

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE GESTÃO E ECONOMIA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

ADÁLCIO KUHNEN

**KAIZEN EM CHÃO DE FÁBRICA: PRODUÇÃO ENXUTA NA WEG
TRANSFORMADORES DE GRAVATAÍ**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

ADÁLCIO KUHNEN

**KAIZEN EM CHÃO DE FÁBRICA: PRODUÇÃO ENXUTA NA WEG
TRANSFORMADORES DE GRAVATAÍ**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção.

Orientador: Prof. MSc. Wanderson S. Paris.

CURITIBA

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

KAIZEN EM CHÃO DE FÁBRICA: PRODUÇÃO ENXUTA NA WEG TRANSFORMADORES DE GRAVATAÍ

Esta monografia foi apresentada no dia 04 de março de 2017, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. M.Sc. Wanderson Stael Paris.
Orientador

Prof. M.Sc. Alexandre Dantas Pinheiro da Silva,
Banca

Prof^a. Dr. Dr^a.
Banca

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos senhores Werner Ricardo Voigt, Eggon João da Silva e Geraldo Werninghaus (*In memoriam*), fundadores e construtores da WEG. A empresa é uma das maiores fabricantes de equipamentos elétricos do mundo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente, a minha esposa Kátia Garcia Kuhnen, aos meus filhos, Vicente Garcia Kuhnen e Luiz Felipe Garcia Kuhnen, minha irmã Dra. Tânia Aparecida Kuhnen.

Agradeço também a todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento dos conhecimentos adquiridos com a monografia.

“Para se ter sucesso, é necessário amar de verdade o que se faz. Caso contrário levando em conta apenas o lado racional, você simplesmente desiste. É o que acontece com a maioria das pessoas”.

Steve Jobs

RESUMO

KUHNEN, Adálcio. Kaizen em chão de fábrica: produção enxuta na WEG Transformadores de Gravataí. 2017. 51 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

O presente estudo tem como tema a filosofia de gerenciamento *Lean Manufacturing*, que se constitui em um dos caminhos para que as empresas possam melhorar os processos de gerenciamento da produção a fim de manter a competitividade. Conhecido no Brasil como Sistema de Produção Enxuta (SPE), a filosofia *Lean* se caracteriza por buscar a melhoria da produção em seu conjunto, minimizando desperdícios de máquinas e recursos, reduzindo estoques e melhorando a qualidade do produto. Uma das ferramentas do sistema *Lean* é o Kaizen, que consiste em uma mentalidade de mudança e melhorias constantes na empresa. Busca-se, por meio do Kaizen, identificar problemas a serem resolvidos com o auxílio de pessoas criativas, incrementar a produtividade pelo controle dos processos para reduzir o tempo dos ciclos, obter a padronização e eliminar os desperdícios. O objetivo desta pesquisa é apresentar as etapas de planejamento, execução e resultados da implementação da filosofia *Lean Manufacturing* no processo de fabricação de transformadores elétricos de médio porte da empresa WEG, unidade de Gravataí, Rio Grande do Sul. O enfoque das ações apresentadas neste estudo e embasadas na filosofia *Lean* volta-se para o aumento da capacidade produtiva, com a otimização conjunta dos recursos de pessoas, das máquinas e da estrutura física da planta de produção. A hipótese investigada é a de que a realização de círculos de melhoria – Kaizen em chão de fábrica, um procedimento integrante da manufatura enxuta, é um caminho simples e promissor para alavancar o sistema produtivo na WEG – Gravataí. Metodologicamente, a pesquisa contou com a realização de revisão bibliográfica e documental, além da pesquisa empírica, adotando-se a abordagem qualitativa e a realização de um estudo de caso. As ações planejadas e implementadas na WEG – Gravataí favoreceram a produção e a competitividade da empresa, bem como proporcionaram a melhora dos indicadores de desempenho, da qualidade do produto e dos aspectos financeiros, mesmo com as dificuldades de uma produção não seriada.

Palavras-chave: Kaizen. Manufatura. Produção Enxuta.

ABSTRACT

KUHNEN, Adálcio. Kaizen em chão de fábrica: produção enxuta na WEG Transformadores de Gravataí. 2017. 51 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

The subject of this study is the Lean Manufacturing management philosophy that constitutes one of the ways companies can dispose to improve their processes of production management. Known as Lean Production System (LPS) in Brazil, the Lean philosophy is characterized by seeking the production improvement as a whole, minimizing waste of machines and resources, reducing inventories and improving product quality. One of the tools of the Lean system is Kaizen, which consists in a mindset of constant changes and improvements in the company. Through Kaizen, we look for to identify problems to be solved with the help of creative people, to increase the productivity by controlling the processes, to reduce cycle time, to obtain standardization and to eliminate wastes. The aim of this research is to present the planning stages, execution and results of the Lean Manufacturing philosophy implementation in the manufacturing process of medium-sized electric transformers of the company WEG, subsidiary of Gravataí, State of Rio Grande do Sul. The actions presented in this study, and based on the Lean philosophy, are focused on the increase of the production capacity, with the joint optimization of human resources, machines and the physical structure of the production plant. The hypothesis investigated establishes that the implementation of improvement circles – Kaizen at the factory floor, a procedure that integrates lean production, is a simple and promising way to leverage the productive system at WEG – Gravataí. Methodologically, the research was carried out through bibliographic and documentary searching, besides the empirical research, in which the qualitative approach and a case study was adopted. The actions planned and implemented at WEG – Gravataí uplifted production and competitiveness of the company, as well as improved performance indicators, product quality and financial aspects, even facing difficulties of a non-serial production.

Keywords: Kaizen. Manufacture. Lean Production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Nivelamento básico é o centro para planejamento de recursos	24
Figura 2 – Partes de um transformador.....	33
Figura 3 – MFV – Situação atual – postite	34
Figura 4 – MFV – Situação atual - excel	35
Figura 5 – MFV – Estado futuro	36
Figura 6 – Abordagem administrativa da melhoria	37
Figura 7 – Diagrama de espaguete – antes	39
Figura 8 – Área liberada	40
Figura 9 – Entrada de material – posto de trabalho	40
Figura 10 – Diagrama de espaguete – depois	41
Figura 11 – Posto de trabalho do preparador	42
Figura 12 – Posto de trabalho montagem e soldagem de tampa.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1– Atividades que agregam ou não valor ao produto	38
Gráfico 2 – Caminho / movimentação de pç (km)	41
Gráfico 3 – Estoque (dias).....	42
Gráfico 4 – Mão de obra parada (h)	43
Gráfico 5 – Produtividade (t/colaborador)	44
Gráfico 6 – Agregação de valor.....	45
Gráfico 7 – Investimentos x retorno	45

LISTA DE SIGLAS, ABREVIACOES E SÍMBOLOS

AV - Agrega valor

CNC - *Computer numerical control*

JIT - *Just in time*

Km - Quilometro

MFV - Mapeamento do fluxo de valor

MIG - *Metal insert gas*

MVA - Mega Volt Ampére

NAV - Não agrega valor

SPE - Sistema de produção enxuta

STP - Sistema Toyota de produção

TAKT - Ritmo de produção (batida)

VSM - *Value stream mapping*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS E SURGIMENTO DA FILOSOFIA <i>LEAN</i>	16
2.2 ASPECTOS CARACTERÍSTICOS DA FILOSOFIA <i>LEAN</i>	21
2.3 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (MFV)	27
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
3.1 CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO.....	32
3.2 PLANEJAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA <i>LEAN</i>	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

Uma manufatura é comumente compreendida como o conjunto de máquinas, pessoas e materiais que são processados para produzir um determinado produto. No sistema convencional de manufatura, temos estoques e *lead time* elevados e níveis de qualidade questionáveis. Porém, esse sistema apresenta consequências negativas para a empresa, pois traz instabilidade para o relacionamento com o cliente. O consumidor não se contenta com pouca variabilidade e opções, sendo que além da qualidade quer diversidade para satisfazer seu desejo e sua necessidade.

De acordo com Mikos et al (2012), as empresas devem ter seu foco voltado para o cliente. Para tanto, a empresa necessita identificar as expectativas e necessidades de seus clientes, com o fim de aumentar a satisfação deles por meio da adoção de diferentes estratégias, tais quais, promoções, produtos e atendimento personalizado.

O perfil de consumidor cada vez mais exigente e dotado de informações sobre o produto pelo qual tem interesse é reflexo das mudanças tecnológicas mais recentes na sociedade. A humanidade sempre está em busca do diferente, quer inovar, evoluir e, com isso, transforma o meio em que vive. O planeta se encontra em condições de volatilidade, caminhando atualmente para o que vem sendo denominado por especialistas de “a quarta revolução industrial”. Tudo estará cada vez mais conectado entre si através de sistemas gerenciados não mais somente pelo ser humano, pois a presença da máquina é cada vez mais constante, inclusive na tomada de decisões.

Nesse contexto de novas transformações tecnológicas e de clientes exigentes, a questão da produção enxuta não é mais opcional. Para Womack e Jones (2004 apud WELLER, 2015), o valor é o item central para a implantação do pensamento enxuto e se volta essencialmente para as necessidades dos consumidores. A definição de valor, seja de um bem ou de um serviço, está vinculada diretamente à visão do cliente final.

As empresas precisam incorporar a abordagem da produção enxuta centrada no valor se quiserem sobreviver perante as condições severas de concorrência a que são submetidas. O *Lean Manufacturing*, conhecido no Brasil como produção enxuta, é um dos caminhos para que as pessoas em suas empresas possam melhorar seus processos a fim de manter a competitividade. O sistema *Lean* possui ferramentas que

trabalham para reduzir os estoques, diminuir *lead time* de produção, entre outros aspectos, melhorando também a qualidade do produto.

A justificativa da presente pesquisa está relacionada com a própria importância do sistema *Lean* para as empresas contemporâneas que almejam manter a competitividade e buscam novas estratégias gerenciais para isso. Disso decorre a relevância de apresentar e descrever casos de viabilização dessa filosofia em empresas de manufatura no Brasil, a fim de diagnosticar possibilidades e limites das ferramentas *Lean Manufacturing* aplicadas à produção e, ainda, aperfeiçoá-las e adaptá-las à cultura de negócios no Brasil. A partir disso, a hipótese investigada pelo presente estudo é a de que a realização de círculos de melhoria – Kaizen em chão de fábrica, procedimento integrante da manufatura enxuta, é um caminho simples e promissor para alavancar a subida de patamar do sistema produtivo da unidade WEG - Gravataí.

Com intuito de experimentar as teorias da filosofia *Lean*, foi realizado um mapeamento de fluxo de valor (MFV) no setor de caldeiraria da empresa WEG, onde são produzidos os tanques de aço para transformador de potência de 5 MVA a 80 MVA, na planta da cidade de Gravataí, Rio Grande do Sul. Segundo Rother e Shook (1999), o MFV se destaca por focar todo o fluxo de produção de um produto ou família de produtos, visando à implantação da produção enxuta em todo o fluxo.

A realização do MFV permitiu, então, identificar alguns problemas centrais ao longo do fluxo de produção de transformadores da WEG - Gravataí, que serão abordados com maior profundidade ao longo deste trabalho, entre os quais cabe destacar: falhas na movimentação de peças, contra fluxo de produção (aproximadamente 2,2 km), gargalos em diversos pontos da linha que geram estoques de material (5,31 dias), mão de obra parada por falta de material (308 h/mês) gerado pelo acúmulo de material parado nos gargalos (7 peças, o que representa aproximadamente 80 toneladas de aço) e movimentação de pessoas e estoques acima do necessário. Também foram encontrados problemas de qualidade no posto de trabalho de pintura, como a falta de padrão constante, pois apesar de os parâmetros estarem definidos no sistema de normalização as pessoas têm dificuldade de repeti-lo ao longo do processo, gerando custos com defeitos internos que equivalem ao valor de R\$ 150.000,00 por ano. Importa salientar que a planta da

unidade WEG – Gravataí é um prédio antigo com várias limitações de construção que atrapalham a implantação de um bom *layout* ou fluxo contínuo de produção.

Considerando-se o contexto da empresa e destacando-se as especificidades de uma linha de produção cujo produto não tem características de produto seriado, o objetivo geral da presente monografia consiste em apresentar as etapas de planejamento, execução e resultados da implementação da filosofia *Lean Manufacturing* no processo de fabricação de transformadores de médio porte da empresa WEG, filial de Gravataí, Rio Grande do Sul. O enfoque das ações apresentadas neste estudo e embasadas nos resultados do MFV e na ferramenta Kaizen da filosofia *Lean* volta-se para o aumento da capacidade produtiva, com a otimização conjunta dos recursos de pessoas, das máquinas e da estrutura física da planta de produção.

Assim, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: 1. Apresentar o mapeamento da situação atual por meio do MFV destacando perdas e desperdícios na produção; 2. Descrever as estratégias de melhorias formuladas a partir do MFV para agregar valor ao produto; 3. Verificar as melhorias obtidas com a implantação da produção enxuta na empresa WEG Gravataí; 4. Produzir conhecimentos sobre a ferramenta Kaizen em chão de fábrica numa empresa de manufatura de produto não seriado.

Em termos metodológicos, a parte teórica da presente pesquisa foi efetuada com base na pesquisa bibliográfica e documental. O estudo empírico possui caráter qualitativo e configura-se como um estudo de caso, dado que é relatado e analisado em profundidade o caso de implementação da filosofia *Lean Manufacturing*, por meio do uso da ferramenta Kaizen, no chão de fábrica da WEG - Gravataí.

A estrutura do presente trabalho parte deste capítulo inicial introdutório, no qual o leitor identifica o tema, o objetivo, a importância desta pesquisa e a hipótese que se busca comprovar. Segue-se o segundo capítulo, da revisão de literatura, cuja função é apresentar aspectos teóricos importantes da filosofia *Lean Manufacturing* e da ferramenta Kaizen, empregada no caso em discussão. O terceiro capítulo traz informações acerca das escolhas metodológicas e do produto da empresa objeto de estudo, além de dados acerca do planejamento da ferramenta Kaizen pela equipe da WEG. No capítulo de resultados e discussão, como o próprio título indica, são descritas e avaliadas as mudanças ocorridas no chão de fábrica da empresa a partir

da implementação de ações ligadas ao Kaizen. Nas considerações finais, busca-se sistematizar algumas das mudanças centrais promovidas pela ferramenta Kaizen na unidade WEG em questão, bem como apresentar os limites deste estudo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo apresenta os delineamentos teóricos desta monografia. Inicia-se com a contextualização do surgimento do Sistema Toyota de Produção que impulsionou a adoção de práticas gerenciais de produção enxuta nas empresas ocidentais. Na sequência, aborda-se a origem da filosofia Lean Manufacturing vinculado ao Sistema Toyota, destacando-se uma das suas ferramentas, a saber, o Kaizen, que se trata da implementação de processos de melhoria contínua por meio da padronização de passos ou etapas da produção. Implantar o Kaizen pressupõe a realização do Mapeamento de Fluxo de Valor, outro elemento essencial da filosofia Lean que será apresentado brevemente neste capítulo.

2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS E SURGIMENTO DA FILOSOFIA *LEAN*

O Sistema Toyota de Produção (STP), segundo Bhasin e Burcher (2006 apud JABBOUR et al, 2013), surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial, como prática gerencial que se contrapôs ao paradigma produtivo vigente da produção em massa. Um cenário de crise econômica juntamente com a limitação de recursos na empresa Toyota levou à necessidade de repensar práticas gerenciais da produção.

Com o desenvolvimento de seu modelo, a Toyota alcançou sucesso e se tornou uma empresa de valor com reconhecimento em todo o mundo. Conforme destacam Liker e Meier (2007), a reputação da empresa ampliou-se para além da capacidade de geração de lucros, sendo sua imagem constituída a partir do fato de ter contribuído para o desenvolvimento de um novo paradigma gerencial de produção. Depois da abordagem em massa da Ford, o Sistema Toyota, ao promover a prática da produção enxuta, tornou-se o novo grande passo na evolução da manufatura.

No seu surgimento, o Sistema Toyota envolveu a aquisição pela empresa Toyota de maquinários com menor capacidade produtiva, em virtude das restrições de capital, de forma que lhes restava a opção de produzir em pequenos lotes. Com isso, iniciou-se a perspectiva de flexibilidade produtiva, contrapondo-se à manutenção de estoque de produtos elevados, o que resultou na possibilidade de atender às diferentes necessidades do consumidor. Dentre as ações alcançadas inicialmente pelas mudanças nas práticas produtivas estão a redução de custos devido à

eliminação dos desperdícios, a redução no uso excessivo de espaço para armazenamento e a redução significativa de falhas (HOLWEG, 2007 apud JABBOUR et al, 2013).

Desde a década de 1950, o STP vem passando por aperfeiçoamentos em seus pilares de autonomia e *Just in Time*, que constituem o fundamento da manutenção de pequenos lotes armazenados e a flexibilidade produtiva. Tais ideias estão na base do que no Brasil ficou conhecido como manufatura enxuta ou Sistema de Produção Enxuta (SPE), uma vez que o modelo japonês, segundo destacam Jabbour et al (2013), passou por incorporações e adaptações a práticas ocidentais.

De forma simplificada, o Sistema Toyota de produção tem por finalidade reduzir o tempo entre o pedido do cliente e a entrega do produto, eliminando, assim, a perda sem valor agregado. Como resultado, tem-se um processo efetuado de maneira enxuta que garante qualidade elevada aos clientes a um custo reduzido. Ademais, assegura-se o cumprimento de prazo, o que gera compensação para uma empresa com quantidades de estoques reduzidas. Especificamente na Toyota, esse sistema também se aplica ao próprio desenvolvimento de novos produtos por meio de tempos menores de desenvolvimento, estilos atualizados para imediata satisfação do cliente, custo menor e maior qualidade diante da concorrência (LIKER; MEIER, 2007).

Como se pode observar na própria nomenclatura, a ideia de “sistema” implica uma série de ações conectadas na empresa para implementar a ação enxuta. Nessa perspectiva, Liker e Meier (2007) destacam que os processos enxutos internos se voltam para toda a série de funções de apoio da empresa, tais como vendas, compras e planejamento. De forma complementar, Mikos et al (2012) observam que a qualidade na gestão da empresa entendida como um sistema precisa estar voltada para todo o processo, não apenas para o produto final. Todos os aspectos da produção, incluindo fornecedores, matéria-prima, e até mesmo o fim da vida útil do produto necessitam ser levados em conta.

No que diz respeito especificamente ao *Just in Time* (JIT), trata-se da adaptação do Sistema Toyota de Produção pensada para atender demandas de empresas ocidentais, sobretudo dos EUA, afirmam Antunes et al (2008). De modo sucinto, o JIT implica a produção da quantidade necessária, dentro do ritmo necessário apenas quando é necessário, ou seja, uma produção apenas no tempo necessário. Para tanto, é fundamental observar a presença de alguns critérios, tais

quais: redução ou eliminação do tempo de *setup*; minimização da taxa de defeitos; prevenção de avarias em equipamentos; redução de prazos de entrega; adequação da dimensão dos lotes; redução de movimentação e transportes (PARIS, 2016).

Uma mudança fundamental do JIT em relação à abordagem tradicional diz respeito ao fato de a produção ser “puxada” prioritariamente pela demanda. Ao longo de todo o processo, a matéria-prima somente é processada em cada etapa se ela é requerida pelo passo subsequente do processo (CORRÊA; CORRÊA, 2005).

Um exemplo nesse sentido é apresentado por Gibson et al (2006) ao descrever as mudanças em uma fábrica de manufatura de catalisadores para carros nos EUA. Trata-se de uma empresa fornecedora direta de peças a montadoras que, por meio do JIT, transformou o espaço de estoques da organização em um espaço de livre movimentação, tornou o prazo de entrega de produtos mais preciso e curto, dinamizou o trabalho das pessoas no chão de fábrica por meio da criação de “células de trabalho” que asseguram maior qualidade ao produto final, agilizou o processo de transporte interno de peças, reduzindo a movimentação e tornando-a mais eficiente, triplicando, por fim, a rotatividade do estoque. Em síntese, produziu-se uma mudança cultural na produção de toda a empresa direcionada para a demanda de produção estabelecida pelos clientes.

Com base nisso, Corrêa e Corrêa (2005) entendem que o JIT é mais amplo do que uma técnica ou um conjunto de técnicas de gerenciamento da produção. O JIT envolve um conjunto completo de ações em toda a empresa (administração de materiais, gestão de qualidade, arranjo físico, projeto de produto, gestão de pessoas, organização do trabalho etc.), cujos objetivos operacionais são qualidade e flexibilidade. Para tanto, são metas da gestão: a melhoria contínua, o controle e redução de desperdícios. Essas metas de gestão, por sua vez, estão vinculadas a mecanismos de redução dos estoques de modo que os problemas da produção se tornem visíveis e possam ser eliminados por meio da priorização de esforços.

No Brasil, autores apresentam diversas finalidades para o SPE. Para Jabbour et al (2013), a manufatura enxuta tem por objetivo: eliminar desperdício na cadeia interna e externa da produção; reduzir custos por meio da fabricação sem defeitos de acordo com necessidades do consumidor, entre outros. A adoção das práticas de manufatura enxuta deve, conforme Jabbour et al (2013, p. 845), “proporcionar vantagens em várias medidas do desempenho operacional das organizações [...]”,

englobando redução de custos, aumento da qualidade, flexibilidade, prazo de entrega, desenvolvimento de novos produtos, e *time-to-market* de novos produtos”.

Conceição et al (2009) sustentam que a metodologia da produção enxuta objetiva garantir flexibilidade à empresa por meio de uma produção estável, com custos reduzidos, estoques de baixo nível, qualidade garantida e capacidade de se adaptar a mudanças na produção. Nesse contexto, prevalece um curto *lead time* e um uso eficiente de recursos. Isso é alcançado com o comprometimento de todas as pessoas da empresa, incluindo a participação da alta direção até os operadores de chão de fábrica.

Essa diversidade de finalidades e objetivos da produção enxuta é parte da própria concepção do Sistema Toyota. Conforme salientam Liker e Meier (2007), a realidade desse modelo é que há sempre mais de uma forma de chegar a um determinado resultado. Ademais, não se trata de um modelo apresentado como um receituário concluído em termos teóricos a ser colocado em prática. Trata-se antes, de recorrer a um conhecimento tácito em contínua construção, envolvendo *know-how* e uma filosofia de melhoria permanente aprendidos na prática e com a experiência de outras empresas. Em razão disso, o modelo de gestão da produção também incorpora também diferentes ferramentas.

Atualmente, a concepção de JIT e a produção enxuta tem sido adotados ao redor do mundo, por diferentes setores de produção, com o fim de assegurar as empresas uma vantagem competitiva em relação aos concorrentes. Conforme Gibson et al (2006), no cenário da competição globalizada, as organizações precisam ser gerenciadas de um novo modo. Ater-se à estrutura e aos processos é fundamental para uma empresa permanecer bem-sucedida.

Glaser-Segura et al (2011), ao investigar os fatores que influenciam a adoção da produção enxuta na indústria de três países de economia emergente – Brasil, Argentina e Romênia, infere que as condições oferecidas pelas indústrias nem sempre são favoráveis à implementação de tal sistema, ainda que o SPE lhes assegure uma vantagem competitiva.

Além disso, importa salientar, conforme Antunes et al (2008), que cópias acríticas da solução japonesa podem não auxiliar empresas ocidentais, pelo simples fato de terem sido pensadas para as realidades de mercado e sociais do Japão. É fundamental, nesse sentido, que as soluções técnicas levem em conta a concepção

econômica e social da empresa que pretende adotar o Sistema Toyota a fim de assegurar uma contribuição efetiva do modelo.

Glaser-Segura et al (2011) destacam o uso da filosofia da produção enxuta no mundo da produção automotiva. Tal uso tem o fim de fazer frente, sobretudo, à competição estabelecida no mundo global. No Brasil, esses novos conceitos de gerenciamento da produção passaram a se disseminar na década de 1990, tendo destaque também na indústria automobilística. Ferro (2004 apud GLASER-SEGURA et al, 2011) já argumentava que a indústria no Brasil poderia obter um dos maiores crescimentos do mundo, caso conseguisse adotar as ações da produção enxuta desde o início do novo século.

Nesse mesmo sentido, Lima e Zawislak (2003) discutem a importância da produção enxuta em organizações industriais de pequeno e médio porte numa região do Brasil, evidenciando que quando ferramentas da produção enxuta são empregadas, o desempenho da empresa tende a melhorar frente à concorrência. São registradas a redução geral nos tempos, redução de estoque e aumento na agregação de valor, mantendo-se a possibilidade de melhor atender à demanda do cliente.

De acordo com Glaser-Segura et al (2011), a importância e os benefícios da implantação do SPE para melhorar o desempenho das indústrias em meio a competição global intensa tem sido discutida. Os autores referem estudos que comprovam a ocorrência de melhoria no desempenho de empresas de diferentes segmentos – a exemplo do segmento industrial, da construção civil e, inclusive, as escolas de samba cariocas – que realizaram investimentos de forma continuada na implementação dos princípios e ferramentas do sistema de produção enxuta. No caso da construção civil, a filosofia da produção enxuta tem contribuído para “reduzir índices de desperdício, custos de produção, problemas de qualidade e atrasos na entrega dos produtos nessa área” (PASQUALINI; ZAWISLAK, 2004 apud GLASER-SEGURA et al, 2011, p. 424).

Entre as vantagens acessórias desse sistema, ou seja, que refletem para além dos ganhos organizacionais diretos, Elias e Magalhães (2003 apud GLASER-SEGURA et al, 2011) citam a contribuição para a preservação do meio ambiente decorrente da realização de uma produção mais limpa. Dessa forma, os ganhos produtivos da implantação da filosofia da produção enxuta estendem suas consequências positivas para além das paredes da fábrica.

Glaser-Segura et al (2011, p. 424) destacam ainda que há potencial de melhoria do uso da produção enxuta no Brasil, uma vez que há uma preocupação com a adoção de práticas produtivas modernas, a partir do emprego das ferramentas da produção enxuta. No entanto, permanece a dificuldade enfrentada por empresas ocidentais de assimilação por todos na organização da filosofia *Lean* a fim de construir uma cultura *Lean* – característica do Sistema Toyota – para além da adoção de ferramentas e práticas que visam obter sucesso.

2.2 ASPECTOS CARACTERÍSTICOS DA FILOSOFIA *LEAN*

O Sistema Toyota de Produção, e suas adaptações às necessidades de empresas ocidentais, destacando-se o JIT, estão na origem do *Lean Manufacturing* (PARIS, 2016). Conforme pontuam Liker e Meier (2007) acerca do STP, para implementar um sistema enxuto, não basta simplesmente recorrer a ferramentas e técnicas. Trata-se antes de uma filosofia de trabalho ou de um sistema de pensamento a fim de eliminar perdas nas operações e processos da empresa. Para tanto, é preciso criar na empresa uma cultura ou mentalidade de aprender a pensar para identificar problemas de desperdícios no processo produtivo tendo em vista à melhoria contínua.

A filosofia *Lean Manufacturing* busca, dessa forma, a melhoria da produção em seu conjunto e pode ser definida como “um sistema técnico – social integrado cujo principal objetivo é minimizar os desperdícios por redução ou diminuição dos fornecedores, clientes e da variabilidade interna (SHAH e WARD, 2007 apud MEZA, 2016, p. 19).

Como se pode notar, perdas e desperdícios estão no centro de compreensão da filosofia *Lean*. Paris (2016) argumenta que a construção da mentalidade *Lean* na empresa auxilia a identificar e eliminar os desperdícios. Trata-se de pensar um antídoto presente de forma permanente na organização. Segundo o *Lean*, são entendidos como desperdícios toda a atividade, material ou informação responsável por consumir recursos sem contribuir com valor para o cliente. Os desperdícios implicam custos para os quais não há compensação (PARIS, 2016).

Shingo (1985 apud CORRÊA; CORRÊA, 2005) identificou sete categorias de desperdícios a serem descontinuados, quais sejam: 1) superprodução, que diz respeito ao desperdício de produzir antecipadamente à demanda; 2) espera, referente

ao material que forma filas para ser processado; 3) transporte, vinculado às dificuldades de instalação e restrição de processos que impõem grandes distâncias a serem percorridas na planta; 4) processamento ou excesso de produção, um tipo de desperdício que implica analisar a utilidade e necessidade de elementos do próprio processo produtivo; 5) movimentação, referente à execução de operações e deslocamentos variados desnecessários; 6) produtos defeituosos, que implicam perda de qualidade e retrabalho de produtos; 7) estoques, que geram desperdício de investimento e de espaço.

A discussão da filosofia *Lean* volta-se atualmente para as possibilidades de sua aplicação em qualquer organização e em todos os elementos da empresa. Embora esteja tradicionalmente vinculada à manufatura, o sistema *Lean* pode ser aplicado em todas as áreas da empresa. Segundo Meza (2016), tal discussão é fundamental no contexto atual em virtude na necessidade de qualquer negócio manter a competitividade. Qualquer organização de bens e/ou serviços, com valor atribuído pelo cliente com base em processos operacionais e/ou produtivos de qualidade, precisa buscar custos mínimos de produção.

O conceito de valor é central para a filosofia *Lean Manufacturing*. Paris (2016) explica que dentro do sistema *Lean* o valor pode ser definido somente pelo cliente final, de acordo com suas necessidades, preço específicos e tempo por ele determinado. Nesse sentido, é importante ouvir o cliente de modo proativo a fim de definir o valor para um determinado produto.

Uma vez que se mantém a devida atenção ao cliente, é fundamental a realização do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), a fim de identificar o que agrega valor aos olhos do cliente e o que não agrega valor. Segundo Paris (2016), fluxo de valor é o conjunto de atividades que agregam, ou não, valor ao produto, essenciais para fazer da matéria-prima um produto ou serviço oferecido ao cliente. Por meio do mapeamento, busca-se identificar esse fluxo a fim de, por meio da filosofia *Lean*, eliminar os desperdícios do processo de produção com eficiência de tempo de processo aumentada, produção de produtos “ao ritmo” do cliente e melhor qualidade (PARIS, 2016).

As ferramentas usadas pelo *Lean* decorrem de seus princípios fundamentais e incluem, KANBAN – Etiqueta ou Cartão; HEIJUNKA – Nivelamento; Trabalho padronizado; KAIZEN – Melhoria Continuada, que visa à mudança para melhor ou

melhoria contínua. Com o fim de atingir a constância e a estabilidade no processo de produção, Liker e Meier (2007) destacam a importância de ações em conjunto com as três ferramentas, Kanban, Heijunka e Kaizen, a fim de puxar a produção conforme a demanda, implementando com maior efetividade as características do Sistema Toyota, que permite, inclusive, que os próprios colaboradores façam sua programação de trabalho.

O Kanban é considerado por Ohno (1997) como o responsável pelo comando do STP, como uma ferramenta de gerenciamento visual, de rápida assimilação, que dá transparência ao fluxo de execução do processo. Como regra básica, o processo a jusante vem retirar do processo a montante peças e materiais necessários, somente nas quantidades exigidas. Esse mecanismo trata de colocar em prática a noção de puxar a produção a partir da demanda dos clientes.

Para que todos os colaboradores vejam e entendam melhor o processo produtivo, Ohno (1997) destaca como positivo o uso de quadros Kanban para que, com isso, os operadores possam entender melhor o processo e contribuir, tomando decisões próprias, aumentando sua participação, gerando maior desempenho e tornando-se mais satisfeitos com seu trabalho. O Kanban converge para com a otimização do processo produtivo pela identificação de gargalos, demoras e esperas. O uso dos quadros Kanban torna mais fácil a identificação de tais problemas, pois estes dão visibilidade ao processo como um todo, possibilitando tomar ações em busca da melhoria do desempenho produtivo.

Na compreensão de Moura (1992 apud ANTUNES et al, 2008) somente o coordenador está autorizado a emitir e criar cartão Kanban. Nenhum outro membro da organização pode fazer esse procedimento devido ao rigoroso controle que se espera ter no processo produtivo em função do conhecimento sobre estoques que estão diretamente atrelados à quantidade de peças dispostas no cartão Kanban.

No que diz respeito ao Heijunka, isto é, a produção nivelada e padronizada, trata-se então de uniformizar e, mais especificamente, nivelar um mix de produtos durante um período específico com o objetivo de produzir todas as peças todos os dias. A oscilação de pedidos dos clientes pode causar um efeito chicote que, mesmo sendo leve, atinge o processo produtivo como também seu fluxo de valor. Esse efeito de sobe e desce na demanda causa nos sub processos e nos fornecedores um aumento do nível de estoque. A função de Heijunka é justamente combater essa

oscilação, tendo em vista suavizar esse efeito em todos os processos, possibilitando padronização de recursos. Isso simplifica de modo relevante o planejamento e o controle do processo produtivo da cadeia que vai do cliente final ao mais distante fornecedor (LIKER; MEIER, 2007).

Dennis (2007 apud QUEIROZ, 2015), ao tratar da produção nivelada ou Heijunka, explica que essa ferramenta tem por fim distribuir e combinar uniformemente o volume de produção ao longo do tempo. O autor assim exemplifica o funcionamento dessa ferramenta: ao invés de reunir todos os produtos do tipo A no período da manhã e todos os produtos do tipo B no período da tarde, adota-se a prática da produção nivelada alternada de pequenos lotes de A e de B em cada período. Entre os benefícios dessa prática tem-se a redução no *lead time*, a necessidade de menores quantidades de estoques, bem como uma determinação mais precisa da quantidade de equipamentos, materiais e pessoas necessárias.

Liker e Meier (2007) discutem os paradigmas do nivelamento da produção dentro do STP. O nivelamento cria um centro padrão ao qual todos os recursos de pessoas, equipamentos material e métodos precisam estar ligados e alinhados como mostra a figura 1.

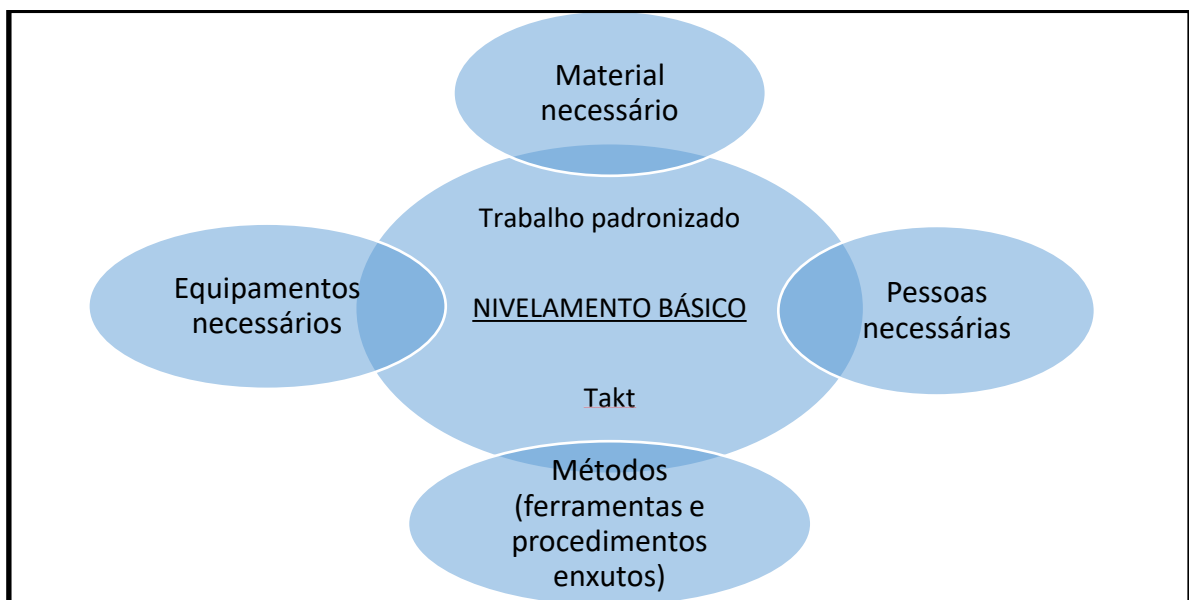


Figura 1 – Nivelamento básico é o centro para planejamento de recursos
Fonte: LIKER et al, (2007, p. 148)

Dentre essas ferramentas, a que mais se aplica a este estudo é o Kaizen, que busca a padronização dos processos e, para isso, tem nas pessoas seu enfoque central, motivando o aumento da autoestima para obter sua participação e

contribuição. Meza (2016, p. 20) explica que o objetivo central do Kaizen é “incrementar a produtividade mediante o controle dos processos para a redução do tempo dos ciclos, a padronização, etc. e eliminar os desperdícios”.

O *Kaizen Institute* (2015) apresenta essa ferramenta como a possibilidade de promover uma mudança para melhor de forma contínua. Trata-se de uma cultura que precisa passar a fazer parte das organizações, assentada na iniciativa e criatividade individual. Um dos pontos centrais do Kaizen é reconhecer que tudo na empresa envolve desperdícios, inconsistências e excesso de atividades sobre pessoas e máquinas, podendo ser aperfeiçoado tendo em vista constantemente uma performance mais eficiente.

Walters (2013) especifica que a ferramenta Kaizen busca a construção de uma mentalidade na empresa de melhoria contínua, não sendo apenas um instrumento específico de uso momentâneo e ocasional. A mentalidade Kaizen usa a criatividade pessoal para identificar problemas e, na sequência, desenvolver soluções para esses problemas e implementá-las. A modalidade de melhorias do Kaizen, afirma o autor, pode ser implementada até mesmo por uma única pessoa, quando ela identifica e resolve um problema de modo a auxiliar a empresa ou as pessoas que nela atuam, afetando-as positivamente. Já um evento de Kaizen na empresa reúne uma coleção de pessoas, dinheiro e recursos para, de forma conjunta, construir a mentalidade Kaizen através de um projeto voltado para atender um problema específico. Kaizen é, portanto, “a prática do melhoramento contínuo” (KAIZEN INSTITUTE, 2016, s/p).

Os princípios do Kaizen, segundo Imai (1986 apud KAIZEN INSTITUTE, 2015) são os seguintes: bons processos trazem bons resultados; faça algo você mesmo para entender a situação atual; fale com a ajuda de dados, gerencie por meio de fatos; tome medidas para conter e corrigir as causas dos problemas; trabalhe em equipe; Kaizen é assunto de todos.

Uma das dificuldades para se pensar a mentalidade Kaizen no Brasil, bem como de outros instrumentos da filosofia *Lean*, diz respeito às diferenças do sistema educativo no Brasil e no Japão. Orf (2004) destaca que a facilidade na implementação de Kaizen no Japão está vinculada à educação recebida pelas pessoas que as prepara desde cedo para a adoção de filosofias como essa. As crianças japonesas aprendem a trabalhar em grupos pequenos, resolver problemas, documentar o

processo adotado, melhorar o processo, coletar e analisar dados e, o mais relevante, construir autonomia para si mesmo em meio a grupos.

Orf (2004) explica que a responsabilidade sobre si mesmo é ensinada aos estudantes a fim de que elas formem o próprio ambiente de aprendizagem. O desenvolvimento dessa responsabilidade envolve estratégias como chegar no horário na escola e organizar o próprio espaço de estudos. Com a manutenção de uma rotina previsível em relação à escola e as atividades nela desenvolvidas, os alunos tornam-se autossuficientes e bem-sucedidos no gerenciamento das próprias rotinas. Por isso, para a autora, é possível identificar similaridades entre esse sistema escolar e a padronização de tarefas no Kaizen.

Como o sistema educativo no Brasil não está assim construído, a implementação da mentalidade Kaizen na empresa representa um desafio adicional, à medida que é necessário construir essas habilidades e entendimentos em pessoas adultas no ambiente de trabalho. Nesse sentido, Corrêa e Corrêa (2005) sustentam que um aspecto essencial do melhoramento contínuo Kaizen é que as atividades são orientadas para equipes de trabalho, as quais precisam estar abertas a um intenso envolvimento pessoal para sugerir, analisar, propor e implantar as modificações sugeridas. Devido a isso, as atividades Kaizen acabam por envolver todos na organização, dos gestores a trabalhadores de linha de frente.

Destaca-se, assim, que a realização de Kaizen em chão de fábrica, à medida que as pessoas entendem a importância da filosofia *Lean* e se comprometem com sua execução, implementando um passo de cada vez, constitui-se em um caminho simples e promissor para alavancar a subida de patamar do sistema produtivo. A implementação de melhorias por meio de passos graduais e contínuos voltam-se para aspectos como: processos, fluxos de trabalho, arranjo físico da empresa, método e divisão do trabalho, equipamentos e instalações, entre outros (CORRÊA; CORRÊA, 2005).

Com o auxílio do Kaizen, primeiramente, organiza-se o ambiente de trabalho, empregando o 5S (SEIRI - Utilização; SEITON – Ordenação; SEISOU – Limpeza; SEIKETSU – Saúde; SHITSUKE – Autodisciplina); na sequência são analisados os níveis de estoques, seguidos da melhoria dos processos e da qualidade dos produtos; por fim, tem-se a produção somente do necessário conforme pedido do cliente, inserindo, assim, a produção puxada (WELLER, 2015).

Liker e Meier (2007) abordam que o 5S não é apenas uma mera atividade de limpeza. O propósito principal é eliminar a nebulosidade, o que, por sua vez, envolve a eliminação das perdas e da procura de ferramentas e materiais. Também se espera desenvolver hábitos de trabalho padronizado, o que é essencial em fases posteriores do processo. Glaser-Segura et al (2011) afirmam que com o 5S é possível alcançar um ambiente de trabalho limpo e fisicamente organizado – o que não afasta por completo o risco de se ter apenas melhorias aparentes, obtendo-se limpeza sem necessariamente tornar enxuta a produção.

2.3 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (MFV)

O MFV constitui-se em um elemento central da implementação da filosofia *Lean* em empresas de manufatura. Para Lima e Zawislak (2003) o MFV representa a principal ferramenta de entrada da produção enxuta na empresa e permite efetuar o que pode ser denominado de um “raio X” da organização pelo fato de abranger diagnósticos e propostas de melhorias. Tal diagnóstico permite perceber como o processo produtivo está organizado, como a relação com os clientes e fornecedores está estruturada.

A realização do MFV, conforme argumenta Paris (2016), pressupõe conhecer o chão de fábrica fisicamente e, a partir disso, desenhar os passos ou etapas de um processo de produção de um determinado produto ou conjunto deles na planta original, obtendo, ao final, um mapa da produção.

O mapa atual reflete o estado atual da produção e contempla de forma esquemática e organizada dados referentes aos diferentes aspectos do processo produtivo, a saber: demandas dos clientes, fornecimento de matéria-prima, processos envolvidos na produção, tempos de ciclos, setup de máquinas e estoques, quantidade de pessoas envolvidas, fluxo de dados na empresa etc. A partir do mapa atual e tendo como base para mudanças o cliente, são desenhadas propostas para formar o mapa do estado futuro a fim de suprir eventuais gargalos produtivos. Desse modo, todas as soluções são pensadas de forma apropriada para a empresa com base nos problemas específicos identificados (LIMA; ZAWISLAK, 2003).

A principal finalidade do MFV é criar um fluxo de valor contínuo ou enxuto, no qual, segundo Rother e Harris (2002), os itens são processados e movidos de forma

direta de um processo para o seguinte, uma peça por vez. Em cada etapa do processo, opera-se somente uma peça necessária ao passo posterior, imediatamente antes desse passo precisar dela. Isso pressupõe a criação de uma sincronia na condução das peças de um passo ou etapa para a outra, o que pode ser facilitado através da criação de células de trabalho internas ao processo de produção. Essas células são caracterizadas por Rother e Harris (2002) como uma estrutura de pessoas, máquinas, materiais e métodos identificados por meio da atribuição de passos, os quais são distribuídos próximos uns dos outros de modo sequencial, que permitem processar peças em fluxo contínuo.

O equívoco de muitas fábricas de manufatura em relação à produção de fluxo contínuo, segundo Rother e Harris (2002), reside no fato de que em muitas delas os esforços foram centrados na criação de *layouts* em formato de U, deixando de lado o aspecto da continuidade e eficiência do fluxo por meio de células de trabalho bem definidas, o que representa o aspecto mais central do fluxo de valor.

Uma das vantagens da realização de um “raio X” do processo produtivo por meio do MFV é a identificação de problemas no tempo de produção. A partir disso, torna-se viável viabilizar procedimentos precisos para o trabalho de cada funcionário no processo de produção, com determinação de conteúdo, tempo, sequência e resultado, incluindo três elementos centrais: a taxa de produção para atender à demanda do cliente (tempo *takt*); a sequência exata de execução das tarefas do tempo *takt*; o estoque exigido para manter o processo em operação (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003 apud QUEIROZ, 2015).

Visando coordenar o ritmo de produção, o objetivo do tempo *takt* ou *takt time*, segundo Ohno (1997), é combinar o ritmo de produção com o ritmo da demanda. Caso o ritmo de demanda esteja temporariamente maior que o ritmo de produção, pode-se ajustar a quantidade de trabalho em processo para aumentar o fluxo e definir um *takt time* menor, buscando atingir os objetivos de demanda, aproveitando a estabilidade do processo, respeitando os trabalhadores e a qualidade do trabalho.

Iwayama (1997 apud ANTUNES et al, 2008) discorre que o tempo de ciclo *takt time* não pode ser alocado por alguém que desconhece o funcionamento do processo e nem dado de forma aleatória e externa, devendo ser determinado o tempo de ciclo. Monden (1984 apud ANTUNES et al, 2008) afirma, de forma complementar, que o

tempo de ciclo é determinado pela razão entre o tempo efetivo de operação diária e a quantidade diária de necessária de produção.

Ainda conforme Monden (1984 apud ANTUNES et al, 2008), para introduzir o *takt time* é de fundamental relevância a implantação de linhas de produção lineares para que o fluxo de materiais flua de forma ordenada dentro do fluxo produtivo entre os postos de trabalho. Antunes et al (2008) discorre que em casos de processos onde se tem soldagem, o fluxo tende a ser unitário e é comum o processo ser realizado em mesas com a utilização de gabaritos para as operações, onde via de regra o transporte de peças é dado pelos próprios operadores de um posto de trabalho a outro. Em casos assim, o ritmo da produção é construído pela observação das rotinas dos operadores desde as operações padrão realizadas por eles.

Um importante instrumento a ser utilizado como parte da realização do MFV é o diagrama espaguete. A origem do nome do diagrama de espaguete remonta ao seu formato, uma vez que a rota desenhada (*layout*) lembra um prato de macarrão espaguete (DEGUIRMENDJIAN, 2016). O diagrama de espaguete é uma ferramenta da filosofia *Lean* que permite representar graficamente os movimentos ou fluxos tanto de materiais quanto de pessoas em uma determinada etapa da produção ou mesmo de um produto. O diagrama pode ser construído para identificar a situação atual da movimentação e, a partir dele, serem propostas mudanças de melhoria na estrutura de chão de fábrica (GOMES, 2012).

De acordo com Deguirmendjian (2016), o diagrama de espaguete auxilia a estabelecer o *layout* adequado de distâncias percorridas na realização de uma tarefa ou atividade, gerando uma visualização no formato da movimentação de materiais, pessoas e informações. O diagrama mostra o percurso aparentemente necessário a ser percorrido por pessoas, materiais ou informações no chão de fábrica em um *layout* específico, bem como permite detectar oportunidades de redução de movimentos desnecessários. Nesse sentido, também auxilia a identificar equipamentos e materiais que podem ser movidos de um lugar para outro. A simples observação pode não ser suficiente para descobrir desperdícios de movimentação de peças ou caminhadas inúteis de pessoas.

Para a construção do diagrama é importante ter a disposição uma planta do chão de fábrica e, a partir dela, fazer o levantamento do layout das instalações da unidade, identificando corredores, pilares, portas, estações de trabalho, estoque de

materiais, localização de equipamentos, entre outros (DEGUIRMENDJIAN, 2016). Efetuar um correto levantamento e representação do layout é fundamental para, posteriormente, eliminar atividades que não agregam valor ao produto, otimizando o espaço físico disponível, facilitando a comunicação entre as pessoas, bem como de equipamentos e materiais em cada uma das etapas do processo produto, entre outros ajustes (MUTHER, 1976 apud DEGUIRMENDJIAN, 2016).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A identificação do problema a ser investigado ao longo deste estudo parte do contexto específico da unidade WEG – Gravataí, na qual se registrou a prevalência de dificuldades na solução de limitações na linha de produção em relação ao cumprimento de prazo de entrega. Nesse sentido, a pergunta que direciona a presente pesquisa parte de uma necessidade da referida filial, na qual são produzidos transformadores de médio porte não seriados. Diante desse cenário, a implementação da filosofia *Lean*, iniciada por meio do MFV que evidenciou uma série de problemas em toda a linha de produção, poderia ser um caminho de possível solução para as dificuldades do sistema produtivo.

Inicialmente, a obtenção do conhecimento deu-se por intermédio da pesquisa bibliográfica, com vistas à construção da fundamentação teórica deste artigo. A pesquisa bibliográfica englobou a investigação em livros, dissertações, apostilas e artigos científicos, realizados pelo autor ao longo do curso de especialização, tendo em vista descobrir o potencial da filosofia *Lean* para a unidade da WEG em questão. Como a pesquisa bibliográfica, conforme a caracteriza Gil (2007), se baseia em material elaborado por outros autores para ser lido por públicos específicos, é fundamental tomar conhecimento dessa produção a fim de potencializar as chances de desenvolvimento de um projeto de sucesso na empresa.

Também se realizou a pesquisa documental, uma vez que foram consultados documentos da WEG – Gravataí, produzidos internamente à organização e que se destinam a regulamentar procedimentos internos que são parte do processo produtivo, bem como os documentos produzidos pelo próprio Grupo Kaizen da respectiva unidade investigada.

A pesquisa de campo partiu da experiência prática do autor deste artigo, já familiarizado com o objeto de estudo e seus problemas de produção. O modelo de transformador produzido na WEG – Gravataí será brevemente apresentado no subitem a seguir.

O presente estudo configura-se como uma pesquisa qualitativa, visto que é abordada em profundidade a realidade do processo de produção de transformadores de uma unidade específica da empresa WEG, descrevendo, analisando e interpretando as mudanças implementadas no processo produtivo. Foram

selecionadas as ferramentas da abordagem *Lean* que pudessem se adequar e trazer benefícios para o processo produtivo da unidade WEG – Gravataí.

Por ter como objeto uma única unidade produtiva, trata-se ainda de um estudo de caso, sem definição de técnicas de amostragem. O estudo de caso, conforme pontua Tonon (2016), é caracterizado pela natureza empírica na qual se investiga um fenômeno determinado da realidade. No presente caso, definiu-se como relevante um problema atual da filial WEG – Gravataí, a saber, as falhas no processo de produção de transformadores que intervêm negativamente no desempenho financeiro da empresa e também junto ao cliente, a fim de intervir na realidade específica dessa filial e nela obter mudanças positivas. Nesse sentido, explicitar-se-á as medidas tomadas pelo Grupo Kaizen da WEG – Gravataí, como elas foram implementadas e quais os resultados obtidos até o momento atual.

De início, cabe salientar que os resultados obtidos foram positivos, alavancando e otimizando diversas etapas do processo produtivo da empresa, incluindo máquinas, pessoas e estrutura física, ainda que nem todo o planejamento do caso em questão tenha sido finalizado, uma vez que o cronograma de ações de implementação da filosofia *Lean* na WEG – Gravataí prevê a continuidade de ações até o ano de 2018.

3.1 CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

O transformador é parte fundamental em qualquer sistema elétrico, sua função permite que a energia seja transportada a longas distancias, uma vez que a geração está longe dos grandes centros consumidores, seu papel é elevar e rebaixar a tensão elétrica. Assim eleva a tensão próximo a geração, posteriormente a energia é transportada em linhas de transmissão de alta tensão, por inúmeros quilômetros e rebaixa a tensão próximo ao local de consumo.

Devido ao produto não ser familiar ao leitor, cabe esclarecer e apresentar detalhes relevantes do processo de montagem do tanque do transformador que é manufaturado e constitui o objeto do presente trabalho. Para tal, a figura 2 identifica os principais componentes de um tanque de transformador, que são produzidos em postos de trabalho separados e em paralelo. Após cada parte ser concluída individualmente, elas são agrupadas, formando um conjunto, denominado de tanque.

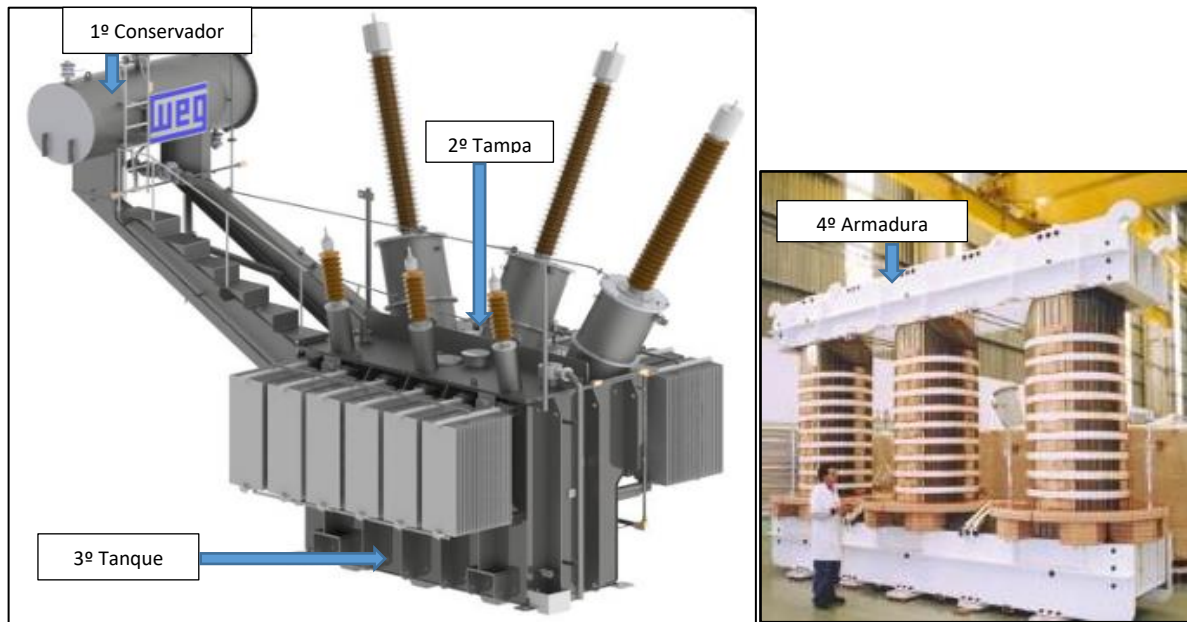


Figura 2 – Partes de um transformador
 Fonte: WEG (2016, p. 5)

O primeiro item está na parte superior e é chamado de conservador. É um acessório que serve para absorver as variações do volume de óleo isolante que varia conforme as mudanças de temperatura a que o transformador é submetido durante seu funcionamento. O segundo item, no centro, é a tampa, onde são presos os isoladores, cuja função é a de permitir acesso à parte interna e à abertura do tanque. Desta forma, se torna possível a montagem da parte interna do transformador. No terceiro item, na parte inferior da figura, tem-se a parte maior que é chamada de tanque. O quarto item, chamado de armadura, é projetado para fixar e dar sustentação mecânica a parte interna do transformador, fixando a parte interna no fundo do tanque e na tampa.

Todas as quatro partes identificadas são fabricadas a partir do processamento de chapa de aço carbono, com espessuras que variam de 4,76 mm a 25,4 mm. O processo se inicia com o corte da chapa em máquina *Computer Numerical Control* (CNC), tipo plasma. Parte das peças seguem para conformação em calandra e ou dobra. Depois os subconjuntos seguem para setores de montagem individuais, que iniciam a montagem dos equipamentos através do emprego de solda tipo *Metal Inert Gas* (MIG). A massa de cada tanque pode variar de 5 a 60 toneladas.

3.2 PLANEJAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA *LEAN*

O projeto em desenvolvimento na WEG – Gravataí (RS) baseia-se e segue as recomendações da filosofia *Lean*. O objetivo da filosofia *Lean Manufacturing* é aumentar a capacidade produtiva, otimizando os recursos de pessoas, máquinas e estrutura física da planta de produção. Cabe destacar que um fator dificultador do processo produtivo na referida filial é a planta do local, caracterizada por ser um prédio antigo com várias limitações de construção e de espaço, apresentando desníveis de piso e colunas distribuídas de forma não uniforme que atrapalham a implantação de um bom *layout* ou fluxo contínuo de produção.

Com o fim de iniciar o processo de melhorias a partir da filosofia *Lean*, foi realizado o mapeamento de fluxo de valor (MFV), no segundo semestre de 2015, referente à demanda de 16,7 transformadores por mês, que representam 103 t de aço sendo processadas, onde o tempo takt (ritmo de produção) em cada centro de trabalho deve ser de até 1146 min por peça. Atualmente, o centro de trabalho de montagem de tampa (1300 min) e conservador (1284 min) não atendem esse valor.

Após a realização do MFV, foram realizados treinamentos com os envolvidos com intuito de nivelar informação, trazendo os conhecimentos da ferramenta desenvolvida pelo sistema Toyota de produção. Em seguida, foram iniciados os trabalhos para confecção do *Value Stream Mapping* (VSM), que representa o estado atual da fábrica, conforme pode ser verificado na figura 3. Os dados para montagem da fotografia atual da fábrica foram retirados dos roteiros de fábrica, de cada posto de trabalho através do sistema SAP.



Figura 3 – MFV – Situação atual – postite
Fonte: WEG (2016, p. 6)

Através do MFV foram identificadas as atividades que agregam valor (13,15 dias), as que não agregam valor (5,31 dias), refletindo numa agregação de valor de (71,23%), conforme se observa na figura 4.

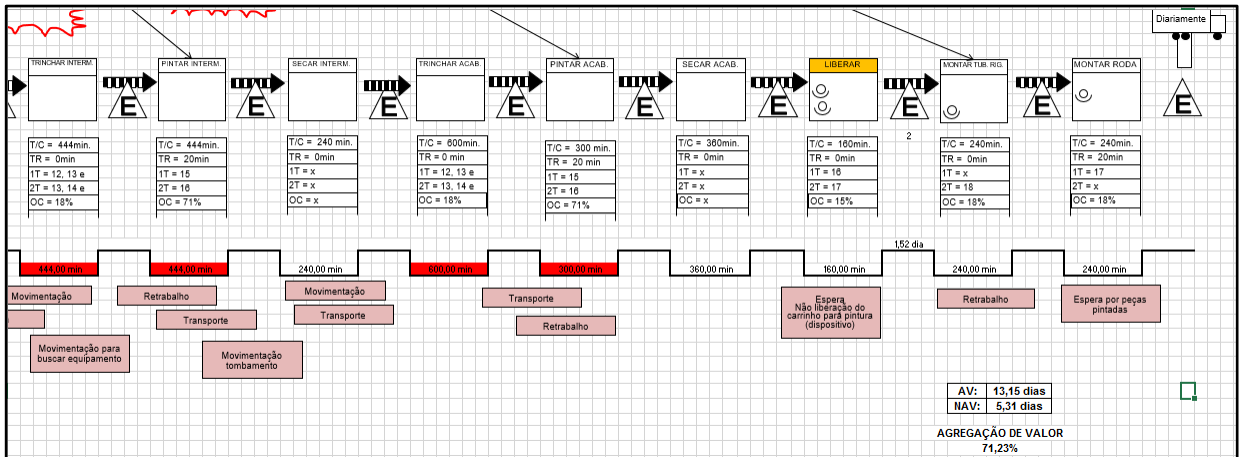


Figura 4 – MFV – Situação atual – excel
Fonte: WEG (2016, p. 7)

O mapeamento realizado levou ao estabelecimento das seguintes diretrizes para o projeto:

- Priorizar a produtividade;
- Descartar investimentos de alta monta para a linha, a exemplo da ampliação de prédio;
- Uma vez claras as diretrizes, estabeleceu-se como premissas MFV:
- Manter ou reduzir o quadro orçado de pessoas para a linha;
- Indicadores da mudança;
- Produtividade (horas apontadas x horas disponíveis);
- Aumentar a produção mensal (toneladas);

Tendo como base o estado atual, as diretrizes e premissas, procedeu-se o desenho do estado futuro para atender o aumento da demanda para 20 transformadores por mês, que representam 135 toneladas de aço sendo processadas, onde o tempo *takt* (ritmo de produção) em cada centro de trabalho deve ser de até 1146 min, por peça. Com isso, objetiva-se superar a produtividade registrada na situação atual.

No que concerne especificamente ao critério da agregação de valor, foram estipulados ganhos ao processo produtivo situados em torno de 82,8%, diminuindo, conseqüentemente, o tempo das atividades que agregam valor de 13,15 dias para

padronizados que atingem pessoas e máquinas, bem como a organização do ambiente de trabalho para proporcionar melhor fluxo do processo produtivo. Nesse sentido, um importante registro a ser realizado diz respeito à padronização das atividades dos operadores, refletindo positivamente num aumento de produtividade que era de 1,86 t de aço processado por colaborador passando para 2,33 t (Gráfico 5), evidenciando que a filosofia *Lean* parece ser o caminho de possível solução para os problemas do sistema produtivo.

Tendo por base o paradigma da concorrência internacional, durante a implantação da produção enxuta busca-se descrever pontos fortes e fracos do fluxo de valor com base no MFV. Segundo Liker e Meier (2007), as pessoas fazem treinamentos nas ferramentas de solução de problemas, mas tem dificuldade em compreender os conceitos mais amplos do fluxo de valor. Diante disso, cabe perguntar onde estão as empresas nacionais nesse quesito? Como parâmetro, a figura 6 traz o caso da empresa Toyota.

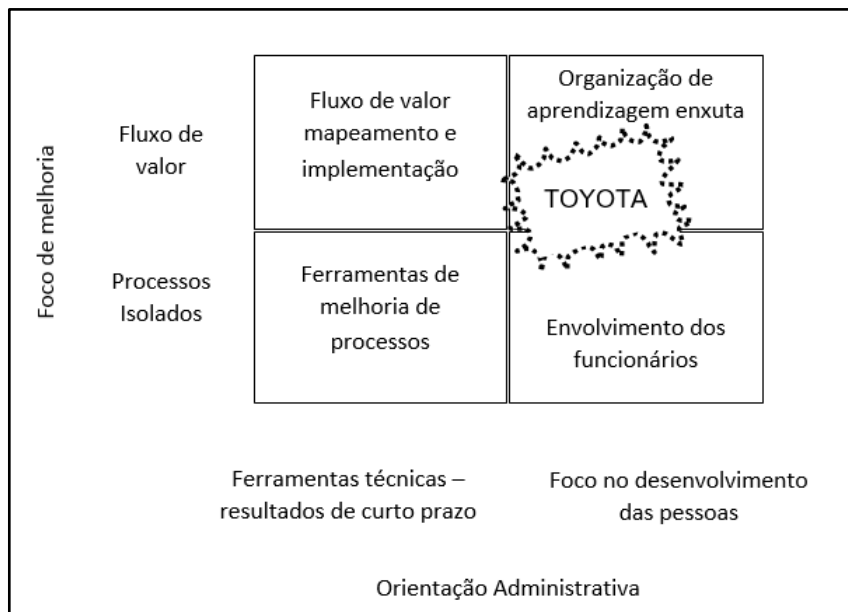


Figura 6 – Abordagem administrativa da melhoria
 Fonte: LIKER et al, (2007, p. 383)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente item serão apresentados e analisados os resultados dos trabalhos Kaizen empregados para planejar melhorias na empresa. Tal ferramenta mostrou soluções aos problemas encontrados no MFV. O projeto intitulado *Kaizen de Preparação de Materiais na Caldeiraria*, da empresa WEG, filial de Gravataí, Rio Grande do Sul, foi realizado em agosto de 2016, com a equipe de oito colaboradores, sendo os membros das seguintes áreas da empresa: gerente do departamento industrial, coordenador Kaizen, representantes da manutenção, qualidade, segurança do trabalho, analista de processos, distribuidor de material, facilitador e chefias da fábrica. Todos esses membros formam o “Grupo Kaizen” da filial de Gravataí, que contribui para a implementação do projeto. O cronograma prevê a realização de Kaizens com a conclusão da primeira etapa dos trabalhos no segundo semestre de 2017 e a segunda etapa no primeiro semestre de 2018. Devido a isso, os resultados apresentados no presente estudo são apenas parciais, considerando as etapas de trabalho realizadas até o presente momento.

Usando como base o Kaizen da montagem da tampa – parte que permite acesso à parte interna do transformador – foram identificadas atividades que agregam valor (46%) (ex: soldar, cortar, furar), as que não agregam valor, mas são necessárias (48%) (ex: traçar, medir, lixar) e as que não agregam valor e são desnecessárias (6%) (ex: movimentar, ajustar, esperar). Somando-se as atividades que não agregam valor ao produto, obteve-se um quadro de 54% de desperdício no processo de montagem de tampa (Gráfico 1).

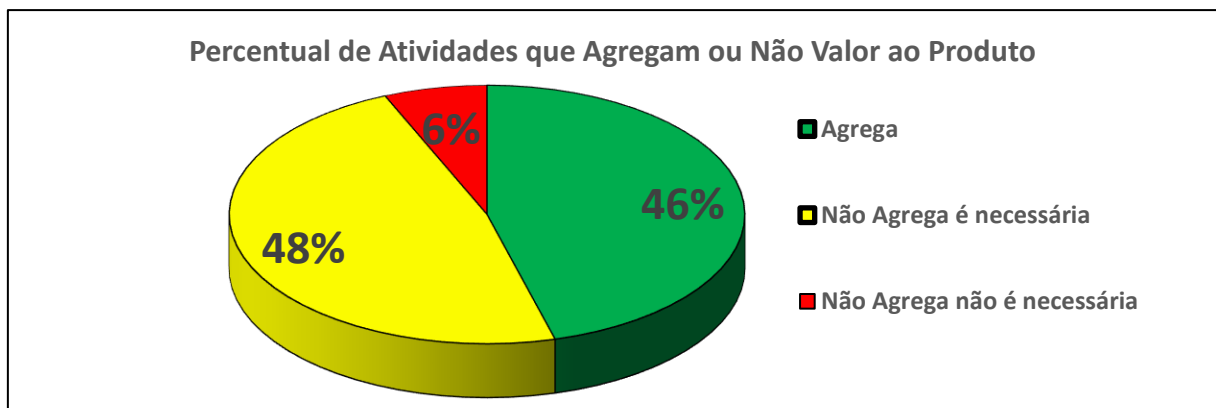


Gráfico 1 – Atividades que agregam ou não valor ao produto

Fonte: WEG (2016, p. 6)

Na figura 10 foi elaborada e apresentada uma proposta com intuito de reduzir o contra fluxo de produção, bem como redesenhada a sequência de operações do processo de fabricação, otimizando espaço da fábrica. Com isso, foi liberada uma área de 600 m² (Figura 8), diminuindo desta feita o caminho percorrido pelas peças.



Figura 8 – Área liberada
Fonte: WEG (2016, p. 11)

Com o novo percurso desenhado, foi sugerida uma rotina de abastecimento de peças – entrada e saída, representada na figura 9 – em cada posto de trabalho, facilitando, assim, a gestão visual dos envolvidos no processo de manufatura. Esse trabalho é realizado pelo preparador de materiais.



Figura 9 – Entrada de material - posto de trabalho
Fonte: WEG (2016, p. 15-22)

O diagrama de espaguete – depois (Figura 10), permite visualizar o fluxo de produção mais organizado e enxuto, com redução de 48 % (Gráfico 2) nas distâncias percorridas pelas peças ao longo do processamento.



Figura 10 – Diagrama de espaguete – depois
Fonte: WEG (2016, p. 6)

A elaboração dos digramas de espaguete proporcionou experiência positiva ao grupo Kaizen, pois o dia a dia do processo produtivo na fábrica flui, de forma rotineira e naturalizada, sem que as pessoas percebam os desperdícios referentes à movimentação e ao transporte de peças, o que impacta de forma negativa o processo produtivo ao longo dos anos.

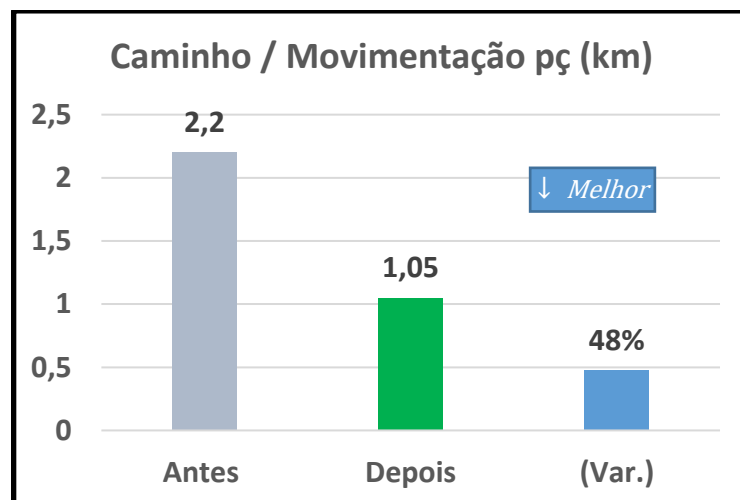


Gráfico 2 – Caminho / movimentação de peça (km)
Fonte: Autoria própria.

→ **Melhorias dos processos:** deslocamento do posto de trabalho do preparador (Figura 11) de materiais com objetivo de obter melhor aproveitamento do espaço para preparação de componentes.



Figura 11 – Posto de trabalho do preparador
Fonte: WEG (2016, p. 16)

A partir dos dados apresentados, tem-se que a realização dos trabalhos Kaizen mostrou soluções aos problemas encontrados no MFV. Foram implantadas soluções para a movimentação de peças que são transportadas diretamente ao posto de montagem através do menor caminho, eliminados os contra fluxos de produção, alcançando uma redução de 48 % (Gráfico 2), balanceadas as atividades e tarefas dos operadores a fim de eliminar gargalos e diminuídos os estoques de material, obtendo redução de 34% (Gráfico 3).

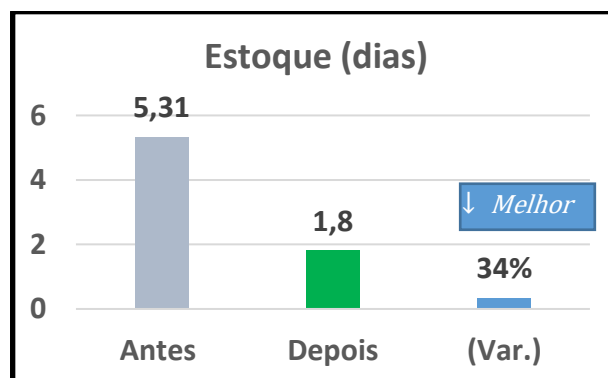


Gráfico 3 – Estoque (dias)
Fonte: Autoria própria.

A mão de obra parada por falta de material apresentou redução de 33% (Gráfico 4) e, por fim, foi diminuída a movimentação de pessoas e o volume de estoques. Além disso, foram feitas melhorias nos postos de trabalho da furadeira de bancada, no armazenamento dos reforços de tanques, no terminal para consulta de desenhos e foi identificada a área para entrega dos materiais para soldagem dos postos de tanque e conservador.

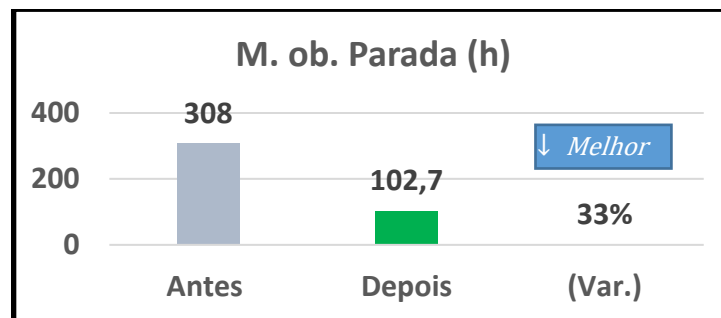


Gráfico 4 – Mão de obra parada (h)
Fonte: Autoria própria.

Nos trabalhos de Kaizen foram abordados alguns itens relevantes e necessários para modificação e melhoria do processo com intuito de melhorar a gestão visual, organizar o *layout* e padronizar os dois postos de trabalho, um de montagem e outro de soldagem da tampa, com a finalidade de reduzir o tempo de passagem da tampa no processo de montagem. Havia dois operadores separados, um fazendo montagem no turno um, e outro fazendo soldagem no turno dois, intercalando assim peças paradas na produção, pois devido à falta de treinamento e sincronismo o processo não era contínuo.

Na situação proposta, os dois postos, de montagem de tampa e soldagem de tampa, foram unificados (Figura 12), diminuindo de dois para um posto de trabalho, ficando sob a responsabilidade do mesmo operador a atividade de montar e a solda, ou seja, os dois operadores foram treinados para executar todas as tarefas do posto de trabalho, juntamente com a sequência de tarefas estabelecidas no trabalho padronizado, promovendo doravante continuidade ao processo produtivo, diminuindo o *lead time* da tampa.

As mudanças foram bem aceitas pelos colaboradores que consideraram os resultados como satisfatórios, tiveram participação na implantação das melhorias, percebendo os benefícios trazidos com a mudança realizadas no trabalho Kaizen.

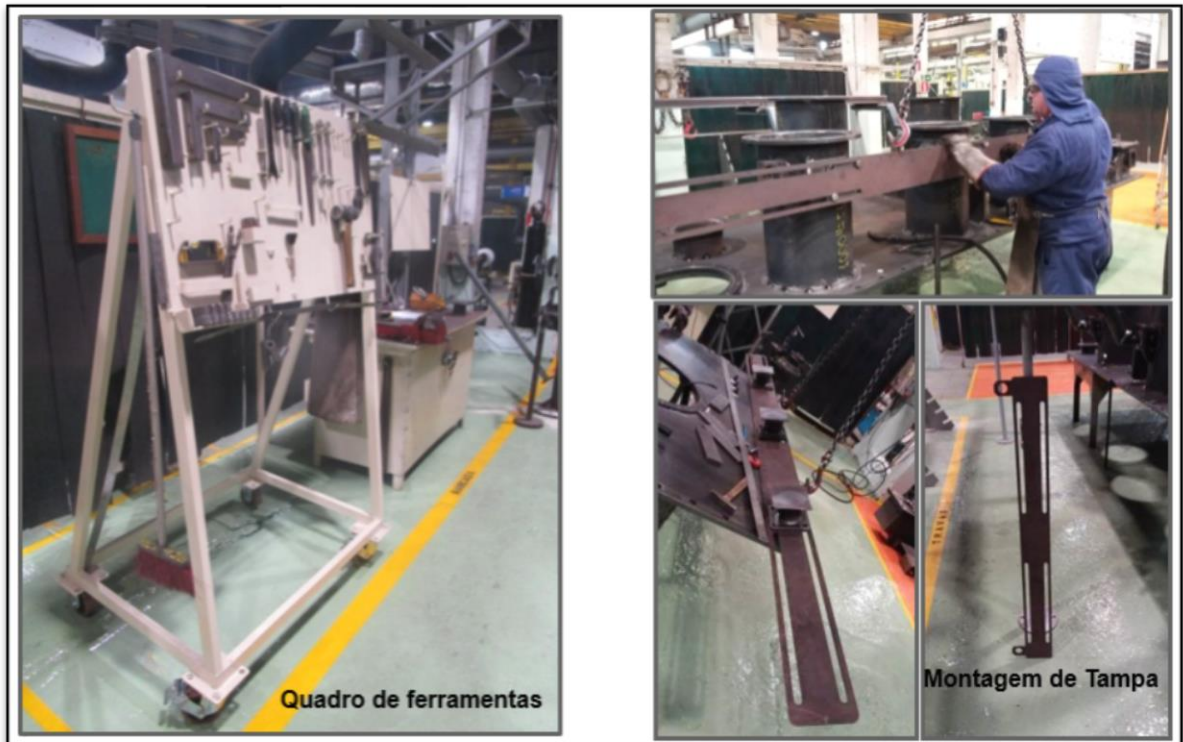


Figura 12 – Posto de trabalho montagem e soldagem de tampa
 Fonte: WEG (2016, p. 12)

Cabe observar que a partir das modificações realizadas no processo produtivo através dos trabalhos Kaizens em chão de fábrica, o emprego das ferramentas *Lean* foi possível alcançar resultado positivo em ganho de produtividade, em aproximadamente 125 % (Gráfico 5), evidenciado no controle do processo produtivo do setor de caldeiraria onde cada colaborador processava em média 1,86 t. e passou a processar 2,33 t.

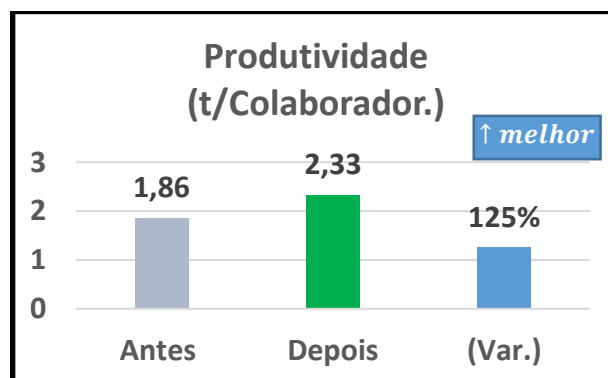


Gráfico 5 – Produtividade (t/colaborador)
 Fonte: Autoria própria.

Após a implantação das melhorias, as atividades que agregam valor aumentaram para 76%, as que não agregam e são necessárias estão em torno de 24%. O mais importante a ser registrado diz respeito à eliminação das atividades que não agregam valor e são desnecessárias (Gráfico 6).

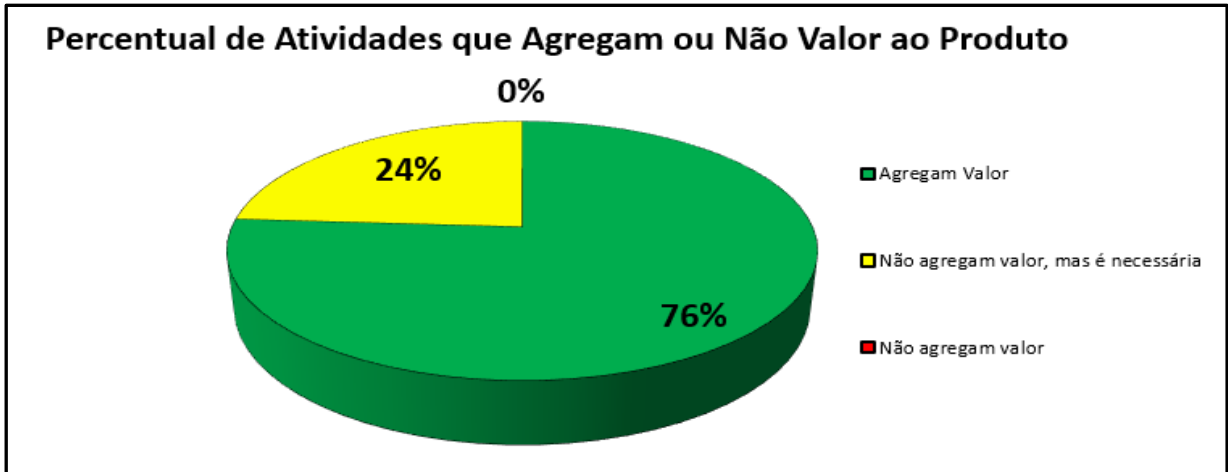


Gráfico 6 – Agregação de valor
Fonte: Autoria própria.

Também se pode mencionar os ganhos obtidos com a diminuição no tempo de passagem na fabricação da tampa de 58,90%, a agregação de valor aumentou 65,22 %, enquanto a produtividade aumentou 34,14 %. Foi disponibilizado um equipamento de solda com valor residual de R\$ 32.000,00.

No gráfico 7, demonstra-se o investimento realizado com a implantação da primeira etapa do *Lean Manufacturing*, como também os ganhos, isto é, o retorno do projeto para o processo produtivo da empresa.

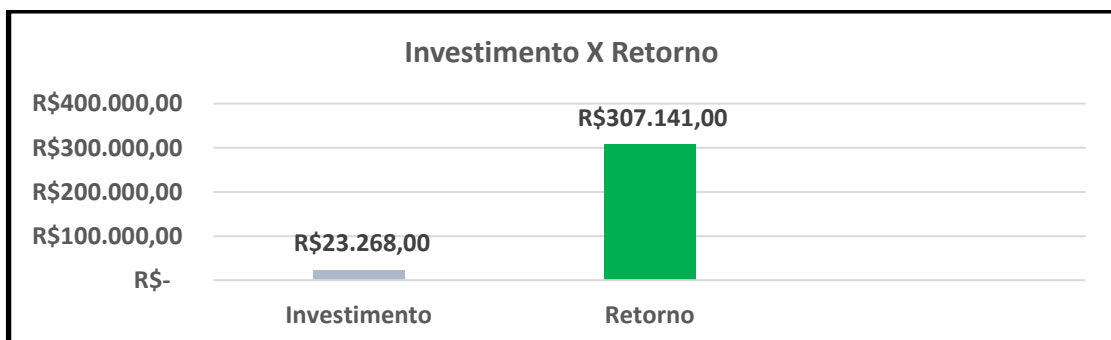


Gráfico 7 – Investimento x retorno
Fonte: Autoria própria.

O emprego da ferramenta *Lean Manufacturing* mostra-se eficaz por meio da concretização de ações simples, com baixo custo de investimento. O retorno alcançado pela execução das ações Kaizen traz competitividade para a empresa, à medida que melhora os indicadores de desempenho, de qualidade e financeiro.

Além disso, cabe pontuar que a utilização de melhorias no chão de fábrica, como demonstrado no estudo de caso em questão, permite observar que todos os setores de uma de empresa têm ligação direta com seu desempenho, seja ele negativo ou positivo, sugerindo assim o envolvimento de todos os colaboradores da organização. Cada um deve se sentir parte do negócio e trabalhar em prol do bem comum, sugerindo e implantando melhorias. O sistema Toyota de produção está, assim, deixando uma marca na história da humanidade através da mentalidade da produção enxuta, tornando os processos das empresas melhores. Como os processos estão interligados, essas melhorias podem interferir positivamente nos preços de venda dos produtos, assegurando vantagem competitiva.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das modificações no processo produtivo apresentadas, torna-se evidente que a hipótese inicialmente construída, a saber, de que o Kaizen em chão de fábrica é um caminho simples e promissor para alavancar a subida de patamar do sistema produtivo, mostra-se comprovada. Em outras palavras, o emprego das ferramentas do sistema *Lean Manufacturing* evidenciou-se eficaz e vantajoso, pois, com baixo investimento e por meio de ações simples foi possível alcançar resultados expressivos que trazem competitividade para a empresa, bem como a melhora dos indicadores de desempenho, qualidade e financeiro.

Ao longo da realização do planejamento e execução dos trabalhos Kaizen, alguns percalços foram enfrentados, dentro os quais merece destaque o baixo nível de conhecimento prático dos participantes e a dificuldade na execução das tarefas, com relação ao cumprimento de prazos das ações propostas. Durante os seis meses iniciais, os participantes foram dominando a ferramenta, aumentando a confiança e a autoestima, sendo que o nível de amadurecimento da equipe trouxe maior agilidade ao processo. Isso está de acordo com a proposta da ferramenta Kaizen, que não se configura apenas como uma mudança pontual e momentânea, mas trata de construir uma mentalidade de contínua atenção por parte das pessoas para a identificação de problemas e a busca de soluções para eles.

No caso específico da unidade WEG – Gravataí, cabe registrar a eliminação de desperdícios por meio da implantação de métodos de trabalho padronizados que atingem pessoas e máquinas, bem como a organização do ambiente de trabalho para proporcionar melhor fluxo do processo produtivo. Os objetivos específicos foram alcançados por meio da apresentação do MFV da situação atual, destacando perdas e desperdícios na produção; da descrição das estratégias de melhorias formuladas a partir do MFV para agregar valor ao produto e promover mudanças no estado futuro; da apresentação das melhorias obtidas com a implantação da produção enxuta na empresa objeto de estudo; e, por fim, por meio da produção de conhecimentos sobre o funcionamento em chão de fábrica da ferramenta Kaizen, numa empresa de manufatura de produto não seriado. Nesse sentido, um importante registro a ser realizado diz respeito às atividades que não agregam valor e não são necessárias no processo de produção. Antes da implementação da ferramenta *Lean* as atividades

desnecessárias e que não agregavam valor ao produto somavam 6% do total. Com o planejamento e implementação das ações Kaizen, esse número foi reduzido a zero. Além disso, as atividades que agregam valor ao produto final passaram de 46% para 76% ao passo que houve a diminuição de atividades que não agregam valor, mas são necessárias, de 48% para 24%.

Cabe ressaltar que o trabalho apresentado foi desenvolvido numa linha de produção onde os produtos não tem características de produto seriado. Está em questão um produto especial, ou seja, cada peça produzida é diferente uma da outra e não existem lotes de produção iguais, aumentando o desafio dos grupos de trabalho responsáveis pela execução da filosofia *Lean*. Apesar disso, a ferramenta empregada se mostrou eficiente dando a entender que em linhas de produção onde o produto não é seriado os ganhos obtidos em um processo produtivo podem ser de expressão significativa, ainda que os processos desse porte careçam de trabalho padronizado devido aos produtos serem diferentes, dando margem aos operadores de produção para se desviarem de suas atividades. Isso é um fator que aumenta o tempo desperdiçado na linha de montagem. Diante disso, fica o desafio para que sejam implementados novos trabalhos voltados a melhoria contínua nos processos produtivos onde a produção não é seriada.

Importa destacar que o projeto aqui apresentado ainda se encontra em andamento. O problema de qualidade encontrado no posto de trabalho de pintura, com a falta de padrão constante, por exemplo, está contemplado no plano de Kaizen que será realizado em 2017. Atualmente, foi instituída a ferramenta de *Quality Gate* (porta da qualidade), a fim de registrar, levantar e mapear a gama dos problemas do setor, corrigindo-as antes de enviar para posto de trabalho subsequente.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. et al. **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

CONCEIÇÃO, S. V. et al. Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambientes de manufatura contratada. **Gestão de Produção**, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 357-369, jul./set. 2009.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações**: manufatura e serviços, uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2005.

DEGUIRMENDJIAN, S C. **Lean Healthcare**: aplicação do diagrama de espaguete em uma unidade de emergência. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP.

GIBSON, J. L. **Organizações**: comportamento, estrutura e processos. 12 ed. São Paulo: McGraw- Hill, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora Atlas, 2007.

GLASER-SEGURA, D. A. Fatores influenciadores do sucesso da adoção da produção enxuta: uma análise da indústria de três países de economia emergente. **Revista Administração**. São Paulo, v.46, n.4, p.423-436, out./dez. 2011.

GOMES, M. E. C. **Melhoria do processo produtivo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.

JABBOUR, A. B. L. de S. et al. Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil. **Revista de Administração**. São Paulo, v.48, n.4, p.843-856, out./dez. 2013.

KAIZEN INSTITUTE. **What is the difference between kaizen, lean & six sigma?** [Publicado em 2015]. Disponível em: <<https://in.kaizen.com/blog/post/2015/09/11/what-is-the-difference-between-kaizen-lean--six-sigma.html>> Acesso em: 10 dez. 2016.

LIKER, J.; MEIER, D. **O modelo Toyota**: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIMA, M. L. S. C.; ZAWISLAK, Paulo A. A produção enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PMEs. **Revista Produção**, v. 13, n.2, p. 57-69, 2003.

MEZA, M. L. G. da. **Pilares da filosofia lean**. Curitiba: WEG/UTFPR, 2016. [Documento não publicado].

MIKOS, W. L. et al. **Qualidade**: base para inovação. Curitiba: Aymarã Educação, 2012.

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

ORF, J. Y. Japanese education and its role in Kaizen. In: LIKER, Jeffrey (Org.) **Becoming lean**: inside stories of U.S. manufacturers. New York: Productivity Press, 2004, p. 71 - 102.

PARIS, W. **Implantação de lean manufacturing**. Curitiba: WEG/UTFPR, 2016. [Documento não publicado].

QUEIROZ, G. A. **Recomendações para a implantação da manufatura enxuta considerando os propósitos da produção mais limpa**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando o fluxo contínuo**: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: *Lean Institute* Brasil, 2002.

TOLEDO JUNIOR, Itys-F. B. de. **Carga de máquina e carga de mão-de-obra**. Mogi das Cruzes: O&M Assessoria escola ed., 1986.

TONON, L. **Metodologia de pesquisa**. Curitiba: WEG/UTFP, 2016. Documento não publicado.

WALTERS, C. **What is lean vs. six sigma vs. kaizen?** [Publicado em 2013]. Disponível em: <<http://leanblitzconsulting.com/2013/01/what-is-lean-six-sigma-kaizen/>> Acesso em: 10 dez. 2016.

WEG. **Transmissão & distribuição**: linha de produtos e soluções. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-transmissao-distribuicao-linha-de-produtos-e-solucoes-50022708-20-catalogo-portugues-br.pdf>> Acesso em: 2 dez. 2016.

WELLER, T. R. **Mapeamento do fluxo de valor**. Curitiba: WEG/UTFPR, 2015. Documento não publicado.