

# Análise da implementação de melhorias no fluxo de processo em uma empresa metalmeccânica – estudo de caso

BELLATO, Júlia Campos  
MAZZONETTO, Alexandre Witier

## Resumo

O cenário do mundo globalizado, cada vez mais automatizado, torna o mercado mais competitivo, não permitindo estagnação nas empresas e seus processos. Assim, as empresas precisam encantar seus consumidores e melhorar a qualidade, reduzindo os custos produtivos, otimizando seus processos e procedimentos a fim de obterem ganhos de eficiência, produtividade e redução de despesas. O *Lean Manufacturing* tem como princípio combinar novas técnicas gerenciais, reduzir perdas e obter ganhos, produzindo mais com menos recursos e menos mão-de-obra. Este trabalho foi um estudo de caso, com o objetivo de ressaltar as melhorias obtidas a partir da alteração do *layout* produtivo, de uma empresa metalmeccânica na região de Campinas-SP, no setor de tratamento térmico. Estudo necessário após a detecção de falhas, na ausência de processos do tratamento. Através do uso de ferramentas como *Kaizen* e Ishikawa, as alterações de *layout* implementadas possibilitaram a otimização de todo o processo produtivo da têmpera por indução do parafuso, gerando ganhos principalmente em qualidade. A comparação de cenários “antes e depois” da otimização, revela por meio da diferença entre os processos, a diminuição do tempo total do tratamento do lote de parafusos em 14 horas corridas, 97 segundos em movimentações desnecessárias entre os processos, aproximadamente 72 metros em fluxos cruzados, definição da política por lotes em cestos padrões, implementação de documentações internas para a realização dos processos mais completos e simplificados, facilitando o entendimento dos operadores e também na inserção de padrões visuais nas peças, antes inexistentes. Essas alterações de *layout* propiciaram alcançar a vida útil das peças tratadas em 43.770 horas, ou em aproximadamente 5 anos, e conseqüentemente uma redução de 100% das reclamações de clientes – até o momento deste trabalho, antes sendo a principal adversidade do processo.

**Palavras chave:** *Lean manufacturing*; qualidade; *Kaizen*; *layout*; produtividade.

## Abstract

The scenario of the globalized world increasingly automated makes the market more competitive, not allowing stagnation in companies and in their processes. So, companies need to meet their consumers expectations and improve quality, reducing production costs, optimizing their processes and procedures in order to obtain gains in efficiency, productivity and expense reduction. Lean Manufacturing has as principle to combine new management techniques, reduce losses and obtain gains, producing more with less resources and less labor. This work was a case study with the objective of highlighting the improvements obtained from the shift of the productive layout of a metal-mechanic company in the region of Campinas-SP in the heat treatment sector. A study that was necessary after the detection of failures in the absence of treatment processes. With the use of tools such as Kaizen and Ishikawa, the layout changes implemented enabled the optimization of the entire production process of tempering by screw induction, generating gains mainly in quality. The comparison of scenarios "before and after" the optimization, reveals through the difference between the processes, the reduction of the total time of the treatment of the batch of bolts in 14 hours, 97 seconds in unnecessary movements between the processes, approximately 72 meters in cross flows, definition of the policy by batches in standard baskets, implementation of internal documentation for the realization of the most complete and simplified processes, facilitating the understanding of the

operators and also in the insertion of visual patterns in the parts, previously non-existent. These layout changes have provided the sector with a lifespan of 43,770 hours, or approximately 5 years, with a 100% reduction in customer complaints so far, before being the main adversity of the process.

**Keywords:** Lean manufacturing; quality; Kaizen; layout; productivity.

## **Resumen**

El escenario del mundo globalizado cada vez más automatizado, hace que el mercado sea más competitivo, no permitiendo el estancamiento de las empresas y sus procesos, por lo que las empresas necesitan deleitar a sus consumidores y mejorar la calidad, reduciendo los costos de producción, optimizando sus procesos y procedimientos para obtener ganancias en eficiencia, productividad y reducción de gastos. La Manufactura Lean tiene como principio combinar nuevas técnicas de administración, reducir las pérdidas y obtener ganancias, produciendo más con menos recursos y menos mano de obra. Este trabajo fue un estudio de caso con el objetivo de poner de relieve las mejoras obtenidas a partir del cambio en el layout de producción de una empresa metalmeccánica de la región de Campinas-SP en el sector de los tratamientos térmicos, estudio que fue necesario después de la detección de fallas en ausencia de procesos de tratamiento. Mediante el uso de herramientas como Kaizen e Ishikawa, los cambios de diseño implementados permitieron la optimización de todo el proceso de producción de templado por inducción de tornillo, generando ganancias principalmente en calidad. La comparación de los escenarios "antes y después" de la optimización, revela a través de la diferencia entre los procesos, la reducción del tiempo total del tratamiento del lote de pernos en 14 horas, 97 segundos en movimientos innecesarios entre los procesos, aproximadamente 72 metros en flujos cruzados, definición de la política por lotes en canastas estándar, implementación de documentación interna para la realización de los procesos más completos y simplificados, facilitando la comprensión de los operadores y también en la inserción de patrones visuales en las piezas, anteriormente inexistentes. Estos cambios de disposición han proporcionado a la industria una vida útil de 43.770 horas, o aproximadamente 5 años, con una reducción del 100% de las quejas de los clientes hasta ahora, antes de ser la principal adversidad del proceso.

**Palabras clave:** Lean manufacturing; calidad; Kaizen; layout; productividad.

## **INTRODUÇÃO**

Com a competitividade de mercado cada vez mais acirrada, devido à alta diversidade de produtos ofertados, as empresas buscam alternativas estratégicas para melhorar sua produtividade e baixar significativamente os custos da produção. A qualidade é indispensável em uma produção, sendo utilizada para reduzir custos e eliminar desperdícios.

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), “uma organização é tão eficaz quanto seus processos”. Cada atividade do processo deve agregar valor à sua precedente, buscando a eliminação dos desperdícios e dos custos desnecessários.

Neste contexto, se enquadra o conceito de *Lean Manufacturing*, também conhecida como manufatura enxuta, que visa reduzir perdas de recursos enxugando a produção, como processos obsoletos, aqueles que não agregam valor ao produto final, combinando novas técnicas gerenciais, com máquinas cada vez mais sofisticadas, afim de produzir mais com menos recursos e menos mão-de-obra.

O presente trabalho realizou uma análise comparativa das melhorias do fluxo produtivo de uma empresa metalmecânica na região de Campinas-SP, no setor de tratamento térmico, tendo como objetivo a otimização e eliminação de trajetos, redução de índices de retrabalho e melhorias de indicadores operacionais, com ganho de eficiência e produtividade.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

Corrêa & Corrêa (2011, p. 24), afirmam que a administração da produção é caracterizada como atividade de gerenciamento estratégico dos recursos escassos (humanos, tecnológicos, informacionais e outros), de sua interação e dos processos que produzem e entregam bens e serviços visando atender necessidades e/ou desejos de qualidade, tempo e custo de seus clientes.

As empresas estão constantemente se remodelando de formas cada vez mais inovadoras, buscando reduzir custos (CHIAVENATO, 2001).

Os sistemas de produção são tradicionalmente agrupados em três grandes categorias, sendo produção contínua, produção intermitente e produção para grandes processos (MOREIRA, 2011), conforme mostra Quadro 1.

**Quadro 1. Resumo dos Sistemas Produtivos**

SISTEMAS PRODUTIVOS	
Produção contínua	Apresentam produção contínua ou fluxo em linha, numa sequência única, podendo ser pura (produto único) ou com diferenciação, caracterizada pelas linhas de montagem, e geralmente funcionam por longos períodos de tempo. São consideradas como contínuas, devido ao fato de o processo ser em um fluxo ininterrupto.
Produção intermitente	Produção realizada em lotes, podendo ser sob encomenda (produtos únicos) ou repetitiva (produtos diferenciados). Os equipamentos apresentam alteração constante de trabalho; o processo intermitente requer um planejamento de Produção mais complexo.
Produção para grandes projetos	O projeto é um produto único; normalmente de alto custo.

Fonte: Adaptado de Moreira (2011).

### Qualidade

Segundo Chiavenato (2002), a qualidade deve ser um processo de melhoria contínua, a fim de resultar em economia, melhoria de processos produtivos, redução de desperdícios e consequentemente no aumento da satisfação do cliente.

O controle da qualidade tem como objetivo identificar problemas que promovam o surgimento de não conformidades por meio de análises de processos, a fim de criar uma padronização, garantindo a qualidade dos produtos (FALCONI, 2004). De acordo com Neumann (2013), a produtividade sem qualidade é o resultado do mau aproveitamento dos recursos e a má utilização do tempo, de acordo com a Figura 1.

**Figura 1. Controle de qualidade**



Fonte: Adaptado de Falconi (2004).

### *Lean Manufacturing*

A origem do conceito e termo *lean*, começou a ser desenvolvido durante a década de 1950 por *Taichii Ohno* e *Eiji Toyoda* na *Toyota Motor Company*, ao visitarem e estudarem a fábrica da Ford

em Detroit durante três meses, onde verificaram falhas, como o fato de se produzir em grandes quantidades, resultando em um desgaste acrescido das máquinas e a grandes acumulações de materiais (LIKER et. al, 2006).

Tendo conhecimento nas falhas encontradas na fábrica da Ford, *Eiji Toyoda* atribuiu a *Taiichi Ohno*, na época diretor da Toyota, a missão de aumentar a produtividade eliminando todos os desperdícios, ou seja, todas e quaisquer atividades existentes que não acrescentavam valor ao produto final. A Toyota contava com mão-de-obra qualificada, no entanto os seus recursos eram ineficientes e mostrava-se necessária uma aposta no incremento na qualidade e uma diminuição dos desperdícios para se tornarem competitivos no mercado mundial (OHNO, 1997).

Diante deste cenário surgiu a *Toyota Production System* (TPS), baseado na constante procura da eliminação de desperdícios. Com o passar dos anos e décadas, o TPS sofreu diversos processos de aprendizagem e está em constante evolução a nível mundial (WOMACK et al, 2004). Este novo sistema caracteriza-se por qualidade e flexibilidade dos processos, ampliando assim a capacidade de produção e conseqüentemente, a possibilidade de competição no cenário internacional (MOREIRA, 2011).

Segundo Drew et al (2004), *lean* é um conjunto de princípios, práticas, ferramentas e técnicas projetadas para combater as causas da baixa performance operacional. É uma abordagem sistemática para eliminar perdas de toda a cadeia de valor de uma empresa, de forma a aproximar a performance atual aos requisitos dos clientes e acionistas (DREW, MCALLUM e ROGGENHOFER, 2004). *A lean manufacturing* está diretamente relacionado com a diminuição de *lead times* e de estoques entre processos de produção (GOLDSBY et al, 2006).

O termo *Just in time* (JIT) utilizado pela *lean* se origina da ideia de redução de inventário, onde a exigência é que todas as peças e/ou componentes sejam entregues somente quando necessários para a produção de determinado produto (HARRISON & VAN HOEK, 2008).

Os principais objetivos do *Lean Manufacturing* são (WOMACK, JONES e ROSS,1992):

- Eliminação dos desperdícios;
- Melhoria da qualidade;
- Redução dos tempos de preparação;
- *Lead Time* reduzido;
- Redução dos custos de produção e de transporte de produtos;
- Inexistência de operações que não acrescentem valor;
- Inexistência de defeitos;
- Nível de estoque reduzido;

- Envolvimento das pessoas nos processos;
- Produção dos produtos necessários.

### Desperdícios considerados pela *Lean Manufacturing*

De acordo com Womack et al (2004), durante às visitas à Ford, Ohno percebeu que o sistema produtivo vigente era repleto de muda, expressão que em japonês significa desperdício, visualizando nos processos da produção desperdícios de esforços, materiais e tempos.

Ohno (1997) afirma que a produção enxuta é o resultado da eliminação de sete tipos de desperdícios, conhecido pelas organizações como perdas. Segundo Shingo (1996), perda é considerado toda e qualquer atividade que não agregam valor ao processo e conseqüentemente, ao produto e/ou serviço final. A teoria *Lean* descreve 7 áreas principais de desperdícios definidas por Ohno (1997), conforme descritivo no Quadro 2.

**Quadro 2. Resumo dos Sistemas Produtivos**

<b>7 PRINCIPAIS ÁREAS DE DESPERDÍCIOS DEFINIDAS POR OHNO</b>	
1° Defeitos	Corrêa e Gianesi (2009) explicam que o desperdício devido a produtos defeituosos é considerado um dos maiores do processo, resultando em desperdícios de materiais, mão-de-obra, equipamentos, processamento, movimentação e armazenagem de materiais defeituosos, retrabalhos etc.  Ainda, Ghinato (1996) reforça que este desperdício tem muita influência sobre o sistema produtivo, gerando impactos no preço de venda do produto final, na programação, elevados prazos de entrega e no comprometimento da qualidade combinada.
2° Superprodução	Shingo (1996) afirma que podem existir tipos de superprodução: a quantitativa significa que a produção foi maior que o necessário e a antecipada se refere no produto final em maior quantidade que o necessário e antes do tempo estipulado.
3° Estoque	Estoque excessivo de produto final, matérias-primas e/ou insumos. Segundo Corrêa e Gianesi (2009), a eliminação de todos os outros desperdícios resulta na solução deste.
4° Tempo de espera	Segundo Corrêa e Corrêa (2011), refere-se ao material que aguarda em fila de espera para ser processado, gerando ociosidade humana e/ou de equipamentos.
5° Transporte	A movimentação excessiva do material em processo dentro da fábrica não agrega valor. Um bom <i>layout</i> /arranjo físico agiliza o transporte e organização dos materiais e o processo em si.
6° Movimentação nas operações	De acordo com o <i>Lean Institute</i> Brasil, movimentos de pessoas sem necessidade também são desperdícios, pois consomem tempo que não está sendo usado para produzir, para criar valor.
7° Processamento	Processamento: fontes de desperdício no processo que não agregam valores, devido a projetos ruins de componentes ou manutenção.

Fonte: Corrêa e Gianesi (2009); Corrêa e Corrêa (2011), Ghinato (1996); Shingo (1996).

### Princípios do *Lean Manufacturing*

Alguns princípios têm como objetivo eliminação de desperdício, e diante deste cenário, Womack & Jones (2004) ressaltam cinco princípios que caracterizam um ciclo contínuo, sendo representado no Quadro 3.

**Quadro 3. Princípios da *Lean Manufacturing***

<b>PRINCÍPIOS DA <i>LEAN MANUFACTURING</i></b>	
1º Valor:	Identificação das expectativas e necessidades do cliente em relação ao produto, sendo o cliente quem define o que representa ou não valor para determinado serviço e/ou produto. Neste, as necessidades do cliente, assim como a entrega do produto e/ou serviço, devem ser no tempo certo, nas quantidades certas e com a qualidade exigida, desta forma, a especificação do valor é a primeira etapa para o pensamento enxuto.
2º Cadeia de valor:	Necessária a identificação da cadeia de valor desde o fornecedor até ao cliente final; para isso são definidos 3 processos, sendo os que agregam valor, aqueles que não acrescentam valor, mas são um “mal necessário” para os processos e a qualidade, e aqueles que não acrescentam nenhum valor e, portanto, devem ser eliminados. Para este, é necessária uma análise de todo o processo produtivo.
3º Fluxo contínuo:	Após a análise do fluxo de valor e a eliminação de processos que não agregam valor, são criados processos de fluxo contínuo, possibilitando uma redução dos tempos de produção dos produtos e/ou serviços.
4º Produção Puxada:	O cliente é quem gerencia a velocidade de produção, devendo todos os processos se alinharem de forma a se adaptar as necessidades do cliente, reduzindo e evitando ao máximo acumulações de estoque ao longo do processo.
5º Perfeição:	Resulta na procura interrupta da melhoria contínua ou “ <i>kaizen</i> ”, em busca da perfeição e da capacidade de gerar o valor exato para o cliente. Para tal perfeição, todo colaborador deve estar envolvido na implementação dos princípios do Lean.

Fonte: Adaptado de Womack & Jones (2004).

### **Principais ferramentas da *Lean Manufacturing***

Os métodos e ferramentas *Lean* são uma filosofia de produção que engloba toda a cadeia de fluxo de valor. O pilar do sistema *Lean* é estabilidade e padronização. O coração do sistema é o envolvimento: membros de equipe flexíveis e motivados constantemente à procura de uma forma melhor de fazer as coisas (PASCAL, 2008).

#### ***Kaizen***

O TPS baseia-se na produtividade em função dos resultados a serem alcançados, prognostica a adesão de uma filosofia básica que evita a muda, e propicia o melhoramento contínuo: *Kaizen* (CIMBALISTA, 2002). De maneira geral, o *Kaizen* significa a constante busca do melhoramento contínuo em todos os modos e aspectos, o que reflete na produtividade e na qualidade com o mínimo investimento possível (FERREIRA, 2002).

O *Kaizen* tem como propósito a obtenção melhorias rápidas por meio de senso comum e da criatividade. Através desta ferramenta é possível aperfeiçoar um processo individual ou um fluxo completo. Normalmente é dirigido por uma equipe com pessoas de várias áreas da empresa (WERKEMA, 2006).

No ano de 1950, *Edwards Demings*, instaurou uma ferramenta que descreve como a melhoria contínua deve ser implementada de modo a ser eficaz, conhecida por ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) (PINTO, 2009).

- *Plan* (Planejar): Análise profunda dos problemas e suas causas, e definição dos objetivos almejados. As ações de melhoria definidas, são designadas a um líder que fica responsável em apresentar uma solução, dado um período de tempo.
- *Do* (Executar): Ocorre a execução do plano definido anteriormente; sendo essencial o envolvimento de todos, garantindo que as ações estão se desenvolvendo conforme o planejado.
- *Check* (Verificar): É verificado o processo das ações, levantando se há a necessidade de repensar nas estratégias.
- *Act* (Atuar): É necessário decidir se as ações tomadas são as que melhor enquadram e se os objetivos foram alcançados.

### **Diagrama de *Ishikawa***

O Diagrama de Ishikawa, ou também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha-de-peixe, é uma ferramenta utilizada para o gerenciar e controlar a qualidade em diversos processos. A composição do diagrama considera que os problemas podem ser classificados em diferentes tipos de causas: máquina, método, meio ambiente, mão-de-obra, matéria prima e medida (LOPES et al, 2018).

Esta ferramenta é caracterizada como um instrumento utilizado no controle de qualidade, de modo a contribuir para a identificação de desvios no fluxo, ressaltando a existência de possíveis gargalos (SCHNEIDER et al, 2014), que descreve as causas:

- Método: as causas estão relacionadas ao método pelo qual o trabalho é executado.
- Matéria-prima: a causa está relacionada com os materiais utilizados no processo.
- Mão de Obra: os desvios são ocasionados pelo colaborador.
- Máquinas: o maquinário é o causador do desvio.
- Medida: a falta, ou utilização de indicadores de medição de forma incorreta, são os causadores do desvio.

- Meio Ambiente: o meio ambiente contribui na geração dos desvios.

Uma forma de identificar possíveis causas de problemas, é a realização do brainstorming, uma ferramenta que consiste de forma disciplinada em grupo, a geração de novas ideias (PINTO et al, 2009).

## **Metodologia 5S**

A metodologia surgiu no Japão fundamentando-se da organização do local de trabalho com o objetivo central de torná-los mais seguros, organizados e limpos, auxiliando na eliminação de desperdícios, custos e estoques, para melhoria da produtividade e qualidade, combinando cinco práticas que têm como objetivo a padronização e organização do espaço de trabalho (WOMACK & JONES, 2004).

Ainda segundo Womack & Jones (2004), os 5S são definidos com cinco palavras, que em japonês, começam pela letra “s”:

1º *Seiri* (organização): Nesta fase o trabalho é colocado em ordem, de modo a somente se utilizar o que for necessário e aplicável. Todos os itens desnecessários às tarefas devem ser removidos (materiais, máquinas, equipamentos etc.), deixando no ambiente de trabalho apenas os materiais e equipamentos imprescindíveis.

2º *Seiton* (arrumação): Após os itens desnecessários terem sido descartados, deve-se iniciar a arrumação dos itens que permaneceram no posto de trabalho, devendo eles serem identificados e organizados de acordo com a sequência necessária, de forma que o material mais utilizado fique perto do operador, podendo ser localizado rapidamente.

3º *Seiso* (limpeza): Consiste em manter o local de trabalho limpo, ajudando a criar um ambiente agradável, evitando a criação de lixos e de desperdícios.

4º *Seiketsu* (normalização): Normalização dos trabalhos e organização do espaço, seguindo as regras estabelecidas.

5º *Shitsuke* (autodisciplina): A última etapa exige-se que seja garantida a manutenção da metodologia, certificando-se que as etapas anteriores são cumpridas.

## **Layout de produção**

Corrêa & Corrêa (2011) conceituam *layout* com sendo o modo em que os recursos como maquinários, instalações e produção estão dispostos fisicamente dentro de uma organização.

O *layout* é muito relevante para se obter máxima produtividade, pois os processos podem ser otimizados por bons fluxos ou prejudicados em função da má distribuição física dos equipamentos (PARANHOS, 2007).

Segundo Krajewski & Ritzman (2009, p. 259), “os *layouts* afetam não apenas o fluxo de trabalho entre os processos em uma instalação, mas também os processos em outros lugares de uma cadeia de valor”. Baseado nesta informação, para se obter um arranjo físico de *layout* mais eficiente, as decisões devem ser tomadas baseadas em análises de dados reais, pois seus efeitos repercutem toda cadeia de valor. Para Slack, Chambers & Jhonston (2009), o *layout* é o modo em que os recursos transformadores serão posicionados e como os processos e tarefas serão alocadas aos recursos transformadores. De acordo com Meyers & Stephens (2005), os principais objetivos do *layout* de produção são:

- Promover o uso eficiente de pessoas, equipamentos, espaço e energia;
- Prover aos empregados, conveniência, conforto e segurança;
- Oferecer flexibilidade operacional para atendimento da demanda dos clientes;
- Aumentar a capacidade da produção;
- Eliminar desperdícios de movimentos desnecessários;
- Reduzir o tempo de processo da produção;
- Controle visual claro das atividades do processo produtivo, melhorando a qualidade.

Segundo Moreira (2000), um *layout* apropriado e moldado pode garantir um significativo aumento na produtividade sem o aumento de uso de recursos. O sistema de organização e produção é definido pelos tipos básicos de *layout*, pois dependem da natureza dos produtos e do tipo de operações a serem executadas. Os *layouts* existentes advêm de quatro tipos básicos:

- *Layout* de posição fixa: É considerado o mais básico e normalmente é aplicado quando o produto é de grande porte e não pode ser facilmente deslocado (NEUMANN & SCALICE, 2015).

- *Layout* por processo ou funcional: máquinas e serviços similares ficam agrupados de acordo com suas necessidades, de forma que o produto percorre uma sequência pré-estabelecida, deslocando-se de uma área para outra, onde as máquinas se encontram localizadas de acordo com cada operação.

- *Layout* de produto ou linha: as máquinas e os serviços auxiliares são dispostos de acordo com a sequência exata de processamento do produto.

- *Layout* Celular: É considerado flexível, pois se adapta a diversos sistemas produtivos, podendo ser utilizados em diversos segmentos produção; neste, os equipamentos são organizados

em uma sequência de fluxo suave de processo, e todas as operações que são necessárias para produzir um produto ou serviço para um cliente são executadas nas proximidades, muitas vezes em um *layout* em forma de “U” (NEUMAN & SCALICE, 2015).

## **METODOLOGIA**

O trabalho foi realizado em uma empresa metalmeccânica localizada na região de Campinas-SP, no setor de Tratamento térmico, no fluxo de processo de têmpera por indução de parafusos. A empresa é conceituada no ramo de tecnologia, focada no fornecimento de soluções de propulsão para veículos elétricos e motores de combustão interna, contando com aproximadamente mil (1000) funcionários na planta.

A linha de produção do ciclo estudado era composta por: doze operadores de produção, um líder de produção, um programador, um coordenador de qualidade e um supervisor de tratamento térmico e um gerente. Os operadores são responsáveis pela montagem das cargas que são carregadas no forno, operação dos equipamentos, apontamentos de produção e acompanhamento de toda etapa do processo. O líder é responsável pelo gerenciamento das atividades produtivas, bem como absenteísmo, distribuição de time e clima organizacional da equipe e reporte diário da produção. O programador é responsável por realizar toda a programação da produção, baseando-se no lead time do cliente. O coordenador de qualidade realiza todo o gerenciamento das atividades como inspeções de qualidade, certificações e monitoramento de tendências dos resultados dos processos, determinando o se a peça está conforme ou não conforme. O supervisor é responsável pela gestão de indicadores de performance do setor, acompanhamento de novos negócios, gestão de pessoas, gestão das atividades dos líderes e coordenadores. O gerente é responsável pelo gerenciamento dos indicadores, planejamento estratégico, gestão de novos recursos, aprovação de novos negócios e composição do preço do serviço ofertado.

Com o aumento da produtividade no setor de tratamento térmico da empresa, houve a necessidade da rápida implementação de novas máquinas para atender a demanda, resultando em um crescimento desordenado do ciclo produtivo, devido a efetivação dos novos equipamentos sem estudos adequados de *layout* e fluxo de processos.

O início dos estudos foi realizado pela empresa, a partir de problemas no pós-venda, onde o cliente constatou em sua linha a quebra prematura de um lote de parafusos, causando a parada da operação de um equipamento. Este componente apresentou ruptura com cerca de 30 horas de trabalho em campo, quando sua expectativa de vida útil seria em torno de 43.800 horas aproximadamente.

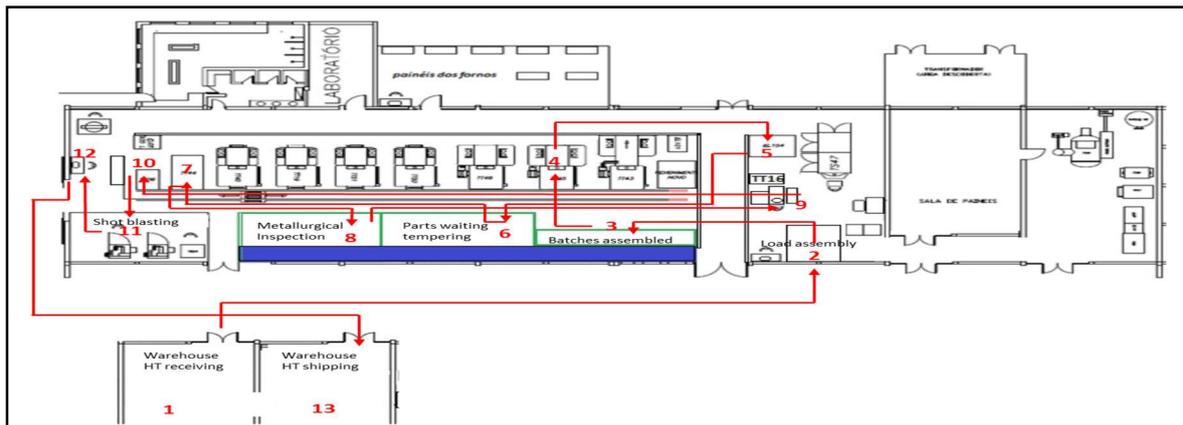
Tendo em vista o problema, foi iniciada uma pesquisa para análises mais profundas, identificar as possíveis causas e soluções, com foco na qualidade. O presente trabalho foi realizado por meio de estudos de documentos e dados fornecidos pela empresa, juntamente ao auxílio do supervisor do setor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Primeiro cenário

O primeiro cenário se caracteriza pelo fluxo produtivo antes dos estudos realizados. A Figura 2 exemplifica o *layout* cruzado da linha de produção do tratamento térmico de têmpera por indução realizado no parafuso, sequenciado ordenadamente. Este *layout* é a condição inicial do processo, onde foi realizado o estudo.

Figura 2. Fluxo antigo com cruzamento de processos



Fonte: Fornecido pela empresa.

Foi realizada a tomada de tempo e distância entre os processos, e devido à não padronização de lotes de peças no primeiro cenário, o cálculo foi realizado baseado no histórico de produção, três mil (3000) peças em média por lote, como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1. Tomada De Tempo X Distância – Primeiro Cenário**

<b>Etapa</b>	<b>Movimentação</b>	<b>Tempo (s)</b>	<b>Distância (m)</b>
1	Recebimento -> Montagem	72	57,2
2	Montagem -> Área de espera de cargas montadas	30	19,25
3	Área de espera de cargas montadas -> Forno	19	13,75
4	Forno -> Lavadora	26	19,8
5	Lavadora -> Área de espera de revenimento têmpera	28	22
6	Área de espera de revenimento -> Revenimento	26	20,35
7	Revenimento -> Área de inspeção	21	15,4
8	Área de inspeção -> Indução	22	17,6
9	Indução -> Área de espera de revenimento Indução	22	16,5
10	Área de espera de revenimento Indução -> Revenimento indução	24	17,6
11	Revenimento indução -> Área de inspeção	21	15,4
12	Área de inspeção -> Jato	24	18,15
13	Jato -> Verimet	14	9,9
14	Verimet -> Expedição	75	63,25
<b>TOTAL</b>		<b>424s</b>	<b>326,15 m</b>

**Fonte:** Autores.

O estudo nos mostra que para produzir um lote de 3.000 peças, são necessários 14 processos em deslocamentos cruzados, por aproximadamente 326 metros em 424 segundos.

### **Kaizen**

O kaizen, principal ferramenta do estudo, foi estruturado desde o princípio, sendo composto pelo gerente do setor, supervisor de qualidade da planta, responsável de PC&L (Planejamento e Controle Logístico), um operador e um representante do cliente.

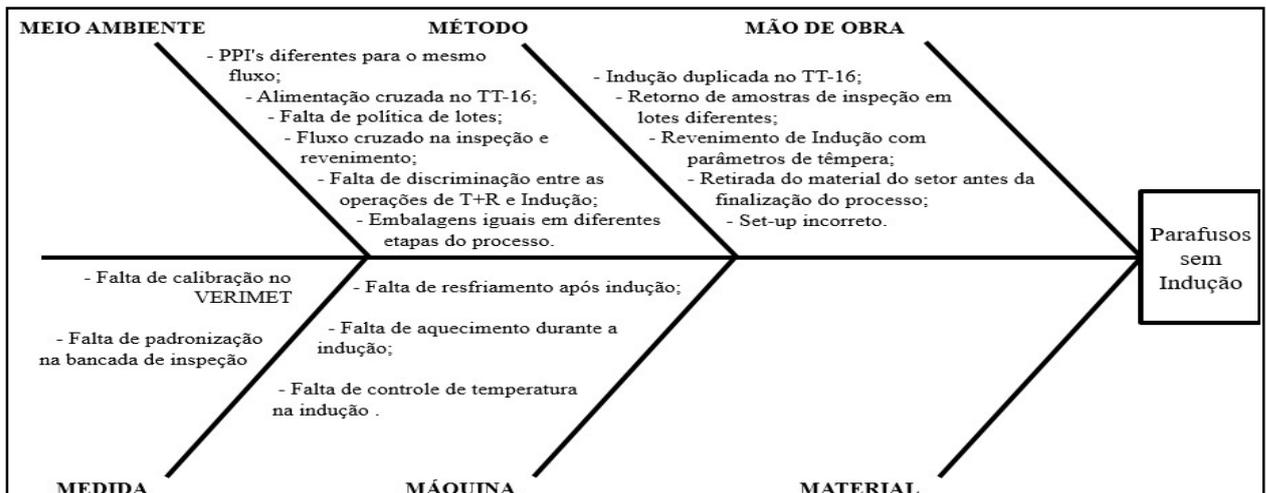
Através de análises iniciais realizadas pelo grupo no parafuso, foi constatado que o motivo da falha fora causado pela ausência de camada endurecida, mostrando que a etapa de têmpera por

indução foi suprimida do processo, deste modo, diminuindo a resistência do parafuso causando sua quebra prematura. O grupo também utilizou ferramentas de análise de falhas como o Ishikawa para estudar e analisar os dados.

### ***Ishikawa***

A utilização da ferramenta durante o *Kaizen*, ressaltou diversas possíveis causas da falta de indução do parafuso, e por meio do *brainstorming*, proveu-se desdobramentos em ações de melhorias de métodos, equipamentos, mão de obra e medição. A Figura 3, exemplifica as causas levantadas com a utilização da ferramenta.

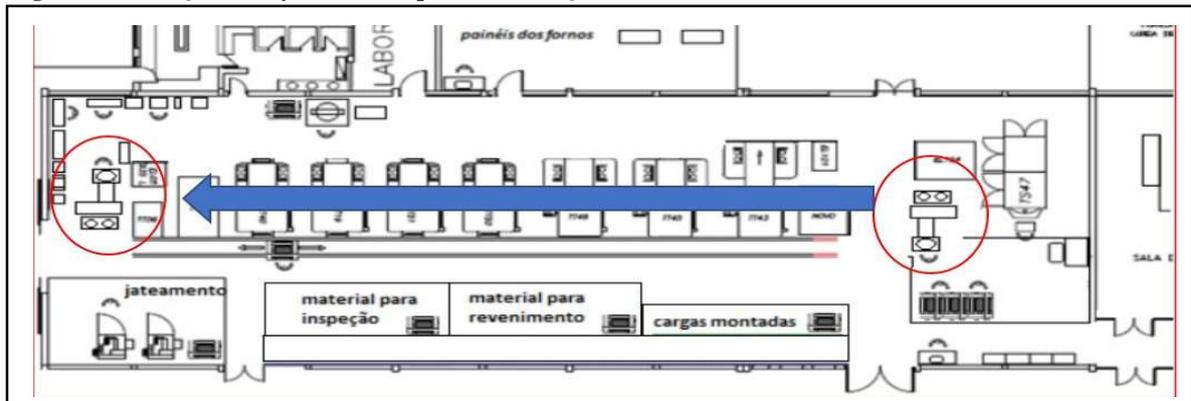
**Figura 3. Diagrama de Ishikawa**



Fonte: Autores.

Evidenciadas as causas, foi constatado o problema inicial sendo a localização do TT-16 (equipamento onde é realizado o processo de têmpera por indução do parafuso), que gerava fluxo cruzado na produção, provendo outras possíveis falhas. Iniciou-se o estudo da alteração de *layout* do equipamento e assim a mudança do fluxo produtivo, e por meio desta alteração, 100% das causas encontradas com o Ishikawa, foram corrigidas. A Figura 4 mostra a alteração de *layout* realizada.

Figura 4. Alteração de *layout* da máquina de indução - TT16



Fonte: Fornecido pela empresa.

O Quadro 4, descreve todas as melhorias obtidas a partir dos estudos realizados no *Kaizen*, iniciando pela alteração de *layout* e fluxo produtivo.

Quadro 4. Comparação entre os cenários – Melhorias

MELHORIAS – COMPARAÇÃO DE CENÁRIOS		
Primeiro Cenário	Segundo cenário	Melhorias
<i>Layout</i> com fluxos cruzados	<i>Layout</i> com fluxo contínuo	Modificação do posicionamento dos equipamentos, melhorando o fluxo, diminuindo deslocamentos e riscos de cruzamento dos processos.
Sem padronização de quantidade de peças por lote	Padronização de 840 peças por lote	Padronização da quantidade de peças em lotes, possibilitando tratamento total em todas as etapas até o final do processo, evitando a quebra do mesmo.
PPP's (O.S) diferentes para o mesmo fluxo de processo	Implementada PPI (O.S) única	Unificação das ordens de serviço e maior detalhamento das atividades, impossibilidade de mistura de documentos
Utilização de cestos disponíveis	Cestos padronizados ao lote	Utilização de um cesto compatível com o lote, evitando e perda das peças.
Peças com mesmo aspecto físico durante todo o processo	Peças induzidas com aspectos físicos diferentes às demais	Inversão da sequência da operação de jateamento, criando desta maneira um padrão visual nas peças induzidas.
Procedimentos escritos inexistentes	Procedimentos escritos disponíveis para consulta	Criação de procedimentos como: sequenciado de operações, operação de máquinas e inspeções e treinamento dos funcionários.
Equipamentos não fazem parte do programa de TPM	Equipamentos de acordo com o programa de manutenção preventiva	Execução das atividades de manutenção preventiva autônoma.
Sensores de ausência inexistentes	TT-16 com sensores de ausência	Impossibilidade de dupla têmpera por indução por falha do operador em não retirar a peça já induzida.
Sensores de fluxo inexistentes	TT-16 com sensores de fluxo	Monitoramento do fluxo de resfriamento, identificando a falta de líquido refrigerante.

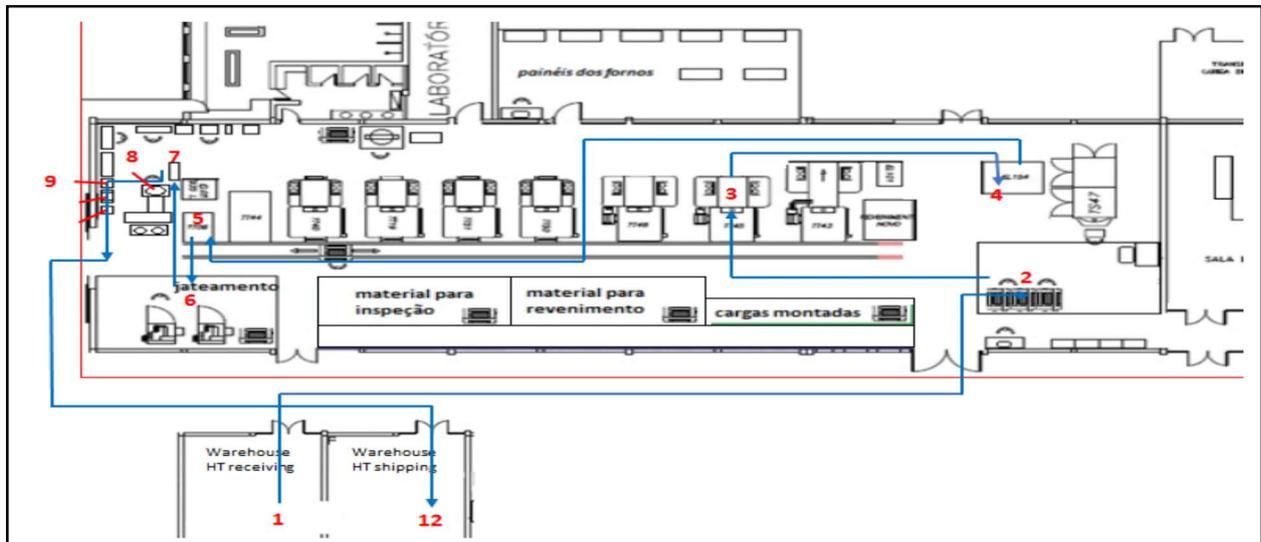
Alarmes de temperatura inexistentes	TT-16 com alarmes de temperatura	Monitoramento da correta temperatura do liquido refrigerante, evitando o resfriamento na temperatura incorreta.
Câmeras térmicas inexistentes	TT-16 com câmera térmica	Verificação por imagem térmica da temperatura correta de processos.
Forno de revenimento compartilhado	Forno de revenimento dedicado à indução	Impossibilidade de cruzamento de peças para revenir na área de materiais aguardando revenimento.
Corpos sem rastreabilidade	Arquivamento dos corpos de prova	Identificação e mapeamento dos corpos de prova inspecionados durante o processo.
Não há análise de dados de processo	Carta CEP utilizada para verificar tendência dos resultados	Verificação da tendência de resultados do tratamento térmico para possíveis análises e correção do processo.
Sem padronização de embalagem	Embalagens identificadas e padronizadas	Padronização da quantidade de peças por embalagem, identificação por etiqueta com número de carga e equipamento, garantindo a rastreabilidade até o final do processo.
Sem evidência visual do processo de indução	Evidência visual do processo de indução	Impossibilidade do envio ao cliente de peças com falhas por trincas, deformações ou falta de operação
Inexistência de evidencia de material induzido na linha de montagem	Câmeras de detecção de contraste	Verificação por contraste, garantindo que as peças passaram pelo processo de têmpera por indução.

Fonte: Autores.

## Segundo Cenário

O segundo cenário se caracteriza pelo fluxo produtivo após os estudos finalizados e implementadas as melhorias propostas. A Figura 5 exemplifica o *layout* atual, onde percebe-se a eliminação de cruzamentos e diminuição de etapas de processos.

Figura 5. Fluxo novo com cruzamento de processos



Fonte: Fornecido pela empresa.

Para o segundo cenário, a tomada de tempo e de movimentação entre os processos foi realizada e calculada, baseada no processo de produção de 840 peças, já implementada a política por lotes, exemplificada pela Tabela 2.

Tabela 2. Tomada De Tempo X Distância – Segundo cenário (POLÍTICA DE LOTE – 840 PÇS)

Etapa	Movimentação	Tempo (s)	Distância (m)
1	Recebimento -> Montagem	72	57,2
2	Montagem -> Área de espera de cargas montadas	30	19,25
3	Área de espera de cargas montadas -> Forno	19	13,75
4	Forno -> Lavadora	26	19,8
5	Lavadora -> Área de espera de revenimento têmpera	28	22
6	Área de espera de revenimento -> Revenimento	26	20,35
7	Revenimento -> Área de inspeção	21	15,4
8	Área de inspeção -> Jato	24	18,15
9	Jato -> Indução	16	10,45
10	Indução -> Revenimento indução	3	2,2
11	Revenimento indução -> Verimet	2	1,1
12	Verimet -> Expedição	60	55
<b>TOTAL</b>		<b>327s</b>	<b>254,65m</b>

Fonte: Autores.

O estudo nos mostra que para produzir o lote padrão de 840 peças, é necessário o deslocamento contínuo por aproximadamente 254,65 metros em 327 segundos, em 12 processos.

A comparação da tomada de tempo entre os dois cenários revela um ganho de 97 segundos (do lote médio de 3000 peças para o lote definido de 840 peças) em movimentações, e aproximadamente 72 metros de distância entre os processos.

Foram dispostos ordenadamente todos os processos para realização do tratamento térmico do parafuso (sem as movimentações já calculadas anteriormente), para a análise do ganho em tempo, divididos novamente em primeiro cenário, onde o lote considerado foi de 3.000 peças, e o segundo cenário de 840 peças; o tempo foi considerado em minutos, como mostra a Tabela 3.

**Tabela 3. Comparação de tempos de processos**

Processos	Primeiro Cenário (min)	Segundo Cenário (min)	Ganho (min)
Montagem	30	10	20
Têmpera	180	180	0
Desengraxe	40	40	0
Revenimento da Têmpera	120	120	0
Jato	10	10	0
Indução	1000	280	720
Revenimento da Indução	120	120	0
Verimet	100	28	72
<b>TOTAL</b>	<b>1600</b>	<b>788</b>	<b>812</b>

Fonte: Autores.

Os números mostrados na Tabela 3, ressaltam ganhos em apenas alguns processos, isso devido ao tempo ser diretamente baseado na quantidade de peças, ou seja, quanto maior o lote, mais demorado o processo. O ganho geral em tempo no final do processo de um lote de 840 parafusos, considerando que o processo é realizado em 3 turnos, foi de 812 minutos, ou aproximadamente 14 horas, diminuindo aproximadamente metade do *lead time* antigo.

No primeiro cenário, as 3.000 peças começavam a ser tratadas juntas, porém, devido à grande quantidade e *lead time* elevado do processo, esse lote era quebrado em diversos outros pequenos, dando possibilidade à diversas falhas e não sendo finalizado em uma única vez. Para o segundo cenário de 840 peças, o lote inicial é o mesmo lote final, ou seja, ele é contínuo e padrão.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após estudos realizados na linha de produção, no fluxo de processo produtivo do tratamento térmico por indução de parafusos, ressaltou-se a importância da adoção de novos

sistemas de gerenciamento de produção, e assim a intensificação das práticas, como na gestão da qualidade e na gestão de operações, afim de obter-se melhorias nos processos.

Analisados os resultados obtidos a partir da utilização de ferramentas *Lean* como o *Kaizen*, foi possível a adoção de soluções, afim de otimizar o processo, eliminar movimentos desnecessários, realizar a alteração de *layout* e o levantamento de possíveis causas e soluções, por meio do Ishikawa. A utilização do *lean* melhorou a eficiência nas atividades, permitiu redução da movimentação dos operadores, possibilitou ao re-*layout* da linha melhorando enfim, todo o ciclo produtivo.

O principal ganho do estudo realizado foi em qualidade, onde 100% dos problemas foram corrigidos, sendo possível atingir a expectativa de vida útil das peças tratadas, ou seja, 43.770 horas, ou aproximadamente 5 anos, e proveu desdobramentos em melhorias durante todo o fluxo produtivo. Além disso, para o lote finalizado de 840 parafusos, estima-se um ganho em lead time, cerca de 14 horas corridas em tempo de processo, 97 segundos em movimentações desnecessárias, e aproximadamente 72 metros de distância em fluxos cruzados.

## REFERÊNCIAS

- CHIAVENATO, I. *Teoria geral da administração*. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- \_\_\_\_\_. *Teoria Geral da Administração*. 7. ed. São Paulo: Manole, 2001. 436 p.
- CIMBALISTA, S. Toyotismo e o Processo de Motivação e de Incentivo à Inovação nas Organizações. *Análise Conjuntural*, v. 24, p. 18, 2002.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. *Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011. 690p.
- DREW, J.; MCCALLUM, B.; ROGGENHOFER, S. Making Operational Change Stick. *Journal of Lean*. Londres: Palgrave Macmillan, 2004.
- FALCONI, V. F. *TQC Controle da Qualidade Total*. 8. ed. INDG TecS, Nova Lima, RJ, 2004.
- FERREIRA, A. A; REIS, A. C. F; PERREIRA. M. I. *Gestão Empresarial – De Taylor aos nossos dias: Evolução e Tendências da Moderna Administração de Empresas*. São Paulo: Pioneira, 2002. P. 150-154.
- GHINATO, P. *Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-time*. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.
- GOLDSBY, T. J.; GRIFFIS, S. E.; ROATH, A. S. Modelling lean, agile, and leagile supply chain

strategies. *Journal of Business Logistics*. V. 27, 2006. P. 57-80.

HARRISON, A.; VAN HOEK, R. *Gestão de logística estratégica: Competindo através da cadeia de suprimentos*. 3. ed., Prentice Hall Financial Times, Upper Saddle River, NJ, 2008.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. *Administração de Produção e Operações*. 8. Edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LIKER, J.; MEIER, D. *The Toyota Way Fieldbook*. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2006.

LOPES, M. et al. Uso de ferramentas de gestão na atividade leiteira: um estudo 219ulticascos em Uberlândia, MG. *Revista Agropecuária Técnica*. V. 39, n. 1, Areia, PB, 2018. P. 73-86.

MEYERS, F.; STEPHENS, M.P. *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*. 3. Ed. Pearson, 2005.

MOREIRA, Daniel Augusto. *Administração da Produção e Operações*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 624p.

MOREIRA, Daniel Augusto. *Administração da Produção e Operações*. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

NEUMANN, Clóvis. *Gestão de Sistemas de Produção e Operações: Produtividade, Lucratividade e Competitividade*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

\_\_\_\_\_; SCALICE, R. K. *Projeto de fábrica e layout*. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

SCHNEIDER, MICHELE et al. *Diagrama de Causa-Efeito de Ishikawa: Estudo do Fluxo logístico em um Comércio de Materiais de Construção*. XV Mostra de Iniciação Científica, Pós Graduação, Pesquisa e Extensão. Programa de Pós Graduação, UCS, 2014.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de produção*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PARANHOS, M. *Gestão da Produção Industrial*. Curitiba: Ibpex, 2007.

PASCAL, D. *Produção Lean Simplificada*. São Paulo: Bookman, 2008.

PINTO, A.; HOLANDA, M. Utilização do Diagrama de Ishikawa e Brainstorming para Solução do Problema de Assertividade de Estoque em Uma Indústria da Região Metropolitana de Recife. *XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. ENEGEP, Salvador, Bahia, 2009.

PINTO, J. *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Lidel, 2009.

SHINGO, SHINGEO. *O Sistema Toyota de Produção*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, Nigel. et al. *Administração de Produção*. São Paulo: Atlas, 2009.

WERKEMA, C. *Ferramentas estáticas básicas para gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Werkema, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

\_\_\_\_\_; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

1 BELLATO, Julia Campos é graduada em Tecnologia em Gestão Empresarial pela FATEC Piracicaba Dep. “Roque Trevisan”. Atualmente atua no setor administrativo de manufatura em uma empresa metalmeccânica. Tem interesse nas áreas de produção, negócios e projetos.

2 MAZZONETTO, Alexandre Witier possui Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas - FEAGRI/UNICAMP. Mestrado em Engenharia Agrônoma - Máquinas Agrícolas/Biomassa - Colheita Integral de Cana Crua, pela Universidade de São Paulo - ESALQ/USP. Doutorando pela Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas - Departamento de Energia - FEM/UNICAMP (Caracterização e potencial energético de biomassas residuais da região de Piracicaba - SP). Na Graduação envolveu-se em Pesquisa/Desenvolvimento de processos térmicos, desenvolvendo um secador rotativo de sementes e outro de leito fluidizado. Desde o Mestrado vem trabalhando com fontes renováveis de energia e biomassas residuais (tratamento e geração de energia); levando-o a cursar Química na Universidade Mackenzie (Bacharel, Licenciatura e Industrial). Processos térmicos para obtenção de biocombustíveis, gaseificação, pirólise e combustão/incineração, e combustíveis sustentáveis, gás de síntese (Syngas), produção e uso do biogás - biodigestão anaeróbia de diversas biomassas residuais. Professor na FATEC Piracicaba (Biocombustíveis e Gestão Empresarial).