

Implantação de um novo *layout* de uma linha de montagem de motocicletas estruturado a partir da metodologia MASP e ferramentas *Lean Manufacturing*

Implementation of a new *layout* of a motorcycle assembly line structured from the MASP methodology and *Lean Manufacturing* tools

DOI:10.34117/bjdv7n4-253

Recebimento dos originais: 13/03/2021
Aceitação para publicação: 09/04/2021

Edyones Barros de Oliveira

Mestre em Engenharia de Processos pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Jorge Luiz Milani, 150, Flores, Manaus-AM, Brasil
E-mail: edyones@hotmail.com

Rui Nelson Otoni Magno

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Augusto Correa, 01, Belém-PA, Brasil
E-mail: ruiotoni@ufpa.br

Sil Franciley dos Santos Quaresma

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Augusto Correa, 01, Belém-PA, Brasil
E-mail: silquaresma@ufpa.br

Mariana Pereira Carneiro Barata

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos
Instituição: Universidade Estado do Pará
Endereço: Travessa Djalma Dutra, 350 – Telégrafo Sem Fio, Belém-PA, Brasil
E-mail: mariana.carneiro@uepa.br

RESUMO

Este estudo visa abordar a implementação de um novo layout de processo fabril de motocicletas de alta cilindrada aplicando a metodologia MASP e ferramentas do *Lean Manufacturing* como um facilitador para tornar-se mais competitivo na estratégia mercadológica. O trabalho foi realizado em uma indústria de montagem de motocicletas localizada na Zona Franca de Manaus, utilizando o método PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) para viabilização após análise de SWOT (*Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats*), na qual foi definido o foco de atuação do projeto. Como resultado, apresentou-se benefícios, tais como: flexibilidade para aumento de capacidade produtiva devido ao novo arranjo do *layout* e redução de 67% *Work In Process* (WIP) que viabilizou 25% da área total industrial; versatilidade no processo de montagem devido aumento da

capacitação dos operadores para produção de todos os modelos; redução 5,5% da quantidade de operadores mantendo mesma capacidade produtiva, proporcionando o aumento de 6,4% de produtividade; redução de, no mínimo, 25% no investimento necessário para implementação de novos produtos podendo chegar até 60% dependendo da motocicleta em questão, propiciando a aprovação do lançamento de quatro modelos nos últimos seis meses e evitando o aumento de 51,25% no valor do quadro de ativos; redução anual de R\$80.000,00 em custos com peças de reposição e serviço de manutenção preventiva; redução de 15% no consumo de energia elétrica; e diminuição de 5% em parada de linha devido a limitação para alteração do plano de produção. Com isso, proporcionou maior competitividade da marca no mercado brasileiro até mesmo quando comparado a outras marcas do mesmo segmento que já apresentaram estudos de otimização de processo voltado para o princípio da Produção Enxuta, porém delimitado aos benefícios fabris.

Palavras-chave: MASP, PDCA, *Lean Manufacturing*, SWOT, *Layout*.

ABSTRACT

This study aims to approach the implementation of a new layout of manufacturing process for high displacement motorcycles using the MASP methodology and Lean Manufacturing tools as a facilitator to become more competitive in the marketing strategy. The research was carried out in a motorcycle industry located in the Free Trade Zone of Manaus, using the PDCA method (Plan, Do, Check, Action) for the feasibility after SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) in which the focus of actions of the project was defined. As a result, benefits were presented, such as: flexibility to increase production capacity due to the new layout arrangement and 67% reduction of Work In Process that made 25% of the total industrial area viable; versatility in the assembly process due to increased training of operators to produce all models; 5,5% reduction of the operator quantity keeping the same productive capacity; a reduction of at least 25% in the investment needed to implement new products, reaching up to 60% depending on the motorcycle in question, enabling the approval of the launch of four models in the last six months and avoiding an increase of 51.25% in value the asset chart; annual reduction of R\$ 80,000.00 in costs with spare parts and preventive maintenance service; 15% reduction in electricity consumption; and a 5% decrease in line stoppage due to the limitation to change the production plan. With that, it provided greater brand competitiveness in the Brazilian market even when compared to other brands in the same segment that have already presented studies of process optimization focused on the Lean Production principle but limited to the manufacturing benefits.

Keywords: MASP, PDCA, *Lean Manufacturing*, SWOT, *Layout*.

1 INTRODUÇÃO

A fase positiva ocorrida no início do século XXI no cenário socioeconômico do Brasil, devido ao aumento do poder aquisitivo da população de forma significativa, aumentou a atração de muitas indústrias multinacionais para instalações no território brasileiro (BARROS *et al.*, 2006).

Nesse contexto Manaus, por possuir a política de Zona Franca baseada em incentivos fiscais, gerou interesse de empresas transnacionais da indústria de transformações, devido a oportunidade de reduzirem seus custos e ampliarem margens de lucro. (BARBOSA, 2013).

Dentre os modelos de indústria da região, o polo de Duas Rodas se destaca pela tecnologia de fabricação e de seus produtos, pelo volume faturado e pela cadeia de fornecedores que se forma para seu suprimento. Os incentivos fiscais tornaram os produtos fabricados nessa região mais competitivos do que os de outros estados do País, uma vez que o custo de produção ficou mais baixo (GONTIJO *et al.*, 2010).

Signor (2015) menciona que o mercado de motocicletas cresceu expressivamente no Brasil nas últimas décadas, havendo um aumento da concorrência e da busca por diferenciação, o que fez com que os fabricantes investissem em novas tecnologias, averiguando o retorno da inovação em número de vendas.

Souza (2018) expõem que para as empresas mantenham-se competitivas no mercado tem que exigir o máximo de eficiência no setor produtivo sendo necessário que seja mínimo o tempo perdido no processo.

Quando se trata de competitividade, para Camargo (2018) a figura do consumidor é importante para as empresas, pois ele determina como elas devem se comportar para atender aos seus anseios.

Logo, é cada vez mais nítida a preocupação das indústrias na busca da entrega para tal satisfação que varia de uma linha de produto a outra, porém para o mercado algumas características têm sido de grande valia, tais como: custo, tempo de reação, maior variedade de produtos e, além disso, customização (TBM, 1999 apud MORAES, 2003).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PRODUÇÃO DE MOTOCICLETAS NO BRASIL

Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicycletas e Similares (ABRACICLO) que representa os interesses dos fabricantes de veículos de duas rodas no Brasil concentra e divulga os dados do segmento. A fabricação nacional de motocicletas, quase totalmente concentrada no Polo Industrial de Manaus (PIM).

O Polo Industrial de Manaus é um dos mais modernos da América Latina, reunindo indústrias de ponta das áreas de eletroeletrônica, veículos de duas rodas, produtos ópticos, produtos de informática e indústria química (SUFRAMA, 2019).

De acordo com ABRACICLO (2020), a motocicleta é dividida nas categorias de baixa, média e alta cilindrada, onde varia a definição de acordo com o valor dos centímetros cúbicos de deslocamento volumétrico dos motores, sendo baixa cilindrada com até 160 centímetros cúbicos, média cilindra acima de 160 até 450 centímetros cúbicos e alta cilindra acima de 450 centímetros cúbicos.

Em janeiro de 2020, a produção em 2020 deveria alcançar 1.175.000 motocicletas, correspondendo a uma alta de 6% comparado com as 1.107.758 unidades fabricadas em 2019 (ABRACICLO, 2020).

Dado novo cenário de pandemia no mundo, a ABRACICLO revisou suas projeções para 2020. A nova estimativa para fechar o ano é de 967.000 motocicletas produzidas, o que representaria retração de 15,4% na comparação com 2019. Porém, após a divulgação do fechamento de 2020 tiveram 961.986 motocicletas considerando exportação e varejo. Em janeiro de 2021 foi divulgado pela a ABRACICLO a projeção de 2021 de 1.060.000 motocicletas produzidas.

2.2 PRINCÍPIO DA FILOSOFIA *LEAN THINKING*

Conforme mencionado por Dantas (2016), o termo *Lean* traduzido por enxuto, foi originalmente citado e denominado por John Krafcik (1988) em seu artigo *Triumph of the Lean Production System*.

Apesar de a Toyota ter sido a pioneira na abordagem do *Lean Manufacturing*, o conceito foi publicado pela primeira vez em um livro chamado “*The Machine that Changed the World*” (WOMACK e JONES, 1990); que destacou principalmente os métodos de produção japoneses, em comparação com os sistemas tradicionais de produção em massa. O livro seguinte, “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Organization*” (WOMACK e JONES, 2003), também foi uma contribuição marcante na história do *Lean Manufacturing*, uma vez que resume os princípios e cunhou a expressão Produção Enxuta.

De acordo com Azevedo (2014), o Sistema Toyota de Produção (STP) teve sua essência de modelo absorvida por outros autores, e criaram uma filosofia conhecida como *Lean Thinking* ou Pensamento Enxuto.

“Desde seu surgimento, *Lean* não só desafiou as práticas de produção em massa, mas também levou a um repensar de uma vasta gama de operações de manufatura e de operações além da manufatura” (DANTAS, 2016).

Segundo Azevedo (2014) essa Filosofia tem diversos nomes, e neste trabalho serão utilizados, com o mesmo significado, os seguintes nomes:

- Sistema Toyota de Produção (STP);
- Produção Enxuta, ou Manufatura Enxuta;
- *Lean Production*, ou *Lean Manufacturing*.
- *Lean Thinking*, ou Pensamento Enxuto.

De acordo com Dantas (2016), para analisar a construção do *Lean* é indispensável referir ao STP.

Há uma série de ferramentas do Sistema Toyota de Produção em que se baseia o *Lean Manufacturing*. Para construir a cultura de melhoria contínua é necessário organizar estas práticas e ferramentas de modo, que venham a criar um sistema. A partir da interação entre as ferramentas de um dado sistema é que se pode promover uma mudança de cultura (JUSTA e BARREIROS, 2009).

O Kaizen é uma dessas ferramentas foi desenvolvido por Masaaki Imai, no Japão, na segunda metade do século XX. Atualmente é conhecido e praticado em todo o mundo como um método de melhoria contínua. O conceito foi introduzido na América em 1986, a partir do livro escrito por Masaaki Imai, “Kaizen – *The Key to Japan’s Competitive Success*”. Masaaki Imai estudou na Universidade de Tokyo Relações Internacionais e trabalhou durante vários anos na Toyota (SINGH e SINGH, 2009).

Nesta metodologia os pontos chave para os processos produtivos são: qualidade (como melhorá-la), os custos (como reduzi-los e controlá-los) e a entrega pontual (como garanti-la) O fracasso de um destes três pontos significa perda de competitividade e sustentabilidade nos atuais mercados globais (GUERREIRO e SOUTES, 2013).

De acordo com Dimario (2020), com a aplicação de ferramentas de manufatura enxuta em processo de montagem de motocicletas pode obter como resultado a eliminação do processo gargalo da linha; melhor equalização das atividades entre o total de colaboradores observados, mesmo com quantidade superior de mão de obra; padronização e oficialização dos novos balanceamentos, todos eles sendo alocados nas estações de trabalho através de formulários padrões; aumento de capacidade produtiva.

2.3 MÉTODOS E FERRAMENTAS DE MELHORIA NA GESTÃO DOS PROCESSOS

Segue a seguir alguns métodos e ferramentas para Gestão dos Processos:

- Método de Análise e Solução de Problema – MASP: conforme Zschornack *et al.* (2010), a ferramenta MASP é uma das técnicas essenciais para a melhoria

da qualidade que agrupa diversas ferramentas da qualidade, propiciando a sistematização da solução do problema. É simples, prática e de grande amplitude proporcionando utilização das ferramentas de solução de problemas de forma ordenada e lógica, facilitando a análise de problemas, determinação de suas causas e elaboração de planos de ação para eliminação dessas causas nas mais diversas situações organizacionais. O MASP utiliza as diversas ferramentas e métodos da qualidade. De forma geral, as ferramentas da qualidade que são instrumentos de aplicação dos conceitos da qualidade de modo simples e prático, dentre os inúmeros métodos, a seguir ser abordado alguns (MOTTA e MARINS, 2012).

– Método de Melhoria – PDCA: É um método que gerencia as tomadas de decisões de forma a melhorar atividades de uma organização sendo, também muito explorado na busca da melhoria da performance. Isso faz com que o PDCA seja muito importante e contribua significativamente para obtenção de melhores resultados (VIEIRA FILHO, 2019). É aplicado principalmente no departamento de manufatura e menos aplicado no desenvolvimento de produtos. Na fabricação de um produto físico, é mais fácil implementar o método. Além disso, a equipe de manufatura é mais facilmente gerenciável do que no ambiente inovador e criativo de desenvolvimento de produtos. No desenvolvimento de produtos, é necessário encontrar um equilíbrio entre os processos formais e a liberdade criativa para ter sucesso com a melhoria contínua (LODGAARD *et al.*, 2013).

– Análise de SWOT: O nome é um acrônimo que tem origem em quatro palavras do idioma inglês: *Strengths*, *Weaknesses*, *Opportunities* e *Threats*. Segundo Polat *et al.* (2017), a categoria de pontos fortes na análise SWOT representa as áreas em que as organizações são mais efetivas e eficientes que os concorrentes. Os pontos fracos são situações em que a organização é menos eficiente e eficaz que seus concorrentes. Descobrir o lado mais fraco será um passo em direção à resolução de problemas que levarão a sérias dificuldades e limitações em relação às estratégias e planos de longo prazo da organização. A sua função primordial é sistematizar a análise e, assim, possibilitar a escolha de uma estratégia adequada – face aos condicionalismos impostos pelo ambiente (interno e externo), mas também pelas oportunidades emergentes e forças da empresa – para que consiga atingir os objetivos a que se propõe.

- Diagrama de Ishikawa: A essência desta ferramenta é apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que possam afetar o resultado considerado (MOTTA e MARINS, 2012).
- Método dos 5 Porquês: De acordo com Weiss (2011), para análise dos 5 porquês, embora seja denominada assim, pode-se utilizar menos porquês (3 por exemplo), ou mais porquês, de acordo com a necessidade para que se encontre a causa raiz. Usa um conjunto específico de etapas, com instrumentos associados, para encontrar a causa primária do problema, de modo que possa determinar o que aconteceu; determinar por que isso aconteceu; e descobrir o que fazer para reduzir a probabilidade de que isso vai acontecer novamente.
- 5W2H: Segundo Silva, *et al.* (2013), a ferramenta foi criada por profissionais da indústria automobilística do Japão como uma ferramenta auxiliar na utilização do PDCA, principalmente na fase de planejamento. As respostas destas questões estão interligadas e, ao final do preenchimento desta planilha, observa-se um plano de ação detalhado e com fácil compreensão e visualização, em que são definidas as ações tomadas, de que maneira e quais os responsáveis pela execução destas.

2.4 LAYOUTS INDUSTRIAL

O *layout* ou arranjo físico do setor de produção de uma organização pode ser definido como a localização e a distribuição espacial dos recursos produtivos, como máquinas, equipamentos, pessoas, instalações, no chão de fábrica (SILVA *et al.*, 2013).

De acordo com Rosa (2014), a definição do *layout* ideal depende de um planejamento que contemple a avaliação do modelo que apresente a maior afinidade com o produto ou serviço que será desenvolvido. A seguir (Figura 1) permite a comparação entre os quatro modelos básicos de arranjo físico, citando suas principais vantagens e desvantagens.

Figura 1 – Vantagens e Desvantagens dos Modelos de *Layout*

Modelo	Vantagens	Desvantagens
Linear	<ul style="list-style-type: none"> - baixos custos unitários para altos volumes de produção; - baixa quantidade de estoques de produtos em processamento; - movimentação adequada de materiais. 	<ul style="list-style-type: none"> - baixa flexibilidade de mix; - trabalho repetitivo, prejudicando a moral e motivação dos colaboradores; - alta dependência entre as atividades, sendo que a falha em uma etapa pode afetar todo o processo.
Funcional	<ul style="list-style-type: none"> - alta flexibilidade de mix e produto; - fácil supervisão de equipamentos e instalações; - facilidade no treinamento, visto que há menor quantidade de funções. 	<ul style="list-style-type: none"> - baixa utilização de recursos, maior ociosidade; - maior estoque em processo; - menor velocidade de movimentação; - maior número de setup.
Celular	<ul style="list-style-type: none"> - trabalho em grupo incentiva motivação; - equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com alta variedade; - maior facilidade no planejamento e controle da produção. 	<ul style="list-style-type: none"> - possível dificuldade de adaptação dos operadores pela alta variedade de atividades; - alto custo para reconfigurar o arranjo; - reduz níveis de utilização de recursos.
Fixo	<ul style="list-style-type: none"> - flexibilidade muito alta de mix e produto; - alta variedade de tarefas para a mão de obra; - produto ou cliente não movido. 	<ul style="list-style-type: none"> - custos unitários muito altos; - programação de atividade ou espaço pode ser complexa; - pode exigir muita movimentação de máquinas e mão de obra.

Fonte: Rosa *et al.* (2014)

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada em uma indústria localizada no Polo Industrial de Manaus, no Estado do Amazonas, que possui processo de montagem de motocicletas de alta cilindrada onde são utilizados recursos como: máquinas, equipamentos, dispositivos e operadores. Divididas em sub processos como pré-montagem e montagem principal.

A metodologia empregada foi a de melhoria na gestão dos processos através do método de análise e solução de problemas (MASP). O fluxo apresentado abaixo (Figura 2) tem por finalidade auxiliar na elucidação.

Figura 2 – Método de Análise e Solução de Problemas - MASP.

Ciclo	Fluxograma	Fases	Objetivo	Ferramentas
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância	Análise de SWOT
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema através de observação no chão de fábrica e revisão documental	Gemba
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais	Diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês
	4	Plano de Ação	Conceber um plano para implementação das ações	5W2H
D	5	Execução	Executar as ações, treinar os envolvidos e coletar dados para posterior análise	Cronograma de atividades
C	6	Verificação	Comparar o antes e o depois para verificação dos resultados	Kaizen Sheet
	?	Foi efetivo?	Decisão	
A	7	Padronização	Revisar os mapas de processos homologados no sistema da qualidade (ISO 9001) para prevenção contra o reaparecimento do problema	Formulário de mapeamento dos Processos
	8	Conclusão	Recaptular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro	Reunião de Fechamento

A primeira etapa realizada foi uma reunião com a alta direção da empresa em estudo, para revisão do planejamento estratégico utilizando a ferramenta administrativa chamada de Matriz SWOT no auxílio para mensurar influências internas e externas, sejam elas favoráveis ou desfavoráveis ao negócio.

Em seguida, com base no conceito do Gemba foram realizadas observações no chão de fábrica para coletar dados e compreender como poderiam influenciar a melhoria no processo com o problema externo identificado na verificação documental da empresa, conforme registrado na ABRACICLO, além da revisão de literatura onde foi possível contextualizar o cenário político e econômico onde a fábrica estava inserida. Tendo as informações após a coleta, houve a necessidade da compilação dos dados, sendo agrupadas dentro de categorias, utilizando ferramentas computacionais.

Para as análises foram aplicadas as ferramentas Diagrama de Ishikawa e os “5 Porquês” para estudar os aspectos considerados como causa do efeito indesejado. Na qual o efeito foi identificado previamente e a análise do facilitou a percepção de suas causas por meio de uma visão sistêmica e que integrou diversos pontos de vista.

Levando-se em consideração o exposto, foi realizado o plano de ação com o auxílio da ferramenta 5W2H para visualização das atividades principais. Com isso, foi concluído o ciclo de planejamento do PDCA Da metodologia MASP.

Para o ciclo de execução foi realizado o cronograma das atividades onde foi realizado o acompanhamento da implementação de cada etapa até a sua conclusão.

No ciclo de verificação aplicou-se a folha de Kaizen para comparar os dados de antes e depois da implementação, consolidado em uma tabela geral comparativa. Com isso, foi possível verificar a efetividade do projeto através dos ganhos apresentados.

Para a conclusão da ferramenta PDCA, no ciclo de ação foram atualizados os formulários mapas de processo homologados dentro do sistema da qualidade incluindo a avaliação preliminar de riscos conforme solicitado na ISO 9001 como ação na fase de padronização. Por fim, ocorreu uma reunião com todos envolvidos e a alta direção da empresa para fechamento e entrega do projeto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de SWOT possibilitou uma reflexão crítica para base do planejamento estratégico da empresa. A Figura 3 a seguir, apresenta os fatores internos e externos pontuados.

Comentado [MC1]: Escrever os resultados de acordo com as etapas do MASP/PDCA.

Figura 3 – Análise SWOT.

ANÁLISE SWOT									
FATORES INTERNOS	<table border="1"> <thead> <tr> <th>FORÇAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Produto Premium</td></tr> <tr><td>Alto nível de conhecimento no segmento</td></tr> <tr><td>Tecnologia agregada no produto</td></tr> <tr><td>Particularidades no design do produto</td></tr> <tr><td>Centro próprio de desenvolvimento de produto</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </tbody> </table>	FORÇAS	Produto Premium	Alto nível de conhecimento no segmento	Tecnologia agregada no produto	Particularidades no design do produto	Centro próprio de desenvolvimento de produto		
	FORÇAS								
	Produto Premium								
	Alto nível de conhecimento no segmento								
	Tecnologia agregada no produto								
Particularidades no design do produto									
Centro próprio de desenvolvimento de produto									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FRAQUEZAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Desenvolvimento na qualificação dos colaboradores</td></tr> <tr><td>Preços elevados de venda</td></tr> <tr><td>Burocracia nos processos</td></tr> <tr><td>Alto investimento para lançamento de novos modelos</td></tr> <tr><td>Layout semelhante da matriz com produção 10x maior</td></tr> <tr><td>Linhas de montagem dedicadas por família de produto</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </tbody> </table>	FRAQUEZAS	Desenvolvimento na qualificação dos colaboradores	Preços elevados de venda	Burocracia nos processos	Alto investimento para lançamento de novos modelos	Layout semelhante da matriz com produção 10x maior	Linhas de montagem dedicadas por família de produto		
FRAQUEZAS									
Desenvolvimento na qualificação dos colaboradores									
Preços elevados de venda									
Burocracia nos processos									
Alto investimento para lançamento de novos modelos									
Layout semelhante da matriz com produção 10x maior									
Linhas de montagem dedicadas por família de produto									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>OPORTUNIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Expansão no território brasileiro</td></tr> <tr><td>Marca consolidada mundialmente</td></tr> <tr><td>Consumidor fiel a marca</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </tbody> </table>	OPORTUNIDADES	Expansão no território brasileiro	Marca consolidada mundialmente	Consumidor fiel a marca					
OPORTUNIDADES									
Expansão no território brasileiro									
Marca consolidada mundialmente									
Consumidor fiel a marca									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>AMEAÇAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Oscilação significativa na demanda do mercado consumidor</td></tr> <tr><td>Instabilidade política e econômica</td></tr> <tr><td>Inflação elevada</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </tbody> </table>	AMEAÇAS	Oscilação significativa na demanda do mercado consumidor	Instabilidade política e econômica	Inflação elevada					
AMEAÇAS									
Oscilação significativa na demanda do mercado consumidor									
Instabilidade política e econômica									
Inflação elevada									
FATORES EXTERNOS									

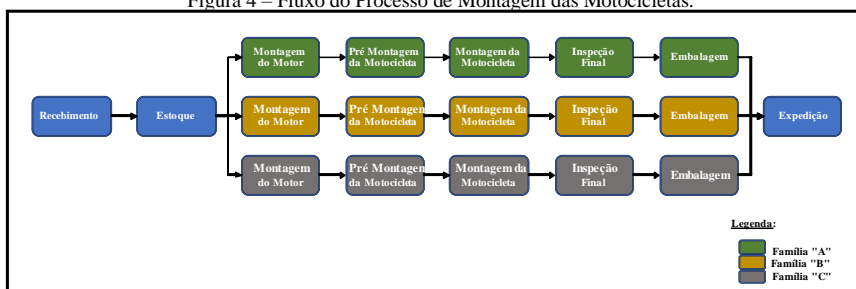
Comentado [MC2]: Já é resultado.

Dentro dos fatores internos, focado no quadrante de “fraqueza” foi contextualizado as condições de *layout* fabril da fábrica em estudo quando foi instalada. Na qual, teve como referências os conceitos produtivos da matriz, não levando em consideração as particularidades, tais como o volume de produção de aproximadamente dez vezes menor que sua matriz e produção em grandes lotes com linha de montagem dedicadas por família de modelos de produto.

Logo, o *layout* apresentava três linhas de montagem para produção de dez modelos de motocicletas divididos em três famílias, cada família com seu tipo e cilindrada de motor.

Na Figura 4 apresenta o fluxo completo dentro da empresa, desde o recebimento da matéria prima até a expedição da motocicleta acabada, com a subdivisão dos principais processos de montagem. Na qual, o processo de recebimento e estocagem era comum para todos os modelos de motocicletas, tendo a alimentação das peças em três linhas que funcionavam simultaneamente, iniciando o processo de montagem pelo motor, seguido por alguns processos de pré-montagem de subconjuntos, devido a necessidade de utilização de dispositivos para auxílio de montagem e de máquinas, tais como prensagem de rolamentos, gravação do número de chassi, montagem de pneu e balanceamento de rodas. Após alguns conjuntos pré-montados, iniciavam a montagem da motocicleta, onde unia o motor montado ao chassi principal e as demais peças de composição da motocicleta. Ao término da montagem, a mesma, passava pelo posto de inspeção para garantir a qualidade do produto. Finalizando o processo na embalagem do produto acabado e disponibilizando para expedição.

Figura 4 – Fluxo do Processo de Montagem das Motocicletas.



Dentro dos fatores externo no quadrante “ameaças”, foi definido como o principal problema a oscilação significativa na demanda do mercado consumidor havendo a

necessidade de atuação na otimização do processo produtivo como ação de mitigação e manter competitivo com o portfólio mais variado dos produtos.

Na fase 2 do fluxograma do MASP, foram observados nas revisões documental, levantado no referencial teórico, fatores político e econômico da última década que influenciaram diretamente comportamento do consumidor brasileiro no ramo de motocicleta de alta cilindra.

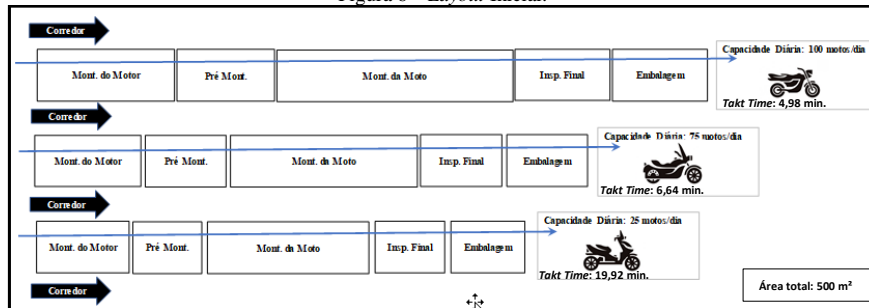
Os dados coletados no Gemba foram a capacidade produtiva diária total que era de 200 (duzentas) motocicletas considerando o tempo disponível de 498 (quatrocentos e noventa e oito) minutos, sendo o *takt time* diferente entre as 3 (três) linhas de montagem que demandavam uma área física de 500 (quinhentos) metros quadrados, incluindo os corredores necessário entre as linhas de montagem para transporte de peças e fluxo de pessoas. As mesmas, possuíam comprimentos diferentes entre elas para comportar a capacidade produtiva de cada família de motocicleta, tendo com isso, áreas subutilizadas. No caso, a linha de montagem 1 (um) tinha a capacidade de 100 (cem) motocicletas por dia e o *takt time* de 4,98 minutos, a linha de montagem 2 (dois) produzia 75 (setenta e cinco) motocicletas por dia com *takt time* de 6,64 minutos e a linha de montagem 3 (três) com 25 (vinte e cinco) motocicletas diariamente com *takt time* de 19,92 minutos (Figura 5).

Figura 5 – Dados Produtivos Inicial

Linha de Montagem	1	2	3
Família	"A"	"B"	"C"
Capacidade Produtiva	100 motos/dia	75 motos/dia	25 motos/dia
Takt Time	4,98 min.	6,64 min.	19,92 min.

Para melhor entendimento do fluxo de montagem nas linhas a Figura 6 representa um croqui em blocos de processo do *layout* instalado anteriormente.

Figura 6 – Layout Inicial.



Devido essa variação significativa do *takt time* entre as linhas de montagem acabava gerando mão de obra menos versátil para absorver o conhecimento de montagem em mais de uma família dos produtos, dificultando a rotatividades dos operadores entre as linhas de montagem.

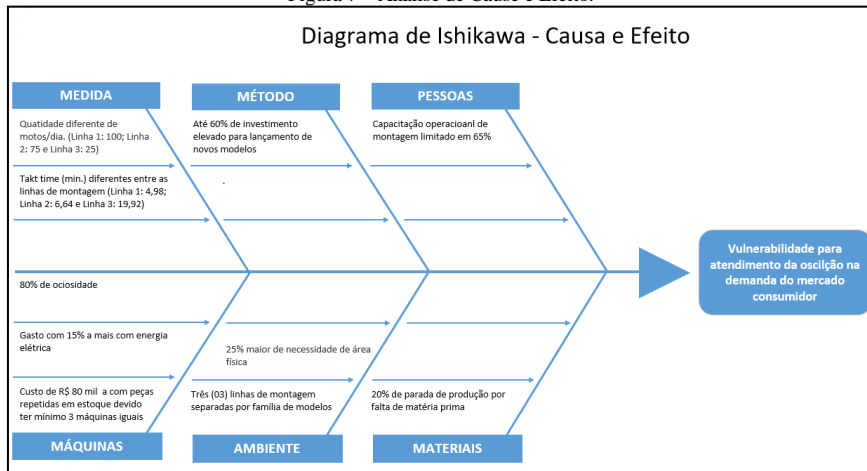
As máquinas apresentavam alta ociosidade, pois 80% (oitenta por cento) delas se repetiam em cada linha de montagem por serem processos comum entre as motocicletas, independentemente do tipo de família ou modelo. A máquina com o tempo de processo maior era de 2 minutos, com isso, a linha com maior *takt time* utilizava somente 10% da disponibilidade. Porém, a manutenção preventiva da mesma era realizada conforme cronograma padrão sem considerar horas de uso, necessitando manter peças comuns em estoque para as três máquinas iguais.

Durante os últimos 3 (três) anos tiveram aproximadamente 20% das paradas de produções devido à falta de matéria prima em alguma das linhas de montagem, por diversas razões, dentre elas as principais foram greve da Receita Federal, greve dos caminhoneiros e erro de planejamento de estoque. Como havia em média de 3 modelos de motocicletas por linha de montagem, não facilitava a flexibilização da alteração do plano de produção para evitar a parada da linha.

Com o princípio de linha dedicada por família de motocicletas sempre havia um investimento mínimo necessário para implementação de novos produtos, que era o valor gasto com instalação de infraestrutura para uma nova linha de montagem, em torno de 25% do investimento total necessário pela empresa, aumentando ainda o valor do montante do custo de depreciação dos ativos fixos.

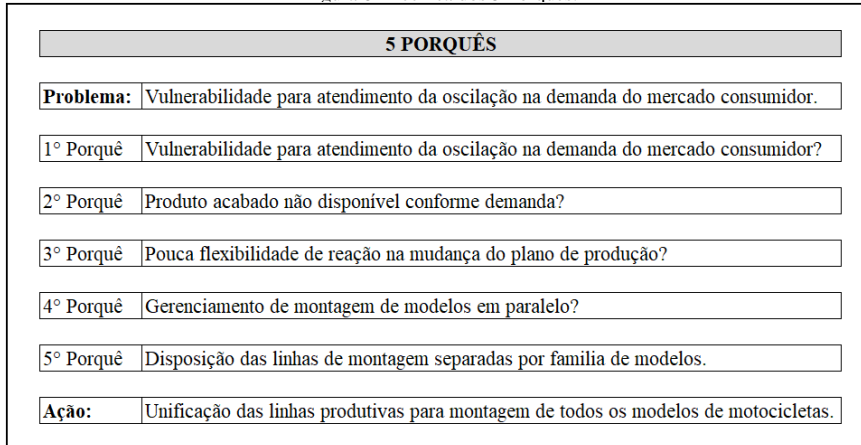
Na fase de análise foi obtido o Diagrama de Ishikawa (Figura 7) tendo como o problema a vulnerabilidade para atendimento de oscilações na demanda do mercado consumidor.

Figura 7 – Análise de Cause e Efeito.



Tendo o problema definido obtive através da técnica dos “5 Porquês” (Figura 8) a ação de unificação das linhas produtivas para montagem de todos os modelos de motocicletas.

Figura 8 –Técnica dos 5 Porquês.



O plano de ação foi realizado conforme apresentado na Figura 9 através da ferramenta de 5W2H para atingir o objetivo de mitigar a vulnerabilidade para atendimento da oscilação da demanda do mercado através da estratégia principal de melhoria de processo com a unificação das linhas de montagem, com base no princípio da filosofia *Lean Thinking* que tem como um dos conceitos a produção mista e em célula,

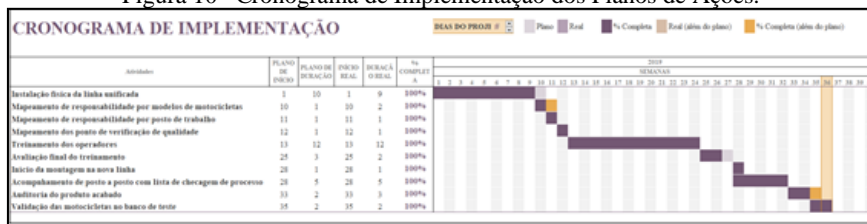
desafiando os conceitos conservadores de produção em lotes grandes e em linha dedicadas por modelo do produto.

Figura 9 –Plano de Ação com 5W2H.

Plano de Ação - 5W2H							Status
5W					2H		Status
O que? (What?)	Porque? (Why?)	Onde? (Where?)	Quem (Who?)	Quando (When?)	Como? (How?)	Quanto custa? (How much?)	
Instalar fisicamente a linha unificada	Otimizar produtividades aumentando a flexibilidade do plano de produção.	Área Produtiva	Analista de Processo	até 01/mar	Terceirização do serviço com empresas especializadas.	R\$ 90.000,00	A fazer
Mapeamento do novo processo	Unificar os processos no novo layout	Área Produtiva	Analista de Processo	04/mar até 22/mar	Mapeamento de responsabilidades por modelos de motocicletas, posto de trabalho.	R\$ 0,00	A fazer
Treinamento operacional	Capacitar os operadores para montagem de todos modelos de motocicletas	Sala de Treinamento	Lider de Montagem	25/mar até 05/jul	Utilizando motocicletas de treinamento.	R\$ 0,00	A fazer
Montagem das primeira motos na nova linha (SOP)	Validação do layout e do processo.	Área Produtiva	Operadores	08/jul até 09/ago	Montando todos modelos disponíveis no portfólio de produto.	R\$ 0,00	A fazer
Validação de Qualidade	Garantir que não houve falha de processo.	Sala de Auditoria	Analista de Qualidade	12/ago té 06/set	Auditoria do produto acabado e rodagem no banco de teste.	R\$ 0,00	A fazer

Para garantir os prazos mencionados no 5W2H foi realizado o cronograma com as atividades necessárias para implementação (Figura 10).

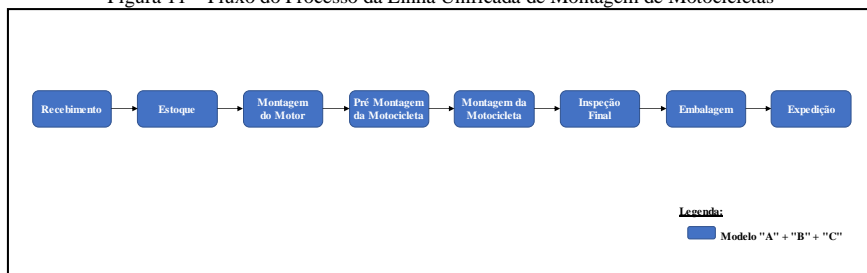
Figura 10 –Cronograma de Implementação dos Planos de Ações.



Para poder viabilizar a estratégia foi realizado o projeto do novo *layout* com apenas uma linha de montagem (Figura 11), tendo as definições de quantidades de postos de trabalho para atender a capacidade diária de 200 (duzentas) motocicletas e também planejado o tópico de treinamento dos operadores, que era o maior risco considerado do

projeto, para que pudessem aprender a montagem de parte específica de todos os modelos de motocicletas, mantendo a qualidade do produto. Logo, foram planejadas as avaliações para mensurar o aprendizado, gerando assim uma visão da evolução do treinamento.

Figura 11 – Fluxo do Processo da Linha Unificada de Montagem de Motocicletas



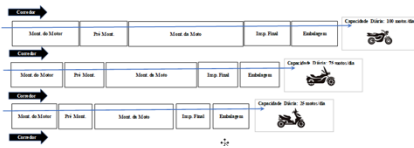

Com isso, foi realizada a instalação do *layout* planejado e definido colaboradores responsáveis como multiplicadores de conhecimento de montagem para determinado postos de trabalho e modelos de motocicletas e para garantir a qualidade de montagem foi mapeado no *layout* os pontos de verificação e inspeção.

Após a instalação do novo *layout*, com a finalidade de verificação do treinamento dos operadores, foi realizado uma avaliação final para poder iniciar a montagem dos primeiros lotes. Na qual cada motocicleta dos 5 (cinco) primeiros lotes de cada modelo, foram acompanhadas durante todo o processo de montagem com uma lista de checagem de posto a posto, definida pelo departamento de Qualidade.

Para validação do novo processo foram revisados os documentos de pontos de atenção de montagem nos postos de trabalho, auditoria visual e funcional por amostragem das motocicletas montadas e, por fim, rodagem das motocicletas no banco de teste chamado de dinamômetro.

Após a ação implementada (Figura 12), foram mensurados os benefícios gerados no decorrer dos seis meses seguintes, comparando os dados anteriores com o atual.

Figura 12 – Formulário de Kaizen do Antes e Depois.

Folha de Kaizen			
Problema: Linhas de montagem dedicada por família de modelos	Medidas: Novo planejamento de layout das linhas de montagem	Resultados: Unificação das linhas produtivas para montagem de todos os modelos de motocicletas	Data: CW36/2019
Antes do Kaizen		Depois do Kaizen	
			

- Área útil: manteve a capacidade produtiva com menor área física usada, devido a unificações de processos semelhantes. Também houve o ganho de áreas que anteriormente eram usadas como corredores com a finalidade de alimentação de peças. Com isso, o novo *layout* utilizou 375 (trezentos e setenta e cinco) metros quadrados, em média de 25% de redução de área física.
- *Work In Progress* (WIP): Cada linha de montagem havia a necessidade de 8 kits de buffer no processo, totalizando 24 kits, logo tenho uma única linha demanda somente 8 kits.
- Produtividade: Aumento de 6,4% de motocicletas montadas por operadores, sendo o valor atingido de 0,47 por dia.
- Capacidade Produtiva: devido a nova disposição do *layout* e a área liberada tornou-se possível realizar o crescimento ou redução da capacidade física de forma mais fácil e com menor investimento.
- Operador versátil: com do *takt time* em média de 8 (oito) à 2 (duas) vezes menor do que no *layout* antigo e a necessidade de montagem dos 8 (oito) modelos de motocicletas na mesma linha o operador desenvolveu a habilidade de versatilidade no processo.
- Viabilidade econômica para novos modelos: redução entre 25% (vinte e cinco por cento) a 60% (sessenta por cento) do valor total do investimento para um novo modelo devido a sinergia de infraestrutura da linha unificada apresentada anteriormente. Logo, aumentou aproximadamente 35% o portfólio de produtos da empresa com a aprovação de 4 modelos que havia sido reprovado antes da mudança do *layout*.

- Custo depreciação: com menor investimento nos lançamentos de novos modelos, gera um quadro de ativos fixos menor, por consequência evitou o aumento de R\$ 6.560,00 que é depreciado mensalmente no preço de venda do produto.
- Custo de manutenção: com menos máquinas devido a sinergia nos processos comuns entre as motocicletas, diminui a necessidade de peças repetidas em estoque e mão de obra para realização de manutenção preventiva com ganho anual de R\$ 80.000,00.
- Gasto com energia elétrica: redução de aproximadamente 15% (quinze por cento) devido ao uso de menos lâmpadas no processo fabril (25% da área liberada) e as máquinas comuns desabilitadas, sendo o valor final médio de consumo mensal de 0,08 MWh.
- Eficiência Global dos Equipamentos: a desabilitação das máquinas comuns proporcionou um ganho de 66% de eficiência devido aumento do uso da máquina de 25% para 80% do tempo disponível.
- Parada de produção por falta de matéria prima: com a flexibilidade de montagem de todos os modelos na mesma linha, obteve maior opção para alteração do plano de produção, proporcionou a redução para 5% de parada de produção por causa como falta de matéria prima de algum modelo específico.

A Tabela 1 apresenta os resultados compilados, evidenciando a efetividade do projeto através dos benefícios verificado após a implementação do projeto.

Tabela 1 – Comparativo dos Resultados Alcançados

Itens	Antes	Depois	Benefícios
Capacitação dos Operadores	Limitada	Versátil	Flexibilidade no processo
Takt Time	Variável	Fixo	Menos perda de processo
Quantidade de Linhas de Montagem	3	1	Flexibilidade de montagem de todos modelos em uma linha
Área Utilizada	500 m ²	375 m ²	Disponibilidade de 25% de área
Capacidade/Dia	200	200	Flexível para aumento devido disposição do layout
Nº Operadores	450	425	Redução 5,5%
Produtividade (Prod./Oper./Dia)	0,44	0,47	Aumento 6,4%
Parada de Linha (min./mês)	172	163,4	Redução 5%
Estoque em Processo (WIP)	24	8	Redução 67%
Eficiência Global dos Equipamentos (OEE)	27%	80%	Ganho 66% de eficiência
Manutenção Preventiva	R\$ 320.000,00	R\$ 240.000,00	Redução no custo anual em 25%
Consumo Energia Elétrica (MWh)	0,092	0,08	Redução 15%
Investimento de Lançamento/Modelo	R\$ 3.200,00	R\$ 2.400,00 ~ R\$ 1.280,00	Redução de investimento de 25% ~ 60%
Quadro de Ativos	R\$ 12.800,00	R\$ 6.240,00	Redução de 51,25% do valor de depreciação no custo da moto
Portfólio de Produtos	8	12	Aumento 33% do modelos produzidos

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O comportamento do mercado consumidor brasileiro de motocicletas de alta cilindra da última década pode ser definido como instável por não apresentar uma tendência constante, conforme os dados apresentados pela ABRACICLO, por isso a essência da pesquisa foi na estratégia mercadológica aplicada dentro da fábrica com a otimização do processo de montagem.

Conforme demonstrado no levantamento de dados foram evidenciadas as exigências e oscilações da demanda do mercado atual com foco em variedade de produtos com qualidade e preço acessível. Verificando assim, potencial de otimização no processo produtivo para tornar o produto mais atrativo e a empresa mais competitiva.

Assim sendo, determinou-se a utilização da estratégia de unificação das linhas de montagem de todos os modelos de motocicletas como uma prática de manufatura enxuta viável para responder de forma mais rápida a oscilação do mercado, consequentemente

foi definido como a ação corretiva relevante com o auxílio de ferramentas de melhorias na gestão de processos, tais como: Diagrama de Ishikawa e 5 Porquês para avaliação de causa e efeito e 5W2H para definição do plano de ação.

Com esse, realizou-se o cronograma detalhado onde foi possível acompanhar e garantir a execução de cada atividade durante a fase de implementação da ação definida através da instalação do novo *layout*, do treinamento operacional de montagem e da validação do processo.

Através do comparativo entre os dados coletados antes da implementação do projeto e posteriormente foi evidenciando a efetividade do projeto através dos benefícios encontrados como resultado.

No presente estudo foram encontradas restrições para quebra de paradigma de conceito de produção junto a matriz para que pudessem visualizar e absorver as vantagens junto ao mercado consumidor brasileiro que possui suas particularidades.

Apesar dessas restrições, deve se destacar que as propostas para aplicação de um conceito oriundo da filosofia *Lean Thinking* foram aceitas e implementadas pela empresa, na qual os resultados iniciais evidenciaram ganhos na flexibilidade produtiva e na competitividade dos produtos, podendo ser utilizado por outras empresas que tenham o mesmo perfil de acordo com suas demandas.

Devido à grande abrangência do assunto abordado neste estudo são apresentadas a seguir algumas sugestões para realização de novas pesquisas nesse contexto, como realizar:

- Estudo com abordagem em volumes maiores de produção de motocicletas, para poder obter definição do limite da aplicação do *layout* de linha de montagem unificada;
- Análises com as mesmas perspectivas em outros tipos de produtos para verificar a viabilidade de aplicação do conceito.

REFERÊNCIAS

ABRACICLO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE MOTOCICLETAS, CICLOMOTORES, MOTONETAS, BICICLETAS E SIMILARES. **Dados do setor duas rodas 2020**. Manaus: ABRACICLO, 2020. Disponível em www.abraciclo.com.br. Acesso em 15 de dezembro de 2020.

AZEVEDO, R. G. **Aplicação de princípios do pensamento enxuto no processo de envio e devolução de correspondências em um banco privado**. 2014. 52 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle>. Acesso em: 22 de julho de 2019.

BARBOSA, E. B. Zona Franca de Manaus: política brasileira de desenvolvimento socioeconômico regional. **Economia Latino Americana**, Manaus, n. 184. p. 57-59, maio 2013. Disponível em: https://Artigo_publicado_na_revista_Economia_Latino_Americana.pdf. Acesso em: 03 junho de 2020.

BARROS, R. P. *et al.* **A queda recente da desigualdade de renda no Brasil**. 2v. Brasília: Ipea, 2006. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/>. Acesso em: 17 novembro de 2019.

CAMARGO, G. Comportamento do consumidor e a evolução tecnológica das empresas. **E-commercebrasil**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/comportamento-do-consumidor/>. Acesso em: 10 junho de 2019.

DANTAS, C. L. **Lean IT: Estudo de Lean Thinking na área de Tecnologia da Informação**. 2016. 55f. Trabalho de Graduação (Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia, Limeira, 2016. Disponível em: <https://liag.ft.unicamp.br/leanit/wp-content/uploads/sites/8/2017/05/5414VfinalTCCCibele.pdf>. Acesso em: 27 de outubro de 2020.

DIMARIO, R. K. Aplicação de ferramentas de manufatura enxuta em processo de montagem de motocicletas no Polo Industrial de Manaus. **Revista Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 26839-26861, 2020.

GUERREIRO, R.; SOUTES, D. O. Práticas de gestão baseada no tempo: um estudo em empresas no Brasil. **Revista Contabilidade & Finanças**, [S. l.], v. 24, n. 63, p. 181-194, 2013. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rcf/article/view/78830>. Acesso em: 16 março 2020.

JUSTA, M. A. O. da; BARREIROS, N. R. Técnicas de Gestão do Sistema Toyota de Produção. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 05, n. 01, pp. 01 – 17, 2009.

LODGAARD, E.; GAMME, I.; AASLAND, K. E. Success Factors for PDCA as Continuous Improvement Method in Product Development. In: **IFIP International**

Conference on Advances in Production Management Systems. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 645-652.

MORAES, R. F. *et al.* Filosofia Kaizen aplicada em uma indústria automobilística. *In: X SIMPEP-Simpósio de Engenharia de Produção*, 2003, Bauru. **Anais eletrônicos.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2020.

MOTTA, S. C. S.; MARINS, C. S. Análise da aplicação da ferramenta MASP no controle de estoque de uma usina siderúrgica. *In: IX SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA*, 2012, S.I., **Proceedings.** Resende. 2012. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/22416833.pdf>. Acesso em: 27 de outubro de 2020.

POLAT, Z. A. *et al.* Determining strategies for the cadaster 2034 vision using an AHP-Based SWOT analysis: A case study for the Turkish cadastral and land administration system. [S.l]: **Land Use Policy**, v 67, 151-166., 2017.

ROSA, G. P. *et al.* A reorganização do layout como estratégia de otimização da produção. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 9, n. 2, p. 139, 2014. Acesso em: 10 de fevereiro de 2021.

SIGNOR, Diogo *et al.* **O efeito da inovação tecnológica sobre as vendas na indústria brasileira de duas rodas: uma análise da introdução dos motores bicombustível usando controles sintéticos.** Trabalho de Pós-Graduação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/132755>. Acesso em 18 de setembro de 2020.

SILVA, A. O., *et al.* Gestão da qualidade: Aplicação da ferramenta 5W2H como plano de ação para projeto de abertura de uma empresa. *In: 3ª Semana Internacional das Engenharias da FAHOR.*, 2013. **Anais do evento**, Horizontina. Disponível em: https://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2013/gestao_de_qualidade.pdf. Acesso em: 17 de outubro de 2020.

SOUZA, S. R. O.; DA LUZ, I. B. Proposta de redução de custo com avarias no tanque de combustível da motocicleta: um estudo de caso em uma empresa do Polo de Duas Rodas de Manaus. *In 1 Encontro de trabalhos científicos das Engenharias Mecânica e Produção UNINORTE*, 2018, Manaus. **Anais eletrônicos**, Manaus: UNINORTE/ LAUREATE. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos>. Acesso em 18 de setembro de 2020.

SUFRAMA - SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS. **Indicadores industriais.** Manaus: Suframa, 2019. Disponível em www.suframa.gov.br. Acesso em 28 de agosto de 2019.

VIEIRA FILHO, G. **Gestão da qualidade total: uma abordagem prática.** 6. ed. Campinas: Alínea, 2019. Disponível em: <http://www.grupoatomoealinea.com.br/gestao-da-qualidade-total-uma-abordagem-pratica.html>. Acesso em: 19 de março de 2021.

WEISS, A. E. **Key business solutions: essential problem-solving tools and techniques that every manager needs to know.** Grã-Bretanha: Pearson Education Limited, 2011.



WOMACK, J.P., JONES, D.T. D. **The Machine that Changed the World**. New York: Macmillan, 1990.

_____. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**, 2nd ed., London: Simon & Schuster, 2003.

ZSCHORNACK, T. *et al.* Aplicação da ferramenta MASP para direcionamento de ações de combate a inadimplência na companhia águas de Joinville. *In: XVII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO-SIMPEP.*, 2010, Bauru. **Anais do evento**, Bauru-SP. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile>. Acesso em: 27 de outubro de 2020.