminuição de um deslocamento de 5,8 quilômetros mensais. Além disso, com a disposição das ferramentas e equipamentos no posto de trabalho, ao invés de dispor e recolher todos os dias, foram ganhos 12 minutos diariamente. Com essas alterações, a estação 15C da área de Controle de Qualidade, que foi afetada somente por tais iniciativas, sofreu uma redução de 21,4% no tempo de operação.

Assim como neste estudo, Oliveira, Borges e Silva (2015) utilizam dos princípios dos 5S para tornar o processo mais enxuto. Os ganhos foram de redução de 93% nas movimentações necessárias para montagem dos jatos executivos e 55% de redução de tempo de ciclo nas atividades de montagem. Tais melhorias foram oriundas da melhor disposição de materiais nos centros de trabalho e uma releitura do layout de montagem, focalizando o trabalho do montador. De forma semelhante, Almeida, Belo e Silva (2011) focaram em eliminação de movimentos desnecessários e na melhoria do 5S, ergonomia e segurança, conseguindo aumentar a produtividade em 18%, pouco abaixo da meta de 20% estipulada.

Comum a todos os estudos aqui citados, ações de longo prazo, maior complexidade ou que necessitam de aprovação ou de uma análise mais profunda são destinadas às ações de *Kaizen* 30 dias (denominadas de formas distintas por cada autor). Com essas ações, o projeto de melhoria estende-se de forma processual e assume proporções estratégicas dentro da organização, além de agregar iniciativas de maior impacto ao seu escopo.

Pode-se notar também que, das iniciativas listadas para *Kaizen* 30 dias nos estudos, muitas vezes são citadas a realocação de máquinas e equipamentos da melhor forma estudada pela equipe *Kaizen*, a atualização de planos de processo e procedimentos com as novas especificações e atividades e treinamento e qualificação das partes interessadas e envolvidas nas operações.

Com os resultados do presente trabalho aqui expostos e a comparação com as iniciativas levantadas pelos mais diversos estudos de caso e seus respectivos efeitos mensurados, é possível observar que tanto a ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor quanto a metodologia *Kaizen* são instrumentos eficientes para ações de curto prazo que

exigem a análise de fatos e dados mensuráveis. Sendo assim, é pertinente um estudo de qual o impacto real a longo prazo de tais projetos *Kaizen* ou melhorias identificadas em MFV's, relacionando com as outras iniciativas que são tomadas pela gestão da organização. Com este estudo sugerido, seria possível concluir se há uma forma mais adequada de melhorar continuamente os processos de uma organização, seja por uma gestão processual fundamentada no método PDCA com o gerenciamento da rotina do trabalho, por meio de esforços temporários focados em melhorias específicas ou por meio de uma combinação de ambos os métodos.

Os trabalhos mencionados mostram que uma cadeia perfeitamente balanceada é utópico na prática, seja pela eliminação de gargalos que traz à tona outras limitações do processo ou pelas especificidades, variáveis e inter-relações entre atividades. Ao analisar os resultados dos estudos de caso, percebe-se que projetos de melhoria se mostram como agentes imprescindíveis para impor um processo de melhoria contínua na estratégia empresarial, mobilizando toda a força de trabalho para produzir mais e melhor com menos recursos e menos desperdícios.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mariana R.; BELO, Jodibel N. A.; SILVA, Bruna C. **Evento Kaizen: estudo de caso em uma metalúrgica brasileira**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Belo Horizonte - MG, 2011.

ARAÚJO, C.A.C. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta utilizando os processos de raciocínio da Teoria das Restrições e o mapeamento do fluxo de valor.** Escola de Engenharia de São Carlos - USP, 2004.

BATALHA, Mario Otavio. **Introdução à Engenharia de Produção -ABEPRO**. Engenharia edition. CAMPUS - GRUPO ELSEVIER, 2007.

BRAGA, Katiuscia F. **Kaizen: estudo de caso em uma indústria automobilística**. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora - MG, 2013.

CICONELLI, Carlos M. **Estudo de caso: aplicação da ferramenta Kaizen no processo de recirculação de tintas no setor de pintura de uma indústria automotiva**. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora - MG, 2007.

CORRÊA, Carlos Alberto; CORRÊA, Henrique Luiz. **Administração De Produção E De Operações**. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 2008.

ELIAS, Sérgio J. B.; OLIVEIRA, Mauro M.; TUBINO, Dálvio F. **Mapeamento do Fluxo de Valor: Um Estudo de Caso em uma Indústria de Gesso**. Revista ADMpg Gestão Estratégica v. 4, n. 1, 2011.

FALCONI, Vicente. **TQC Controle da Qualidade Total**. 8ª edição. Editora FALCONI, 2014.

FERREIRA, Rayna R. **O Kaizen como um sistema de melhoria contínua dos processos: um estudo de caso na Mercedes-Benz do Brasil LTDA planta Juiz de Fora**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2009.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success**. 1ª edição. New York: McGraw-Hill Education, 1986.

KAIZEN INSTITUTE. **Kaizen Institute Consulting Group.** Disponível em: <https://br.kaizen.com/>. Acesso em: 18 jul. 2016.

KRAJEWSKI, Lee. **Administração de Produção e Operações**. 8ª edição. Pearson, 2008.

LARAIA, Anthony C.; MOODY, Patricia E. **Kaizen Blitz. Processo Para Alcance da Melhoria Continua nas Organizações**. 1ª edição. Hemus, 2009.

LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota. 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. 1ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIMA, Carlos H. B. **Evento Kaizen na Indústria Automobilística Brasileira: Um Estudo de Caso**. Universidade de São Paulo, São Carlos - SP, 2010.

MARCHWINSKI, Chet; SHOOK, John; SCHROEDER, Alexis. **Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers**. 5th edition. Brookline, Mass: Lean Enterprise Institute, 2011.

NAHMIAS, Steven. **Production and Operations Analysis**. 6th edition. New York, NY: McGraw-Hill/Irwin, 2008.

OLIVEIRA, Aline A.; SCHIMIGUEL, Juliano. **Produção enxuta: estudo de caso de uma melhoria kaizen em uma empresa automotiva**. Centro Universitário Anchieta, Jundiaí - SP, 2015.

OLIVEIRA, Rodrigo M.; BORGES, Fernando H.; SILVA, Ethel C. C. **A redução de desperdícios através do Kaizen: um estudo de caso em uma linha de montagem de jatos executivos**. V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, PR, 2015.

PARNABY, J. A Systems Approach to Engineering Organisation. **Industrial Management & Data Systems** v. 91, n. 3, p. 8–16, 1 mar. 1991.

PINTO, Alberjan de Jesus Jean. **Eventos Kaizen aplicados no processo de linha de montagem SMT para redução de tempo de set-up: estudo de caso**. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

PRATA, Hericson E.; GIROLETTI, Domingos A. **Kaizen: uma metodologia inovadora na siderurgia**. IV SINGEP, São Paulo - SP, 2015.

RIANI, Aline Mattos. **Estudo de caso: o Lean Manufacturing aplicado na Becton Dickinson**. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora - MG, 2006.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA**. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute, 1999.

SALGADO, Eduardo G. *et al.* **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos**. Gestão e Produção, v. 16, n. 3, p. 344-356, São Carlos, 2009.

SHINGO, Shigeo. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. 1st edition. Stanford: Productivity Press, 1985.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JONHSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3ª edição. São Paulo (SP): Atlas, 2009.

SLACK, Nigel; LEWIS, Michael. **Estratégia de Operações**. 2ª edição. Bookman, 2009.

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigma. Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. 1ª edição. Elsevier, 2011.

WILMERS, Rodolpho Antonio Mendonça. **Planejamento e controle Just In Time. Administração de Suprimentos e Logística.** 2011 . Disponível em: <http://adm.online.unip.br/img_ead_dp/27825.PDF>. Acesso em: 15 jul. 2016.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A Mentalidade Enxuta Nas Empresas**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Campus, 1996.

TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 19 de DEZEMBRO de 2016.

LEONARDO DAVID DE MATTOS SILVA	201049015
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
Leonardo David de Mattos Silva	07681632697
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.