

Conceitos da Produção Enxuta: estudo de caso em uma Indústria Eletroeletrônica

Marcela Avelina Bataghin Costa (IFSP) marcela.bataghin@ifsp.edu.br

Aline Madakis Arias (IFSP) line.madakis@gmail.com

Valdir Xavier Junior (IFSP) valdir.xavierjr@gmail.com

Franco da Silveira (UFRGS) franco.da.silveira@hotmail.com

Filipe Molinar Machado (URI) fmacmec@gmail.com

Resumo:

Produção enxuta é um termo usado para definir um sistema de produção mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa e habilitado a enfrentar um mercado em constante mudança. A implantação de um sistema de produção enxuta envolve uma série de princípios, ferramentas e conceitos para que seja efetiva e se bem conduzida pode trazer grandes benefícios para empresa. Este trabalho teve como objetivo verificar se a adoção dos princípios e pilares da produção enxuta, mais especificamente a automação, seria capaz de reduzir tempos e desperdícios de materiais em uma empresa fabricante de componentes eletroeletrônico, localizada em São Paulo- SP. Além disso, o trabalho também se propôs a identificar possíveis melhorias resultantes da adoção de ferramentas propostas pela literatura. Para atingir estes objetivos foi realizada uma revisão bibliográfica e documental, seguida de um estudo de caso. Observou-se que a substituição do alicate de corte rente utilizado para cortar de forma manual a sobra do componente após a soldagem pela máquina *Ren Thang KA-8*, automatizou o processo, reduzindo drasticamente os tempos de fabricação e desperdícios. Além disso, com a adoção da filosofia dos 5'S a empresa conseguiu se organizar e caminha rumo a melhoria contínua (*Kaizen*). No que diz respeito à relação ao custo benefício, os benefícios superam em muito os custos já no curto prazo.

Palavras chave: Produção Enxuta, Princípios e Ferramentas, Setor Eletroeletrônico.

Concepts of Lean Production: a case study in an Electrical and Electronic Industry

Abstract

Lean production is a term used to define a production system more efficient, flexible, agile and innovative than mass production and enabled to face an ever changing market. The implementation of a lean production system involves a series of principles, tools and concepts to be effective and if well conducted can bring great benefits to the company. This work aimed to verify if the adoption of principles and pillars of lean production, more specifically automation, would be able to reduce the time and waste of materials in a company manufacturing electronic components, located in São Paulo. In addition, the paper also sought to identify possible improvements resulting from the adoption of tools proposed in the literature. To achieve these objectives a bibliographic and documentary review was carried out, followed by a case study. It was observed that the replacement of the close-cut pliers used to manually cut the leftover component after welding by the Ren Thang KA-8 machine, automated the process, dramatically reducing manufacturing times and waste. In addition, with the adoption of the 5's philosophy, the company was able to organize and move towards continuous improvement (*Kaizen*). As far as the cost benefit ratio is concerned, the benefits far outweigh the costs in the short term.

Key-words: Lean Production, Principles and Tools, Electrical and Electronic Industry.

1. Introdução

A expressão “*Lean Manufacturing*” trata-se de um sistema de produção mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa e habilitado a enfrentar um mercado em constante mudança (WOMACK, 1992; ALKHORAIIF e MCLAUGHLIN, 2018). No ocidente, de forma geral, o sistema ficou bastante conhecido *Lean Production*, Produção Enxuta ou Manufatura Enxuta. Este sistema possui em seu cerne uma dimensão fundamental, ou seja, requer menores recursos, maximização da eficiência e da produtividade e, principalmente, maximização da flexibilidade, sendo mais ágil, inovadora e capaz de enfrentar melhor as mudanças conjunturais e de mercado. Em quase todos os aspectos, contrapõe-se a dois outros métodos de produção concebidos pelo homem: a Produção Artesanal e a Produção em Massa (WOMACK, 1992).

O principal objetivo da produção enxuta é que a implementação de princípios reduzem gradativamente os desperdícios à medida que a empresa os introduz, diminuindo, portanto, custos (SOLIMAN e SAURIN, 2017). Fullerton (2003), corrobora uma relação positiva entre a lucratividade da empresa e o grau em que as práticas de produção com redução de desperdícios são implementadas. Womack e Jones (2004), em seu livro *Lean Thinking*, estabeleceram cinco princípios da produção enxuta nas empresas sendo: i) valor: capacidade oferecida a um cliente no momento certo a um preço justo e adequado, conforme definido e esperado pelo cliente; ii) fluxo de valor: atividades específicas indispensáveis para projetar, produzir e oferecer um produto específico, da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, e da matéria-prima às mãos dos clientes; iii) fluxo contínuo: progressiva realização de tarefas ao longo do fluxo de valor fazendo com que o produto passe da concepção ao lançamento, do pedido à entrega e da matéria-prima às mãos do cliente sem interrupções, refugos ou retro fluxos; iv) valor puxado pelo cliente: sistema de produção no qual nada é produzido pelo fornecedor sem que o cliente sinalize uma necessidade; v) perfeição: eliminação total de desperdício para que todas as atividades ao longo de um fluxo de valor criem valor percebido pelo cliente (MOYANO e SACRISTÁN, 2011).

Segundo Krajewski, Ritzman, Malhotra (2004), este sistema possui características que reforçam seus princípios, sendo eles: método puxado do fluxo de trabalho; qualidade na origem; lotes pequenos; cargas uniformes das estações de trabalho; componentes e métodos de trabalho padronizados; proximidade com fornecedores; componentes e métodos de trabalho padronizados; automação; 5’S e fluxo em linha. Frisa-se a automação, que segundo Krajewski, Ritzman, Malhotra (2009), acontece através da substituição de trabalhadores por máquinas. Em algumas atividades aumenta a produtividade, reduzindo estoques (mais grave problema segundo a produção enxuta), produtos defeituosos, perda de materiais e custos podendo deste modo aumentar o lucro devido ao aumento de participação no mercado (resultado de melhor produtividade e maior qualidade) e da redução de custos.

Nas indústrias do setor eletroeletrônico a precisão resultante da automatização é significativamente maior do que aquelas conseguidas com fabricação manual. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica (ABNEE, 2017), o faturamento da indústria eletroeletrônica, no ano de 2016, atingiu R\$ 129,4 bilhões, o que corresponde a aproximadamente 3% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. No entanto, este valor foi 9% inferior ao verificado no ano de 2015 (R\$ 142,5 bilhões), o que representou queda real de 13%. A baixa atividade dessa indústria foi indicada tanto pelo segmento de bens de consumo, como de bens de capital.

Pelo lado dos bens de consumo, a queda da renda da população, a alta e crescente taxa de

desemprego e o elevado endividamento foram fatores que efetivamente inibiram a iniciativa de compra dos consumidores. Somando-se a estes fatos, durante o ano de 2016, os consumidores conviveram com juros elevados e crédito contraído, elementos fundamentais na decisão do consumo (ABNEE, 2017).

De acordo com os dados apresentados, as indústrias do setor precisam se modernizar e adotar práticas de redução de desperdícios e aumento da qualidade para se fortalecerem não só no mercado nacional, mas também no mercado internacional. Assim, a pesquisa tem como intuito estudar uma empresa do setor eletroeletrônico, que atua na Montagem de Circuitos Eletrônicos e alguns aparelhos completos, como aparelho de Medição do Ibope e Bastidor de Sistema de Telefonia, Semáforos Leds, entre outros.

O corte manual se dá através alicates de corte rente. Estes alicates são usados para corte dos componentes *Pin Through Hole* (PTH) ou terminal inserido no furo, que são soldados nas placas de circuito impresso. No entanto, feito por meio de alicates, proporcionam grande desperdício de solda e tempo, pois gera muito retrabalho. Desse modo, a empresa é obrigada a parar a produção devido ao excesso de retrabalho, gerando não só atrasos como pagamentos de horas extras. Por isso, a empresa está implementando a produção enxuta para a fabricação de alguns componentes. A implementação começou com a aquisição de uma máquina *Ren Thang KA-8*, buscando maximizar a produção, eliminando desperdícios e realocando os funcionários para áreas de funções não automatizadas.

O artigo objetiva verificar se a adoção de princípios e pilares da produção enxuta, mais especificamente a automação, ajuda na redução de tempos e desperdícios de materiais em uma empresa fabricante de componentes eletroeletrônico. Como complemento, busca-se analisar o custo benefício da implantação das ferramentas de produção enxuta. A pesquisa tem importância pois, as empresas buscam maneiras de reduzir ou eliminar perdas ou desperdícios na tentativa de se tornarem mais competitivas.

2. Referencial teórico

2.1 Produção enxuta

Segundo Ohno (1997), o sistema de manufatura ou produção enxuta também conhecida como Sistema Toyota de Produção tem em sua base organizar um fluxo no processo de manufatura. Isso se dá com a organização sincronizada e sequencial das atividades realizadas na manufatura de um produto. Um exemplo divergente seria um determinado produto que se encontra em transformação em uma linha de produção, ter que retornar para um determinado ponto da linha, realizar os ajustes para depois ter condições de avançar novamente, o correto é adaptar a linha de produção proporcionando um fluxo contínuo. Para Ohno (1997) existem dois pilares que sustentam a manufatura enxuta: o *Just in Time* e a Automação.

O *Just in Time* é o primeiro pilar da manufatura enxuta e corresponde ao fluxo do processo que tem como conceito ideal a chegada de materiais para o cliente na quantidade solicitada e no tempo solicitado, nem mais nem menos, ou seja, apenas o que foi ou o que é necessário e no tempo solicitado. O cliente nesse caso tanto pode ser externo como pode ser um próprio funcionário da linha de produção, que necessita de um material na quantidade certa no tempo certo. O segundo pilar, automação é a forma de transformar uma operação manual realizada por um empregado em uma operação semiautomática ou totalmente automática. Essa automação é obtida através da tecnologia aplicada em algum tipo de equipamento ou software que substituirá parcialmente ou totalmente uma operação realizada manualmente (SOLIMAN e SAURIN, 2017; ALKHORAIIF e MCLAUGHLIN, 2018).

Dias (2006), relata o grande número de empresas que investem em atividades buscando eliminar os desperdícios. Algumas das ferramentas que são utilizadas para auxiliar na melhoria das empresas são o Kaizen, *Benchmarking*, *Brainstorming*, Seis Sigma e *Brown Paper*. Essas ferramentas têm como objetivo identificar e propor as melhorias, e para operacionalizar as informações obtidas através delas existem ferramentas como o Kanban, 5'S, Teorias das Restrições, *Poka Yoke*, Troca Rápida de Ferramenta e *Total Productive Maintenance*.

2.1.1 Just in Time

Criado por Taiichi Ohno no início dos anos 50 e considerado um dos dois pilares de sustentação do Sistema Toyota de Produção, o *Just in time* (JIT) é um sistema de administração que determina que todo o processo deve ser feito na hora certa, ou seja, nada deve ser comprado, produzido ou transportado antes da hora. Podendo ser aplicado em qualquer organização, tem como principal objetivo reduzir ou eliminar qualquer tipo de desperdício em questão de tempo, estoque, transporte, entre outros (OHNO, 1997).

A metodologia do JIT consiste em uma série de atividades voltadas a alta produção, trabalhando com um mínimo de estoque possível, com produtos de qualidade e em um fluxo de processos sincronizado, na qual a etapa fornecedora só produz no momento em que o cliente necessitar (DAVIS, 2001).

A técnica JIT tem como filosofia e cultura organizacional, trabalhar com o mínimo de estoque possível, passando a adotar uma produção por demanda. Isto significa que a compra dos materiais necessários e sua fabricação é feita somente após o pedido do cliente. Porém, para que a aplicação desse conceito se torne favorável para a empresa, é necessário que haja o comprometimento dos colaboradores para que os erros na produção sejam cada vez menores devido ao baixo estoque e, além disso, a aplicação das ferramentas adotadas pela produção enxuta, que tem como foco eliminar desperdícios, garantindo uma produção mais ágil e com maior qualidade. O JIT se baseia numa produção puxada.

2.1.2 Produção Puxada e Produção Empurrada

Segundo Krajewski, Ritzman, Malhotra (2009), a produção empurrada é baseada em uma previsão de vendas, independente da demanda dos clientes. Neste caso o processo de fabricação se inicia a partir de lotes que são produzidos e "empurrados" para a venda. Muitas vezes causando o acúmulo de produtos, tanto nas empresas que produzem, quanto nas intermediárias que vendem os lotes provenientes da produção empurrada. Um exemplo comum são os produtos que compramos em um supermercado ou pequenos eletrodomésticos que já estão na gondola esperando apenas para serem vendidos.

Diferente da produção empurrada apresentada anteriormente, a produção puxada tem como um dos principais objetivos diminuir o estoque das empresas e evitar desperdícios de matéria prima, tempo de trabalho e transporte. A produção puxada tem seu processo iniciado somente após o pedido do cliente, produzindo somente a quantidade solicitada, atendendo aos princípios da manufatura enxuta (KRAJEWSKI, RITZMAN, MALHOTRA 2009).

2.1.3 Kaizen

Segundo Dias (2006), *Kaizen* ou melhoria contínua, objetiva o aperfeiçoamento de um processo. Para o autor deve haver continuamente uma melhoria, seja ela na estrutura da empresa ou no próprio indivíduo. Sua metodologia traz resultados concretos, tanto

qualitativamente, quanto quantitativamente, em um curto espaço de tempo e a um baixo custo, proporcionando aumento na lucratividade, pois, é apoiado na sinergia gerada por uma equipe reunida para alcançar metas estabelecidas pela direção da empresa. A palavra *Kaizen* de origem Japonês quer dizer mudar para melhorar (MAAROF e MAHMUD, 2016).

2.1.4 Cinco S -5'S

O 5'S é uma metodologia de organização criada no Japão, que tem como foco otimizar e simplificar procedimentos, recursos e tempo. É a base de todas as ferramentas de manufatura enxuta e, é representada pelos 5 sentidos, sendo eles (RIBEIRO, 1994):

I) ISEIRI - Senso de utilização: Consiste em descartar ou guardar tudo que for desnecessário para execução do trabalho;

II) SEITON - Senso de Ordenação: este senso é referente a identificação de todos os itens utilizados, ou seja, cada item deve ter seu lugar identificado;

III) SEISO - Senso de limpeza: o ambiente de trabalho deve estar sempre limpo e em condições favoráveis;

IV) SEIKETSU - Senso de padronização: todo trabalho dos demais sentidos deve seguir uma padronização, sem alteração no modo que é feito.

V) SHITSUKE - Senso de autodisciplina: refere-se à educação e comprometimento com o cumprimento do programa 5'S.

2.1.5 Poka-Yoke

O *Poka-Yoke* é um sistema a prova de erros, criado para eliminar defeitos ou falhas em processos de fabricação e ou na utilização de produtos (SHINGO, 2000). Os defeitos podem ser detectados antes que realmente aconteçam ou depois que o produto foi processado. De qualquer forma, o mais importante nessa abordagem é que o erro seja identificado antes que este defeito chegue ao cliente final.

3. Procedimento metodológico

A pesquisa desenvolvida neste trabalho pode ser classificada como uma pesquisa aplicada, pois tem como finalidade gerar conhecimentos a partir da análise da adoção da máquina *Ren Thang KA-8*, considerada uma ferramenta de automação da produção enxuta. Do ponto de vista da forma de abordagem da pesquisa, esta pode ser considerada exploratória e descritiva. Para Zikmund (2000), estudos exploratórios são úteis para diagnosticar situações, explorar alternativas ou descobrir novas ideias. No caso do objetivo descritivo a pesquisa descreve os conceitos e princípios de produção, além de buscar descrever os possíveis benefícios trazidos para a empresa estudada após a adoção de automação, um dos pilares da produção enxuta. Para Trivimôs (1987), o estudo descritivo pretende descrever com exatidão os fatos e fenômenos de determinada realidade.

Ainda com relação a sua natureza esta pesquisa possui natureza qualitativa, pois tende a enfatizar mais o processo do que o produto, além disto, não será tratado a questão numérica e sim o relacionamento das melhorias que se pode obter através da ferramenta da produção enxuta. Trivimôs (1987), afirma que a abordagem de cunho qualitativo trabalha os dados buscando seu significado, tendo como base a percepção do fenômeno dentro do seu contexto. O objetivo de estudo da pesquisa se dará mediante um estudo de caso único, com uma empresa de eletroeletrônicos localizada na cidade de São Paulo.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos esta pesquisa pode ser considerada como uma revisão bibliográfica e documental, seguida por um estudo de caso. A revisão bibliográfica é segundo Gil (2008), desenvolvida com base em pesquisas de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, dissertações, teses e outros materiais cuja origem científica seja comprovada. Já pesquisa documental é semelhante a bibliográfica diferindo-se na natureza das fontes, pois esta forma vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa. Podem ser relatórios de empresas, tabelas entre outros (GIL, 2008).

Já o estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2008). Neste caso, o estudo consistir-se-á em verificar se a adoção de princípios e pilares de produção enxuta como a adoção da automação na empresa A (para manter sigilo) que pode auxiliar na redução de tempos e desperdícios na fabricação de eletroeletrônicos.

A empresa A foi intencionalmente escolhida em um universo de empresas do setor eletroeletrônico como o objeto desta pesquisa. Atualmente conta com cerca de 80 funcionários. Destes 65 estão alocados no setor de produção. Trata-se de uma amostra não probabilística e intencional sendo o setor de produção o objeto de estudo, já que o mesmo intenciona aplicar conceitos de produção enxuta visando melhorar sua produtividade, reduzindo custos e desperdícios. O método de coletas de dados utilizados foi uma entrevista com aplicação de um roteiro semiestruturado (questões abertas e fechadas) com um dos sócios da empresa.

4. Resultados

4.1 Caracterização geral da empresa

A empresa estudada foi fundada em 1985, possui administração familiar e ainda utiliza corte manual para a maioria de seus equipamentos. A empresa é do setor eletroeletrônico, situada em São Paulo e que tem participação no mercado por meio da fabricação e montagem de circuitos eletrônicos, aparelhos de medição do Ibope, bastidores de sistema de telefonia, entre outros. Em 1989 após um pequeno crescimento, a sede da empresa foi transferida para um prédio maior, possibilitando um aumento de sua linha de produção e quantidade de funcionários.

Como parte de sua estratégia de crescimento a empresa passou a utilizar fontes de demanda incluindo, por exemplo, os prestadores de serviços para auxiliá-los no aumento da demanda. Estes passaram a relatar demandas de determinados produtos e tendências auxiliando a empresa a aumentar sua produção e alcançar um mercado maior. Atualmente, a empresa é composta por 80 funcionários e deste número total, cerca de 65 estão alocados na linha da produção, conforme Quadro 1. Atualmente a empresa tem um faturamento anual de aproximadamente R\$2.500.000,00.

Quadro 1 – Distribuição de funcionários da empresa

Área	Funcionários
Produção	65
Administrativo (RH, financeiro)	7
Logística	4
Qualidade (ISO)	2
Serviços gerais	2

Fonte: Autores (2018)

Para fabricação de seus produtos a empresa trabalha com fornecedores que estão localizados em diversos países, pois a matéria prima nem sempre é encontrada em território nacional. A empresa também exporta muitos dos seus produtos para os países do Mercosul.

4.2 Processo produtivo

Parte dos principais produtos fabricados pela empresa utiliza o sistema de produção puxada. Para fabricação desses produtos, algumas máquinas e equipamentos já são utilizadas há algum tempo, conforme descritos no Quadro 2.

Quadro 2 – Fabricação dos produtos da empresa estudada

Maquinas e Ferramentas	Utilização/processamento
Máquina preformadora de componentes	Utilizada para cortar de forma automática, precisa e em conjunto os componentes, de acordo com o tamanho necessário para cada produto.
Estação de solda	Ferramenta manual utilizada nos processos de soldagem de componentes eletrônicos em placas de circuito impresso. É soldado um componente de cada vez.
Cadinho de solda	Equipamento eletrônico utilizado para aquecer estanho de solda em maior quantidade, soldando um maior número de componentes de uma vez. Necessário ter um operador para inserir a placa de forma correta no equipamento através de um utensílio próprio.
Soldadora por ondas	Processo automatizado no qual os componentes são soldados sob uma placa de circuito impresso, a placa passa por uma onda de soldagem. É a forma mais rápida, pois a soldagem é feita de uma só vez, independentemente do tamanho da placa.
Alicate de corte rente	Utilizado para cortar de forma manual a “sobra” do componente após a soldagem.

Fonte: Autores (2018)

Embora a empresa já utilizasse as máquinas mencionadas no Quadro 3 na montagem e fabricação de quase todos os seus aparelhos, alguns defeitos estavam sendo constantes na finalização dos produtos, resultantes do corte manual feito incorretamente nos componentes dos circuitos eletrônicos, o que ocasionava mal funcionamento do produto. A Figura 1 mostra o corte este realizado através do Alicate de corte rente.

Figura 1 – Alicate de corte rente



Fonte: Autores (2018)

O corte incorreto proporciona retrabalho. O retrabalho é realizado fora do horário normal, ou seja, em horas extras, gerando custos para a empresa que eram ainda mais elevados devido ao desperdício de materiais. Além disso, ocorriam atrasos nas entregas dos pedidos, devido à falta de produtos acabados. Visto pela direção da empresa como uma alternativa para resolver os

problemas e atrasos na produção dos seus equipamentos, a empresa fez a aquisição de uma nova máquina, denominada *Ren Thang KA-8*, conforme Figura 2. Trata-se de uma máquina chinesa que substitui o alicate de corte rente (Figura 1), ferramenta da produção tradicional da empresa, utilizada no corte manual dos componentes após a soldagem.

Figura 2 – *Ren Thang KA-8*



Fonte: Autores (2018)

Seu uso é totalmente automatizado, visto que todas as placas de circuito impresso após passar pela inserção de componentes e soldagem, são inseridas nessa máquina e o corte é feito igual e corretamente em todos os componentes, de modo a eliminar as falhas causadas no corte manual. Antes da aquisição da máquina *Ren Thang KA-8*, todos os produtos fabricados pela empresa A utilizavam as máquinas e ferramentas mencionadas no Quadro 2, somente alternando o uso de cada um, dependendo do tamanho e quantidade do lote fabricado. Por exemplo, se a produção era com placas pequenas e/ou poucas unidades, a soldagem dos componentes poderia ser feita pela estação de solda e caso fosse um lote com placas maiores e/ou em grande quantidade, utilizavam-se a soldadora por ondas.

Porém, independente de qual fosse o produto o seguinte padrão de fabricação era seguido: i) corte dos componentes através da preformadora de componentes; ii) inserção dos componentes nas placas; iii) soldagem dos componentes; e iv) corte da ‘sobra’ do componente após sua soldagem.

Após a aquisição da máquina, o único processo alterado foi a finalização das placas, o que antes era feito através do alicate de corte rente, passou a ser feito pela máquina *Ren Thang KA-8*. Embora seja considerada uma simples mudança no processo de produção, houve uma diminuição considerada no tempo de fabricação. O Quadro 3 apresenta alguns exemplos aproximados do tempo de fabricação antes e após a adoção da automação no processo de finalização dos produtos.

Quadro 3 – Tempos de fabricação antes e depois da aquisição da máquina

	Finalização com alicate de corte rente	Finalização com <i>Ren Thang KA-8</i>
Circuito eletrônico simples	5 min	3 min
Aparelho de medição Ibope	4 h	2h 30min
Bastidor Sistema de Telefonia	2 h	1h10min

Fonte: Autores (2018)

A finalidade desta máquina, além de diminuir o tempo gasto no corte da “sobra” dos componentes, foi realizar um corte com maior precisão e qualidade, sem a necessidade de gerar um retrabalho e, como essa expectativa foi alcançada, o uso do alicate de corte rente foi praticamente descartado nessa parte da fabricação, fazendo com que a empresa automatizasse

quase todos os seus processos, o que não gerou grandes transtornos para os funcionários e para a cultura organizacional da empresa, já que em alguns processos a automação já era praticada. Foram necessários somente treinamentos para utilização da nova máquina e os funcionários que antes realizavam o corte manual dos componentes, foram qualificados para novas funções.

Além da automação, a empresa passou a adotar algumas outras ferramentas da produção enxuta, como a *Poka-Yoka* (dispositivos a prova de erros), que de acordo com a Figura 3, é um equipamento chamado Giga de Teste, que testa as placas finalizadas. A placa é inserida nesse equipamento de modo que todos os componentes sejam “encaixados” a esses pregos, realizando o teste em todos os produtos montados e fabricados. Se o aparelho não possuir defeitos, acende o led **verde** e caso haja algum defeito, o led **vermelho** acenderá para que o funcionário corrija o defeito e o produto seja entregue perfeito ao cliente final.

Figura 3 – Giga de teste



Fonte: Autores (2018)

A empresa atualmente adota o sistema 5'S, que tem como foco simplificar e otimizar processos e, para isso, todo o trabalho realizado é padronizado. Os itens desnecessários para montagem ou fabricação de algum item são descartados ou guardados, com a finalidade de manter um ambiente limpo e organizado. Os itens não utilizados, são guardados em armários e no caso de componentes, em cumbucas, conforme Figura 4, de modo a deixar organizado para um uso futuro.

Figura 4 – Linha de produção



Fonte: Autores (2018)

De acordo com o diretor de produção e sócio da empresa, houve um aumento no lucro final, obtido a partir diminuição no tempo de produção, melhora na qualidade da apresentação e funcionalidade dos produtos. Embora a máquina custe aproximadamente R\$9.000,00, o respondente afirma que é um custo relativamente baixo de investimento considerando um ótimo custo-benefício a curto, médio e longo prazo trazido por ela.

Segundo o respondente, a busca por melhorias nos procedimentos da empresa e em aquisição de novas tecnologias para auxiliá-los na produção da empresa é de extrema importância para que possam continuar no mercado pois, a concorrência está cada vez mais acirrada. Além disso, o governo tem dificultado cada vez mais o empresariado brasileiro, com aumento na carga tributária, dificuldades nos financiamentos gerados principalmente por excesso de burocracia e restrições e mudanças constantes na legislação nos processos de importação e exportação.

5. Considerações finais

A manufatura ou produção enxuta tem sido bastante estudada e aplicada em empresas de todos os setores pelo mundo. O sucesso da produção enxuta a partir de sua adoção no Sistema Toyota de Produção a tornou visível e desejada pelas empresas. Desse modo, atualmente encontra-se difundida por todas as partes e vem se transformando em um elemento essencial na manutenção da competitividade das empresas que, independente do porte, verificam na produção enxuta um caminho assertivo na busca da maior qualidade e do menor custo.

Sendo assim, diversas empresas no Brasil buscam adotar alguns princípios da manufatura enxuta na tentativa de se tornarem mais ágeis, eficazes e de alcançar a uma melhor qualidade a custos menores, favorecendo assim sua competitividade e sobrevivência no mercado. Assim, a pesquisa contribuiu para a lacuna do tema que trata da adoção de princípios e pilares ligados a produção enxuta, mais especificamente, mediante a automação dos processos produtivos.

Verificou-se que a empresa A reduziu os tempos e desperdícios de materiais a partir do incremento da máquina *Ren Thang KA-8*. Diante das informações coletadas, observou-se na empresa estudada que parte da produção já era automatizada, no entanto, na parte não automatizada ocorriam considerável desperdícios de tempo e de materiais, gerando retrabalho, mau funcionamento do produto e, conseqüentemente, aumento nos custos totais da produção. Estes custos eram considerados péssimos para empresa que acabava tendo que repassá-los aos clientes. O repasse de custos aos clientes muitas vezes significa perda de clientes.

Buscando eliminar ou minimizar esses problemas encontrados na produção da empresa, foi adotado o uso da automação no processo de acabamento da fabricação e montagem dos circuitos eletrônicos. O principal gargalo identificado na produção da empresa foi o corte manual realizado por alicates de corte rente. Estes alicates eram usados para corte dos componentes *Pin Through Hole (PTH)*, ou terminal inserido no furo, que são soldados nas placas de circuito impresso. O corte manual gerava muitos erros, desperdícios de tempo e materiais e conseqüentemente custos.

Destaca-se que a empresa também passou a adotar os 5'S para melhor organizar todos os ambientes da empresa e criar uma cultura mais pautada na disciplina. Os 5'S foram a base para a filosofia de melhoria contínua (*kaizen*) que a empresa adota. Como limitações, pode-se frisar o tempo como um limitador pois, no momento em que todos os processos estiverem trabalhando no sistema de produção enxuta, com a utilização de mais ferramentas e princípios enxutos, outras melhorias poderão ser observadas, bem como as dificuldades inerentes a toda mudança. Sugere-se para trabalhos futuros que novas pesquisas venham a ser realizadas após a implantação da produção enxuta em toda a empresa, buscando identificar de maneira mais

completa as melhorias alcançadas.

Referências

- ABNEE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA.** *A indústria de eletroeletrônico no Brasil: diagnóstico e Propostas elaboradas pelos Metalúrgicos da CUT.* São Paulo. 2017.
- ALKHORAIF, A.; MCCLAUGHLIN, P.** Lean implementation within manufacturing SMEs in Saudi Arabia: Organizational culture aspects. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, v. 30, n. 3, p. 232-242. 2018.
- DAVIS, M.** *Fundamentos da administração da produção.* 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- DIAS, R. L. T.** *Conceitos de manufatura enxuta aplicados a uma indústria de suprimentos e dispositivos médicos.* 2006. 35 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006.
- FULLERTON, R.; MCWATTERS, C. S.; FAWSON, C.** An examination of the relationships between JIT and financial performance. *Journal of Operations Management*. v. 21, n. 4, p. 383-404, abr. 2003.
- GIL, A. C.** *Como elaborar projetos de pesquisa.* 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M.** *Administração da produção e operações.* 4.ed São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- MAAROF, M. G.; MAHMUD, F.** A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*, v. 35, p. 522-531, 2016.
- MOYANO-FUENTES, J.; SACRISTÁN-DÍAZ, M.** Learning on lean: a review of thinking and research. *International Journal of Operations & Production Management.*, n. 32, p. 5-551, maio. 2012.
- OHNO, T.** *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala,* Editora Bookman, 1997.
- RIBEIRO, H.** 5S: A base para a Qualidade Total. Bahia: Casa da Qualidade, 1994.
- SHINGO, S.** *Sistema de troca rápida de ferramenta.* Porto Alegre: Bookman, 2000.
- SOLIMAN, M.; SAURIN, T. A.** Lean production in complex socio-technical systems: A systematic literature review. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 45, p. 135-148, 2017.
- TRIVIÑOS, A. N. S.** *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.* São Paulo: Atlas, 1987.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D.** *A máquina que mudou o mundo.* Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 1992.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.** *A mentalidade enxuta nas empresas Lean Thinking: elimine o desperdício e crie riqueza.* Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2004.
- ZIKMUND, W. G.** *Business research methods.* 5.ed. Fort Worth, TX: Dryden, 2000.