

IMPLEMENTAÇÃO DE UM MANIPULADOR EM UMA MONTADORA DE VEÍCULOS: UM ESTUDO SOB A ÓTICA DA ERGONOMIA

Thales Gabriel de Sousa Pedro

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. thalesgsp.01@gmail.com

Paulo Augusto Lima Grande

Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA. paulo.a.limagrande@hotmail.com

Paulo Henrique de Almeida Celestino

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. paulim1968@hotmail.com

Márcio José Dias

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. marcio.dias@unievangelica.edu.br

Rosemberg Fortes Nunes Rodrigues

Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. rosemberg.rodrigues@unievangelica.edu.br

Resumo

Durante todo o processo da evolução industrial, é perceptível a busca intensa por melhorias, levando diversos revolucionários a desenvolverem técnicas, ferramentas e programas para chegar a uma produção industrial cada vez mais tecnológica, sofisticada e eficiente. Podendo citar, como um dos maiores exemplos de revolução dos processos fabris, as indústrias Toyota que nos apresentaram conceitos a frente de seu tempo, dando início ao conceito que chamamos de *lean manufacturing*, o qual estabelece uma produção “enxuta”, sem desperdícios, com o maior aproveitamento possível em um menor tempo. Este artigo teve como objetivo principal relacionar o conceito *lean* à implementação de um manipulador na pré-montagem do para-brisa em uma montadora de veículos, com foco na análise das condições ergonômicas do colaborador, onde verificou-se que o processo demandava mais tempo e mão-de-obra, exigia mais esforços físicos por parte dos colaboradores e apresentava alguns desperdícios. Após os estudos realizados e a instalação concluída, é perceptível, qualitativamente, os diversos benefícios alcançados pela montadora, como a adequação das condições de trabalho com as condições psicofisiológicas dos colaboradores.

Palavras-Chave: para-brisa, *lean manufacturing*, ergonomia.

1. Introdução

É essencial a necessidade em avanços tecnológicos, presente nos dias atuais, dessa forma, no âmbito industrial, há sempre uma busca por melhorias nos processos produtivos para que se alcance uma produção maior, em um tempo cada vez menor e com mais qualidade. Diversos revolucionários contribuíram significativamente para o universo das indústrias com suas visões e conhecimentos relacionados à produtividade, tomando como um dos exemplos majoritários temos as indústrias Toyota, fundada em 1937 por Kiichiro Toyoda, que revolucionou a produção de carros no Japão. Citando ainda o nome Toyota, podemos falar sobre *Lean Manufacturing*, ou Produção Enxuta, também conhecida como o Sistema Toyota de Produção, o qual visava o combate ao desperdício na produção e outros fatores que levaram, principalmente, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno a buscar ferramentas e novos meios para organizar o sistema de produção, e ultrapassar a forma já utilizada no século XX: o Sistema de Produção em Massa, idealizado por Henry Ford.

No início do século XX, Frederick Taylor e Ford foram os pioneiros na construção do pensamento que temos hoje sobre as perdas no processo produtivo, tornando-se também imprescindível para o surgimento do Sistema Toyota de Produção. Taylor nos traz a ideia da origem das perdas, indicando o verdadeiro problema: o desperdício causado por ações humanas completamente ineficientes e desastradas, e sugere também a utilização do método da “administração científica” desenvolvida por ele, para a orientação e treinamento de pessoas, levando a uma gestão mais organizada e eficiente. Por outro lado, segundo Ford, o foco está na análise do trabalho humano durante o processo de produção, ou seja, a economia de materiais está diretamente ligada à quantidade de trabalho necessária para transformar a matéria-prima em produto final, “os materiais

nada valem, adquirindo importância na medida em que chegam às mãos dos industriais” (FORD, 1927, p. 113) [4].

O Sistema Toyota de Produção – STP – (ou produção enxuta) tem como base para sua construção a compreensão e desdobramento em ferramentas práticas dos conceitos de atividade, custo, perda e trabalho, e das suas múltiplas inter-relações. [...] A partir desses conceitos básicos, desenvolve-se o argumento no sentido de identificar outros tipos de perdas que ocorrem nos sistemas produtivos (por exemplo: perdas ergonômicas, energéticas e ambientais). (ANTUNES, 2008, p. 195)

Com o sistema utilizado anteriormente, era perceptível a existência de diversos problemas durante o processo de pré-montagem do para-brisa, que acarretavam prejuízos habituais para empresa, tais como riscos à saúde do colaborador, desperdícios de trabalho e materiais, o longo tempo utilizado pelo processo, a necessidade de dois colaboradores para exercer a função e outros.

O processo de pré-montagem consiste em retirar o para-brisa do rack e colocá-lo na mesa, levando em consideração o tamanho e o peso da peça, alguns problemas de saúde podem surgir com o tempo devido as condições ergonômicas inadequadas para a realização da tarefa, visto que o processo é repetido diversas vezes pelo colaborador durante a jornada de trabalho. Analisando pelo âmbito da segurança do trabalho, podemos citar a Norma Regulamentadora 17 (NR-17) regulamentada pela portaria MTb nº 3.214, de 08 de junho de 1978, a qual trata da adequação das condições de trabalho às condições psicofisiológicas do trabalhador, a fim de proporcionar mais conforto e segurança para o mesmo, durante a jornada de trabalho. Com o aumento constante do trabalho, da busca por resultados e satisfação total de clientes e usuários, encontra-se problemas relacionados à limitação da saúde dos trabalhadores, uma vez que determinadas tarefas, como o levantamento e/ou transporte de materiais pesados, agredem gradativamente o corpo humano por oferecerem uma ergonomia não satisfatória para o exercício de uma jornada de longas horas de trabalho. Com o intuito de identificar tais problemas, percebe-se indispensável o uso da AET, que se trata da identificação e análise dos métodos de realização de uma atividade sob o ponto de vista ergonômico, obtendo-se benefícios socioeconômicos para empresa, colaboradores e clientes.

Devido à geometria e ao peso da peça em questão, com o processo utilizado anteriormente eram necessários 2 colaboradores para a realização da atividade, aumentando o valor a ser pago por hora-homem nesse processo de pré-montagem, resultando diretamente em um ponto negativo financeiramente.

Com a atividade sendo realizada inteiramente por atividade humana, existe uma possibilidade maior de ocorrer alguma falha inesperada, devido à capacidade cognitiva limitada, e o para-brisa cair no chão durante o processo de transporte da peça, do rack para a mesa, levando ao desperdício de tempo, material e trabalho.

Com o processo sendo executado com o contato direto do colaborador, os riscos de acidentes de trabalho aumentam drasticamente, podendo ser relacionados a cortes, por se tratar de um material cortante, ou esmagamentos, levando em consideração o peso do material, acarretados pelo manuseio incorreto da peça.

Levando em consideração todos os fatores citados acima, percebe-se a existência de um maior intervalo de tempo, um custo mais alto e um grande dano para a saúde do colaborador, durante a realização da atividade, acrescentando também que a agilidade humana não se iguala à agilidade de um equipamento projetado para tal função.

Visto que tais problemas acarretam diretamente à uma produção lenta, a necessidade de melhoria no processo se torna evidente, sendo assim a implementação de um manipulador é executada, onde tal equipamento trata-se de um dispositivo mecânico projetado para auxiliar na realização de uma determinada tarefa, sendo constituído majoritariamente por atuadores que dão o movimento à peça, sensores que fornecem informações sobre o posicionamento da estrutura e controladores que comandam toda ação, sendo operado pelo manipulador. No caso em análise, o equipamento utilizado é constituído por dois atuadores, quatro ventosas, estrategicamente posicionadas devido à geometria da peça, substituindo a garra geralmente utilizada em manipuladores, e um controlador situado no painel do equipamento. Estes equipamentos tem como principais fabricantes as marcas: Mani-Bo, Dalmec, Indeva e Atis, porém o manipulador utilizado neste caso é de fabricação interna da montadora de veículos, atendendo todas as necessidades do processo e executando a atividade designada tão bem quanto um manipulador produzido por uma marca renomada.

Considerando todos esses conceitos e ideologias, este trabalho tem como objetivo principal associar a implementação de um manipulador no processo de pré-montagem do para-brisa, em uma montadora de veículos, com o conceito da Produção Enxuta, levando em consideração fatores como segurança do trabalho, condições ergonômicas do colaborador, redução do tempo necessário, melhoria na qualidade do produto final e a redução de desperdícios, com o foco na contribuição desta implementação para a redução de perdas ergonômicas.

2. Metodologia

Uma análise qualitativa das condições ergonômicas proporcionou uma compreensão da necessidade de melhoria que existia no processo anterior, o qual oferecia condições de trabalho inadequadas para o colaborador e perdas para a montadora. Aplicando-se as ferramentas da ideologia *lean manufacturing* neste processo, é possível reduzir os desperdícios antes encontrados, principalmente no fator que remete à ergonomia do operador, sendo definido operador como o indivíduo que realiza a tarefa de manuseio do para-brisa.

2.1. Ergonomia do colaborador

Segundo a NR-17, atualizada em 07 de outubro de 2021 (com sua nova redação sendo válida à partir de 03 de janeiro de 2022), é necessário que seja realizada uma avaliação ergonômica preliminar podendo ser seguida, em casos específicos da necessidade de uma avaliação mais criteriosa do processo, de uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET), para que seja identificada a causa dos problemas relacionados à execução da tarefa e posteriormente realizada as alterações no processo que irão contribuir para a adequação da atividade, diminuindo as perdas ergonômicas e oferecendo maior conforto e segurança ao trabalhador.

Dentre as doenças ocupacionais, há uma presença majoritária das Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT). A Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aponta que em 2013 mais de 3,5 milhões de trabalhadores brasileiros foram diagnosticados com LER/DORT, sendo um número preocupante e que justifica a intensificação da busca pela otimização do ambiente de trabalho, oferecendo maior qualidade de vida ao colaborador e evitando que o mesmo possa ser afastado por incapacidade para o trabalho. Tais doenças são ocasionadas por fatores como a repetição de determinada tarefa exaustiva, necessidade de uso da força, postura inadequada, necessidade de velocidade do movimento e a ausência do tempo de recuperação.

Existem alguns métodos capazes de identificar casos em que a postura do trabalhador é inadequada, como por exemplo o método OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*), desenvolvido na Finlândia por volta de 1970, pelo Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional. Viu-se necessário a criação deste método para a identificação e análise da postura durante o exercício de uma tarefa. Foi criado com base na padronização de algumas posturas através de fotografias dos colaboradores em seu trabalho, levando em consideração também a força demandada pela atividade. Este método apresenta um código de 4 dígitos que combina, respectivamente, a postura do tronco, braços, pernas e o esforço necessário, criando 84 combinações que remetem às posturas usualmente encontradas nos mais diversos postos de trabalho.

O primeiro dígito é obtido pela avaliação da postura do tronco:

Tabela 1. Código da postura do tronco

Código	Descrição
1	Tronco reto
2	Tronco inclinado para frente
3	Tronco com giro
4	Tronco inclinado com giro

Fonte: (Diego-Mas, 2015)

O segundo dígito é obtido pela postura dos membros superiores:

Tabela 2. Código da postura dos braços

Código	Descrição
1	Braços abaixo da linha do ombro
2	Apenas um braço acima da linha do ombro
3	Ambos os braços acima da linha do ombro

Fonte: (Diego-Mas,2015)

O terceiro dígito é encontrado pela postura dos membros inferiores:

Tabela 3. Código da postura das pernas

Código	Descrição
1	Sentado
2	Em pé com as pernas retas
3	Em pé com uma perna reta e outra flexionada
4	Em pé com as pernas flexionadas e o peso distribuído entre ambas
5	Em pé com as pernas flexionadas e o peso desequilibrado
6	Ajoelhado
7	Andando

Fonte: (Diego-Mas,2015)

O último dígito é obtido pela classificação da carga manipulada pelo trabalhador:

Tabela 4. Código da carga manipulada

Código	Descrição
1	Menos de 10 kg
2	Entre 10 e 20 kg
3	Mais de 20 kg

Fonte: (Diego-Mas, 2015)

Para cada combinação é atribuído um código que mostra o grau de risco daquela postura, como na Tabela 5:

Tabela 5. Grau de risco por código de postura

Tronco	Braços	Pernas 1			Pernas 2			Pernas 3			Pernas 4			Pernas 5			Pernas 6			Pernas 7		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Fonte: (Diego-Mas, 2015)

O número obtido através da combinação dos 4 dígitos demonstra o grau de risco e a ação necessária, como na Tabela 6:

Tabela 6. Quadro de riscos e ações

Código	Descrição	Ação requerida
1	Postura normal, sem danos ao sistema músculo-esquelético	Não requer ação
2	Postura com possibilidade de causar danos	Requer ações corretivas em um futuro próximo
3	Postura com efeitos danosos ao sistema músculo-esquelético	Requer ações corretivas o mais rápido possível
4	A carga causada por esta postura tem efeitos danosos imediatos ao sistema músculo-esquelético	Requer ações corretivas imediatamente

Fonte: (Diego-Mas, 2015)

Sabe-se que uma postura adequada durante o trabalho, atendendo às condições ergonômicas necessárias, proporciona um maior rendimento do colaborador. Tomando como base essas informações, a implementação do manipulador se encaixa perfeitamente às necessidades encontradas anteriormente no processo, devido à péssima condição ergonômica do colaborador

2.2. Ferramentas utilizadas em uma produção enxuta

Para se chegar à metodologia do sistema *Lean*, são utilizadas alguns métodos, sistemas e ferramentas, tais como 5S, 5 porquês, *Jidoka*, Kanban, Troca Rápida de Ferramenta (TRF) e manutenção produtiva total (TPM).

O 5S ou *housekeeping* surgiu no Japão por volta de 1950, após o final da Segunda Guerra Mundial, sendo necessário uma reorganização no país, em todos os aspectos. Trata-se de um programa básico, porém essencial para diversas melhorias. Se executado de forma plena e excepcional, traz vários benefícios que podem ser vistos no âmbito industrial, residencial, e até mesmo pessoal. Tal denominação origina-se dos 5 sentidos utilizados pelo programa:

- *Seiri*: senso de utilização;
- *Seiton*: senso de organização;
- *Seiso*: senso de limpeza;
- *Seiketsu*: senso de padronização;
- *Shitsuke*: senso de disciplina.

Sendo tal programa essencial para a realização de outras ações que o sistema *Lean Manufacturing* envolve.

Os 5 Porquês trata-se também de um programa aparentemente básico, mas revela-se demasiadamente complexo. Utilizado para encontrar o problema base da situação. Pergunta-se seguidas vezes “porque?” até que se chegue à raiz do problema, assim como Taiichi Ohno (1978) cita em seu livro:

1. Por que a máquina parou? Porque houve uma sobrecarga e o fusível queimou.
2. Por que houve uma sobrecarga? Porque o mancal não estava suficientemente lubrificado.
3. Por que não estava suficientemente lubrificado? Porque a bomba de lubrificação não estava lubrificando suficientemente.
4. Por que não estava bombeando suficientemente? Porque o eixo da bomba estava gasto e vibrando.
5. Por que o eixo estava gasto? Porque não havia uma tela acoplada e entrava limalha.

Jidoka, termo japonês formado por três caracteres chineses, *ji-do-ka*. “*Ji*” remete ao trabalhador, à mente humana, “*Do*” refere-se ao movimento, ao trabalho e “*Ka*” trata-se do sufixo “ação”. Tal ferramenta é

apresentada pela Toyota como “automação com uma mente humana” e consiste no trabalho em conjunto de colaboradores e máquinas, identificando os erros e tomando as medidas necessárias o mais rápido possível. Trata-se basicamente da prevenção de defeitos, em que se para a produção para extrair a causa de defeitos, diminuindo o tempo de espera e aumentando a produtividade.

O *Kanban* trata-se de uma ferramenta visual composta por um conjunto de informações referentes ao processo de produção, tais como o fornecedor da peça ou produto, o cliente, local de armazenamento do item, pode informar também se a produção está autorizada a iniciar ou a parar. Utilizada para chegar à produção JIT (*Just-in-time*), que se trata basicamente em produzir o item necessário, no momento certo e na quantidade requisitada, evitando a superprodução.

A Troca Rápida de Ferramenta (TRF) é um método utilizado para reduzir o tempo necessário de um *setup*, que se trata da preparação de uma máquina para iniciar a produção, ou seja, é o tempo gasto em uma troca de ferramenta ou nova programação, por exemplo, em que a máquina deixa de produzir. Idealizada por Shigeo Shingo, tal ferramenta passou a ser crucial na produção devido à necessidade de flexibilização do processo para que as necessidades do mercado fossem atendidas. Shingo sugere quatro estágios para a realização deste método:

- Estágio inicial: análise das condições de *setup*;
- Estágio 1: separação dos *setups* interno e externo;
- Estágio 2: conversões dos *setups* interno e externo;
- Estágio 3: racionalização das ações e operações dos *setups* interno e externo.

No estágio inicial é realizada a análise do processo por meio de filmagens e cronômetros e a obtenção de todas as informações possíveis sobre o processo. No estágio 1, é necessário que haja a separação dos *setups* interno e externo, partindo de um *checklist* no qual contém informações sobre todas as peças, operações e ações a serem realizadas. Nesse estágio também deve-se analisar as condições de funcionamento de toda a estrutura e de todos os equipamentos a serem utilizados. No estágio 2, busca-se converter *setups* internos em externos a fim de reduzir ao máximo o número de *setups* internos, pois são realizados com a máquina em parada, diferentemente dos *setups* externos. No estágio 3, é feita a racionalização das operações dos *setups* interno e externos com o objetivo de atingir o *single-minute*, um tempo inferior a 10 minutos.

A Manutenção Produtiva Total (TPM) é uma ferramenta utilizada com o foco no combate das perdas em todo o sistema de produção, seja por equipamentos, colaboradores ou recursos de produção. Tem como principais objetivos:

- Integrar o setor produtivo e administrativo no processo de manutenção;
- Otimizar o equipamento em relação ao desempenho e ciclo de vida;
- Motivar e capacitar o operador responsável pelo equipamento, em relação aos detalhes técnicos e operacionais;
- Reduzir os custos de manutenção.

A utilização deste método traz diversos benefícios e melhorias comprovados por indicadores, tais como o aumento da produtividade, redução dos custos de produção, redução de estoque, entre outros

3. Resultados e discussão

O processo utilizado anteriormente contava com dois colaboradores para o exercício da tarefa, porém, mesmo com esforços divididos, trata-se de uma tarefa demasiadamente complicada, por se tratar de um material grande e pesado. Através da realização totalmente manual da tarefa, é evidente a perda ergonômica nesta situação, visto que o peso do material se encontra em apenas um membro superior, enquanto o outro está acima da linha do ombro, podendo ocasionar uma LER ou DORT. Com a implementação do manipulador, este processo não conta mais com o manuseio da peça diretamente pelo operador.

Figura 1. Colaboradores realizando o processo anteriormente

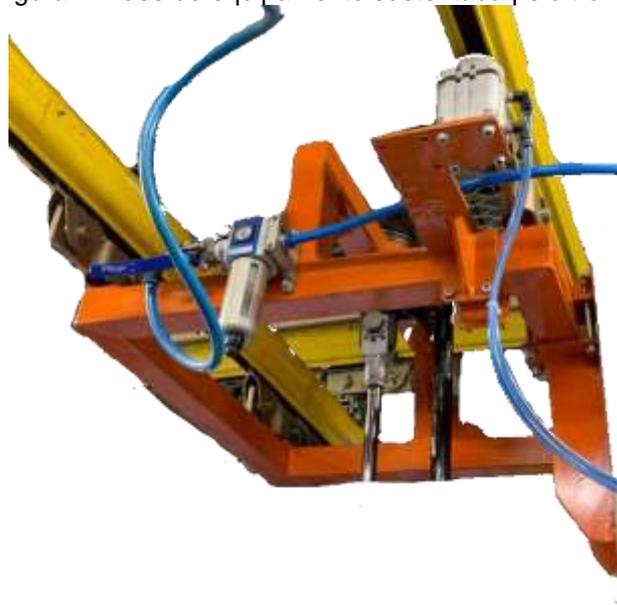


Fonte: Acervo dos autores

3.1. Estrutura do equipamento

Consiste em uma base superior posicionada em um sistema de pontes rolantes KBK, no qual a movimentação é realizada por um carro *trolley*. Nessa base superior é utilizado um atuador pneumático para que seja executado o movimento sobe/desce pelo operador através do painel. O restante do equipamento é acoplado ao atuador principal e consiste em uma base constituída por tubos, chapas e barras de aço, um atuador pneumático secundário e quatro ventosas geometricamente posicionadas.

Figura 1. Base do equipamento sustentada pelo trolley



Fonte: Acervo dos autores

Figura 2. Estrutura completa do manipulador



Fonte: Acervo dos autores

3.2. Funcionamento do manipulador

Através do painel do equipamento o operador controla todo o processo, que consiste na retirada do para-brisa do rack, armazenado na posição vertical, para então levá-lo até a mesa de aplicação do prime e em seguida na mesa de aplicação da cola, ambas na posição horizontal.

A fixação da peça no equipamento é realizada por quatro ventosas com funcionamento em conjunto e automatizado, em que todas possuem uma válvula de retenção interligada para que não haja o risco de falhas em que o material possa ser desacoplado do equipamento.

Figura 3. Ventosas



Fonte: Acervo dos autores

Após a fixação do para-brisa, o transporte é realizado pelo operador através do carro *trolley*, e a movimentação em 90º necessária para que a peça saia da posição vertical para horizontal é realizada por um atuador pneumático secundário, do fabricante SMC, e acionada pelo operador por meio do painel.

Figura 4. Painel



Fonte: Acervo dos autores

A implementação do manipulador cumpriu o objetivo no âmbito de melhoria da ergonomia, atendendo aos requisitos da NR-17, oferecendo maior conforto e segurança para o colaborador. De forma qualitativa este trabalho abordou os temas do conceito *lean* e a ergonomia no trabalho, resultando em uma combinação benéfica, onde foi constatado a redução de perdas ergonômicas e o aumento na disposição por parte do colaborador.

4. Conclusão

Visto que o processo utilizado anteriormente era demasiadamente lento e complexo, houve uma grande melhoria com a implementação deste manipulador, estabelecendo o conceito de *lean manufacturing* no processo, devido à redução de desperdícios, trabalho e tempo e evidenciando a necessidade de melhoria nas condições ergonômicas dos colaboradores, proporcionando qualidade de vida, conforto e segurança. Podendo ser tomado como uma iniciativa para tantos outros processos utilizados na indústria que necessitam de melhoria.

O objetivo central deste artigo foi estabelecer a relação entre as ferramentas e metodologias idealizadas por visionários do mundo fabril, e a necessidade visível que as indústrias possuem em implementar melhorias contínuas em cada processo de sua produção, tornando as atividades fundamentais gradativamente mais benéficas para a equipe de colaboradores e para a empresa. Demonstrou-se que a implementação do manipulador no processo de pré-montagem do para-brisa origina-se de raízes que sustentam todo o processo industrial atualmente, por meio de ferramentas que levam a redução de tempo e desperdícios, aumento da produtividade, aumento da motivação do colaborador e outros fatores extremamente importantes para a indústria.

5. Referências

- [1] RODRIGUES, MARCUS V. **“ENTENDENDO, APRENDENDO E DESENVOLVENDO SISTEMA DE PRODUÇÃO LEAN MANUFACTURING”**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2016.
- [2] OHNO, TAIICHI. **“O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: ALÉM DA PRODUÇÃO EM LARGA ESCALA”**. Bookman, 1997.
- [3] DENNIS, PASCAL. **“PRODUÇÃO LEAN SIMPLIFICADA”**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2008

- [4] ANTUNES, JUNICO. **“SISTEMAS DE PRODUÇÃO: CONCEITOS E PRÁTICAS PARA PROJETO E GESTÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA”**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- [5] PINTO, JOÃO P. **“INTRODUÇÃO AO PENSAMENTO LEAN: A FILOSOFIA DAS ORGANIZAÇÕES VENCEDORAS”**. 6ª Ed., Editora Lidel, 2009.
- [6] LOPES, ANTÔNIO M. **“MODELAÇÃO CINEMÁTICA E DINÂMICA DE MANIPULADORES DE ESTUTURA EM SÉRIE”**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2002.
- [7] SIMPLÍCIO, PAULO V. G. **“MANIPULADORES ROBÓTICOS INDUSTRIAIS”**. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas – UNIT, Sergipe, v. 3, n. 3, p. 85-94, 2016.
- [8] VILELA, RODOLFO A. G. **“DA VIGILÂNCIA PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE TRABALHO: UMA CONTRIBUIÇÃO DA ERGONOMIA DA ATIVIDADE”**. Ciência e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 17, n.10, p.2817-2830, 2012.
- [9] SELL, INGEBORG. **“A CONTRIBUIÇÃO DA ERGONOMIA NA SEGURANÇA DO TRABALHO”**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, p. 44-9, 1990.
- [10] FERREIRA, MÁRIO CESAR. **“ERGONOMIA DA ATIVIDADE APLICADA À QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO: LUGAR, IMPORTÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET)”**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 40, p. 18-29, 2015.
- [11] JUNIOR, MOACYR M. CARDOSO. **“AVALIAÇÃO ERGONÔMICA: REVISÃO DOS MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO POSTURAL”**. Revista produção online, v. 6, n. 3, 2006.
- [12] ASSUNÇÃO, ADA A.; LIMA, FRANCISCO DE P. A. **“A CONTRIBUIÇÃO DA ERGONOMIA PARA A IDENTIFICAÇÃO, REDUÇÃO E ELIMINAÇÃO DA NOCIVIDADE DO TRABALHO”**. Patologia do trabalho, Rio de Janeiro: Ed. Atheneu, v. 2, p. 1767-1789, 2003.
- [13] IIDA, ITIRO; BUARQUE, LIA. **“ERGONOMIA: PROJETO E PRODUÇÃO”**. Editora Blucher, 2016.
- [14] CORREA, VANDERLEI M.; BOLETTI, ROSANE R. **“ERGONOMIA: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES”**. Bookman Editora, 2015.
- [15] GUÉRIN, FRANÇOIS; KERGUELEN, A.; LAVILLE, A. **“COMPREENDER O TRABALHO PARA TRANSFORMÁ-LO: A PRÁTICA DA ERGONOMIA”**. Editora Blucher, 2001.
- [16] SANTOS, DÉBORA M. **“LER/DORT ATINGE 3,5 MILHÕES DE TRABALHADORES”**. Fundacentro, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/assuntos/noticias/noticias/2016/2/pesquisadores-da-fundacentro-comentam-sobre-a-lerdort>. Acesso em: 12 dez. 2021
- [17] DIEGO-MAS; ANTONIO, JOSÉ. **“EVALUACIÓN POSTURAL MENDIANTE EL MÉTODO OWAS”**. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Disponível em: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>. Acesso em: 12 dez. 2021