

APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE TEMPOS, MOVIMENTOS E MÉTODOS NO ABASTECIMENTO DE UMA CÉLULA DE SOLDAGEM ROBOTIZADA DE UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

Erik Leonel Luciano - Fatec Cruzeiro - Prof. Waldomiro May

erik.leonel_luciano@hotmail.com

Bruno Roberto de Souza - FATEC - Unidade de Cruzeiro

broberto422@gmail.com

Rosinei Batista Ribeiro - FATEC - Unidade de Cruzeiro

rosinei1971@gmail.com

Igor Alexandre Fioravante - FATEC - Unidade de Cruzeiro

igor.fioravante01@gmail.com

Natalia Ramos de Souza - FATEC - Unidade de Cruzeiro

nataliaramos.souza@gmail.com

Gustavo da Silva Junqueira - FATEC - Unidade de Cruzeiro

gustavofic@yahoo.com.br

Maycon de Oliveira Constancio - FATEC - Unidade de Cruzeiro

maycon.oliveirac@gmail.com

Resumo

Este estudo foi motivado pela necessidade das empresas em se manterem sempre competitivas no mercado. É de suma importância que as mesmas realizem estudos para determinar qual a melhor forma de executar uma tarefa ou atividade, sendo que, isso deve ocorrer ainda na fase de projeto e melhorado durante sua vida útil. O trabalho se justifica pela necessidade de alcançar níveis de padronização elevados e eficiência produtiva, conseqüentemente reduzindo custos para as organizações. A metodologia utilizada foi caracterizada em duas fases, na qual a primeira foi uma pesquisa bibliográfica em livros e artigos relacionados ao tema e, na segunda, as etapas foram hipoteticamente aplicadas aos conceitos da ferramenta de tempos, movimentos e métodos em um estudo de caso, por meio da coleta de dados, observação dos métodos e técnicas de trabalho, tomada de tempo por cronoanálise, definição do tempo padrão, entre outros. Tais estudos procuraram e identificaram atividades e operações desnecessárias que não agregavam valor ao processo. O ganho esperado, se aplicado o estudo, será de 68% no tempo de execução e 89% na atividade de movimentação do operador no processo de abastecimento da célula robotizada. Com isso, ocorrerá melhoras significativas na eficiência produtiva do operador e ganhos para a empresa.

Palavras-chave: Produção Enxuta (PE); Desperdícios; Tempos; Movimentos e métodos; Cronoanálise.

Abstract

This study was motivated by the need for companies to always remain competitive in the market, it is of utmost importance that they carry out studies to determine what is the best way to perform a task or activity, and this should still occur in the design and improved during its useful life. The work is justified by the need to achieve high levels of standardization and productive efficiency, consequently reducing costs for organizations. The methodology used was characterized in two phases, the first was a bibliographic research, such as: books and articles related to the theme, in the second stage the concepts of the tool of times, movements and methods were hypothetically applied in a case study, through data collection, observation of work methods and

techniques, time taken by chronoanalysis, definition of standard time, among others. Such studies sought and identified unnecessary activities and operations that did not add value. The expected gain, if applied to the study, will be 68% in the execution time and 89% in the operator's movement activity in the process of supplying the robotic cell, with this there will be significant improvements in the operator's productive efficiency and gains for the company.

Keywords: Lean Production (PE); Waste; Times; Movements and methods; Chronanalysis.

Introdução

O estudo se passou em uma indústria metal mecânica de grande porte, fornecedora de componentes para grandes montadoras, tais como: GM, Ford, Volkswagen, Volvo, Mercedes Benz, Nissan, Fiat, Iveco, Scania, entre outras. A empresa está localizada na região do Vale do Paraíba, São Paulo, uma região vista como um ponto estratégico, pois existe uma grande concentração de montadoras nessa área e acesso a três grandes estados: São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

O trabalho se justificou, visto a necessidade das empresas buscarem técnicas e meios de aperfeiçoarem seus processos produtivos e aumentarem sua eficiência, produzindo na quantidade necessária, na hora certa, com qualidade exigida e garantida e reduzindo os custos de produção cada vez mais, para que assim mantenham-se mais competitivas e à frente de seus concorrentes, considerando que, atualmente, a concorrência é global.

A metodologia empregada consistiu em um estudo que foi realizado em duas etapas. Na primeira, realizou-se uma pesquisa bibliográfica em livros e artigos relacionados ao tema e, na segunda etapa, realizou-se um estudo de caso no ambiente produtivo da empresa em questão.

O objetivo geral foi aprofundar os conceitos da ferramenta de tempos, movimentos e métodos no abastecimento de uma célula de soldagem robotizada, tendo como objetivos específicos realizar um estudo de caso nas operações de movimentação de materiais “componentes” em uma multinacional de grande porte, visando identificar

atividades que não agregam valor e que possam ser eliminadas ou aperfeiçoadas, reduzir o tempo de tais operações e disponibilizando esta mão de obra para realizar outras tarefas, conforme a necessidade da empresa.

As fundamentações teóricas utilizadas na pesquisa foram: Seleme (2012), Slack *et al.* (2009), Gaither & Frazier (2001), Liker (2005), Blackstone (2001) e outros.

2. Revisão de Literatura

2.1 Administração Científica, Organização Racional do Trabalho

A Administração Científica possui como precursor Frederick Winslow Taylor e ele deu início ao método científico na execução das atividades. Após isso, Ford seguiu suas ideias na linha de produção em massa. Os estudos formulados por Taylor e seus seguidores da Escola de Administração Científica, inclusive Ford, foram aplicados e disseminados na indústria em geral, tornando-se conhecida como taylorismo e, mais tarde, Taylorismo/ Fordismo.

Conforme descrevera sobre o método científico de Taylor, a movimentação excessiva não agrega valor ao produto final, além de ser considerado um desperdício e ocasionar movimentos desnecessários, ausência de movimentos econômicos apenas para executar o trabalho de forma padronizada e, ainda, causar problemas de fadiga e cansaço no colaborador. É um problema que afeta uma cadeia de produção e/ou a cadeia de valor da organização.

Portanto, as ideias e crenças de Taylor na busca da racionalização do trabalho, na busca da máxima eficiência dos meios de produção, torna-se um importante modelo de gestão da administração moderna. (CHIAVENATO, 2011; LIKER, 2005).

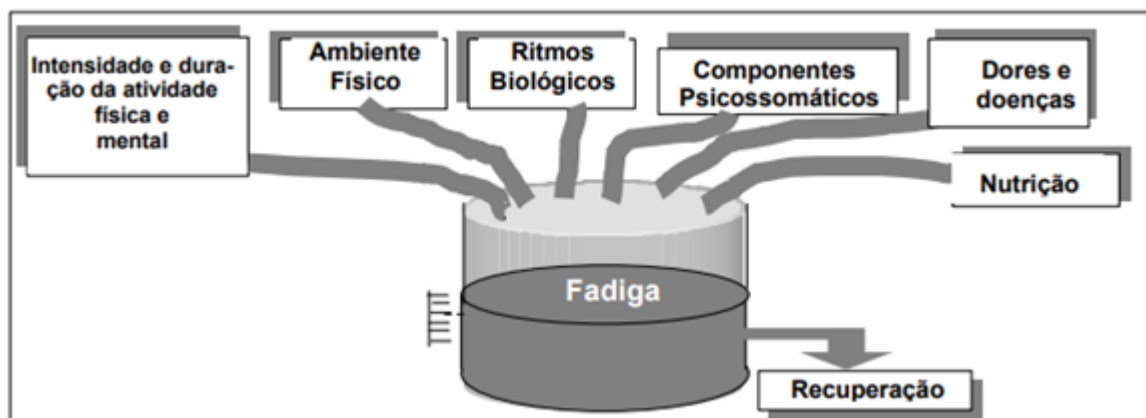
Segundo Chiavenato (2011), o método mais simples e volátil que Taylor identificou no chão de fábrica foi o da observação, os operários aprendiam por meio da observação dos seus colegas. Esse método, conhecido como Organização Racional do Trabalho, deixou de ser um método do conhecimento empírico e se transformou em um método de cunho científico. Ele consiste em analisar o trabalho de forma ampla. Assim, os movimentos desnecessários podem ser eliminados e, em contrapartida, os movimentos úteis na execução das tarefas podem ser simplificados e padronizados. Em seguida, realiza-se o cálculo médio do tempo de execução de cada atividade

desempenhada pelos colaboradores, extraindo, também, o tempo “morto”, que é a soma do tempo de espera de processamentos, de materiais, de defeitos de equipamentos e necessidades de pessoas, chegando a um tempo padrão. A partir disso é feita a padronização do método de trabalho e da execução das atividades e a eliminação de desperdícios, inclusive a perda de tempos e afins (CHIAVENATO, 2011; SELEME, 2012).

Esse estudo está embasado na anatomia e fisiologia humana, e possui tripla relevância. São enumeradas em: evitar a inutilidade de movimentos desnecessários (não agregam valor) na tarefa, realizar movimentos úteis apenas para execução do trabalho, reduzindo a fadiga ou cansaço, com isso seria possível alcançar a eficiência. (SELEME, 2012).

Contudo, segundo Fiedler et al; (2003), um fator importante na avaliação de uma atividade executada é a investigação das posturas adotadas pelos trabalhadores, as quais poderiam trazer sequelas incapacitantes.

FIGURA 1. O "caldeirão" da Fadiga de Grandjean.



Fonte: Adaptado do esquema global proposto por Grandjean (1977).

Nesta figura, ilustra a importância da ergonomia no ambiente fabril, pois ao considerar o bemestar do funcionário é possível prevenir situações indesejadas, assim como lesões, afastamentos, entre outros. Com a eliminação de movimentos desnecessários, torna-se possível visualizar a correta forma de se realizar uma determinada tarefa. Sendo assim, uma melhor divisão do trabalho é realizada com a especialização da

mão de obra e as divisões de trabalho muito bem definidas, as energias são gastas em que devem ser gastas e, conseqüentemente, o nível de eficiência será elevado.

Conhecido como “homo economicus” que significa “homem econômico”, em que o colaborador é estimulado e/ou motivado por incentivos financeiros e prêmios por maior produção, este conceito se baseia na ideia de o homem trabalhar não porque gosta, mas pelo meio de ganhar a vida, ou seja, ganhando cada vez mais. (CHIAVENATO, 2011), traz-nos uma reflexão importante acerca da qualidade de vida do colaborador. Assim, é importante frisar que apenas a determinação do método de trabalho ou os incentivos salariais não são os mais importantes, pois as condições oferecidas de trabalho objetivando o bem-estar do colaborador são essenciais. Isso inclui, por exemplo, instrumentos de trabalho em boas condições, ferramentas adequadas, equipamentos que ajudam a utilizar o mínimo de esforço do funcionário, um bom arranjo físico, mínimos níveis de ruído, boa iluminação e, assim, trazendo conforto ao operário. (SELEME, 2012).

Em um ambiente organizacional saudável e seguro, irá proporcionar mais satisfação e produtividade no ambiente do trabalho e alavancar a satisfação dos clientes (CHIAVENATO, 2009).

Essa etapa visa reduzir a níveis infinitesimais as variabilidades dos processos produtivos e, conseqüentemente eliminar os desperdícios citados aumentando a eficiência (SELEME, 2012). A padronização de tarefas possibilita a previsibilidade do processo, garantindo que as tarefas serão executadas de modo idêntico, independente de quem as execute. Importante assim saber identificar os objetivos, conhecer os produtos e entender o processo. (DAVENPORT, 1994).

2.2 Produção Enxuta

A Manufatura Enxuta (do inglês, Lean Manufacturing), também conhecida como Produção Enxuta, é um termo criado no final da década de 80 por pesquisadores ligados ao Massachusetts Institute of Technology – MIT, por meio de um programa de pesquisas denominado IMVP – International Motor Vehicle Program, que tinha como objetivo o estudo das melhores técnicas de produção praticadas mundialmente e a definição de um sistema de produção eficiente, flexível, ágil e inovador, superior à

produção em massa, até então o modelo predominante no ocidente (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Em suma, pode-se entender que a Manufatura Enxuta é um, entre vários nomes adotados para definir o conjunto de técnicas, princípios e recomendações oriundas dos conceitos e pilares do STP, que as empresas seguem com o objetivo de se tornarem mais ágeis e enxutas, potencializando seus resultados perante os desafios de mercado conforme a literatura. O leanmanufacturing surgiu no Japão, no período da Segunda Guerra Mundial. O país, no período pós-guerra, encontrava-se devastado pela guerra, inclusive sem recursos financeiros. Nesse período turbulento, o Japão transpassava-se por uma escassez de recursos e por esse motivo havia aumentado drasticamente os custos para empresas japonesas. A empresa Toyota, que competia no mercado internacional, também fora afetada. (ARAUJO, 2009; LIKER, 2005).

As ideias principais do Sistema Toyota de Produção (STP) foram estabelecidas por meio do método mais utilizado, a observação a partir das repetidas visitas de Taiichi Ohno, o principal engenheiro da fábrica da Toyota, nas montadoras automobilísticas americanas (Ford e GM). Assim, Ohno concluiu que os processos de produção em massa haviam elevados níveis de desperdícios, entre eles: os materiais, o tempo. Havia problemas de paradas na linha de produção por causa dos desperdícios, das atividades que não agregavam valor ao produto final. A Toyota compreendeu que poderia fazer melhor por meio de um novo modelo de produção e métodos que evitassem os desperdícios, as paradas de linha, os defeitos do ponto de ineficiência da estação de trabalho. Esse método foi denominado de sistema de produção enxuta (ARAUJO, 2009; LIKER, 2005).

Com base no STP (Sistema Toyota de Produção), a produção enxuta tem por objetivo a eliminação contínua de desperdícios. A Toyota dividiu estes desperdícios em sete classes: Superprodução, tempo de espera, movimentação excessiva, processo inadequado, retrabalhos, estoques e transporte excessivo. A eliminação contínua destes desperdícios aumentaria a eficiência da produção (LIKER, 2005), conforme a Figura 2:

FIGURA 2. Ilustração dos sete desperdícios – Lean Manufacturing.



Fonte: <https://www.lumis.com.br/a-lumis/blog/lean-saiba-como-diminuir-os-desperdicios-dessa-metodologia.htm?&utm_campaign=desperdicios-lean&utm_medium=social&utm_source=facebook> Acesso em: 13/07/2021.

A busca pela redução e/ou eliminação de um desperdício é contínua. Um dos sete desperdícios descrito pelo autor é a movimentação excessiva e está relacionada aos movimentos inadequados dos trabalhadores para realizarem suas tarefas e normalmente é provocada por falta de padrão no trabalho. Estas situações são comuns em arranjos físicos que não favorecem a operação. As principais consequências deste desperdício são a baixa produtividade e o aumento do lead time (OHNO, 1997), conforme o Quadro 1.

QUADRO 1. Os 7 desperdícios do Sistema Toyota de Produção e suas correlações descritas quanto a performance de processo, trabalho, movimentação, estoques e defeitos

1. Superprodução	Produção de itens para os quais não há demanda, o que gera perda com excesso de pessoal e de estoque.
2. Espera (tempo sem trabalho)	Funcionários que servem apenas para vigiar uma máquina automática ou que ficam esperando pelo próximo passo no processamento, ferramenta, suprimentos, peça, etc., ou que simplesmente não tem trabalho para fazer devido a uma falha de estoque, atrasos no processamento, interrupção do funcionamento de equipamentos e gargalos de capacidade.

<p>3. Transporte ou desnecessária movimentação</p>	<p>Movimento de estoque em processo por longas distâncias, criação de transporte ineficiente ou movimentação de materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos.</p>
<p>4. Superprocessamento incorreto ou processamento</p>	<p>Passos desnecessários para processar as peças. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou ao projeto de baixa qualidade do produto, causando movimento desnecessário e produzindo defeitos. Geram-se perdas quando se oferecem produtos com qualidade superior à que é necessária.</p>
<p>5. Excesso de estoque</p>	<p>Excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos acabados, causando <i>lead time</i> mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transportes e de armazenamento e atrasos. Além disso, o estoque extra causa outros problemas, como desbalanceamento de produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos, equipamentos em conserto e longo tempo de <i>setup</i> (preparação).</p>
<p>6. Movimento desnecessário</p>	<p>Qualquer movimento inútil que os funcionários têm que fazer durante o trabalho, tais como preparar, pegar ou empilhar peças, ferramentas, etc. Caminhar também é perda.</p>
<p>7. Defeitos</p>	<p>Produção de peças defeituosas ou correção. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço.</p>

Fonte: Liker (2005, p.47-48, adaptação dos autores).

No Quadro 1, o autor citado acima, descreve que há mais um desperdício, inserido como o desperdício das criatividade dos funcionários. São as perdas de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por impedir o total envolvimento ou de deixar de ouvir os colaboradores. É imprescindível destacar que, a superprodução é uma das principais perdas e gera todas as outras também.

Essa nova filosofia das empresas sobre a eliminação das perdas, iniciou com a jornada de Ohno pela fábrica. Esse tempo é desprendido em boa parte pelo método mais usado, que é a observação, pois aprendera a mapear todas as atividades que agregam valor (AV) ao produto final versus as atividades que não agregavam valor (NAV).

Portanto, o “coração” do Sistema Toyota de Produção é a eliminação das perdas e muitas ferramentas do STP derivam do comportamento minucioso da técnica da observação no chão de fábrica (LIKER, 2005).

2.3 Engenharia e Estudos dos Tempos e Métodos

Segundo Peinado e Graeml (2007), o estudo de tempos e métodos aborda técnicas que submetem cada operação de uma dada tarefa a uma detalhada análise, com o objetivo de eliminar qualquer elemento desnecessário à operação e determinar o melhor e mais eficiente método para executá-la.

É de fundamental importância que as empresas realizem o estudo dos métodos e tempos empregados nos seus processos, para que assim possam enxugar e/ou eliminar atividades desnecessárias, visto que isso é um fator determinante para o sucesso ou fracasso de uma organização, especialmente em um mercado cada vez mais globalizado e competitivo.

De acordo com Moreira (2008), as ferramentas relacionadas à melhoria da produtividade são capazes de funcionar como um indicativo, tanto para o diagnóstico de uma situação atual quanto para acompanhar os efeitos de mudanças nas práticas gerenciais e na rotina de trabalho. Além disso, o estudo de tempos e métodos sobressai como a principal técnica desenvolvida nesse âmbito e representa um papel central na determinação da produtividade (PEINADO; GRAEML, 2007), em que considera os procedimentos necessários para a execução das tarefas nos posto de trabalho e análise dos tempos de operação. Esta se preocupa com o tempo, que é levado para a execução de uma determinada tarefa e fixação dos padrões para o pagamento de salários. Traduz-se nas modificações dos estudos anteriores, em uma nova regra para os tempos gastos, no qual se pode converter em números para a determinação dos valores da atividade em estudo.

De acordo com a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), as atividades de estudos dos métodos podem ser exercidas pelo cargo de Engenheiro de Produção, no que tange a melhor escolha de um método de trabalho é importante considerar quatro elementos de análise, são eles; tecnologias de transformação, materiais, equipamentos e força de trabalho. Esses elementos devem ser avaliados em conjunto

na busca do melhor processo produtivo, levando sempre em consideração os elementos econômicos e financeiros durante sua avaliação.

O “Pai da Administração Científica”, Frederick Taylor é o responsável pela criação da ferramenta denominada cronoanálise, que contribui de forma bastante significativa para o estudo dos tempos e movimentos. Assim, trazendo diversos benefícios a um processo de racionalização industrial. Logo, a cronoanálise é adequada quando se pretende melhorar e/ou maximizar a produtividade e compreender meticulosamente o processo, os possíveis pontos de ineficiências e os desperdícios de tempos e afins.

Segundo Slack et al. (2009), a ferramenta cronoanálise avalia todas as variáveis que circundam um processo, com a finalidade de encontrar a melhor maneira de executar as atividades com a maior precisão possível, utilizando métodos, materiais, ferramentas e instalações de forma racionalizada, ou seja, normalizando e padronizando a maneira mais exata e elevado nível de confiabilidade na execução das tarefas no posto de trabalho.

GAITHER & FRAZIER (2001, p.9), afirmam que as cronometragens eram usadas para definir com precisão a produção padrão por trabalhador em cada tarefa, ou seja, é de suma importância fazer a cronoanálise de cada tarefa ou operação, para que se tenha uma noção exata da capacidade produtiva.

As cronometragens determinam o tempo médio do ciclo de trabalho, o estudo deve, ainda, avaliar o fator de ritmo ou velocidade da operação, tempo normal, tolerâncias para fadiga e para as necessidades pessoais. Após isso, determina-se o tempo padrão da operação (MARTINS; LAUGENI, 2005).

3. Metodologia

A pesquisa bibliográfica define-se como o levantamento de todo “estado da arte” já publicado em diversas formas como, por exemplo, livros, revistas, artigos e sites. Seu objetivo é colocar o pesquisador em contato direto com tudo aquilo que foi escrito a respeito, com a finalidade de permitir o reforço paralelo na análise de suas pesquisas. (LAKATOS; MARCONI, 2001).

Define-se estudo de caso como uma estratégia de pesquisa que abrange um método que se utilize da observação, coleta e análise de dados (YIN, 2001). Para isso, os dados precisam ser coletados em pesquisa de campo, conservando suas características e seguindo todos os processos de coleta e, após a análise do caso, relatórios devem ser gerados para apresentar as conclusões (SEVERINO, 2007).

Esta pesquisa se caracterizou em duas fases, na qual a primeira foi realizada por meio de pesquisas bibliográficas e, a segunda, um estudo de caso.

Quanto a pesquisa bibliográfica, baseou-se em livros e artigos relacionados ao tema, tendo enfoque no estudo de tempos, movimentos e métodos e, quanto à segunda etapa, realizou-se um estudo de caso em uma empresa multinacional de grande porte, localizada no vale do Paraíba e fez-se necessária para analisar o contexto atual da empresa. Além disso, por meio dos conceitos aplicados, foram registradas e analisadas as operações de manufatura e métodos de trabalho, visando melhoria da eficiência produtiva e da mão de obra.

3.1 Estudo de caso

A empresa em questão está situada no Vale do Paraíba e produz longarinas, atendendo a vasta gama de especificações presentes no mercado, estampadas nos mais novos aços HSDP (High Strengths Dual Phases). A grande expertise no fornecimento de chassis para caminhões, ônibus e pick-ups para as principais montadoras contribui para o desenvolvimento de projetos focados em redução de custo e peso aliados à alta resistência e durabilidade.

A unidade tem em seu portfólio os mais variados tipos de componentes estruturais para carrocerias e para chassis, devido ao seu parque industrial diversificado e a sua vasta experiência em processos de estampagem e na geração de conjuntos. Aliando as modernas técnicas de estampagem à experiência em processos de montagem, a Companhia fornece aos seus clientes conjuntos montados com diversificados itens, como forjados, tubos, fundidos e estampados de quaisquer complexidades.

Essa empresa possui linhas exclusivas de prensas para fabricação de estampados com diferenciados materiais, dimensões, peso e espessura. Além da estamparia, possui diversos processos de usinagem e montagem dos mais complexos conjuntos e

know-how na aplicação de tratamento superficial, adequando-se as mais diversas necessidades do mercado de autopeças.

Com sua capacidade técnica altamente flexível, a Companhia em questão oferece desde as mais básicas até as mais complexas soluções metálicas envolvendo componentes estampados, calandrados, usinados, cortados a laser, dobrados, soldados, rebitados e aparafusados, com aplicação nos mais complexos segmentos da indústria.

Esta conta com 31 unidades fabris, localizadas em 14 países e cerca de 15 mil funcionários, o que os capacita a atender diversos clientes ao redor do mundo nos prazos e padrões de qualidade e competitividade exigidos por eles.

Além disso, tem como clientes Mercedes Benz, MAN, Volkswagen, Nissan, John Deere, entre outros.

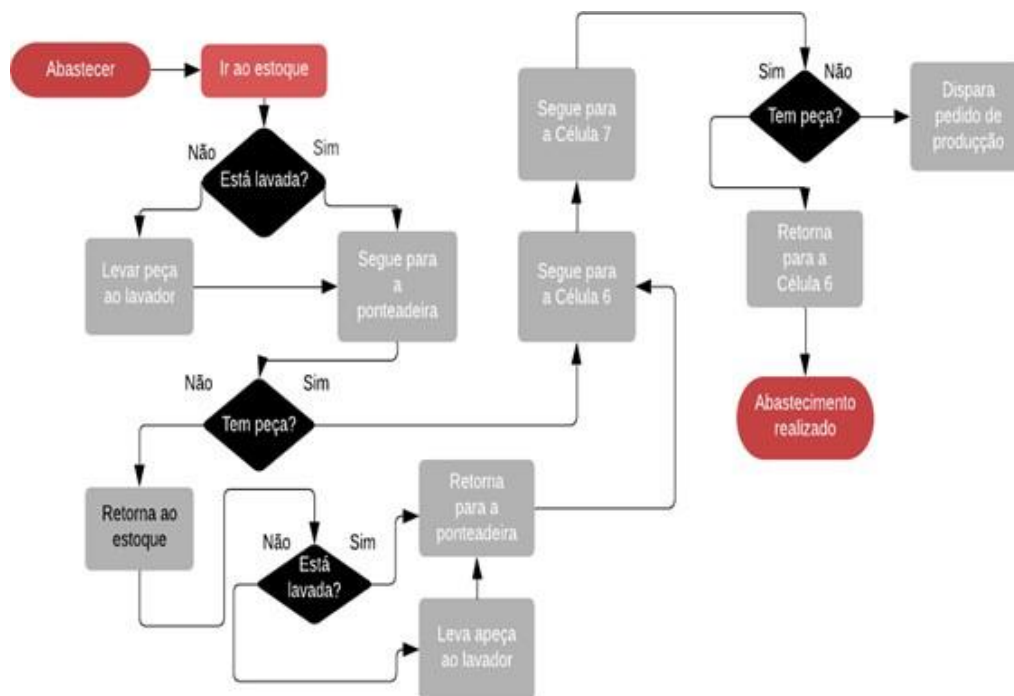
O trabalho em questão aborda o abastecimento de uma célula de solda robotizada, em que foi visualizado um excesso considerável de movimentação por parte do abastecedor, conforme a breve descrição a seguir.

O setor é composto por 10 células que alimentam uma linha de montagem de chassis, cada célula é posicionada de modo que seus componentes atendam cada parte da montagem no seu momento de necessidade. A célula estudada é a 6 e sua capacidade produtiva é de 100 peças por hora, o abastecimento é realizado por um abastecedor, que realiza a operação com um carrinho, em que ele alimenta uma estante que fica situada em frente a célula, possibilitando o acesso do operador na produção dos componentes. A célula 6 tem três fornecedores internos, são eles: Estoque; Ponteadeira; e Célula 7.

Ao ver a necessidade de repor os componentes da estante, o abastecedor percorre o seguinte caminho: Ele se desloca até o estoque, lá é feita uma varredura dos componentes existentes nas prateleiras de armazenamento. Ao perceber que os mesmos necessitam serem lavados, ele os leva ao lavador. Após esse processo, ele segue para a ponteadeira e, ao chegar lá, é visualizado se tem peças. Caso não, ele se desloca novamente ao estoque, no qual mais uma vez é verificado se tem peças lavadas, se não tem ele as leva ao lavador e, somente após isso, ele retorna a ponteadeira em que as peças são ponteadas. Concluído esse ciclo, ele retorna à célula

6, ao repor os componentes correspondentes. O mesmo segue para a célula 7 e, ao chegar lá, ele retira a quantidade de peças desejadas e retorna para concluir o abastecimento, conforme a Figura 3.

FIGURA 2. Fluxograma do processo de abastecimento de chapas de aços avançados no ambiente produtivo (Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos).



Fonte: Autores, 2020.

A seguir, uma demonstração das etapas relacionadas ao tempo de movimentação, percurso, distância de deslocamento, entre outras ações importantes neste procedimento, conforme demonstra a Figura 4.

FIGURA 3. Relação de tempos de movimentação nas relações de percurso, distância de deslocamento, tempo vazio, cheio e operações.

Distancias e tempos de movimentação					
Etapa	Percurso	Distância	Tempo		Tempo de operação
			vazio	cheio	
			1	2	3
A	Célula 6 ao estoque	55m	49s	56s	x
B	Célula 6 à ponteadeira	60m	53s	62s	x
C	Célula 6 ao lavador	65m	59s	68s	x
D	Célula 6 à Célula 7	75m	66s	80s	x
E	Estoque ao lavador	30m	20s	33s	x
F	Estoque à ponteadeira	60m	53s	60s	x
G	Lavador à ponteadeira	90m	79s	100s	x
H	abastecimento das peças referentes ao estoque no carrinho	x	x	x	600s
I	Abastecimento das peças referentes a ponteadeira no carrinho	x	x	x	480s
J	Abastecimento das peças da ponteadeira que estão no estoque no carrinho	x	x	x	600s
K	Processo de lavagem	x	x	x	1200s
L	Operação de solda por ponto	x	x	x	900s
M	Abastecimento da estante no primeiro ciclo	x	x	x	300s
N	Abastecimento das peças da célula 7 no carrinho	x	x	x	60s
O	Abastecimento da estante no segundo ciclo	x	x	x	60s

Fonte: Autores, 2020.

Para mensurar o contexto atual, utilizou-se um cronômetro para a tomada de tempo do processo e por meio deste método foi possível medir os tempos de ações de movimentação no abastecimento para, somente então, elaborar a Figura 04, na qual estão apresentadas todas as operações relacionadas ao abastecimento, inclusive as distâncias percorridas pelo abastecedor.

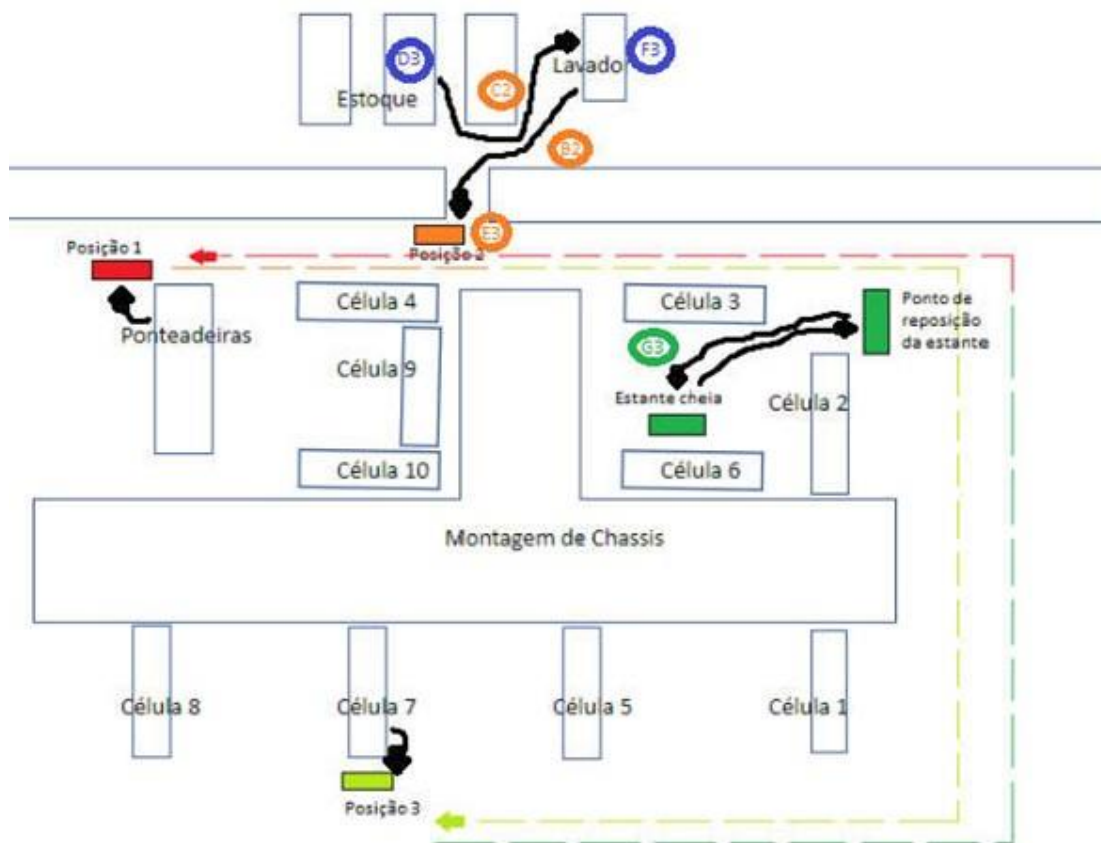
Na figura 04, tornou-se possível calcular o tempo total de abastecimento diante da sequência do tempo calculado, conforme a Equação 1.

$$Eq. 1 = A1 + H3 + E2 + K3 + G2 + F2 + I3 + E2 + K3 + G2 + L3 + B2 + M3 + D1 + N3 + D2 + O3 = 49 + 600 + 33 + 1200 + 100 + 60 + 480 + 33 + 1200 + 100 + 900 + 62 + 300 + 66 + 60 + 80 + 60 = 5383s.$$

3.2 Proposta de intervenção técnica

Ao analisar o método utilizado e de acordo com estudos de tempos, métodos e movimentos foi proposto um abastecimento por carretinha, pois não será necessário a compra de uma, já que existe uma no setor. Sendo assim, são necessárias duas estantes móveis, uma localizada na Célula 6 e outra que irá percorrer pelos locais de abastecimento, em um horário pré-determinado.

FIGURA 5. Mapeamento de mobilidade dos colaboradores com o uso do diagrama de espaguete no abastecimento, estoque, lavador, células de manufatura, montagem de chassis no centro produtivo da empresa de componentes automotivos



Fonte: Autores 2020.

Como a Célula 6 tem três fornecedores internos foram definidos três locais de paradas para o abastecimento das peças, sendo denominados de posição 1,2 e 3, “um local em cada fornecedor” e um local de troca de estante, da cheia pela vazia. Dessa forma, o

abastecedor da célula 6 fica responsável apenas pelo abastecimento das peças que estão no estoque, enquanto o abastecedor das ponteadeiras abastece a estante no ponto referente das ponteadeiras e o abastecedor da célula 7 abastece a estante no ponto da célula 7.

Segue a descrição da nova operação: Quando a carretinha se posiciona na posição 1 (ponteadeira), é o sinal de que a mesma precisa produzir peças referentes a célula 6 e, quando concluída, seu abastecedor repõe na estante e emite um sinal para a carretinha. Assim, essa segue para o estoque e estaciona na posição 2. Neste momento, o abastecedor da célula 6 repõe as peças correspondentes e, quando finalizado, emite o sinal para a carretinha que segue para a célula 7 parando na posição 3, lá é repostas as peças na estante que segue em direção ao ponto de reposição da estante, o qual fica próximo à célula 6. Neste ponto, o abastecedor da célula 6 realiza a troca das estantes e a carretinha segue com a estante vazia para a ponteadeira, iniciando, assim, o ciclo novamente, conforme a Figura 7.

FIGURA 6. Relação de tempos de movimentação nas relações de percurso, distância de deslocamento, tempo vazio, cheio e operações.

Distancias e tempos de movimentação					
Etapa	Percurso	Distância	Tempo		Tempo de operação
			1	2	
A	Estoque ao ponto 2	10m	8s	12s	x
B	Lavador ao ponto 2	30m	20s	33s	x
C	Estoque ao lavador	30m	20s	33s	x
D	abastecimento das peças referentes ao estoque no carrinho	x	x	x	600s
E	Abastecimento da estante	x	x	x	250s
F	Processo de lavagem	x	x	x	1200s
G	Troca da estante vazia pela cheia	X	X	X	120s

Fonte: Autores 2020

De acordo com o quadro acima é possível calcular agora o novo tempo de abastecimento, seguindo a sequência descrita na Figura 7, apenas do abastecedor da Célula 6, conforme a Equação 3.

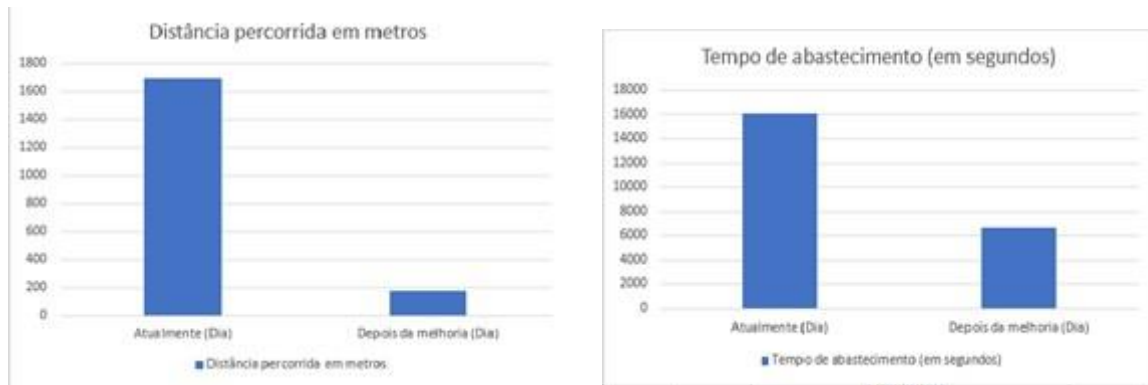
Eq.3 = $D3 + C2 + F3 + B2 + E3 + G3 = 600 + 33 + 1200 + 33 + 250 + 120 = 2236$ segundos que é equivalente a 0,62 horas, destaca-se o abastecedor agora anda por volta de 60 metros, de acordo com a Equação 4 = $C2 + B2 = 30 + 30 = 60$ metros e com 03 abastecimentos diários o tempo total de abastecimento foi de $2236 \times 3 = 6708$ segundos, equivalente a 1,87 horas e o deslocamento de $60 \times 3 = 180$ metros.

Quanto à melhoria implantada, o ganho no tempo, métodos e na movimentação do abastecedor, todos estes foram significativos e necessitam de um tempo de 5383 segundos para um abastecimento, percorrendo a uma distância de 565 metros, com a modificação que levará 2236 segundos para realizar o mesmo abastecimento e percorrerá distância de 60 metros.

Em seguida, houve a redução de movimentação pelo valor calculado de 1515 metros em 24 horas de trabalho e perfaz 9441 segundos mais rápido que beneficia o balanceamento de linha e o sincronismo de entrada, processo e saída de insumos (chassis).

Com o diagrama de espaguete atualizado, têm-se, significativamente reduções, como: movimentação, estudos de tempos e métodos que possibilitaram um aproveitamento do abastecedor e contribuíram para a saúde ocupacional, higiene, qualidade de trabalho, harmonia em ambientes produtivos por meio da ergonomia, resiliência, fadiga física e emocional, conforme as Figuras 8 (a) e (b) .

FIGURAS 7 (a) e (b). Distância percorrida pelo colaborador e tempo de abastecimento em ambiente produtivo da empresa na montagem dos chassis



Fonte: Autores 2020.

Considerações Finais

O presente trabalho atingiu satisfatoriamente seu objetivo ao elucidar e aplicar hipoteticamente os conceitos de Tempos e métodos por meio de um estudo de caso.

Na empresa analisada é possível observar a importância de sempre otimizar seus processos e qualquer ganho obtido, seja ele de qualquer dimensão, é de muita importância. A aplicação do estudo em questão permitiu visualizar um possível ganho de 68% no tempo de abastecimento enquanto que, na distância, haverá um ganho de 89%. Assim, além de proporcionar melhorias na produtividade, também será melhorada a ergonomia do colaborador, o que ressalta a importância da administração científica no ambiente fabril.

Referências

ARAUJO, M. A. de. **Administração de produção e operações**: uma abordagem prática. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

BLACKSTONE, J. H. **Theory of constraints** - a status report. International Journal of Production Research, v. 39, n. 6, p. 1053-1080, 2001.

CHIAVENATO, Idalberto. Recursos Humanos: **O capital humano das organizações**. 9 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

CONTADOR, J. C. **Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.

DAVENPORT, Thomas H. **Reengenharia de Processos**: como inovar na empresa por meio da tecnologia da informação. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

FELIPPE, A. D.; MAYCON, R. C.; DOLZAN, N. ; SIDNEI, E. **Análise descritiva do estudo de tempos e métodos**: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil. IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2012.

FIEDLER, C.F et. al. **Avaliação biomecânica dos trabalhadores em marcenarias no Distrito Federal**. RevCiencFlorestal. 2003; 13(2): 99-109.

GAITHER, N; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. Tradução: José Carlos Barbosa dos Santos. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

Grandjean. **Fitting the Task to the men**. Taylor and Francis, Londres, Inglaterra. Publicado no Brasil sob o título Ergonomia pela editora Qualimark. 1977.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico**. 5 ed. rev. ampl. São Paulo: Atlas, 2001.

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

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2. ed. rev., aum. São Paulo: Saraiva, p. 83-134, 2005.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: CengageLearning. 2008.

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

PEINADO; GRAEML, A. R. **Administração da produção** (Operações industriais e de serviços). UnicenP, 2007.

SELEME. R. **Métodos e tempos**: racionalizando a produção de bens e serviços. Curitiba, PR: [s.n.], 2012. 41 p.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23^a. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SLACK, NIGEL et al. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TOLEDO, I. B.; KURATOMI, S. **Cronoanálise: base da racionalização, da produtividade e da redução de custos**. 16. ed. São Paulo: Mais Gestão Qualidade e Produtividade, 2007.

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

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2^a Ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam. 2001.