

RFGGTI

REVISTA DA FATEC GUARULHOS

Gestão, Tecnologia & Inovação

v. 1, nº 6 (2021)

ISSN: 2448-4458

**OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE CICLO DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE DISCOS EM UMA
FÁBRICA DE PRODUÇÃO DE RODAS AUTOMOTIVAS: ESTUDO DE CASO**

Carlos Roberto Quintiliano de Souza;
Luan Maycon da Silva;
Lucas Afonso da Silva Juvenal;
Igor Alexandre Fioravante;
Erik Leonel Luciano;
Rosinei Batista Ribeiro

RESUMO

A revolução industrial a busca incessante pela otimização de processos de fabricação, permitiu que as organizações, se tornem e se mantenham líderes no mercado de seus seguimentos. O presente trabalho tem como método a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso, para a otimização de ciclo na linha de produção em uma empresa de fabricação de rodas automotivas, na qual é abordado a engenharia de métodos, estudo de tempos e movimentos e a filosofia empregada pelo Sistema Toyota de Produção e suas vertentes, tais como, as sete perdas da produção, manufatura enxuta e melhoria contínua. Com a aplicação das ferramentas analíticas como o AV/NAV e ferramentas de aplicação como 5W1H, foi possível realizar uma análise teórica e técnica, a fim de elaborar métodos para desenvolvimento da melhoria na Linha 1 do Setor de Estamparia. Diante de tal afirmação foi possível apresentar resultados satisfatórios no aumento de produtividade dessa linha, atingindo um ganho de 14,5%, que consequentemente poderia ser replicada em suas outras três linhas similares do setor, ampliando assim a capacidade produtiva para todo o Setor de Estampagem sem custos financeiros adicionais, tornando a empresa mais competitiva e permitindo-a obter maiores lucros.

Palavras-chave: Otimização de processos; Sistema Toyota de Produção; Ferramentas da Qualidade; Melhoria Contínua; Engenharia de métodos.

OPTIMIZATION OF THE CYCLE TIME OF A DISC PRODUCTION LINE IN AN AUTOMOTIVE WHEEL PRODUCTION FACTORY: CASE STUDY

ABSTRACT

The industrial revolution, the incessant search for the optimization of manufacturing processes has allowed organizations to become and remain market leaders in their segments. The present work has method bibliographical research and a case study, for the optimization of the cycle in the production line in an automotive wheel manufacturing company, in which the engineering of methods, the study of times and motions and the philosophy are addressed used by the Toyota Production System and its aspects, such as the seven production losses, Lean Manufacturing, and continuous improvement. With the application of analytical tools such as AV/NAV and application tools such as 5W1H, it was possible to carry out a theoretical and technical analysis to develop methods for developing improvements in Line 1 of the Stamping Sector. Given this statement, it was possible to present satisfactory results in the increase in productivity of this line, reaching a gain of 14.5%, which could consequently be replicated in its other three similar lines in the sector, thus expanding the production capacity for the entire Stamping Sector without additional financial costs, making the company more competitive and allowing it to obtain greater profits.

Keywords: Process Optimization. Toyota Production System. Continuous Improvement. Quality tools. Method Engineering.

1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico industrial, propõe cada vez mais a busca incessante por afirmação no mercado competitivo vem tomando conta deste cenário, é visto, por consequência, o aumento da competitividade, em que quanto mais economia se atinge por meio de redução de desperdícios, redução de custo, otimização de processos, melhoria contínua, qualidade, segurança e produtividade, de acordo com a gestão de cada empresa é fundamental para se manter e sobreviver neste ramo.

Ao longo da história essa competitividade é marcada devido as revoluções industriais, iniciadas com a substituição do trabalho artesanal pelo trabalho industrial, depois pelo desenvolvimento do sistema de produção em série por meio de Ford e Taylor, no pós-guerra com os japoneses Eijhi Toyoda e Taiichi Ohno desenvolvendo o Sistema Toyota de Produção com os conceitos de produção enxuta e melhoria contínua.

O melhor aproveitamento do tempo de produção também está relacionado com a capacidade de produção e produtividade, e, no que diz respeito a otimização do tempo de produção, o fluxo e movimentação de materiais interfere diretamente nesta questão. Neste caso, o fluxo de materiais pode ser definido como o caminho que o material a ser transformado percorre durante todo o processo produtivo, representando um fator de elevada influência no tempo de produção (SILVA; RENTES, 2009).

O tema desta pesquisa será as aplicações de ferramentas do Sistema Toyota Produção (STP), para otimizar o tempo de processo em uma linha de produção. Para a utilização destas, foi escolhida uma empresa do segmento automotivo, que nos possibilitou desenvolver a proposta do presente trabalho, visando a busca pela melhoria contínua em seus processos fabris, especialmente no setor de estamparia, que atualmente tem como principal problema a linha 1, que é o gargalo do setor, o tempo de ciclo das atividades e movimentações dos robôs, não estão sendo utilizados com sua maior eficiência. Assim, evidencia-se a oportunidade de melhoria para se atingir uma melhor performance.

Portanto, o trabalho tem por objetivo desenvolver uma proposta de otimização do tempo de ciclo na fabricação de “disco” (peça interna da roda), no processo de produção de rodas automotivas de uma indústria situada na cidade de Cruzeiro – SP, para obter-se ganhos significativos em sua performance.

Foi realizada uma análise teórica e técnica, visando desenvolver os métodos para a aplicação de melhorias no processo de fabricação da linha 1 no setor de estamparia, em que foi possível apresentar resultados satisfatórios no aumento de produtividade desta linha, utilizando-se de ferramentas da qualidade, contendo como principais fontes, Gráficos Analíticos, o Diagrama de Atividades que Agregam Valor e Atividades que Não Agregam Valor (AV/NAV), Engenharia de Métodos e 5W1H.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Sistema Toyota de Produção

Com um conceito de redução de custos por meio da eliminação de desperdícios e melhoria de processos, o Sistema Toyota de Produção pressupõe que o gerenciamento da produção com as ferramentas adequadas pode trazer os benefícios necessários para a eficácia das indústrias com relação a melhor produtividade, qualidade dos produtos e custo zero.

De acordo com Ohno (1997), o desenvolvimento do STP se deu no pós-guerra com o Japão devastado. Diante da situação econômica do país, nomes fortes da empresa Toyota foram em busca de conhecimento sobre o sistema Ford de Produção. Em que observaram as diferenças entre os modelos americano e japonês, que indicava pontos de desperdícios a serem eliminados na indústria japonesa, desenvolvendo assim a ideia de melhoria, ponto que seria fundamental para a elaboração de todo o STP.

Segundo Shingo (1996) o modelo de gestão do STP é voltado para toda cadeia de manufatura da empresa, desde as entradas, passando pelos processos de transformações até chegar à saída, com produtos acabados, na hora exata do pedido do cliente, com a qualidade necessária. Diante disso, de acordo com OHNO (1997) se faz necessário a redução de desperdícios de todo o processo produtivo, por meio da filosofia JIT (Just-In-Time) e Jidoka em que se sustentam como pilares da estrutura do STP, Figura 1.

O Just-In-Time tem como conceito toda a movimentação no processo de fluxo, com o objetivo de controlar fluxo contínuo, por meio da quantidade exata, no tempo marcado e com a melhor qualidade fornecida para o cliente (OHNO, 1997).

O Jidoka pode ser encarado como a automação junto à eficácia humana para a mecanização das operações e resolução de problemas com paradas de máquinas. (SHINGO, 1996a; OHNO, 1997).



Figura 1: Sistema Toyota de Produção e seus pilares de sustentação do Lean.

2.2 Lean Manufacturing

A importância da metodologia *Lean* é eliminar qualquer tipo de desperdício, padronizar, otimizar e simplificar seu processo de produção para melhorá-lo de todas as formas.

Um conceito principal no STP é o *Lean Manufacturing* conhecido como produção enxuta, segundo o Lean Institute Brasil (2016 A),

“A definição trata-se do conhecimento no qual a essência é a eliminação de todos os desperdícios de forma contínua, tornando sistêmica a resolução dos problemas. Isso é influenciado pela maneira que se lidera, gerencia e desenvolve as pessoas envolvidas no processo, cujo engajamento é essencial para o bom funcionamento proporcionando melhorias e ganhos sustentáveis”.

Segundo Ohno (1997), o LM é a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida. Este método é constituído por 5 ferramentas principais, as quais se apoiam para a adesão do sistema e principalmente na obtenção dos resultados, são elas:

Kanban: por meio do modelo dos supermercados se originou a ideia do *Kanban*, fazendo com que o cliente final vá receber seu material na quantidade desejada na hora que precisa dele. Mapeando todo esse processo por meio de cartões de informações que impedem produções acima do pedido, e produzido na hora certa não causando acúmulo de estoque (OHNO, 1997)

5S: Dividido em cinco conceitos que trazem sentidos de organização, padronização e limpeza, com intuito de eliminar todos os pontos de desperdícios por meio de um trabalho visual. São eles: *Seiri* (Separar); *Seiton* (Ordenar); *Seiso* (Limpar); *Seiketsu* (Padronizar); *Shitsuke* (Manter). (SLACK, 2009).

Poka-Yoke: um dispositivo anti erro que permite garantir a qualidade dos produtos, não deixando processo continuar, OHNO (1997).

Fluxo Contínuo: O conceito desta filosofia inserida por Henry Ford e dedicada ao setor de produção com a finalidade de se manter o fluxo produtivo eliminando parada e reinício de produção. Por meio deste houve um ganho de 50% de *lead time*, reduzindo assim o custo de

fabricação (KOSAKA, 2009). Essa ferramenta geralmente é associada a produção, que buscam padronizar o processo produtivos da empresa.

Trabalho Padronizado: estabelece procedimentos e métodos em atividades de produção por meio de três situações:

1. Takt Time: Ritmo da linha de produção;
2. Sequenciamento da produção: Ordem das ações a serem executadas;
3. Estoque Padrão: Garantir o necessário para um fluxo de produção interrupto.

SMED (Single Minute Exchange of Die): filosofia de troca rápida de ferramenta, máquinas e processos, com o objetivo de diminuir ao máximo o tempo de setup buscando sempre 1 “dígito”.

2.3 Os Sete Tipos de Perdas no Lean

Shingo (1996) faz a classificação das perdas do processo produtivo como sete grandes tipos de perdas, sendo elas: Superprodução, Espera, Transporte, Processamento, Estoque, Movimento e Retrabalho. Assim, o aprofundamento nestas perdas tem por objetivo extingui-las permanentemente obtendo maior lucro por reduzir custos produtivos. Este discernimento em relação as perdas sendo explanado no ambiente fabril promove um direcionamento benéfico minimizando os desperdícios.

Segundo Liker (2005), é de suma importância atenuar o tempo gasto em operações que não agregam valor, de forma que os instrumentos sejam posicionados o mais próximo possível do seu local de montagem, é essencial verificar ainda o sistema produtivo tentando extinguir as fases que não agregam valor ao produto, nos sistemas produtivos e identificando os desperdícios existentes.

Para o Sistema Toyota de Produção produzir acima do necessário escem que as demais perdas no processo. Isso significa extrapolar estoque, zerar quantidade de matéria prima, diminuir valor do produto no mercado.

Segundo Shingo (1996), existem dois tipos de superprodução:

1. Quantitativa: produzir acima do pedido;
2. Antecipado: produzir antes do pedido.

O transporte de matérias de um lado para o outro é visto como uma ação que não agrega valor ao produto, visando isso devemos impor uma estratégia para reduzir este tipo de perda, agir de forma organizada para eliminar os gastos com transportes.

Segundo Antunes (1995) para combater as perdas por transporte existem dois tipos de ações:

1. Ações de melhoria de layout, para diminuir a movimentação de transportes;
2. Ações de automação dos trabalhos, a serem eliminados no curto e médio prazo.

Esse ponto diz respeito a natureza dos produtos a serem produzidos.

Para Correa e Giansi (1993) através de indagações sobre as características e montagem do produto e o porquê de sua necessidade, pode-se eliminar perdas no processo. Tal atividade está diretamente ligada a metodologia da análise de valor.

É a perda de dinheiro e tempo com deslocamento de colaboradores, equipamentos, matéria prima e produtos que não deviam se deslocar ou que se deslocam mais que o deveriam.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), um trabalhador pode parecer ocupado, porém, algumas movimentações não agregam valor. Desta forma, movimentar-se para pegar ferramentas que podem estar em lugares desorganizados e irregulares é classificado como desperdício de movimento do operador. Diante disso devemos ajustar ambientes de trabalho para diminuir movimentos.

Os produtos semiacabados e insumos em excessos é sinal de capital parado. O estoque de produtos em geral precisa ficar o menor tempo possível nos galpões. Diversas ferramentas podem indicar quando produzir determinado material, isso pode ajudar na gestão de um estoque inteligente pois o estoque é considerado um desperdício.

Segundo Corrêa e Giansi (1993) para eles o desperdício de estoque deve ser eliminado pelas causas geradoras. Eliminando todos os desperdícios, reduz por consequência os custos, Antunes (1995), significa estoques desnecessários uma produção empurrada e um grande aumento de produto no estoque, isso significa estoque desnecessário e prejuízo desnecessário.

A gestão de defeitos na manufatura enxuta é aquela que não somente corrige, mas preocupa-se em entender a origem do problema e evitar que ele volte a se repetir.

Para Slack, Chambers e Johnston (2002) produtos com defeitos trazem grandes desperdícios para os processos, elevando assim os custos de qualidade, sendo de fundamental importância controlar essas perdas. Segundo Corrêa e Giansi (1993) este tipo de perda acarreta desperdício de mão de obra, equipamentos, matéria prima, armazenagem, entre outros.

O tempo que um produto fica em espera para entrar em um próximo processo deve ser o menor possível. Interrupções não programadas na linha de produção também são consideradas

desperdícios. Manutenção constante e treinamento das equipes são soluções para evitar tempo de espera.

Segundo Corrêa e Gianesi (1993), essa é a perda de tempo devido ao, atraso de um processo anterior ou subsequente que interrompe o fluxo contínuo da linha de produção.

De acordo com Shingo (1996) perdas por espera podem ser de dois modos:

1. Do processo: quando um lote não produzido fica aguardando seu precedente ser liberado na próxima etapa.

2. Do lote: quando um lote em processo, exceto a parte que está sendo produzida se encontra parada aguardando sua vez até que todo o lote esteja processado.

2.4 Melhoria contínua – Kaizen

De certa forma o conceito de melhoria contínua e *kaizen* nada mais é que, estar sempre em busca do melhor rendimento possível em qualquer atividade que seja, visando cada vez mais a performance ideal por meio da qualidade.

A melhoria contínua é um processo complementar às mudanças radicais consideradas pela reengenharia (JURAN, 1990; TERZIOVSKI, 2002). É um recurso ordenado de resolução de problemas e compreende três níveis. Em primeiro lugar o controle, refere-se apenas à manutenção dos níveis operacionais; o segundo, visa o restabelecimento do estado atual; e o terceiro, denominado de proativo, tem por objetivo aumentar o desempenho. (Shiba, 1997)

Kaizen é uma palavra japonesa que significa mudança para melhor ou melhoria contínua, é uma filosofia ou prática que se concentra na melhoria contínua dos processos de fabricação, engenharia, serviços ou qualquer gerenciamento de negócios. Deste modo, esses princípios são bem defendidos e praticados por engenheiros em todo o mundo desde o século XIX e o princípio da criatividade pode ser comparado ao *kaizen* (KIRAN, 2017).

A aplicação do *Kaizen*, segundo Valente e Aires (2017), com os seguintes passos:

a) Planejamento/Avaliação: envolve definição de prioridades, negociação com demais áreas, negociação dos integrantes e cronograma do *kaizen*;

b) Formação de equipe: Buscar uma equipe multifuncional, com diferentes valores;

c) Estrutura do kaizen: formato da atividade e importância do *kaizen*;

d) Objetivos: apresentação do objetivo e o que se busca com o mesmo;

e) Aplicação do Kaizen: identificação dos principais problemas, seleção e priorização, ações possíveis, aplicação do PDCA, e encerramento;

f) Melhorias junto ao setor: avaliação com gestores e aplicação de melhorias;

g) Encerramento: feedback da equipe;

h) Reavaliação das melhorias: discutir resultados obtidos por meio dos indicadores dos processos, buscando o início de um novo ciclo.

2.5 Engenharia de Métodos e tempos

De acordo com Barnes (1977), Frederick W. Taylor e de Frank B. Gilbreth foram essenciais no desenvolvimento de estudo de tempos predeterminados. Taylor foi seu precursor ainda na usina Midvale Steel Company em 1881.

O estudo de tempos padrão definido como o processo de determinação do tempo necessário para a execução de uma designada tarefa, em condições pré-estabelecidas, com instruções prévias do método utilizado para essa execução, o qual deve ter sido subjugado a um estudo de métodos. A análise das tarefas e determinação de métodos possibilitou a remoção de ações inúteis e melhorar, modificar ou juntar os movimentos úteis gerando economia de tempos e esforço do operador.

Ao obter informações mais claras e assertivas sobre um processo, melhora a forma de tratar a produtividade e a qualidade em um processo produtivo. Os estudos de tempos e métodos nos mostram meios para coleta de dados reais e assim pode-se obter indicadores confiáveis. Toledo (2004b), declara que a cronoanálise é oriunda do estudo de tempos e métodos, e determina padrões para o melhor desenvolvimento para tarefas mais enxutas.

A cronoanálise tem sua origem no estudo de tempos e métodos, sendo que com base nesta ferramenta, define-se os parâmetros tabulados de várias formas que, coerentemente, culminam na racionalização industrial. Anis (2011, apud CUSTODIO et al, 2012), “cita que, como resultado da cronoanálise busca-se o tempo padrão que determina um tempo de produção em que o analista o utilizará na determinação de parâmetros relativos à produtividade e consequentemente da qualidade”. Toledo (2004a) elucida que o tempo resultado da cronoanálise realizada pelo aplicador de tal método não é de nenhuma valia se o documento portando essa informação não for estudado e subjugado às ações que possam torná-lo referência.

2.6 Otimização de processos

As empresas cada dia mais vem buscando a otimização dos seus processos, aumentando sua lucratividade, qualidade dos produtos e muitas das vezes reduzindo o tempo de processos. Essa e uma estratégia que mapeia as atividades para eliminar falhas e padronizar processos, melhorando os métodos, buscando a melhor gestão do tempo.

A otimização e manutenção de equipamento defende o seu investimento e melhora o seu ponto de partida, minimizando os períodos de inatividade, aumentando a vida do equipamento, reduzindo os gastos de energia e outros custos operacionais e otimizando seu desempenho, (CURY, 2007).

A otimização industrial tem como resultado a busca de suprir as necessidades da empresa como um todo, na busca de aumento da produtividade, a padronização e qualidade dos processos. Com o passar do tempo à otimização vem se aperfeiçoando e se adaptando às necessidades diversas de cada setor da indústria, quer seja por meio de estudos, projetos, avaliações ou testes são possíveis adequar qualquer processo ao uso de equipamento adequado para atender às demandas específicas de cada mercado, (OLIVEIRA, 2006).

Percebem-se constantemente obstáculos sendo superados no ramo industrial, quer sejam eles em melhorias por meio automotivo, otimização ou utilizando-se de métodos de melhoria contínua como *Lean*, *5S*, *Kaizen*, *Six Sigmas*, entre outros, por meio da inteligência e tecnologia conseguimos superar nossas limitações, o que nos permitem adaptar o ambiente às nossas exigências, (OLIVEIRA, 2006).

2.7 Ferramentas da Qualidade

Os gestores vêm buscando uma melhoria contínua em seus processos fabris, aplicando diversas ferramentas da qualidade para melhorar seus produtos, elaborando assim um melhor desempenho. As ferramentas da qualidade vêm propondo diversas melhorias, tais como retrabalho, desperdícios, perda de tempo, entre outras.

Quadro1: Ferramentas da qualidade adotadas nas organizações

Carta de controle	Ferramenta utilizada para monitorar os processos e sinalizar a presença de causas especiais, permite a distinção entre os dois tipos de causas de variação, ou seja, ele nos informa se o processo está ou não sob controle estatístico. WERKEMA (1995)
Histograma	O histograma é um gráfico de barras, que representa a relação entre intervalos de valores, cada barra apresenta uma quantidade de vezes em que os valores correspondentes a intervalos de estudo. Oakland (1994).
Diagrama de Pareto	É um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, visualizando as prioridades dos problemas. Vieira (1999).
Diagrama de dispersão	O diagrama de dispersão é utilizado para identificar uma possível relação entre duas variáveis. “Em que por meio dele pode-se identificar se existe uma tendência de variação conjunta entre duas ou mais variáveis”. WERKEMA (1995). Assim entendemos que no diagrama de dispersão existe duas variáveis quantitativas, uma de causa e uma de efeito, com o uso garantimos algumas certezas.
Fluxograma	O fluxograma pode ser definido como o gráfico em que se representa o percurso ou caminho percorrido por certo elemento.
Diagrama de Ishikawa	É uma ferramenta visual, em formato de gráfico. Sua função é auxiliar as análises das organizações na procura da causa principal de um problema. O objetivo deste diagrama é identificar e solucionar falhas, traz diversos benefícios para a organização e para a equipe que a utiliza. WERKEMA (1995).
5w1h	Ferramenta utilizada para organizar e tomar decisão, é um conjunto de métodos para compor um plano de ação eficaz, uma maneira visual simples e ágil. 5w1h significa What (O que, qual), Where (onde), Who (quem), Why (porque, para que), When (quando) e How (como). WERKEMA (1995).
AV/NAV	Consiste em desdobrar cada processo em etapa e classificá-las em operações, transporte, estoque, espera e inspeção, ou seja, analisar qual atividade agrega valor e qual não agrega valor durante o processo, entendendo o contexto para aplicar a melhoria proposta. Ghinatto (2000).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo Gozzi (2015), as ferramentas da qualidade são usadas para definir, calcular, analisar e propor não só soluções, mas melhorias para os processos organizacionais que comprovam problemas. Se utilizadas acertadamente, podem levar ao aumento dos níveis de qualidade, a minimização do desperdício, extinção do tempo de retrabalho, também uniformização de produtos e processos, resultando assim, na diminuição dos custos e prejuízos para a sociedade, Tabela 1.

As ferramentas da qualidade mostram-se importantes no contexto industrial, em função da sua aplicabilidade e baixo custo, a implementação de tais ferramentas faz com que indicadores de Qualidade e reputação da empresa no mercado aumentem (VISVESHWAR, 2017).

3. METODOLOGIA

De acordo com Gil (2002 pg. 44), pesquisa bibliográfica... “é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”.

Já para Cervo e Bervian (1983, p. 55) a pesquisa bibliográfica... “explica um problema a partir de referenciais teóricos publicados em documentos”.

Segundo Yin (2001, p.32): “o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi utilizada revisão bibliográfica, para se tomar ciência do assunto abordado por meio de pesquisas em sites, artigos e livros. O estudo de caso foi realizado por meio da análise de dados fornecidos pela empresa que foram estratificados por meio de ferramentas da Qualidade, proporcionando a melhor compreensão deste processo produtivo. Portanto, a proposta de melhoria foi desenvolvida por meio de aplicações de ferramentas e testes necessários que comprovaram com resultados satisfatórios a viabilidade das ações executadas, confirmando sua eficiência e ganho.

3.1 Estudo de caso

A empresa cujo presente trabalho se retrata é uma companhia global, atuante no segmento de componentes estruturais automotivos e líder mundial na produção de rodas automotivas. Contam com 31 unidades fabris espalhadas pelo mundo e cerca de 15 mil funcionários, se dividindo em dois seguimentos e estrutura, sendo elas:

- A produção e comercialização de rodas automotivas de aço em geral, e rodas de alumínio para veículos leves.
- Além da divisão de produção e comercialização de componentes estruturais automotivos e bem como chassis automotivos para veículos em geral.

A divisão a ser estudada está situada na cidade de Cruzeiro – SP, na região do Vale do Paraíba, desde o ano de 1945. Sempre buscando a melhoria em seus processos, com o objetivo de proporcionar maior qualidade e confiança a seus clientes, além da estruturação interna, proporcionando maior qualidade em seu ambiente de trabalho, entre todos os seus setores e colaboradores.

3.2 Diagnósticos situação problema

Analisando os dados fornecidos pela empresa, por meio do seu quadro de Gestão à vista, foi possível observar a capacidade produtiva dos seus setores de fabricação.

Utilizando dos resultados avaliados por meio de Tabelas de Cronoanálises, Diagrama AV/NAV, Tempos de Operações e Movimentações e Capacidade Produtiva, conforme segue em representação nas Figuras e tabelas no decorrer da pesquisa, evidenciamos um desequilíbrio na produção de um dos setores. Isso foi o que nos proporcionou a oportunidade de desenvolver e realizar a aplicação dos conceitos de melhoria contínua, buscando assim resultados com potenciais de exploração ainda maiores quanto ao desempenho produtivo encontrado anteriormente.

Neste processo de produção, atuou-se análise dos dados de três setores que trabalham de forma paralela e linear para fabricar um mesmo produto, são eles: Estamparia, que fabrica o disco central da roda; Laminação, que produz o aro da roda; Montagem, que faz a união das partes dando forma a roda de aço. De posse dos dados da capacidade instalada de cada uma destas operações, observou-se que o Setor de Estampagem é o gargalo da produção.

Segundo Pessoa e Cabral (2005), gargalo é o exato momento e local de um sistema produtivo em que há algum tipo de atraso no fluxo contínuo de produção, delimitando assim sua capacidade total de produção. O gargalo não possibilita um atendimento maior sobre a demanda, caso seja necessário que demonstra-se a relação da produtividade por meio do gráfico de quantidade de peças produzidas por hora em cada setor, Figura 2.

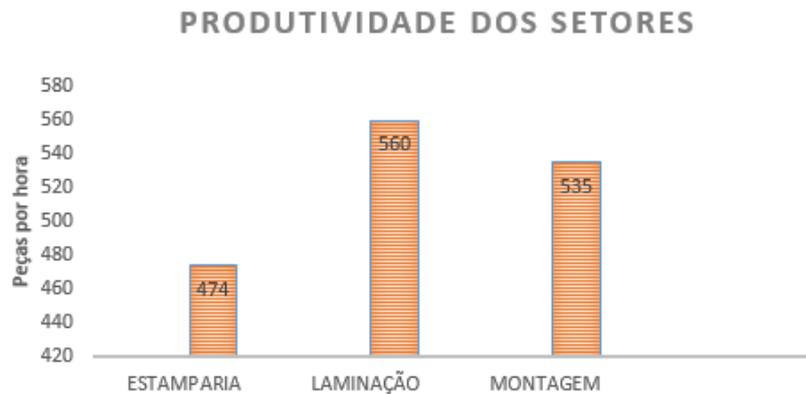


Figura 2: Produtividade P/H – Anterior.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Desse modo, nota-se na Figura 2 que o maior gargalo ocorre no setor de estampagem., a proposta de melhoria foi destinada a uma de suas linhas de produção. Tendo em vista que tal operação, conta com quatro linhas que fabricam o mesmo produto, divididos em modelos diferentes. O que permite a possibilidade de replicar a melhoria desenvolvida para todas as quatro linhas do setor. Focando assim, ainda mais no desenvolvimento e aplicação da melhoria, buscando ter um grande aumento nos seus resultados.

Na Figura 3, segue a representação estratificada da capacidade produtiva das Operações da Estamparia, demonstradas pelo gráfico.

CAPACIDADE DAS LINHAS DA ESTAMPARIA



Figura 3. Capacidades do Setor de Estamparia – (Anterior).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base nos dados, foi possível apresentar a proposta de melhoria para a Linha 1 do Setor de Estampagem, por meio da aplicação de uma das ferramentas da qualidade mais utilizadas quando se fala em aumento de produtividade, o Diagrama de AV / NAV.

De acordo com Ghinatto (2000), Diagrama AV / NAV, tem por objetivo classificar todas as atividades de um processo de acordo com as que “Agregam Valor” e “Não Agregam valor”, mostrando quais atividades devem ser atacadas para possíveis melhorias, entretanto é importante ressaltar que mesmo em algumas atividades classificadas como “NAV”, são de fundamental importância para a realização da operação, como por exemplo as atividades de transporte.

Na Tabela 1, visualiza-se a aplicação do digrama AV/NAV da situação anterior do processo, demonstrando as atividades e as ações propostas.

Tabela 1: Cronoanálise da Linha 1, apresenta-se a estratificação das operações, demonstrando a produtividade em peças produzidas por hora.

Tabela 2: Diagrama AV/NAV – (Anterior)

Etapas	Processo	Fabricação do Disco da roda de aço automotiva						Proposta de Melhoria
		AV	NAV	NAV	NAV	Eliminar	Rebutar	
1	Pegar peça no buffer e colocar na esteira		X				X	
2	Peça fica na esteira até ser pega pelo robô		X					
3	Robô 1 busca peça na esteira para levar para primeira operação		X				X	1. Melhorar movimentação para reduzir o tempo de transporte
4	Prensa faz o furo de fixação e central da peça	X						
5	Robô retira peça da prensa e deposita na mesa 1		X				X	1. Melhorar movimentação para reduzir o tempo de transporte
6	Peça aguarda na mesa 1 (remover etapa por meio da equalização)		X				X	2. Reduzir ao máximo possível com a equalização
7	Robô 2 pega peça na mesa 1 e leva para a segunda operação		X				X	1. Melhorar movimentação para reduzir o tempo de transporte
8	Prensa faz os 10 furos de ventilação na peça	X						
9	Robô leva peça para a mesa 2		X				X	1. Melhorar movimentação para reduzir o tempo de transporte
10	Peça aguarda na mesa 2 (remover etapa por meio da equalização)		X				X	2. Reduzir ao máximo possível com a equalização
11	Robô 3 pega peça na mesa 2 e leva para a terceira operação		X				X	1. Melhorar movimentação para reduzir o tempo de transporte
12	Cunhar os cantos vivos dos 10 furos de ventilação	X					X	1. Melhorar movimentação para reduzir o tempo de operação
13	Robô leva peça para a mesa 3			X	X			3. Adaptar prensa para eliminar a mesa 3
14	Peça aguarda na mesa 3 (remover etapa por meio da equalização)			X	X			4. Adaptar garra do robô 4 para que ele possa pegar a peça na prensa
15	Robô 4 pega peça na mesa 3 e leva para próxima operação		X				X	1. Melhorar movimentação para reduzir o tempo de transporte
16	gravar face peça	X					X	5. Reduzir abertura da prensa (altura do martelo)
17	Robô 4 pega peça na gravação e leva para o repasse		X				X	1. Melhorar movimentação para reduzir o tempo de transporte
18	Corrigir planicidade e inclinação da peça	X						6. Reduzir abertura da prensa (altura do martelo)
19	Robô 5 pega peça no repasse e leva para E1		X				X	1. Melhorar movimentação para reduzir o tempo de transporte
20	E1 faz o alargamento do furo central e chaufra os de fixação	X					X	6. Ajuste no ferramental
21	Robô 5 pega peça na E1 e leva para E2		X				X	1. Melhorar movimentação para reduzir o tempo de transporte
22	E2 faz o acabamento do furo central	X						6. Ajuste no ferramental
23	Robô 5 pega peça na E2 e leva para o torno CNC		X				X	1. Melhorar movimentação para reduzir o tempo de transporte
24	Usinar diâmetro e altura da peça	X						7. Ajuste na programação do CNC
25	Robô 6 retira peça do torno e leva para esteira de descarga		X				X	1. Melhorar movimentação para reduzir o tempo de transporte
26	Esteira transporta peça para a inspeção		X				X	
27	Máquina faz a inspeção dimensional da peça	X					X	
28	Se a peça estiver em conformidade vai para o estoque	X					X	
29	Se a peça estiver em NÃO conformidade vai para o retrabalho ou refugo	X					X	
30	Peças em conformidade vão para o estoque de cliente interno	X					X	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Tabela 2: Cronoanálise Linha 1 – (Anterior).

Linha 1		Tempo de Ciclo	
Operação	Nome das Operações	Segundos	PÇS/H
A	Furo de fixação e furo central	32,93	109
B	Estampar furo de ventilação	28,24	127
C	Cunhagem do furo de ventilação	34,41	105
D	Gravação e repasse do disco	34,29	105
E	Escarear furo de fixação e furo central	30,11	120
F	Usinagem da altura e diâmetro	33,99	106
CAPACIDADE TOTAL		3600	104

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

3.2 Proposta e Aplicação da melhoria

Com a aplicação das ferramentas utilizadas e representadas acima na tabela 2 e 3, conseguimos identificar os pontos em que ocorreu a atuação para de fato obter a otimização da produtividade. Com a representação na tabela 4 a seguir, pode se observar as ações tomadas, que estão relacionadas e apresentadas na Tabela 2.

Quadro 2: Ações de Melhorias.

Ações	Proposta de Melhorias
1	Otimizar a movimentação para reduzir o tempo de transporte
2	Reduzir o tempo de espera o máximo possível com a equalização das operações
3	Adaptar prensa para eliminar a mesa 3
4	Adaptar garra do robô 4 para que ele possa pegar a peça na prensa
5	Reduzir abertura da prensa (altura do martelo)
6	Ajuste no ferramental
7	Ajuste na programação do CNC

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Com estes dados apurados foi possível utilizar para a execução dessas ações de melhoria, outra ferramenta da qualidade que é excelente para realização de tarefas, o 5W1H.

Para Werkema (1995), o 5W1H consiste em realizar planos de ações sobre o problema, de acordo com as indagações que o compõe, para que se tenha definido cada etapa do processo, são elas: O que será feito? (What), Por que será feito?(Why), Em que será feito?(Where), Quando será feito?(When), Quem fará?(Who), Como será feito?(How).

Assim elaborou-se dentro deste conceito a aplicação das melhorias com a utilização desta ferramenta, as dividindo em sete ações, Tabela 5.

Quadro 3: 5W1H adotada nas ações de melhorias na empresa.

AÇÕES	WHAT	WHY	WHERE	WHEN	WHO	HOW
	Otimizar a movimentação dos robôs	Para reduzir o tempo de transporte	Na programação dos robôs.	1/10/21	Operadores da linha	Alterando algumas das configurações
	Reduzir o tempo de espera o máximo possível	Para reduzir o lead time	Em todos os pontos de espera e operações	01/10/21	Operadores da linha	Equalizando o tempo de operação de cada processo
	Modificar a cortina de luz prensa	Para eliminar a mesa de espera	Prensa da cunhagem	01/09/21	Caldeireiro	Tornando a cortina móvel com a adaptação de roldanas no suporte
	Adaptar garra do robô	Pegar a peça direto na prensa	Suporte da garra do robô	30/08/21	Ferramentaria	Confeccionando um novo suporte para a garra
	Reduzir abertura da prensa	Para reduzir o tempo de operação	No programa da prensa de gravação e repasse	01/08/21	Operadores da linha	Utilizando o IHM os parâmetros de

						posicionamento são alterados
	Ajuste na ferramenta para reduzir tempo de operação	Para reduzir o tempo de operação	Nas ferramentas das escareadeiras	01/10/21	Operadores da linha	Alongando os batentes para ficarem maiores
	Ajuste na programação do CNC	Para reduzir o tempo de operação	No programa do CNC	01/10/21	Operadores da linha	Eliminando movimentações desnecessárias e aumentando velocidade as linhas

Figuras 4 (a) e (b) Programação anterior e posterior das etapas de melhoria

```

<< BACKGROUND >> 52/67
45: IF DI[4:SolPosInicial]=ON,
: JMP LBL[35]
46:L P[3] 500mm/sec FINE
47: WAIT 2.00(sec)
48:L P[1] 500mm/sec FINE
49: IF DI[21:Pres.Pc.Ext.]=ON,
: JMP LBL[5]
50:L P[5] 500mm/sec FINE
51: WAIT 1.50(sec)
52:L @P[6] 500mm/sec FINE
53: LBL[5]

```

```

<< BACKGROUND >> 52/67
45: IF DI[4:SolPosInicial]=ON,
: JMP LBL[35]
46:L P[3] 2000mm/sec CNT100
47: WAIT .50(sec)
48:L P[1] 2000mm/sec CNT50
49: IF DI[21:Pres.Pc.Ext.]=ON,
: JMP LBL[5]
50:L P[5] 1500mm/sec CNT50
51: WAIT .50(sec)
52:L P[6] 1500mm/sec CNT25
53: LBL[5]

```

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Ação 1: Otimizar a movimentação para reduzir o tempo de transporte.

Fonte: Elaborado pelos autores, 021

Ao reprogramar as atividades dos robôs, modificando movimentos, realizando interpolação de eixos e acelerando suas linhas, conseguimos diminuir o tempo de transporte das peças entre as operações. A seguir, observa-se as modificações realizadas na programação, Figura 4:

Ação 2: Reduzir o tempo de espera o máximo possível com a equalização das operações.

Com a equalização do tempo das operações foi possível reduzir o lead time de toda a linha de produção.

Ação 3: Adaptar prensa para eliminar a mesa 3.

Por meio da adaptação realizada, tornando a cortina de luz da prensa em um dispositivo móvel, foi possível eliminar a mesa de espera que era utilizada entre as operações da cunhagem e gravação.

Ação 4: Adaptar garra do robô 4 para que ele possa pegar a peça na prensa.

Juntamente com a melhoria anterior que permite mobilidade a cortina da prensa, a adaptação da garra do robô permitiu também a eliminação da mesa de espera, reduzindo o tempo de ciclo.

Ação 5: Reduzir abertura da prensa (altura do martelo).

Ao diminuir o parâmetro de parada superior do cabeçote da prensa, foi reduzido o seu curso, diminuindo o tempo de ciclo da operação. Melhoria aplicada nas prensas de gravação e repasse.

Ação 6: Ajuste no ferramental.

Substituindo os batentes por outros mais longos, conseguimos reduzir o tempo de operação sem grandes alterações na ferramenta. Basicamente o batente mais longo aciona o fim do processo com mais rapidez.

Ação 7: Ajuste na programação do Comandos Numéricos Controlados (CNC).

Alterando as linhas da programação do CNC, foi possível reduzir o tempo de processo de usinagem do torno.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Contudo baseados nos conceitos do STP, juntamente com a utilização do quadro de Gestão à vista que trouxe a identificação do problema, foi possível estratificá-lo por meio da

aplicação do Diagrama AV / NAV, demonstrando as principais causas e possíveis ações que foram realizadas por meio de intervenções com a utilização do 5W1H.

Após as melhorias aplicadas e devidamente testadas, apresentamos uma tabela para melhor visualizar os novos resultados e ganhos estabelecidos para a Linha 1. Na tabela 3 a seguir demonstra-se o aumento de produtividade de peças por hora.

Tabela 3: Comparativo Cronoanálise Linha 1 – (Anterior e Atual).

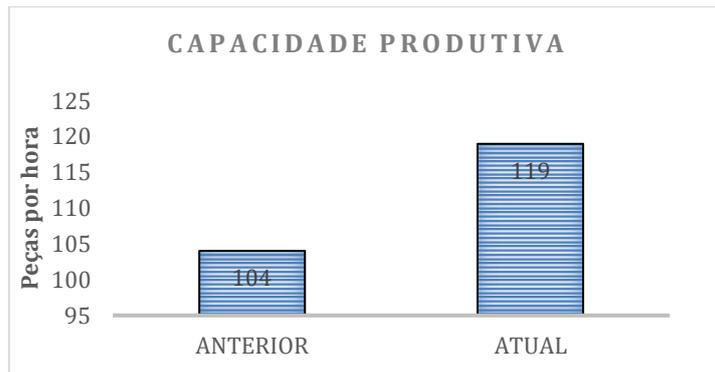
Linha 1	TABELA ANTERIOR		TABELA ATUAL		Percentual
	Segundos	PÇS / Hr	Segundos	PÇS / Hr	
A	32,93	109	30	120	10,1%
B	28,24	127	28,5	126	- 0,1%
C	34,41	105	30	120	14,3%
D	34,29	105	30,2	119	13,4%
E	30,11	120	30,3	119	- 0,1%
F	33,99	106	30	120	13,3%
TOTAL	3.600	104	3.600	119	14,5%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Com a aplicação bem-sucedida foi possível obter um alto ganho de produtividade, cerca de 14,5%, como observa-se na Figura 5 os resultados expressados graficamente da quantidade produzida com melhor eficiência da Linha 1.

Sendo assim, as atividades e operações praticadas na Linha 1, puderam ser trabalhadas de forma que, por meio das ações desenvolvidas ficaram com um equilíbrio ainda maior entre cada uma delas, mantendo assim uma menor discrepância de produtos inacabados ou em processos ao final de cada operação.

Figura 4: Capacidade produtiva final – Linha 1 – Setor Estampagem.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

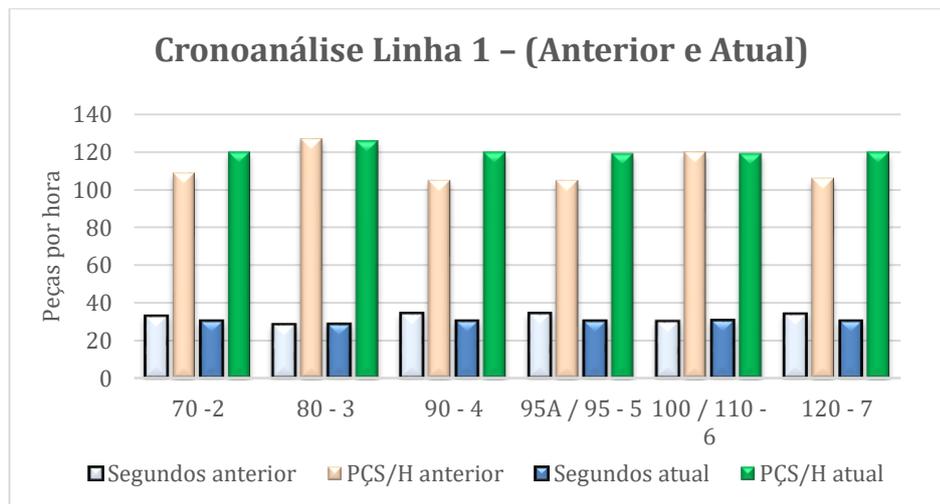
Para melhor compreensão do resultado obtido, foi desenvolvido uma representação, Tabela 7:

Tabela 4: Cronoanálise Linha 1 – Setor Estampagem - (Atual)

Linha 1		Tempo de Ciclo	
Operação	Nome das Operações	Segundos	PÇS/H
A	Furo de fixação e furo central	30	120
B	Estampar furo de ventilação	28,5	126
C	Cunhagem do furo de ventilação	30	120
D	Gravação e repasse do disco	30,2	119
E	Escarear furo de fixação e furo central	30,3	119
F	Usinagem da altura e diâmetro	30	120
CAPACIDADE TOTAL		3600	119

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Figura 5: Comparação de Produtividade da Linha 1 - Setor Estampagem.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Entretanto para evidenciar esse ganho de produtividade final de 3,2% em todo o Setor de Estampagem, que ficou comprovado com toda eficiência das melhorias aplicadas nas operações da Linha 1, Figura 7.

Figura 6: Capacidades Fabricação de Rodas – (Atual)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Portanto de posse dos resultados e ganhos das aplicações na Linha 1 do Setor de Estampagem, já comprovados, nota-se um potencial ainda maior de crescimento e ganho de produtividade para a empresa, se replicar da mesma forma as melhorias desenvolvidas para as suas demais Linhas 2, 3 e 4, considerando assim o mesmo resultado de 14,5% de ganho em

cada uma delas, já que ambas são similares, isso de fato elevaria o Setor Estampagem como um todo, equalizando assim toda a produtividade do processo de fabricação de rodas e o retiraria até do posto de “Gargalo” o que também coloca as atenções ao Setor de Montagem, que por sua vez passaria a ser o “Gargalo” da produção, Figura 8.

Figura 7: Capacidade de Fabricação de Rodas – (Considerando um cenário de aplicação em todas as linhas do Setor de Estampagem.)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou por meio das atividades desenvolvidas e demonstradas no decorrer do trabalho, ficou evidente que se obteve um ganho de performance para o Setor de Estampagem de 3,4%, sendo que na Linha 1 em que foi realizado a melhoria o ganho foi de 14,5%, o que fez com que se tornasse mais produtivo.

Conclui-se que se replicarmos estas melhorias em todas as outras 3 Linhas do Setor de Estampagem, sendo elas Linha 2, 3 e 4, já que todas elas são similares a Linha 1 em que foi executada a proposta, e pressupondo que seus ganhos também sejam em média os mesmos 14,5%, o Setor de Estampagem por si só atingiria um resultado de ganho de 14,2% em sua produção, o que faria com que o setor deixasse de ser o gargalo deste processo de fabricação de rodas. O que traz um ganho de capacidade produtiva para a empresa sem nenhum custo adicional, já que nenhuma etapa das ações desenvolvidas nas melhorias teve qualquer custo financeiro, elevando seu nível e a tornando ainda mais competitiva no mercado.

Isso também abre a possibilidade do desenvolvimento de melhorias e intervenções a serem estudadas e aplicadas para o setor de Montagem, como uma proposta futura.

Deste modo, também é importante ressaltar a relevância do presente trabalho, por meio das evidências demonstradas e comprovadas que o tema aborda, sendo de grande pertinência para a estruturação e evolução das empresas como um todo, podendo sempre trazer grandes benefícios.

REFERÊNCIAS

- AIRES, Victor M.; VALENTE, Antônio C. da Costa. **Gestão de Projetos e Lean Construction – Uma abordagem prática e integrada**. Curitiba: Appris Editora, 2017.
- ANTUNES, J.V.A. **A lógica das perdas no Sistema Toyota de Produção: Uma análise crítica**. Anais do XIX EANPAD: João Pessoa, 1995. 1 CD rom.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. Bookman Companhia, 2004, 320 p.
- BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. Editora Edgard Blucher, 1977.
- CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica: para uso dos estudantes universitários**. São Paulo: McGraw-Hill do brasil, 1983.
- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G.N. Just in Time, MRP II e OPT: **Um Enfoque Estratégico**. 2.ed. 15 reimpr. São Paulo: Atlas, 1993.
- CURY, Antônio. **Organização e métodos: uma visão holística**. São Paulo: Atlas, 2007.
- CUSTODIO M. R.; FELIPPE A. D.; DOLZAN N; TEIXEIRA E. S. M. **Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil**. Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, pág. 3, 2012. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/22316596.pdf>> Acesso em: 03 jun. 2021
- Gil, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**, 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002
- GHINATO, P. Publicado como 2º capítulo do Livro Produção & Competitividade: **Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife, 2000
- GHINATO, P. Publicado como 2º capítulo do Livro Produção & Competitividade: **Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife, 2000
- GOZZI, Marcelo Pupim. **Gestão da qualidade em bens e serviços**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

JURAN, J. M. **Juran na liderança pela qualidade**. São Paulo: Editora Pioneira, 1990

Kiran, D. R. (2017). **Total Quality Management: Key Concepts and Case Studies**. Em **Kaizen and Continuous Improvement** (pp. 313-332). Oxford: Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-811035-5.00022

KOSAKA, G. **Fluxo contínuo**. Lean Institute Brasil, São Paulo, maio 2009. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/366/fluxo-contínuo.aspx>>. Acesso em: 5.05.21.

Lean Institute Brasil – 2016 A. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/vocabulario.aspx#htabT>> Acesso em: 28 abril 2021

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

OAKLAND, J. **Gerenciamento da qualidade total**. São Paulo: Nobel, 1994

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

OLIVEIRA NETTO, Alvim Antônio. **Introdução à Engenharia de Produção**. -2. Reimp./Alvim Antônio de Oliveira Netto; Wolmer Ricardo Tavares. Florianópolis: Visual Books, 2006.

PEINADO, J., & GRAEML, A. R. (2007). **Administração da produção**. Operações industriais e de serviços. Unicenp.

PESSOA, Pedro F. A. de Paula; CABRAL; José E. de Oliveira. **Identificação e análise de gargalos produtivos: impactos potenciais sobre a rentabilidade empresarial**. Porto Alegre: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2005.

Produza, Sete perdas na produção que você pode evitar com a manufatura enxuta; Post publicado originalmente em 4/01/2017 e atualizado em 06/05/2020; Disponível em: <<https://produza.ind.br/tecnologia/manufatura-enxuta>>; Acesso em: 06/06/2021

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. **TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SHINGO, S., **O Sistema Toyota de Produção – Do ponto de vista da engenharia de produção**. Ed. Bookman: Porto Alegre, 1996.

SILVA, A. L., RENTES, A. F. **Um Modelo de Projeto de Layout para Ambientes job shop com alta Variedade de peças Baseado nos Conceitos da Produção Enxuta**. São Carlos: Gestão & Produção, v. 19, n.3, p. 531-541, 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3 ed. São Paulo:Editora Atlas, 2009

TOLEDO, I.F.B. **Cronoanálise e Tempos & Métodos**. São Paulo 8º Ed. Assessoria Escola Editora, 2004a&b.

Uma proposta de redução do gargalo da programação da produção com ênfase nos atributos do custo de transação e estrutura de governança: um estudo de caso; Disponível em:

<<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1392/1/2016PedroHenriqueHauth.pdf> >;

Acesso em: 20/10/2021

VIEIRA, Sonia. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.

VISVESHWAR, N. et al. **Application of Quality Tools in a Plastic Based Production Industry to achieve the Continuous Improvement Cycle**. Calitatea, v. 18, n. 157, p. 61, 2017.

Yin, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. (2Ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos: TQC Gestão pela Qualidade Total, série Ferramentas da Qualidade**. Volume 2. Belo Horizonte: QFCO, 1995.

O conteúdo relatado e as opiniões emitidas pelos autores dos artigos e trabalhos são de sua exclusiva responsabilidade, não refletindo necessariamente a opinião do Conselho Editorial e Colaboradores da Revista FATEC Guarulhos: Gestão, Tecnologia & Inovação.