

## IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA: CASE APLICADO À INDÚSTRIA DO SEGMENTO ELETRÔNICO

Luis Francisco de Souza (SENAI SC) luis.souza@sc.senai.br  
Ronaldo Carlos Rohloff (SENAI SC) ronaldo.rohloff@sc.senai.br  
Rodrigo Azevedo Zoppei (SENAI SC) rodrigo.zoppei@sc.senai.br  
Evandro Medeiros Marques (SENAI SC) evandro.marques@sc.senai.br  
Jorge Okumura (SENAI SC) jorge.okumura@sc.senai.br  
Carlos Antônio Vinotti (SENAI SC) vinotti@sc.senai.br

**Resumo:** A abordagem Lean é uma grande aliada no desenvolvimento de empresas modernas e que se volta para a competitividade de um mercado cada vez mais acirrado, onde eliminar desperdícios em seus processos e agregar valor aos seus produtos é necessário. Neste contexto, o presente artigo tem por objetivo descrever a implementação de conceitos e ferramentas da manufatura enxuta em uma linha de montagem de inversores de frequência de uma empresa localizada em Blumenau, SC, através do programa Brasil Mais Produtivo. Para tal, foram utilizados os conceitos de troca rápida de ferramentas (TRF), fluxo contínuo e trabalho padronizado, com objetivo de aumentar a produtividade. O trabalho foi conduzido pelo time de consultores especializados do Instituto SENAI de Tecnologia de Logística de Produção, do SENAI SC, com metodologia própria e focada em transmitir a cultura Lean a empresa em questão. Ao término do projeto, notou-se diversas melhorias significativas alcançadas, com destaque ao aumento da capacidade produtiva na ordem de 66%, redução do desperdício de movimentação em processo de 27%, sem necessidade de investimentos de recursos financeiros.

**Palavras-chave:** Lean Manufacturing. Cultura Lean. Produtividade.

### 1 INTRODUÇÃO

O mercado passa por transformações que formam um novo contexto dinâmico para as organizações e, em especial, na indústria brasileira. Seus produtos têm de competir em preço e qualidade com similares estrangeiros, vindos tanto de países com elevado nível de desenvolvimento tecnológico quanto de países onde os custos de fabricação estão num patamar bem mais baixo. Isso força a empresa brasileira a assimilar e desenvolver continuamente novas tecnologias e produtos visando a redução de custos, do tempo de desenvolvimento de novos produtos, das não conformidades, da manutenção e, se possível, a ampliação de mercado (SALGADO et al, 2009).

Cada vez mais empresas buscam na abordagem Lean um novo paradigma para nortear suas operações de modo a torna-la competitiva e focalizam essencialmente em seus processos de manufatura (BATTAGLIA, PICCHI e FERRO, 2005). Empresas de todos os setores vêm constantemente aplicando o Lean manufacturing, modelo de gestão que nasceu com o Sistema Toyota de Produção, buscando a melhoria e a redução de desperdício nas suas linhas de produção, porém utilizam somente as ferramentas para o processo, esquecendo-se de aplicar a essência da gestão, a filosofia Lean thinking. Segundo Joosten (2009) as estratégias de implementação do Lean têm focado seus esforços na aplicação de métodos e ferramentas para a obtenção de resultados imediatos, preocupando-se em menor proporção com os aspectos de mudanças de hábitos e de comportamentos das pessoas.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver a aplicação da cultura Lean Thinking em uma empresa do segmento eletrônico, especialmente focado na família de produto denominada de inversores de frequência, almejando aprimorar o foco no valor, reduzir desperdícios de processo e elevar a capacidade produtiva da empresa. O trabalho é conduzido

por um grupo de consultores especializados em Lean, do Instituto Senai de Tecnologia em Logística de Produção, do SENAI SC, apoiado pelo programa Brasil Mais Produtivo, do Governo Federal. A metodologia empregada transpassa as fronteiras do limiar, abrangendo alinhamentos de expectativas, mapeamento do fluxo de valor do estado atual, capacitação técnica aos colaboradores da empresa, identificação e planejamento das melhorias (na forma de kaizens), implantação e análise dos resultados alcançados, bem como a retrospectiva e aprimoramento do aprendizado, na forma de registros do trabalho padronizado.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A fundamentação teórica do trabalho contempla aspectos relevantes para os pesquisadores, além de qualifica-los na busca pelo conhecimento e validação frente aos aspectos práticos executados.

### **2.1 Lean Manufacturing**

A manufatura enxuta (Lean Manufacturing) consiste em uma abordagem originada no Sistema Toyota de Produção, e que tem sido aplicada em diversos tipos de sistemas produtivos como uma estratégia operacional visando o foco no valor para o cliente, o incremento dos níveis de qualidade dos produtos, da produtividade e conseqüentemente da competitividade, por meio de criação de fluxos contínuos (OZKESER, 2018; BASTOS et al, 2017).

Para Womack e Jones (2003), o propósito da filosofia Lean Manufacturing consiste na eliminação de todo e qualquer desperdício, ou seja, tudo o que não agrega valor ao produto e que impede as melhorias incrementais de processo. Com a eliminação destes desperdícios, há uma melhoria no fluxo dos processos e no trabalho dos colaboradores, diminuindo o lead time produtivo, e tornando a empresa mais flexível para atendimento do seu mercado. Para tanto, há cinco princípios que sustentam a manufatura enxuta, que são:

- Especificar o valor: O valor é definido pelo cliente através de características específicas do produto ou do serviço.
- Identificar o fluxo do valor: Traçar todas as ações, os processos e as funções necessários para transformar entradas em saídas, de modo a identificar e a eliminar os desperdícios.
- Fazer o valor fluir continuamente: Com a eliminação dos desperdícios, fazer o fluxo remanescente fluir continuamente.
- Deixar os clientes puxarem o fluxo: O pedido do cliente chega primeiro nos fornecedores, possibilitando a produção “just-in-time”.
- Perseguir a perfeição: Perseguir o processo contínuo de melhorias para chegar no estado da arte.

Ainda mais intangível à compreensão humana é a forma de como se aplicam esses princípios, especialmente o princípio da melhoria contínua. O que distingue uma empresa que pratica Lean de outra que pensa que é Lean é a forma como se dá o PDCA (plan, do, check, act), na forma de pequenos ciclos de melhoria, na jornada pela melhoria contínua (ROTHER, 2010).

Neste contexto surge o kaizen, que é uma palavra de origem japonesa, cuja qual significa o hábito diário de tentar implantar pequenas melhorias em sua rotina de trabalho ou no processo,

de forma que somadas mostrem-se geradoras de resultados e agregadoras de valor. O lado marcante do kaizen é o estímulo que ele dá a ideia humana, trabalho em equipe e comunicação, estimulando as pessoas a criarem soluções inovadoras (CALHADO et al, 2015).

Eliminar o desperdício é importante não somente para cortar os custos, mas também para melhorar a qualidade, a segurança e a agilidade das respostas nas alterações dos requisitos de mercado. A ligação entre ser enxuto e agilidade de resposta não é sempre bem entendida, mas quando as atividades que não agregam valor são eliminadas, além da redução de ciclo, a agilidade da resposta é consequência. Em uma empresa enxuta, eliminar atividades que não agregam valor é muito mais importante que acelerar um processo ou atividade individual (PARDAL, PERONDI e VALERI, 2011).

Taiichi Ohno (1988) dividiu os desperdícios para produção em sete categorias principais (Figura 1).

Figura 1. 7 tipos de desperdícios.

7 Tipos de Desperdícios “Muda”	Definição
Excesso de produção	Produção maior do que cliente necessita neste momento
Transporte desnecessário	Movimento do produto que não agrega valor
Movimentação desnecessária	Movimento de pessoas que não agregam valor
Espera	Tempo ocioso - materiais, pessoas, equipamentos ou informações não estão prontos
Processamento desnecessário	Esforço que não agrega valor do ponto de vista do cliente
Estoque	Materiais, peças ou produtos disponíveis além do que o cliente necessita no momento
Defeitos	Trabalho que contém erros, retrabalho, enganos ou falta de alguma coisa necessária

Fonte: Adaptado de Ohno (1988).

Mais à frente do supracitado autor, ainda com referências ao mesmo, houve nova classificação de um 8º tipo de desperdícios, cujo qual denomina-se de “talento”, focado na pessoa responsável pela atividade, referindo-se ao incorreto uso da capacidade intelectual deste colaborador.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa apresentada neste trabalho utiliza uma abordagem qualitativa exploratória, com o propósito de verificar a eficiência de certa atividade. Segundo Miguel (2012), o foco deste tipo de pesquisa é observar sob qual ponto de vista o evento está sendo analisado. Desta forma, este estudo é considerado qualitativo, e busca apresentar a percepção inicial de um problema em um cenário pouco conhecido. O procedimento de pesquisa adotado aqui é um estudo de caso, uma vez que o caso se limita a uma empresa em específico. De acordo com Gil (1991), o estudo de caso vem como uma base introdutória para o pesquisador, pois servirá como uma generalização e compreensão para um trabalho futuro.

Os estudos foram desenvolvidos por meio do time de consultores especializados do Instituto SENAI de Tecnologia em Logística de Produção, do SENAI SC, em uma empresa

fabricante de equipamentos eletrônicos, mais especificamente de inversores de frequência, localizada na cidade de Blumenau – SC. O modelo do inversor de frequência empregado no presente estudo, havia sido recentemente desenvolvido, além de ser um produto estratégico para a empresa em questão.

A Figura 2 contempla as etapas do processo desenvolvido na consultoria, parametrizada no ciclo PDCA, desde a análise do contexto atual até a retrospectiva sobre os resultados alcançados. A consultoria do SENAI SC está no mercado desde 1990, atendendo empresas em SC e fora do estado, possui em seu portfólio produtos direcionados ao aumento da produtividade das empresas: Implantação do Lean Manufacturing, Lean Office, Hoshin Kanri, Simulação Computacional e Gestão da Armazenagem. Time de consultores qualificados e resultados comprovados. O presente estudo é reflexo de uma consultoria do Brasil Mais Produtivo, onde o Instituto SENAI de Tecnologia em Logística de Produção realizou 358 atendimentos similares dentro do estado de SC, mobilizando e capacitando aproximadamente 3.500 pessoas.

Figura 2. Etapas do processo do presente estudo de caso.



Fonte: Autores (2020).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um primeiro momento, o grupo de consultores conheceu as instalações da empresa, os colaboradores e seu portfólio de produtos, bem como alinhar as expectativas da consultoria com a empresa cliente.

### 4.1 Família de produtos

A família de produtos definida é de inversores de frequência, cujo modelo é lançamento de mercado (frente à época do estudo) e estratégico para a empresa fabricante. Por ser um produto com design de processo recentemente criado, apresentando baixa produtividade e

impedindo a empresa de aumentar seu volume de vendas, foi optado em focar o projeto de consultoria nesta família de produtos.

#### 4.2 Coleta de informações

De posse desta definição, foi realizada uma coleta de informações na empresa, por meio de caminhadas no *Gemba* e por informações repassadas pela empresa. Adicionalmente, optou-se por utilizar o recurso da filmagem dos processos em estudo, pois fornece todas as informações necessárias a uma boa análise de tempos e análise de valor das operações.

Nesta etapa, uma análise individual (sem a participação do time kaizen) foi realizada pela consultoria, com foco na análise das imagens, estudo simplificado de tempos e movimentos, depuração de cada operação com a separação dos tempos de agregação de valor e tempos de não agregação de valor. O propósito do trabalho foi encontrar oportunidades de melhoria através da eliminação dos desperdícios existentes no processo, bem como otimizar as atividades que agregam valor, com aumento de produtividade.

#### 4.3 Mapeamento do Fluxo de Valor

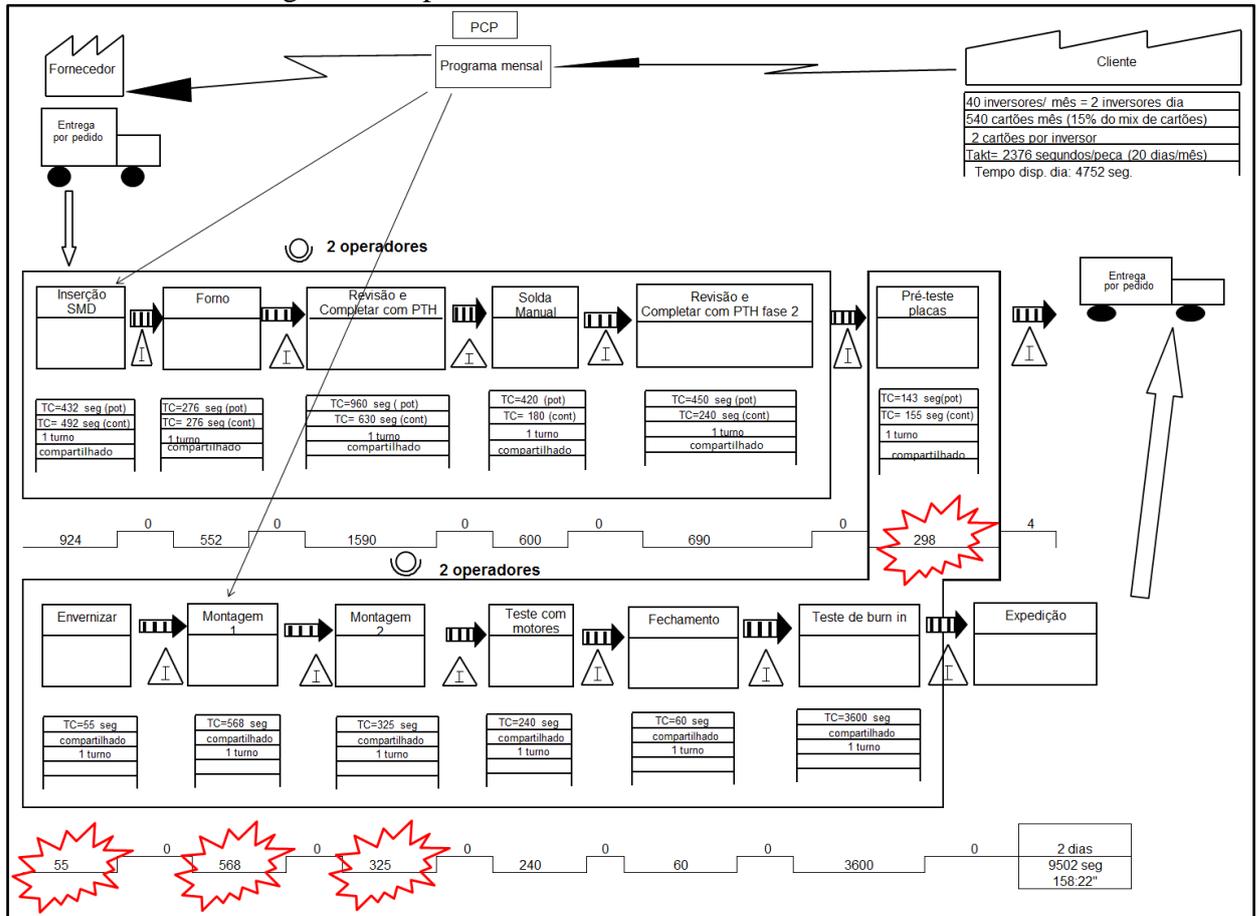
De posse de informações do processo, o resultado inicial se concretizou no mapeamento do fluxo de valor do estado atual (Figura 3), o qual possui potencial para demonstrar todas as interfaces entre os processos, fluxo de informação, dados de entrada para cálculo do *takt time*, tempos de ciclo e estoques entre os processos. Vale destacar que no momento do mapeamento, não havia estoque de inversores do modelo mapeado em nenhum processo, por este motivo os estoques entre processos estão zerados.

Dentro do processo produtivo, a linha de produção de inversores é dividida em dois setores, denominados por “produção 1” e “produção 2”. O quadro de mão-de-obra da “produção 1” e “produção 2” é composto por 04 colaboradores, sendo 02 colaboradores alocados em cada produção.

Nota-se que o produto possui um tempo takt elevado, em virtude da existência da demanda reprimida nesta linha de inversores. A intenção da empresa em escolher esta família de inversores para ser contemplada com o projeto de melhoria deve-se a preocupação em diminuir os tempos de produção das etapas de pré-teste de placas, envernizamento, montagem 1 e montagem 2 (em destaque na Figura 3), objetivando com isto buscar comercialmente um incremento no volume de pedidos. Atualmente a empresa mantém uma média de produção de 40 inversores de frequência deste modelo/mês. A linha de produção é compartilhada, sendo que esta família de produto responde por 15% do tempo disponível de trabalho.

Após a apresentação do resultado e alinhamentos, deu-se início aos ciclos de kaizen. O trabalho foi realizado na linha de “produção 2”, nos processos de pré-teste de placas, envernizamento, montagem 1 e montagem 2. Nesta etapa foram identificados também os tempos de ciclo de cada operação e verificou-se que o tempo de ciclo total das 04 operações soma 1246 segundos (20 minutos e 45 segundos) por inversor.

Figura 3. Mapeamento do fluxo de valor – estado atual.



Fonte: Autores (2020).

#### 4.4 Capacitação técnica

Necessário antes do envolvimento de todo time kaizen na próxima fase do projeto. No nivelamento do conhecimento foram abordadas teorias relativas aos princípios da Manufatura Enxuta (Lean Manufacturing), os sete desperdícios, aspectos de liderança e responsabilidade do time voltada a obtenção dos resultados. O grupo de consultores tem por premissa que as equipes estão engajadas e unidas na busca pela excelência e, desta forma, possui a prática de disseminar as informações por meio de capacitações técnicas, *mentoring* e estudos de cumbuca.

#### 4.5 Análise pela equipe kaizen

Com o nivelamento do conhecimento realizado, fica assegurado que os membros da equipe kaizen estão capacitados para a etapa de análise das imagens com foco na identificação das atividades que agregam e não agregam valor durante o processo. Neste momento, a equipe kaizen é conduzida a enxergar os processos, identificando as atividades que agregam e não agregam valor. Foi disponibilizado para a equipe kaizen unidades do produto em análise, para que os membros da equipe possam manuseá-los e avalia-los. Esta ação facilita a identificação e geração das oportunidades de melhoria. A Figura 4 relaciona as principais oportunidades de melhoria identificadas pela equipe.

Figura 4. Oportunidades de melhoria identificadas.

Pré-teste de placas	Envernizamento	Montagem 1	Montagem 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevado tempo de teste: 298 segundos por inversor, correspondendo a 24% dos tempos totais das operações de pré-teste, montagem 1, montagem 2 e envernizamento.</li> <li>• Dificuldade para posicionar a placa no dispositivo. Placa não encaixa facilmente ao dispositivo.</li> <li>• Ligação da fiação para teste das placas utiliza chave de fenda manual para aperto, com alto tempo de apertos e desapertos.</li> <li>• Risco de choque elétrico. Não existe sistema para descarga de energia elétrica do capacitor da placa.</li> <li>• Operação sem fluxo contínuo entre teste e envernizamento. Placas são testadas, colocadas em caixa de transporte e transportadas para outra bancada, atividades que não agregam valor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto número de movimentação desnecessária entre o pré-teste e envernizamento (11 ao total).</li> <li>• Processo inadequado durante a pintura: placa necessita ser virada para envernizar outro lado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade para medir manta para corte. Manta térmica é medida usando uma amostra pré-cortada, dificultando o processo.</li> <li>• Ferramenta improvisada para aplicar pasta térmica no dissipador. Processo de aplicação de pasta térmica utiliza uma chave de fenda, elevando o tempo de aplicação.</li> <li>• Uso de chave de fenda manual para montagem para fixar parafusos dos transistores, aumentando o tempo de ciclo.</li> <li>• Montagem realizada em etapas, ocasionando perdas por tempo de espera. A operação não tem fluxo contínuo, as placas em montagem ficam em espera sobre a bancada, criando estoques até todas as etapas de montagem serem concluídas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade para fixar o chassis do inversor com alicate de bico. Este processo é de difícil execução, pois não existe um gabarito padrão para acoplar o chassis e segurá-lo durante a montagem.</li> <li>• Dificuldade da montagem do cabo flat cable após a placa ser montada no chassis. O cabo flat cable é acoplado depois que a placa está montada dentro do chassis, em local de difícil acesso.</li> <li>• Montagem realizada em etapas, ocasionando perdas por tempo de espera. A operação não tem fluxo contínuo, as placas em montagem ficam em espera sobre a bancada, criando estoques até todas as etapas serem concluídas.</li> <li>• Acoplagem (união do chassis e dissipador) de difícil execução devido as conexões estarem dentro da tampa, em área de pequeno espaço para montagem interna com as mãos.</li> </ul>

Fonte: Autores (2020).

## 4.6 Planejamento

A criação de um plano de ação com as oportunidades de melhoria identificadas pela equipe é o produto principal desta etapa do trabalho. Um bom plano de ação é uma das melhores formas de separar as etapas de elaboração da execução, obtendo um estudo mais detalhado de todas as atividades necessárias para atingir um determinado objetivo.

## 4.7 Implantação de melhorias

Para a implantação, foi escolhido um líder responsável por fazer o acompanhamento das ações e prazos junto aos responsáveis de cada ação relacionada no plano. A Quadro 1 relaciona as melhorias identificadas pela equipe, comparando a situação existente antes da realização do kaizen e as ações implementadas usando os conceitos das ferramentas de TRF e do fluxo contínuo.

Outra ação de impacto implementada pelo kaizen foi a criação de fluxo contínuo entre o processo de pré-teste de placas e o envernizamento. A criação de fluxo contínuo foi possível graças a diminuição do tempo de teste das placas e a adaptação de um “varal” em um carrinho de transporte existente. O uso do varal tornou possível pendurar as placas, facilitando o processo de envernizamento nos dois lados da placa sem precisar virá-las. A figura 5 demonstra como o processo era realizado. As placas aprovadas no pré-teste eram transportadas dentro de uma caixa de papelão para outra bancada, para colocação das tampas de proteção (Figura 5a). Então eram transportadas para a sala de envernizamento, onde eram empilhadas sobre uma base e posteriormente envernizadas sendo necessário virar a placa para envernizar o outro lado.

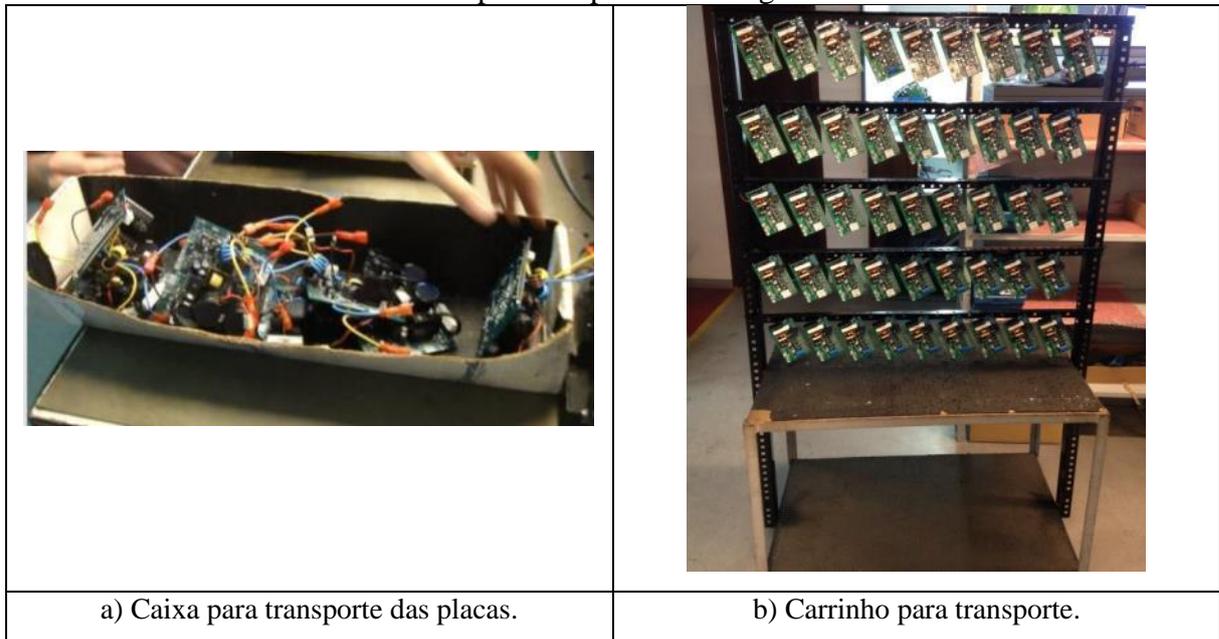


Quadro 1. Melhorias implantadas nos processos.

	<b>SITUAÇÃO ATUAL</b>	<b>MELHORIA ELENCADE</b>
<b>PRÉ-TESTE DAS PLACAS DE POTÊNCIA E DE CONTROLE</b>	Dificuldade para encaixar a placa na ponte retificadora para obtenção do contato elétrico	Placa posicionada por gravidade, obtendo contato elétrico.
	Ligar as conexões de saída para motor, flat cable, alimentação fonte auxiliar e cabos alimentação de entrada	Encaixar flat cable e cabos da fonte auxiliar
	Conectar osciloscópio no resistor Schunt da placa em cada placa que será testada	Conectar osciloscópio no parafuso de 0V uma única vez para todo o lote de placas a testar
	Aguardar descarga dos capacitores (+- 30s)	Acionar chave de descarga rápida. Não tem mais espera de 30s.
	Retirar placa e colocar na caixa. Transporta para outra bancada.	Retirar a placa e colocar tampa de isolamento após pré-teste
	Transportar na caixa para outra bancada.	Pendurar no varal do carrinho. Criação de fluxo contínuo entre inspeção e envernizamento.
	Parafusar os fios do motor e alimentação nos bornes de entrada da placa	Processo eliminado, não necessita mais parafusar
	Parafusar os cabos das chaves frente e reverso nos bornes da placa	Encaixar conector fênix com engate rápido para testar frente e reverso
Desparafusar conexões realizadas	Eliminado este processo. Substituído por engate rápido	
<b>MONTAGEM 1</b>	Cortar individualmente manta isolante	Cortar as mantas em sequência. Uso de fita métrica na bancada
	Encaixar transistores e ponte na placa	Aumentado o diâmetro dos furos de passagem para facilitar o encaixe
	Aplicar pasta térmica com chave de fenda	Uso de espátula na largura da ponte para diminuir tempo de aplicação da pasta
	Posicionar placa sobre o dissipador	Posicionar placa sobre o dissipador e parafusar com 4 parafusos, usando grampo de fixação e parafusadeira
	Soldagem individual dos terminais dos transistores e ponte com arame de estanho fino	Soldagem de um transistor (03 terminais por vez) e ponte usando arame de estanho de fio grosso
<b>MONTAGEM 2</b>	Fixação dos postes de nylon nos chassis utilizando alicate de bico para segurar o poste	Fixação utilizando gabarito de apoio e realizando o aperto por completo com auxílio de alicate
	Encaixar flat cable no cartão montado no chassis	Montar o flat cable na placa, antes se ser acoplada ao chassis
	Acoplagem (união do chassis e dissipador). Encaixar cabos do dissipador dentro da base do chassis manualmente	Acoplagem (união do chassis e dissipador). Soldar cabos do motor na base dissipadora

Fonte: Autores (2020).

Figura 5. Imagem da caixa usada para transporte das placas e momento do envernizamento das placas – processo antigo.



Fonte: Autores (2020).

A Figura 5b demonstra a solução utilizada pela empresa, que adaptou o carrinho existente com suportes em forma de varal para pendurar as placas. Com esta solução, as placas são envernizadas no próprio carrinho, sem necessidade de empilhá-las na base de envernizamento e virá-las para envernizar os dois lados. A adaptação do carrinho foi realizada com aproveitamento de materiais existentes na empresa, portanto sem custo.

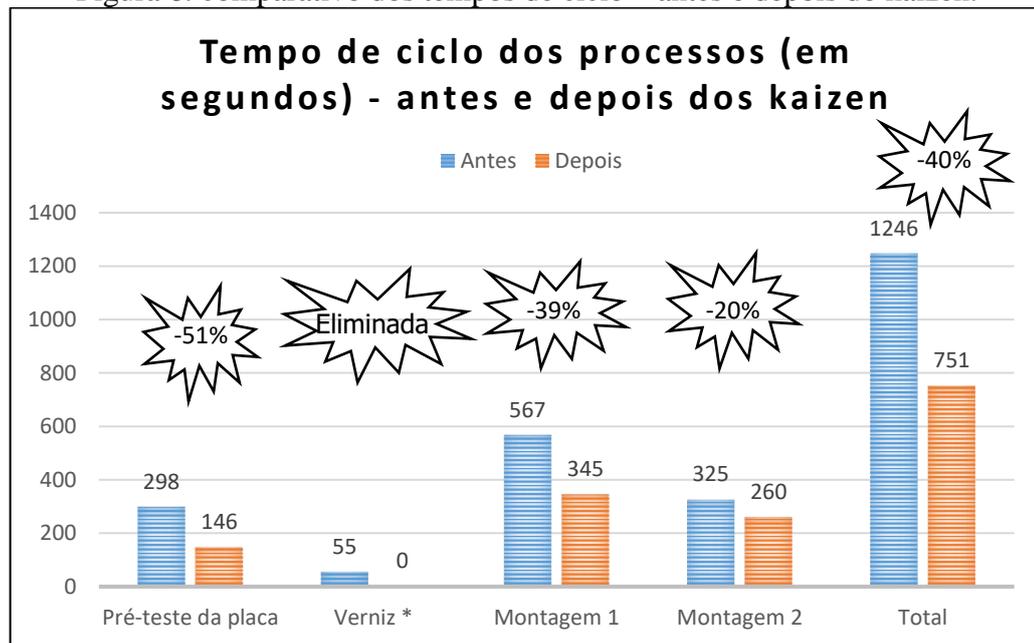
#### 4.8 Análise de resultados

Os resultados alcançados após a implantação das melhorias foram bastante significativos, principalmente no que tange aos aspectos de atividades do processo, redução de desperdícios e aumento da capacidade produtiva.

A criação de fluxo contínuo entre os processos e a utilização do carrinho suporte varal proporcionou uma redução de 64% na quantidade de etapas do fluxo de processo. Em termos de movimentação, houve uma redução de 27%, passando de 36,4 metros para 26,6 metros por evento.

O impacto das ações relacionadas foi determinante para ultrapassar as expectativas quanto ao atingimento dos resultados esperados em termos de aumento de produtividade. A Figura 6 demonstra os ganhos em tempos de ciclo em cada um dos processos focados no kaizen.

Figura 6: comparativo dos tempos de ciclo – antes e depois do kaizen.



Fonte: Autores (2020).

Destaca-se no gráfico acima, que o processo de envernizamento foi colocado em fluxo contínuo com o processo de pré-teste de placas, sendo por este motivo que seu tempo de ciclo na etapa verniz encontra-se zerado.

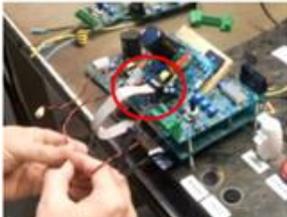
Nota-se redução de 40% no tempo de ciclo total para execução das etapas de pré-teste de placas, envernizamento, montagem 1 e montagem 2, fator este que elevou a capacidade produtiva aumentou em 66%. Considerando o lote inicial de 40 inversores/mês, a aplicação do kaizen possibilitou um potencial de faturamento adicional de 26 inversores de frequência adicionais/mês para a empresa.

#### 4.9 Retrospectiva e Aprendizado

Ao término do ciclo de melhoria, foi realizada uma retrospectiva do grupo de consultores com os colaboradores envolvidos na empresa, realizando rodadas de lições aprendidas e estimulando para o incremento de novos ciclos de melhoria, sob a ótica da melhoria contínua.

A fim de registrar o aprendizado e orientar futuros colaboradores da empresa, foram desenvolvidos procedimentos operacionais padrão das atividades, sob a vislumbre do trabalho padronizado, visando assegurar sua repetição durante o processo produtivo. A Figura 7 demonstra um dos 04 procedimentos desenvolvidos.

Figura 7: procedimento criado para trabalho padronizado.

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO		
DATA:	04/07/2017	Aprovado por:
REVISÃO:	0	
PROCESSO:		Pré-teste da placa de potência
Nº	FLUXO DO PROCESSO	DETALHE DA ATIVIDADE
1	Encaixar a placa na ponte retificadora da jiga, posicionando a placa de forma inclinada, obtendo contato elétrico por gravidade	
2	Encaixar flat cable e cabos da fonte auxiliar (preto/vermelho)	
3	Conecta osciloscópio no parafuso de 0V uma única vez para todo o lote de placas a testar	
4	Ligar a jiga de testes. Acende o ândon no painel de testes.	

Fonte: autores

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sob a premissa de elevar a capacidade produtiva da empresa, o grupo de consultores do Instituto Senai de Tecnologia em Logística de Produção, do SENAI SC, realizou trabalho instrutivo sobre o processo produtivo, sob a ótica do Lean Manufacturing.

A aplicação simples dos conceitos da manufatura enxuta tornou possível aumentar a produtividade da linha em 66%, sem necessidade de alterações no projeto do produto. A movimentação desnecessária foi reduzida em 27%, fato que representa uma exponencial redução de desperdício para a empresa, cuja qual obtém vantagem competitiva e estratégica perante seus clientes e o mercado.

Com a criação de fluxo contínuo foi possível otimizar o processo de pré-teste de placas, colocando-o em fluxo com o processo de envernizamento, utilizando um carrinho de transporte adaptado, reduzindo desperdícios, tempo de processo, atividades e esforço dos colaboradores.

Com a aplicação dos conceitos de troca rápida de ferramentas foram executadas várias melhorias de simples execução. A substituição do uso de chave de fenda manual por parafusadeira elétrica, emprego de chave elétrica para descarga de capacitores, utilização de fixadores tipo engate rápido, adaptação de fita métrica para corte da manta térmica contribuíram de forma excepcional para redução dos tempos de ciclo dos processos em estudo.

O trabalho padronizado foi empregado para criação dos procedimentos operacionais de trabalho, descrevendo a forma de execução tal como foi possível obter os resultados e efetivando o aprendizado alcançado pelos colaboradores, que manterão a cultura Lean na empresa.

Face a escassez de publicações de trabalhos de aplicação de ferramentas da manufatura enxuta na indústria eletrônica de pequeno porte, destaca-se que o presente trabalho apresenta uma valiosa contribuição para o ramo acadêmico e a sociedade empresarial, demonstrando que o emprego de ferramentas da manufatura enxuta neste segmento industrial é eficaz e contribui para aumento da produtividade.

## REFERÊNCIAS

- BATTAGLIA, F.; PICCHI, F.; FERRO, J. R. **Desenvolvimento Lean de Produtos**. Lean Institute Brasil, 2005.
- CALHADO, P.M.; FRANCE, L.D.A.; ROCHA, Y.B.; OLIVEIRA, F.M.V.B.; NETO, P.C.O. **Implantação do método de troca rápida de ferramentas no setor de usinagem em uma indústria de autopeças**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, outubro, 2015.
- GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.
- JOOSTEN et al. **The application of Lean to healthcare: issues and observations**. Quality and Safety in Healthcare, p.341–347, 2009.
- MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.
- OHNO, T. **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**, Portland, Productivity, Inc, 1988.
- OZKESER, B. **Lean Innovation Approach in Industry 5.0**. The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM). Turquia, 2018.
- PARDAL, L.; PERONDI, L.; VALERI, S. **A filosofia enxuta no desenvolvimento de produto e suas origens**. 2º Workshop em Engenharia e Tecnologia Espaciais. São José dos Campos, 2011.
- ROTHER, M. **Toyota Kata: Gestão de pessoas para a melhoria, a adaptabilidade, e resultados superiores**. New York, NY: McGraw Hill, 2010.
- SALGADO, E.; MELLO, C.; SILVA, C.; OLIVEIRA, E.; ALMEIDA, D. **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos**. Revista gestão da produção, v 16, São Carlos, 2009.
- Womack, J. P., Jones D. T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**, London, Ed. Simon & Schuster UK Ltd, 2003.