

IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO E DO KANBAN COMO FERRAMENTAS TRANSFORMACIONAIS DA GESTÃO RUMO AO LEAN MANUFACTURING NUMA INDUSTRIA METAL MECANICA

Danilo Vilasboa Júnior¹

Eduardo de Assis Moreira²

Gabriel Carvalho Mendonça³

Wagner Cardoso⁴

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo identificar desperdícios e implantar melhorias em processos de manufatura e montagem de painéis elétricos em uma indústria fabricante de equipamentos de irrigação, por meio de aplicação das ferramentas Lean: Diagrama de Espaguete, Trabalho Padrão e sistema Kanban. Por meio de análise dos processos existente e demandas atuais e futuras, assim buscando, entender a real necessidade e os pontos a serem trabalhados para melhoria e adaptação do processo. Utilizando a metodologia exploratória *In-loco* com dados quantitativos e qualitativos do processo, é possível desenvolver um trabalho para otimização e eliminação dos gargalos no processo.

Palavras-chave: Lean Manufacturing. Trabalho Padrão. Kanban. Diagrama de Espaguete. Painéis Elétricos.

¹Graduando em Engenharia de Produção pela UNIUBE. E-mail: danilovilasboa@hotmail.com

²Graduando em Engenharia de Produção pela UNIUBE. E-mail: eduardom_14@hotmail.com

³Graduando em Engenharia de Produção pela UNIUBE. E-mail: gabriel_mendoncamt@hotmail.com

⁴Gestor do curso de Engenharia de Produção UNIUBE. E-mail: wagner.cardoso@uniube.br

APPLICATION OF ASSURANCE AND QUALITY CONTROL TECHNIQUES IN THE SAMPLING PROCESS OF RAW MATERIALS IN MULTINATIONAL MINING

ABSTRACT

This study aims to identify waste and implement improvements in manufacturing processes and assembly of electrical panels in an industry manufacturer of irrigation equipment, through the application of Lean tools: Spaghetti Diagram, Standard Work and Kanban system. Through analysis of existing processes and current and future demands, thus seeking, understanding the real need and the points to be worked on to improve and adapt the process. Using the In-loco exploratory methodology with quantitative and qualitative process data, it is possible to develop a work to optimize and eliminate bottlenecks in the process.

Keywords: Lean Manufacturing. Standard work. Kanban. Spaghetti diagram. Electrical panels.

1. INTRODUÇÃO

Tusham (1997) afirma que duas frentes em conjunto são necessárias para gerenciar uma inovação: (i) Encorajamento e consistência da melhoria contínua, e (ii) permissibilidade a mudanças radicais no ambiente de trabalho. Conjunto esse, que possibilita qualquer indústria a desenvolver e trabalhar de acordo com as necessidades dos clientes, atender com qualidade e lidar com competitividade as concorrências do mercado.

O Sistema Toyota de Produção (STP), criado através de fusões de práticas bem-sucedidas em grandes indústrias globais, adota práticas de melhoria contínua visando a eliminação de desperdícios e maior valor agregado para os clientes. Em um contexto primário de aprendizado e amadurecimento, grandes empresas como a Ford e GM (General Motors) foram cruciais para entendimento e aperfeiçoamento do Sistema Toyota de Produção, onde os ganhos em escalas são fatores relevantes em indústrias, sistema esse que permitiu o início dessas empresas a se tornarem grandes potências no mercado automobilístico, porém a flexibilidade das indústrias para desenvolver processos e produtos que atendam às necessidades dos clientes, sobrepõem a esse tipo de operações e produtos padronizados.

Padronização de Trabalho (Trabalho Padrão) e sistema *Kanban* são ferramentas fundamentais para conhecimento de processos existentes de operação e entendimento as necessidades e demanda do mercado. Por meio dessas ferramentas, é possível entender e analisar as oportunidades de eliminação dos desperdícios em um processo. Segundo Ohno (1988), processos que não tem um padrão de trabalho ou execução, não existem possibilidade de melhoria.

Devido ao crescimento do agronegócio no mercado brasileiro, industriais do segmento tiveram que adaptar seus processos e procedimentos rapidamente para atendimento das demandas. Segundo Silva (2021) o segmento de Irrigação por pivôs centrais vem crescendo em média nos últimos anos 20%, créditos bancários para financiamento, alta das *commodities* e a viabilidade do investimento em equipamentos de irrigação foram fatores primordiais para esse crescimento. A empresa multinacional estudada atua no fornecimento de equipamentos e soluções de irrigação por pivôs centrais, com sede no Nebraska – EUA está no mercado brasileiro desde 1996, localizada em Uberaba-MG.

Segundo ICID (2020) o Brasil tem 30.000.000 hectares de área cultivável, sendo que apenas 23,3% dessa área possuem sistemas de irrigação. Segundo Silva (2021) a área incrementada em irrigação por aspersão por pivôs centrais em 2020 foi de 117 mil hectares, contra 97,5 mil hectares em 2019, 20% de aumento nas vendas e instalações de pivôs centrais nas áreas cultivadas. Grande território, clima propício para plantações e a alta de commodities, são fatores que viabilizaram o crescimento desse mercado. O Brasil é considerado pelos produtores e investidores como um país promissor ao cultivo e plantações. Verifica-se que esse potencial de crescimento no mercado brasileiro de irrigação é sólido, e que conseqüentemente o crescimento acumulado da demanda de vendas de pivôs centrais deverá ser de 60 % até 2023, ABIMAQ (2020).

Como conseqüência do crescimento do agronegócio no Brasil, o mercado de vendas de pivôs centrais por irrigação também cresce, e é normal que os processos internos de fabricações deverão ser revistos e otimizados, a fim de atender a nova demanda e as exigências do mercado consumidor.

O objetivo geral do trabalho é identificar desperdícios e implantar melhorias em processos de manufatura e montagem de painéis elétricos em uma indústria fabricante de equipamentos de irrigação, por meio de aplicação das ferramentas Lean: Diagrama de Espaguete, Trabalho Padrão e sistema *Kanban*.

Os objetivos específicos são:

1. Levantar tempos das atividades e processos atuais de montagem de painéis elétricos dos pivôs de irrigação;
2. Elaborar Trabalho Padrão das atividades existentes (Sequências das atividades, tempos das atividades e fluxo de materiais utilizados em cada processo);
3. Desenvolver Diagrama de espaguete do processo de montagem dos painéis;
4. Analisar situação atual a fim de identificar os maiores desperdícios;
5. Definir as atividades que agregam valor, as atividades que não agregam valor e as atividades que não agregam valor, mas são necessárias;
6. Análise do layout existente;
7. Propor contramedidas e soluções para eliminar os desperdícios existentes;
8. Levantar capacidade produtiva – *Takt time* e tempo de ciclo;
9. Levantar certificações para exportação de painéis;

10. Implementar mudanças.

Como implementar o trabalho padronizado e o *kanban* melhorando a capacidade produtiva sem elevar os custos de produção e elevar a eficiência?

Analisar o processo existente e a demanda atual e futura é o primeiro passo para determinar o objetivo desse trabalho, assim, entende-se a real necessidade e os pontos a serem trabalhados para melhoria e adaptação do processo.

Utilizando a metodologia exploratória *In-loco* com dados quantitativos e qualitativos do processo, é possível desenvolver um trabalho para otimização e eliminação dos gargalos no processo.

2. LEAN MANUFACTURING

2.1. Sistema Toyota de Produção e a Evolução Para Sistema Lean

O Sistema Toyota de Produção que também é conhecido como Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing* surgiu no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, creditado primeiramente a Toyota Motor Company, que buscava um sistema de administração para coordenar a produção de acordo com a demanda específica, modelo e cor (CORRÊA et al, 2012), seu principal foco é a excelência em seus processos administrativos (MORGAN; LIKER, 2008).

O mercado global cada vez mais exigia-se produtos, modelos diferentes e volumes menores. Dificultando ou fazendo que a Toyota não trabalhasse de maneira eficiente no sistema existente de produção em massa, como o da Ford (MORGAN; LIKER, 2008).

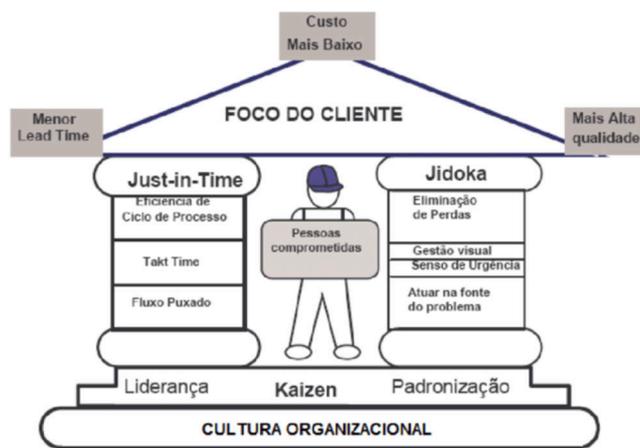
Antes mesmo de iniciar o sistema, ou seja, começar a implantar um método que só produziria de acordo com a demanda, os engenheiros da empresa tiveram que conhecer os métodos americanos de produção (VOTTO; FERNANDES, 2014). Costumavam-se dizer que nesta época o sistema de produção dos americanos era 10 vezes maior que o sistema de produção dos Japoneses. O Sistema Toyota de Produção nasceu com o intuito de eliminar os desperdícios existentes nos processos e operações para atender as demandas dinâmicas dos clientes e do mercado existente na época (VOTTO; FERNANDES, 2014). Sistema esse, que é o mais eficiente nos tempos atuais, onde a demanda e as exigências do mercado

se alternam de maneira muito rápida. O que coloca a Toyota em um patamar de referência no mercado automobilístico.

O Sistema Toyota de Produção é basicamente composto de dois princípios: eliminação de desperdícios nos processos e a fabricação com qualidade dos produtos advindos dessas mesmas operações ou processos. Processos e operações são fundamentais para determinar o *Lead time* de um produto desde o início até a entrega do produto para o cliente. Conhecendo as etapas de processos e operações, torna-se mais fácil o estudo específico das operações que compõem os processos produtivos (ROSA et al., 2018).

Define processo como transformação da matéria prima em produtos acabados, e operações como ações efetuadas por intervenção humana ou de maquinários, apresentando o Sistema Toyota de Produção em dois pilares de sustentação: O *Just Time* e a automatização (*Jidoka*), juntamente com outros componentes importantes que compõem o sistema (MAIA; ALVES; LEÃO, 2011). A figura a seguir mostra a estrutura do sistema Toyota de produção.

Figura 1: Estruturação do Lean Service



Fonte: Arruda, I. M.; Luna, V. M. S., 2006, p. 7.

Sistema esse, que consiste em estabelecer uma base para atendimento e/ou serviço de alta qualidade, otimização de processos ao máximo e atender os clientes com o mais baixo lead time. O Sistema Toyota visa a produção realizada de acordo com o ritmo da demanda. Três fatores são imprescindíveis para identificação, localização de desperdícios, perdas e garantir o fluxo da produção, são eles: Fluxo contínuo, *takt time* e a produção puxada. O valor agregado das atividades operacionais leva a redução do lead time, agregando assim um fluxo

contínuo, ou seja, modificar as linhas tradicionais ou existentes de fabricação são imprescindíveis para adaptabilidade em atender as demandas do mercado atual. As otimizações de layouts conduzem-se o sistema de produção para uma produção puxada, livre de perdas por estoques, por espera, movimentações, transportes e redução do lead time (GHINATO, 2000).

A implementação do fluxo contínuo e o balanceamento de produtividade desse ser realizada de acordo com o *Takt time*. *Takt time* é o tempo necessário para produzir um produto completo de acordo com a demanda existente. Conjunto esses de análises que trazem o Sistema Toyota de Produção para os ambientes corporativos atualmente, com intuito de adaptabilidade entre o sistema operacional e a demanda de mercado dinâmica existente. Na filosofia do *Lean manufacturing* existem várias ferramentas que permitem a otimização e padronização de todos esses processos. Desde ferramentas básicas de organização e padronização de layouts e processos, até ferramentas complexas de controles estatístico de performance e qualidade (GHINATO, 2000).

2.2. Oito Tipos de Desperdícios

A base de trabalho e o ponto focal da filosofia Lean Manufacturing, é a eliminação e combate aos desperdícios em processos e operações industriais. Hábito esse que já era encontrado em culturas antigas de muitos países, o Japão é um país que incentivou a cultura de eliminação de desperdícios no país pós segunda guerra. Cultura essa que as empresas estão trabalhando para difundir e eliminar desperdícios dentro das organizações. Utilizando o Sistema Toyota de Produção e a criatividade organização para eliminar os desperdícios operacionais produtivos (ROSA et al., 2018).

Em todo processo de produção é encontrado algum tipo de desperdício que a cultura enxuta deve eliminar das atividades que geram perdas ou que não agreguem algum valor. Por isso, é imprescindível a análise de cada parte do processo produtivo que identificam os sete tipos de desperdícios (perdas) presentes no Sistema Toyota de Produção como: Superprodução, Espera, Transporte, Movimentação, Super processamento, Inventário, Defeitos (retrabalhos). O Sistema Lean envolve apenas 7 tipos de desperdícios, porém, o envolvimento humano em colaborar com o desenvolvimento e otimização dos

processos é fundamental, pois isso, com o passar do tempo e amadurecimento de análises de processos, mais um desperdício é considerado no Sistema Toyota de Produção: Criatividade subutilizada. Há diversas maneiras para redução dos desperdícios gerados no decorrer da produção. Uma das ferramentas utilizadas para redução de desperdícios e a padronização do trabalho, com seus elementos de sequência de trabalho, tempo de ciclo e *takt time* (GONÇALVES; RODRIGUES, 2018).

2.3. Kanban

O kanban surgiu na década de 60 seu desenvolvimento teve origem na Toyota Motors Company seu criador foi o vice-presidente Taiichi Ohno que criou o sistema kanban para tornar mais simples e rápida as atividades de programação, controle e acompanhamento da produção em lotes, pois esse sistema foca em movimentar e fornecer os itens de produção no alcance em que vão sendo consumidos (PEINADO; GRAEML, 2007).

Essa ferramenta utiliza-se do princípio básico de comunicação coletiva de informações sobre um produto, ou seja, todos que olharem para a ferramenta irão entender por meio de símbolos visuais como: sinais de cores e números que irão passar informações para todos os colaboradores de como está o andamento do seu trabalho, se está indo bem, se está no limite de produção ou com problemas (PETRY, 2016).

Figura 2: Quadro Kanban

Peça A	Peça B	Peça C	Peça D	Peça E	Peça F
☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐		☐
☐	☐	☐			☐
	☐	☐			
	☐				

Fonte: PEINADO; GRAEML, 2007 p. 461.

Para que o *kanban* seja implementado e ocorra de forma adequada ele contém componentes que auxiliam no mesmo como cartões de autorização (*kanbans* de movimentação e produção); contenedores padronizados; centros de trabalho ou células de trabalho; painéis porta *kanban* de produção; áreas de entrada e áreas de saída, seguindo essas regras que o sistema nos impõe o funcionamento ocorrer de forma funcional. A seguir será mostrado como funciona cada um desses métodos (SILVA; ANASTÁCIO, 2018).

- Cartões de Autorização: No sistema *kanban* utiliza-se marcadores caso contrário não se pode chamar o mesmo de *kanban*. O cartão de autorização como o próprio nome já diz autoriza a movimentação de um contentor padrão, com um número x de peças;
- Cartões de Movimentação: Informam a quantidade de peças que o processo seguinte deve retirar do processo que ocorreu anteriormente, autorizando a transferência de um lote mínimo de peças de uma estação de trabalho X (de alimentação) para outra Y (de consumo), podendo ser entendidos como uma requisição de materiais ou autorização para pegar as peças;
- Cartões de produção: Especifica a quantidade e tipo de produto que a estação de trabalho anterior irá produzir, outro nome para o *kanban* de produção é *kanban* de ordem de produção;
- Componentes da área de produção: A área de produção utilizando o método *kanban* é o local onde o centro de trabalho produz as peças, sendo assim ela consiste em vários componentes além dos cartões de produção. Utiliza-se o *kanban* para minimizar os estoques em função de sua capacidade de produção e da disposição dos colaboradores. O painel de *kanbans* autoriza o processamento do *kanban* de produção, onde o contenedor padrão poderá ser qualquer recipiente que possa conter um número X de peças autorizadas, o mesmo deverá ser padronizado para que todo o posto de trabalho possa usá-lo. O contenedor e o cartão anexado são mantidos na área de entrada (local onde se estoca o material de trabalho necessário para produzir as peças seguintes) até que se tenha esgotado todo o conteúdo;
- Componentes da área de retirada: Após o estoque das peças necessárias para que se processe o produto o centro de trabalho envia os contentores vazios junto com o cartão de movimentação para a área de retirados, isso indica que o centro de trabalho deve ser reabastecido.

2.4. Diagrama de Espaguete

O diagrama de espaguete ajuda a estabelecer um *layout* ideal, analisando as distâncias percorridas na realização de uma atividade ou processo. Esta ferramenta baseia-se em um diagrama utilizado para se visualizar o fluxo de movimentação de materiais e pessoas. Esta ferramenta busca visualizar a circulação e transporte ao longo de um fluxo durante os processos mostrando se o percurso traçado realmente foi necessário para a criação e construção de um determinado produto ou para a realização de alguma atividade (DEGUIRMENDJIAN, 2016).

Essa ferramenta nos possibilita enxergar desperdícios de tempo que são observados durante o processo de trabalho além de identificar equipamentos e materiais que necessitam ser movidos de um local para o outro, o que conseqüentemente acarretaria uma grande economia de tempo e eficácia no processo de fabricação. O desenvolvimento dessa ferramenta pode ser resumido em alguns passos (SANTOS et al., 2021):

Passo 1: Decidir qual processo ou fluxo será analisado. Deve-se analisar também o quanto de valor que a mudança desse *layout* agregará ao negócio;

Passo 2: Desenhar planta mantendo todas as características atuais do sistema;

Passo 3: Desenhar de maneira constante a trajetória percorrida pelo colaborador ou material de forma a representar todo o fluxo do processo, definindo as distâncias percorridas e o tempo gasto de cada um, caso necessário utilize mais de uma cor para representá-los;

Passo 4: Analisar o percurso desenhado em busca de movimentos desnecessários e passíveis de melhoria. O tempo e distância que foram colhidos no passo 3 são fundamentais para esta análise;

Passo 5: reorganizar o processo de forma que reduza ao máximo as trajetórias indesejáveis, elaborando assim propostas que atendam aos níveis de melhorias esperados.

2.5. Takt-Time

Takt-Time é o tempo alocado pela gestão para a produção de produtos, componentes e até mesmo para o trabalho em um centro de produção sua ideia de alocação de tempo em linhas de produção surge da premissa que o Takt-Time não é calculado com base na capacidade de produção mas sim determinado em emprego da necessidade de uma demanda que ocorre externamente ao sistema de produção pare ser mais específico o Takt-Time e dado pelo ritmo de produção necessário para atender níveis de produção considerando sua demanda e também as restrições e capacidade da sua linha ou célula produtiva (CAMAROTTO, 2007).

2.6. Trabalho Padrão

A padronização do trabalho é fundamental para o alcance de resultados positivos em termos de produtividade e estabilização de processos. Na manufatura o trabalho padrão é importante para estabelecimentos de processos e garantia de produto produzido com qualidade de acordo com o projeto desenvolvido e aprovação em sua criação (MARIZ; PICCHI, 2013).

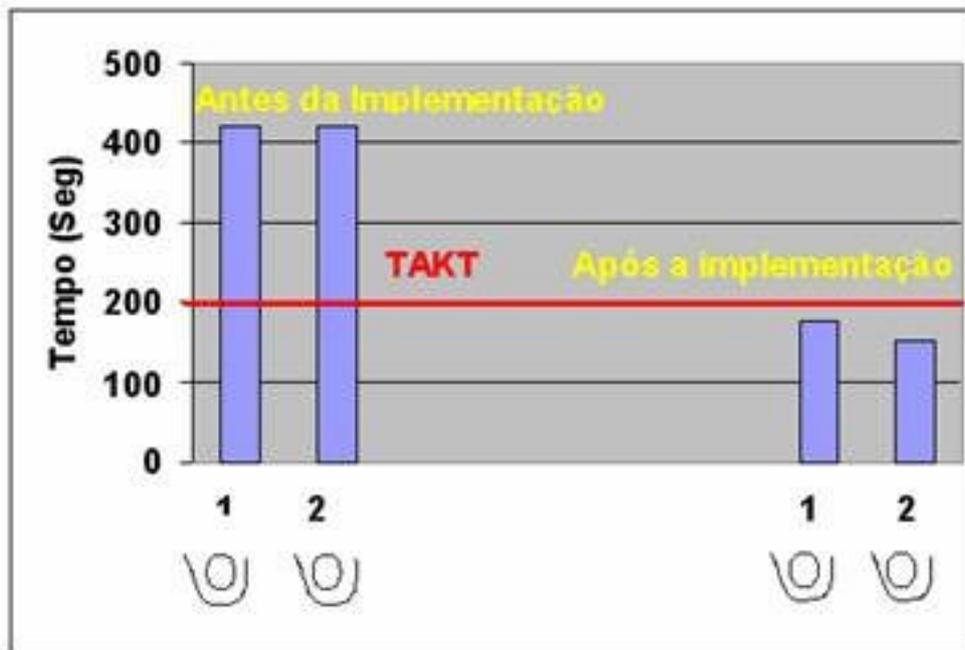
Apesar de diversos estudos apontando para alternativas gerenciais direcionadas a operações de excelência, como os métodos e técnicas *lean*, muitos negócios no Brasil ainda possuem processos com baixos desempenhos (ANSELMO et al., 2020, pag. 5).

É nesse contexto em que se analisa atividades detalhadas de trabalho e se estabelece padrões e procedimentos a serem seguidos com os objetivos de melhor produtividade, otimização de recursos e melhor atendimento aos clientes. Três elementos condicionantes são importantes para elaboração de um Trabalho Padrão, são eles: *Takt Time* (TT), sequência de trabalho e estoque padrão. *Takt time* é o tempo necessário de produção de acordo com a demanda do cliente. Pode ser calculado pela seguinte fórmula: $TT = \text{Tempo disponível de produção} / \text{tempo médio demanda cliente}$. Analisando a fórmula, o tempo disponível de produção, ou o tempo necessário para produção de algum produto, não deverá ser maior que o tempo médio de demanda pelos clientes. Caso tenha um cenário em que o tempo de demanda pelos clientes for menor que o tempo de produção, a empresa certamente estará com dificuldades de atendimento ao cliente. Assim sendo, o risco de perda de clientes será eminente (ROTHER; HARRIS, 2002).

relacionado a atividade que será padronizada de acordo com a seguinte fórmula: $TT = \text{Tempo disponível de produção} / \text{tempo médio demanda cliente}$; onde, o tempo disponível de produção será o tempo analisado no desenvolvimento do trabalho padrão, ele sempre deverá ser menor que o tempo médio da demanda e do cliente, para atendimento (MARKSBERRY; RAMMOHAN, 2011).

A próxima etapa é coletar tempos de cada sequência de trabalho, o menor tempo de execução de cada atividade, tem-se como objetivo o estabelecimento de metas muito exigentes, portanto, a análise dos tempos menores e maiores é importante para estabelecimento de tempos médios de execução de cada atividade, com metas claras e tangíveis, para depois poder fazer à análise de tempo/máquina, pois o tempo de operação da máquina deverá ser menor que o tempo média demanda cliente. Em caso de tempos de máquina maiores que o tempo médio demanda cliente, o método de trabalho deverá ser analisado profundamente, pois poderá exigir investimentos em maquinários para ajustes de processos e atendimento ao cliente. Posteriormente a análise de tempos máquina, o layout deverá ser organizado de acordo com as sequências de trabalho analisadas e estabelecidas, juntamente com a quantidade de funcionários necessários para produção do produto no novo layout e processo. Após a definição de atividades e quantidades de funcionários para produção do produto, a distribuição de trabalho deverá ser realizada, com o intuito de balancear o fluxo de trabalho igualmente para cada funcionário. Abaixo um gráfico exemplo de tempos e balanceamento de atividades por funcionário antes e depois da implantação do trabalho padrão, analisada de acordo com o *takt time* (ROTHER; HARRIS, 2002).

Figura 4: Gráfico de balanceamento de operadores.



Fonte: Lean Institute Brasil, 2021.

Os tempos levantados são analisados em cada sequência de trabalho possibilitam essa análise e facilitam a distribuição das atividades para cada funcionário, desenhando assim um fluxo dentro do novo layout estabelecido. Para finalizar, o Trabalho padrão deverá ser documentado em uma folha, treinado pelos funcionários, exposto visualmente no local de trabalho, realizar revisar frequentemente o processo, a fim de estabelecer processos de melhoria (ROTHER; HARRIS, 2002).

2.7. Dificuldade do Lean Manufacturing no Brasil

Os principais objetivos da implementação do programa *Lean* são a eliminação de desperdício, otimização de tempo e recursos, desenvolvimento de pessoas, e geração de valor para o cliente. Estes objetivos acabam por gerar resultados como a satisfação dos clientes, aumento de lucratividade, atingimento de metas, maior produtividade, maior eficiência e funcionários mais engajados, onde empresas visam transformar realidades gerenciais, potencializar resultados e melhorar o aproveitamento da criatividade humana, através de novas técnicas e experiências compartilhadas. Esse conjunto de ações permite que o aprendizado seja cada vez mais rápido e efetivo (GONÇALVES, 2015).

A aplicação das ferramentas *Lean* precisam estar embasadas em propósitos claramente definidos e orientados para reduzir desperdícios e entregar valor agregado. Devido a isso, ainda há dificuldades de se implementar as ferramentas. Nos procedimentos de implementação da metodologia *Lean*, a empresa pode ser confrontada com as seguintes barreiras: Baixo engajamento das equipes nas atividades relacionadas ao *Lean*; Acomodação nos processos antigos; Ausência de renovação e treinamento da equipe; Ausência de líderes naturais e formados para a liderança; Falta de capital para realização de adaptações necessárias; Falta de capital humano; Falta de projetos *Lean Six Sigma* atrelados ao negócio; Ausência de Metas de Curto, Médio e Longo Prazo; Pouco engajamento da liderança (GONÇALVES, 2015).

3. PESQUISA-AÇÃO

3.1. Caracterização e Apresentação da Empresa

A empresa multinacional estudada atua no fornecimento de equipamentos e soluções de irrigação por pivôs, com sede no Nebraska – EUA está no mercado brasileiro desde 1996, localizada em Uberaba-MG. Seu produto principal é o pivô central, que tem como funcionalidade a irrigação por aspersão. Com faturamento anual médio de R\$ 500.000.000,00 no Brasil e 270 colaboradores em seu quadro de funcionários.

Os principais processos industriais da empresa são: Formações de tubos, fabricação de suportes estruturais dos pivôs, montagem de painéis e galvanização dos produtos. Segundo Ferreira, Gerente Industrial da empresa, se manufatura anualmente 30.000 toneladas de aço na empresa. Além da fabricação dos equipamentos de irrigação, o investimento mais recente do grupo no Brasil é a aquisição de empresa no setor de geração de energia solar, assim, o grupo irá atender o público de produtores com equipamentos de irrigação e soluções solares para geração de energia de seus equipamentos.

3.2. Diagnóstico da Situação Anterior a Implantação

Em 1996 começou a fabricação dos pivôs Valley no Brasil, toda parte estrutural metálica dos pivôs começaram a serem manufaturadas na fábrica

instalada em Uberaba-MG. Os pivôs de irrigação possuem painéis elétricos de comando para o funcionamento do equipamento. Painéis que são montados nas fábricas da empresa ao redor do mundo. Contudo, para uma produção completa do equipamento no Brasil, foi realizada a montagem de uma célula de produção dos painéis elétricos na planta de Uberaba-MG.

A produção iniciou com o modelo de painel *Classic Plus*, um painel com suas funcionalidades totalmente analógica, havendo assim a intervenção humana para início de seus comandos, era necessário o deslocamento de uma pessoa até o pivô para início das funcionalidades dele. Para o *start* da produção dos painéis, foram realizadas visitas na planta dos EUA para modelagem do layout e desenvolvimento de procedimentos de montagem dos painéis. Esse layout e os procedimentos padrões se mantiveram até meados de 2016, quando se surgiu a necessidade de montagem dos painéis digitais *ICON*. Esses painéis são os novos modelos que tem suas funcionalidades totalmente digitais, com comando via rádio ou via internet, evitando assim a necessidade de deslocamento de uma pessoa até pivô para ligar o mesmo. O comando pode ser feito via rádio ou via aplicativo de internet.

Para o desenvolvimento de uma célula de montagem dos novos painéis, todos os procedimentos existentes foram analisados e padronizados, com o objetivo de entendimento e análises das oportunidades de melhoria na montagem dos painéis. Todas as análises e processos de modificações foram realizadas com a participação dos autores do projeto em questão.

O primeiro passo para análise de trabalho foi o desenvolvimento do trabalho padrão, onde se notou que cada montador havia uma maneira de montagem, mesmo que o produto final tivesse a mesma qualidade, não havia um procedimento de montagem padrão dos painéis. Havia diferentes bancadas de montagens para o mesmo tipo de produto, notava-se que para coleta dos materiais para montagem dos painéis a movimentação das pessoas eram grandes dentro do departamento. Toda localização era definida e alocada para controle de inventário de acordo com ERP, e para estabelecimento do “procedimento” de montagem. A percepção do encarregado do departamento era que o processo e o setor estavam em ordem e estavam prontos para receber a montagem dos novos painéis *ICON*.

O plano de produção era realizado uma vez por mês, de acordo com a previsão de vendas e/ou vendas já concretizadas no período, notava-se que o controle de estoque de segurança era falho e que muitas vezes os caminhões já

carregados tinham que esperar dias para a finalização das montagens dos painéis para a emissão da nota fiscal e despacho de toda a carga e pedido dos clientes, uma vez que é impossível a montagem e funcionamento dos pivôs sem os painéis de comando.

No departamento de montagem dos painéis elétricos havia uma boa organização, observa-se que o encarregado do departamento havia o controle de organização, utilização dos materiais, limpeza do departamento e materiais, padronização dos lugares e exigência em manter em ordem o setor. Ou seja, havia um programa de 5 S instalado no departamento. O foco maior era na otimização e melhoria dos processos existentes e novos processos para montagem do novo equipamento.

3.3. Processo de Implantação

No primeiro momento do projeto da nova linha de montagem dos painéis, foi realizado a comunicação com o responsável do setor, onde foi apresentado o novo painel e suas funcionalidades. Foram realizadas visitas na fábrica nos EUA para entendimento dos procedimentos existentes de montagem desse novo produto. Posteriormente um breve brainstorming entre o encarregado do setor de montagem elétrica, o gerente industrial e o supervisor de processo. O projeto da nova linha de montagem de painéis teve como expensor o gerente industrial, coordenado pelo supervisor de processo e o encarregado do departamento.

Após a primeira comunicação com o responsável do departamento, foi realizado uma reunião com todos os colaboradores da área, a fim de apresentar o novo produto e obter uma comunicação clara assertiva que o departamento passaria por modificações de processos e procedimentos de trabalho em um período próximo. Todas as diretrizes foram passadas aos mesmos, salientando-se que, toda ideia de melhoria ou sugestão eram extremamente aceitáveis no processo de mudança. Um ponto ressaltado foi que o departamento receberia pessoas de análises de processos para desenvolvimento do trabalho e a comunicação seria essencial para entendimento do trabalho realizado.

O desenvolvimento do trabalho padrão dos processos existentes deu início com as sequências de trabalhos do painel *Classic Plus*, coletando os dados das atividades que faziam partes do processo. Posteriormente à coleta das

informações, o departamento de processos realizou a montagem do trabalho padrão somente com as sequências de trabalho. Dando início a crono análise das atividades de montagem do painel. Os tempos foram coletados por atividades desenvolvidas, após a realização da coleta dos tempos, foram realizadas as análises de atividades que agregam ou não valor ao produto, de acordo com a montagem do painel. Com os tempos coletados, foi possível realizar a análise dos custos existentes de produção, através dos tempos reais. Tendo uma assertividade maior de custos de mão de obra, já que os dados estavam atualizados. Esse processo de análise foi de extrema importância para a viabilização do custo de produção do painel no Brasil, pois havia a possibilidade de importação dos painéis dos EUA. O próximo passo para análise de viabilização da produção no Brasil foi o desenvolvimento de fornecedores de componentes elétricos. Com o levantamento dos custos e despesas operacionais, juntamente com os valores dos componentes elétricos do painel, foi possível a realização do impacto financeiro da produção dos painéis no Brasil *versus* a importação deles. Esses dados serão apresentados na conclusão do artigo através de números.

Após a viabilidade da produção dos painéis no Brasil, iniciou-se o desenvolvimento do layout para nova célula de produção. Foram realizadas pesquisas de mercado de equipamentos e estruturas de layout de produção equivalentes ao do projeto. Os *flow racks* foram uma das soluções de otimização de armazenamento e disposição dos materiais para montagem em linha dos painéis. Surgiu-se aí a ideia de uma produção em linha de montagem única, onde o colaborador realizará a coletas dos materiais em seu alcance e montará os painéis sem deslocamento. Para o desenvolvimento do novo layout foram realizadas simulações de linhas de montagem com papelões, para definição de fluxo de produção, disponibilidade de materiais, posição dos colaboradores, alturas de bancadas e banquetes. Para a definição primária do layout, a ergonomia dos colaboradores foi um fator essencial para critério de análise.

Figura 5: Fotomontagem da linha para simulação da linha de produção



Fonte: Acervo da empresa 2021.

Todos os colaboradores do setor foram envolvidos no desenvolvimento da linha de simulação de produção dos painéis, onde todos participaram com sugestões e simulações em diferentes cenários. A simulação de linha de produção com papelão, possibilita a flexibilidade de diferentes processos e posições de equipamentos.

Figura 6: Fotomontagem da linha para simulação da linha de produção com banquetes



Fonte: Acervo da empresa 2021.

Com a definição do fluxo de trabalho, posição dos operadores e lista de materiais necessários para produção do novo painel, iniciou-se a procura de

fornecedores de equipamentos para o novo *layout*, em seguida a aquisição deles para implantação.

Em paralelo, o setor de montagem elétrica foi reformado, havendo quebra de paredes, ajustes de tubulações pneumáticas (devido aos novos posicionamentos dos equipamentos de montagem), novo sistema elétrico (fiação), novo sistema de iluminação, novo piso com pintura epóxi e pintura interna das paredes.

A parametrização no ERP foi realizada com ajustes mais precisos em relação a previsibilidade de vendas e vendas confirmadas. Foram ajustados os estoques de segurança, o prazo de aquisição de componentes nacionais e importados comprados, tempo de fabricação, lotes de fabricação e compras, tempo de segurança ordens de produção. E o alinhamento de lançamento do plano de produção para o departamento. Com o objetivo de alinhar todas essas parametrizações do sistema ERP com a operação, foram desenvolvidas caçambas para armazenamento dos painéis já produzidos. O intuito é estabelecer o sistema Kanban para uma melhor gestão de inventário, melhor gestão visual de disponibilidade do produto acabado e um fluxo contínuo de produção. Através da padronização de trabalho, foi possível mensurar a quantidade de painéis produzidos diariamente e definir o tamanho adequado das caçambas, possibilitando assim uma gestão de desempenho da equipe pelo supervisor de área, melhor organização do setor, redução de transporte das empilhadeiras entre o departamento de montagem elétrica até o almoxarifado e aproveitamento vertical de armazenagem dos painéis elétricos no almoxarifado. Todo o fluxo de trabalho foi padronizado com trabalho padrão e instruções de trabalho, facilitando a execução dos procedimentos a serem realizados.

Figura 7: Foto Caçambas Kanban dos painéis elétricos



Fonte: Acervo da empresa 2021.

Após a realização de todas as análises descritas nesse artigo, aquisição dos equipamentos, iniciou-se a montagem da nova linha de produção dos Painéis ICON. O time de operação realizou um treinamento com o time dos EUA para execução da montagem dos painéis elétricos. Conseqüentemente a planta do Brasil estava em condições de produzir e fornecer os novos painéis elétricos para o mercado nacional e internacional.

3.4. Dificuldade para Implantação

Para implantação das ferramentas do *Lean Manufacturing* leva-se tempo para absorção da cultura, em muitos casos, a implantação ocorre de forma vertical, de cima para baixo. Muitos contratempos e dificuldades são encontradas no processo de implantação ou implementação das ferramentas.

O primeiro desafio na implantação do novo *layout* de produção dos painéis foi abertura de informações das atividades por parte do supervisor do departamento. Ele estava na função há 28 anos, e a percepção era que o departamento estava apropriado para receber a montagem dos novos painéis sem nenhum tipo de adequação de *layout* ou padronização de trabalho. Para entendimento e alinhamento entre a gerência industrial e o departamento de montagem elétrica, foi necessário demonstrar a estratégia de crescimento dos

painéis no mercado, e a necessidade de produção futura. Colaboradores que já exerciam as atividades levantaram muitos questionamentos de porque a mudança era necessária, muita das vezes, com a comunicação apropriada essas barreiras eram sanadas.

O desenvolvimento de fornecedores locais de componentes elétricos foi uma dificuldade, devido a menor variedade de componentes e fornecedores no Brasil, quando comparado com o mercado americano. Para solução dessas dificuldades, uma empresa fabricante de componentes elétricos nacionais e parceira da empresa na qual foi realizado o a implantação, desenvolveu equipamentos de acordo com as especificações da engenharia do produto para fornecer esses equipamentos.

As dificuldades foram relevantes no processo de implantação da nova linha de painéis, porém as ferramentas de padronização de trabalho e Kanban foram essenciais para demonstrar os benefícios da operação diariamente. Através da padronização de trabalho, foi possível mensurar os processos anteriormente e posteriormente, mostrando através de dados a melhoria de eficiência e a qualidade melhor de trabalho para cada colaborador. Além das ferramentas, os treinamentos de procedimentos com os colaboradores das linhas de montagens dos painéis foram de grande importância para o entendimento e aprendizado de todos.

O tempo de treinamento para os novos procedimentos foi um agravante para inícios das atividades, devido a demanda corrente do mercado, o tempo para produção dos painéis estava escasso. Mas com ordens e autorização da gerência, todos foram treinados nos novos procedimentos de trabalho, e o tempo investido em treinamento teve o retorno breve.

4. RESULTADOS

Após a implantação da nova célula de montagem dos painéis *ICON* no Brasil, é notável a redução de tempos de manufatura e montagem dos painéis, juntamente com a redução de custos entre os painéis importados e o custo de produção dos painéis montados na fábrica em Uberaba-MG.

A folha de trabalho padrão abaixo (Figura 8) demonstra os tempos de montagem dos painéis na linha de produção anterior a implantação do trabalho padrão e a figura 9 o novo processo de trabalho padronizado da linha de montagem

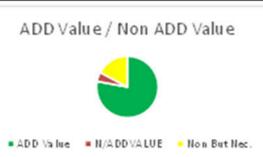
de painéis. todas as folhas de padronização de trabalho foram desenvolvidas pelo autor do artigo.

Figura 8: Trabalho padrão realizado antes da nova célula de produção

Folha Trabalho Padrão - <i>Standard Work Sheet</i>		
Descrição / Código: Painel Auto/Reversão - ICON	Operação	TAKT time: 20430
Posto de Trabalho: Montagem Elétrica	Montagem Painéis	Cycle time: 20580
#	Sequencia de trabalho	Tempo Operação
1	Cortar cabos e prensar terminais quando necessário	1260
2	Cortar cabos e montar placa de auto reversão	720
3	Cortar cabos 2x1,5mm ² x 3,5 metros, montar luminárias e montar kit pressostato	900
4	Retirar quadro de comando da embalagem e colar adesivos	1860
5	Colar adesivo na placa de módulo do standard	300
6	Pegar a placa de fundo e separa as peças, levar peças para bancada, icluse o módulo	360
7	Fixar trilho, transformador, placa auto/reversão, contatores , tomada e chave seccionadora na placa de fundo	1800
8	Recortar adesivos do painel e colocar botões , chave tampão, tomada da BI e luminária	1500
9	Montar módulo standard com os componentes	720
10	Pegar os fios utilizados, colocar em uma do quadro de comando para facilitar o manuseio	780
11	Iniciar as ligações seguindo o manual técnico	8220
12	Após realizada as ligações, colocar a placa de fundo junto com o módulo dentro do quadro de comando, para finalizar as ligações elétricas e colocar pressostato.	1740
13	Energizar o painel e fazer os testes finais	240
14	Colocar Kit's saca fusível, plug da tomada e mangueira do pressostato	60
15	Retornar painel para a embalagem original, marcar código, colocar em palete e enviar para almoxarifado	120
		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>Itens Finalizados </div> <div>WIP </div> <div>Pe Trabalho / Scrap </div> <div>Inspeção Qualidade </div> <div>Segurança </div> </div>
Revisado: 12/01/2018		Page: 1 of: 1
Tempo Total		20580
* Demanda 600 Lances		
Minutes: Seconds	34:30	Responsável: Elcio Ferreira Elaborado: Eduardo Moreira
		Autorização: Elbas Ferreira Revisado: 26/02/2018

Fonte: Acervo da empresa, 2021.

Figura 9: Trabalho padrão realizado depois da nova célula de produção

Folha Trabalho Padrão - Standard Work Sheet		
Descrição / Código: Painel Auto/Reversão - ICON	Operação	TAKT time: 20430
Posto de Trabalho: Montagem Elétrica	Montagem Painéis	Cycle time: 10965
#	Sequencia de trabalho	Tempo Operação
1	Pegar os chicotes de fios disponíveis na bancada	50
4	Retirar quadro de comando da embalagem e colar adesivos	1260
5	Colar adesivo na placa de módulo do standard	120
6	Pegar a placa de fundo na banca 02 e separar as peças de acordo com a instrução de trabalho 004	55
7	Fixar trilho, transformador, placa auto/reversão, contadores, tomada e chave seccionadora na placa de fundo	1200
8	Recortar adesivos do painel e colocar botões, chave tampão, tomada da BI e luminária	1400
9	Montar módulo standard com os componentes	500
11	Iniciar as ligações seguindo o manual técnico	4220
12	Após realizada as ligações, colocar a placa de fundo junto com o módulo dentro do quadro de comando, para finalizar as ligações elétricas e colocar pressostato.	1740
13	Energizar o painel e fazer os testes finais	240
14	Colocar Kit's saca fusível, plug da tomada e mangueira do pressostato	60
15	Retornar painel para a embalagem original, marcar código, colocar em palete e enviar para almoxarifado	120
 <p>Revisado: 15/06/2018</p>		<p>Itens Finalizados: </p> <p>WIP: </p> <p>Retrabalho / Scrap: </p> <p>Inspeção Qualidade: </p> <p>Segurança: </p>
Tempo Total		10965
* Demanda 600 Lances		

Minutes: Seconds 182:45 Responsável: Elcio Ferreira Autorização: Elbas Ferreira
 Elaborado: Eduardo Moreira Revisado: 26/02/2018

Fonte: Departamento de processos da empresa, 2021.

Conforme demonstrado nos Trabalhos Padrões acima, houve uma redução de tempo de 20580 segundos no processo anterior para 10965 segundos com o processo novo. Redução de tempos de 46,7 %. Além da melhoria de qualidade trabalho para os colaboradores.

A seguir, na tabela 1 abaixo, demonstra os valores do painel ICON nos dois cenários, de importação e fabricação no Brasil. Uma redução de custos dos painéis de 35,82%. O custo do painel é composto pelo: Custo de materiais, onde é custeado todos os materiais que compõem o produto, Mão de obra dos colaboradores através do rateio de tempo sobre o custo total da mão de obra, Burden, que são custos operacionais dos setores rateados pela quantidade de produto produzida e o Overhead que são despesas administrativas voltadas para vendas do produto – marketing.

Tabela 1: Tabela de custos do Painel ICON (Importado e Fabricado no Brasil)

	MATERIAL	MÃO DE OBRA	BURDEN	OVERHEAD	O M PRDUÇÃO	TX IMPORTAÇÃO	CUSTO EM USD*	CUSTO TOTAL (R\$)
CUSTO PAINEL ICON (IMPORTADO DOS EUA)	R\$ 15.534,54	R\$ -	R\$ -	R\$ 621,38	R\$ -	R\$ 5.281,74	\$ 6.457,13	R\$ 21.437,67
CUSTO PAINEL ICON (FABRICADO NO BRASIL)	R\$ 11.007,54	R\$ 756,77	R\$ 1.238,35	R\$ 550,38	R\$ 206,39	0	\$ 4.144,41	R\$ 13.759,43

*Taxa de dolar: 1 USD = R\$ 3,32

Fonte: Departamento Financeiro da empresa, 2021.

A disponibilidade, treinamento da mão de obra juntamente com os recursos de processos do projeto possibilitaram a entrega de 563 painéis no mercado nacional primeiro ano. Abaixo está a tabela de vendas dos painéis ICON de Jan/2017 a Dez/2020, considerando a redução de custo por ano.

Tabela 2: Tabela de painéis ICON vendidos no Brasil

Período	Quantidade Vendida	Redução de Custo (R\$)
Jan/2017 - Dez/2017	563	R\$ 4.322.846,42
Jan/2018 - Dez/2018	613	R\$ 4.706.758,18
Jan/2019 - Dez/2019	715	R\$ 5.489.938,17
Jan/2020 - Dez/2020	843	R\$ 6.472.752,27
Total de Redução de Custo (Jan/2017 - Dez/2020)		R\$ 20.992.295,04

Fonte: Departamento Financeiro da empresa, 2021.

5. CONCLUSÃO

A produção dos painéis *ICON* no Brasil permitiu um melhor gerenciamento de inventário na planta em Uberaba, menor valor de inventário *in process*, menor *lead time* para os clientes e maior flexibilidade de entrega dos produtos no mercado nacional. Com o mercado de peças de substituição em uma crescente de 23% ao ano, os painéis são classificados como item de maior venda em valor pela empresa. Com a velocidade e flexibilidade de entrega, é possível o atendimento em um curto espaço de tempo com uma gestão de inventário controlada. Como resultado de negócio, o projeto em questão possibilitou um aumento de margem de um por cento ou a possibilidade maior poder de negociação em relação aos concorrentes. Além

de garantir a satisfação do cliente com as entregas mais rápidas e com o controle de qualidade da marca.

Todo o projeto aconteceu com a contribuição e aplicação das *ferramentas Lean manufacturing*, Trabalho Padrão e o Kanban, juntamente com um time de colaboradores empenhados na entrega de resultados e comprometimento com a melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

ANSELMO, R. B. et al. Avanço de desempenho produtivo com a implementação do trabalho padronizado em uma célula de manufatura. **Tecno-Lógica**, v. 24, p. 289-289, Setembro 2020.

CAMAROTTO, J. A. **Projeto de trabalho: métodos, tempos viu modelos, posto de trabalho**. 2007. 69 p.

DEGUIRMENDJIAN, S.C. Lean healthcare: aplicação do diagrama de espaguete em uma unidade de emergência. **Repositório institucional**, 2016.

GENNARO, Caroline Kuhl; CORREA, Mario Sergio; CORREA, Mario Sergio; OLIVEIRA, Maria Celia de; OLIVEIRA, Maria Celia de; HELLENO, André Luis; HELLENO, André Luis. Aplicação da Simulação de Eventos Discretos para propostas de melhorias numa linha de montagem de uma empresa do setor automotivo. **Exacta**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 47-56, 27 mar. 2017. University Nove de Julho.

GHINATO, P. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. **Edit. da UFPE**, Recife, 2000

GONÇALVES, A. S. DESAFIOS E RESULTADOS DURANTE IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN. **Revista Gestão Industrial**, v. 11, n. 4, p. 232-245, 2015.

GONÇALVES, L. R. de A.; RODRIGUES, R. A. PENSAMENTO A3: ferramenta de melhoria continua aplicada em uma fábrica de luminarias. **Repositorio Unis**, 2018

MAIA, L. C.; ALVES, A. C.; LEÃO, C.P. Metodologias para implementar Lean Production: Uma revisão critica de literatura. **Repositório Um**, 2011.

MARIZ, R. N.; PICCHI, F. A. Método para aplicação do trabalho padronizado. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 3, p. 7-27, Setembro 2013a.

MARIZ, R. N.; PICCHI, F. A. Método para aplicação do trabalho padronizado. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 3, p. 7-27, Setembro 2013b.

MARKSBERRY, P.; RAMMOHAN, R. A systems study on standardised work: a Toyota perspective. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 7. n. 3, p. 287 - 303, 2011.

MORGAN, J. M.; LIKER, J. K. **Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto: Ingressando Pessoas Processos e Tecnologia**. Porto Alegre: Artmed Editográfica, 2008, 379 p.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. 1o. ed. [S.l.): UnicenP, 2007. v. 1. 748 p.

PETRY, D. **Análise de Implantação do Kanban em Hospitais do Programa SOS Emergências**. 2016.

ROSA, A. L. T. et al. Lean manufacturing: Uma abordagem da aplicação da ferramenta SMED em indústria rumo a manufatura 4.0. **Sistemas Lean**, v. 1, p. 100 - 107, 2018

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

SANTOS, A. C. dos et al. Melhoria de layout em uma empresa de fabricação e manutenção de moldes e matrizes de embalagens de vidro. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 10, p. 95281 – 95299, 2021.

SILVA, J. B. da: ANASTACIO, F. A. de M. Método Kanban como Ferramenta de Controle de Gestão. **ID on line REVISTA DE PSICOLOGIA**, v. 13, n. 43. p. 1018 - 1027. Dezembro 2018.

VOTTO, R. G., FERNANDES, F. C. F. Produção enxuta e teoria das restrições: proposta de um método para implantação conjunta na Indústria de Bens de Capital sob Encomenda. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 21, n. 1, p. 45-63, 2014.

WALLACE, T. FORECASTING AND SALES & OPERATIONS PLANNING: SYNERGY IN ACTION. **THE JOURNAL OF BUSINESS FORECASTING**, P. 16 - 36, 2006.