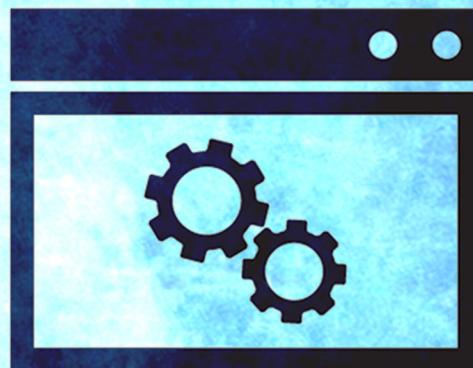


## Engenharia de Produção: What's Your Plan? 2



Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

Engenharia de Produção:  
What's Your Plan? 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia de produção: what's your plan? 2 [recurso eletrônico] /  
Organizador Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta  
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia de Produção:  
What's Your Plan?; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-254-8

DOI 10.22533/at.ed.548191204

1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil. 2. Indústria –  
Administração. 3. Logística. I. Machado, Marcos William Kaspchak.  
II. Série.

CDD 620.0072

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Engenharia da Produção: What’s your plan?*” é subdividida de 4 volumes. O segundo volume, com 37 capítulos, é constituído com estudos contemporâneos relacionados aos processos de gestão da produção, desenvolvimento de produtos, gestão de suprimentos e logística, além de estudos direcionados à aplicação dos conceitos da Indústria 4.0.

A área temática de gestão da produção e processos aponta estudos relacionados a gestão da demanda, dimensionamento da capacidade produtiva e aplicação de ferramentas de otimização de processos, como o *lean production* e técnicas de modelagem, além de estudos relacionados ao desenvolvimento de novos produtos.

Na segunda parte da obra, são apresentados estudos sobre a aplicação da a gestão da cadeia de suprimentos, desde os processos de dimensionamento logístico, gestão de estoque até soluções emergentes provenientes da indústria 4.0 para otimização dos recursos fabris.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA PARA VENDAS EM UMA EMPRESA DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS	
Loreine Gabriele Martins da Silva Oliveira João Batista Sarmento dos Santos Neto Giovanna Casamassa Tiago Quinteiri Diego Rorato Fogaça Francisco Bayardo Mayorquim Horta Barbosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
ENGENHARIA DE MÉTODOS: ESTUDO DOS TEMPOS E MOVIMENTOS NA MELHORIA DA PREPARAÇÃO DE FOOD TRUCK NA CIDADE DE REDENÇÃO – PA	
Nayane dos Santos de Santana Ítalo Lopes da Silva Adilson Sousa Miranda Aline Oliveira Ferreira Nayara Cristina Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA PANIFICADORA EM UM DISTRITO DO MUNICÍPIO DE SERTÂNIA/PE: UM ESTUDO DE CASO	
Marcos Vinicius Leite da Silva Fabiano Gonçalves dos Santos Pedro Vinicius dos Santos Silva Lucena Caio Anderson Cavalcante da Silva Felipe Alves Mendes da Silva Samuel Hesli de Almeida Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>39</b>
O USO DE PRÁTICAS DE PRODUÇÃO ENXUTA PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA	
Paulo Ellery Alves de Oliveira William Pinheiro Silva Hellany Cybelle Araujo de Lima Arthur Arcelino de Brito Rafael de Azevedo Palhares Mariana Simião Brasil de Oliveira Felipe Barros Dantas Nathaly Silva de Santana Pedro Osvaldo Alencar Regis Eliari Rodrigues Silva Railma Rochele Medeiros da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5481912044</b>	

**CAPÍTULO 5 ..... 55**

DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE PRODUTIVA NO PROCESSO DE MONTAGEM DE BOBINAS:  
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE FIOS E CABOS

Cryslaine Cinthia Carvalho Nascimento  
Aianna Rios Magalhães Veras e Silva  
Francimara Carvalho da Silva  
Danyella Gessyca Reinaldo Batista  
Priscila Helena Antunes Ferreira Popineau  
João Isaque Fortes Machado  
Leandra Silvestre da Silva Lima  
Paulo Ricardo Fernandes de Lima  
Pedro Filipe Da Conceição Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.5481912045**

**CAPÍTULO 6 ..... 68**

AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE TEMPERATURA EM UMA UNIDADE DE FABRICAÇÃO DE  
ARTEFATOS DE CIMENTO DA REGIÃO CENTRO-SUL DE MATO GROSSO

Eduardo José Oenning Soares  
Elmo da Silva Neves  
Alexandre Gonçalves Porto  
Alexandre Volkman Ultramar  
Francisco Lledo dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.5481912046**

**CAPÍTULO 7 ..... 81**

UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA MUNDIAL SOBRE OHSAS 18001  
PUBLICADA EM PERIÓDICOS INDEXADOS PELA SCOPUS E WEB OF SCIENCE

Thales Botelho de Sousa  
Gustavo Ribeiro da Conceição  
Franklin Santos Loiola  
Larissa Roberta Jorge França  
Wilson Juliano Lemes Sumida de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.5481912047**

**CAPÍTULO 8 ..... 93**

PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DE ESTOQUE PARA UMA LOJA DE ROUPAS

Éder Wilian de Macedo Siqueira

**DOI 10.22533/at.ed.5481912048**

**CAPÍTULO 9 ..... 105**

MELHORIAS NO ARRANJO FÍSICO VISANDO O AUMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA: UM  
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA MONTADORA DE VEÍCULOS

Jeferson Jonas Cardoso  
Joanir Luís Kalnin

**DOI 10.22533/at.ed.5481912049**

**CAPÍTULO 10 ..... 116**

A APLICABILIDADE DE FERRAMENTAS ESTRATÉGICAS DO LEAN MANUFACTURING - UM ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA TÊXTIL DE CUIABÁ – MT

Andrey Sartori  
Bruna Vanessa de Souza  
Claudinilson Alves Luczkiewicz  
Ederson Fernandes de Souza  
Esdras Warley de Jesus  
Fabrício César de Moraes  
Moisés Phillip Botelho  
Rosana Sifuentes Machado  
Rosicley Nicolao de Siqueira  
Rubens de Oliveira  
William Jim Souza da Cunha

**DOI 10.22533/at.ed.54819120410**

**CAPÍTULO 11 ..... 132**

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME E A ALVENARIA CONVENCIONAL PARA UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE DOURADOS - MS

Cíntia da Silva Silvestre  
Filipe Bittencourt Figueiredo

**DOI 10.22533/at.ed.54819120411**

**CAPÍTULO 12 ..... 150**

APLICAÇÃO DO DMAIC E TÉCNICA DE MODELAGEM PARA MELHORIA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SAPATA

Taís Barros da Silva Soares  
Camilla Campos Martins da Silva  
Fredjoger Barbosa Mendes  
Jarbas Dellazeri Pixiolini  
Rodolfo Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.54819120412**

**CAPÍTULO 13 ..... 166**

APLICAÇÃO DO *QUICK RESPONSE MANUFACTURING* (QRM) PARA A REDUÇÃO DO TEMPO DE MANUTENÇÕES PROGRAMADAS EM UMA SUBESTAÇÃO TRANSMISSORA DE ENERGIA ELÉTRICA

Jader Alves de Oliveira  
Fernando José Gómez Paredes  
Tatiana Kimura Kodama  
Moacir Godinho Filho

**DOI 10.22533/at.ed.54819120413**

**CAPÍTULO 14 ..... 180**

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL: ESTUDO DE UMA MICROCERVEJARIA EM NOVA LIMA - MINAS GERAIS

João Marcelo Soares Bahia  
Rafael Assunção Carvalho de Paula  
Eduardo Romeiro Filho

**DOI 10.22533/at.ed.54819120414**

<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>192</b>
EFEITO DA APLICAÇÃO DO OEE EM UMA INDÚSTRIA LÁCTEA GOIANA	
Darlan Marques da Silva	
Angélica de Souza Marra	
Jordania Louse Silva Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>206</b>
ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS: UM ESTUDO DE CASO	
Bruno Henrique Phelipe	
Walther Azzolini Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>218</b>
AS ETAPAS CRÍTICAS PARA MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS INTERNOS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO SERIADA	
Manoel Gonçalves Filho	
Clóvis Delboni	
Reinaldo Gomes da Silva	
Sílvio Roberto Ignácio Pires	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>235</b>
PROPOSTA DE REDUÇÃO DE <i>LEAD TIME</i> NA LINHA DE PRODUTOS TERMOELÉTRICOS DE UMA PEQUENA EMPRESA FAMILIAR DO INTERIOR PAULISTA	
Fernanda Veríssimo Soulé	
Nayara Cristini Bessi	
Luana Bonome Message Costa	
Ana Beatriz Lopes Françoso	
Tatiana Kimura Kodama	
Luís Carlos de Marino Schiavon	
Moacir Godinho Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>253</b>
CONSTRUÇÃO NAVAL BRASILEIRA: PERSPECTIVAS E OPORTUNIDADES A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE OPERACIONAL	
Maria de Lara Moutta Calado de Oliveira	
Sergio Iaccarino	
Elidiane Suane Dias de Melo Amaro	
Daniela Didier Nunes Moser	
Eduardo de Moraes Xavier de Abreu	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>266</b>
AVALIAÇÃO DE UMA MARCA DE REMOVEDOR DE ESMALTE A BASE DE ACETONA BASEADA EM QUATRO DIMENSÕES DO <i>BRAND EQUITY</i>	
Felipe Zenith Fonseca	
Flávia Gontijo Cunha	
Gabriela Santos Medeiros Madeira	
Valdilene Gonçalves Machado Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120420</b>	

**CAPÍTULO 21 ..... 277**

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DAS FERRAMENTAS REVESTIDAS COM PVD NA USINAGEM DO ALUMÍNIO 6351-T6

Rodrigo Santos Macedo  
Marcio Alexandre Goncalves Machado  
Vanessa Moraes Rocha de Munno  
Ricardo Felix da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.54819120421**

**CAPÍTULO 22 ..... 291**

MIX DO MARKETING EM DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DE LATICÍNIOS

Rafael de Azevedo Palhares  
Rogério da Fonsêca Cavalcante  
Thyago de Melo Duarte Borges  
Evaldo Soares de Azevedo Neto  
Natalia Veloso caldas de Vasconcelos  
Rodolfo de Azevedo Palhares

**DOI 10.22533/at.ed.54819120422**

**CAPÍTULO 23 ..... 303**

A RELAÇÃO ENTRE A GESTÃO DO CONHECIMENTO E A LOGÍSTICA: FATORES RELEVANTES E NOVAS PERSPECTIVAS COM BASE NA LOGÍSTICA 4.0

Davidson de Almeida Santos  
Oswaldo Luiz Gonçalves Quelhas  
Carlos Francisco Simões Gomes  
Sheila da Silva Carvalho Santos  
Marcius Hollanda Pereira da Rocha  
Rosley Anholon

**DOI 10.22533/at.ed.54819120423**

**CAPÍTULO 24 ..... 318**

ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS COM ESPECIFICIDADES DE TEMPERATURA E UMIDADE: UM ESTUDO DE CASO

Clayton Gerber Mangini  
Claudio Melim Doná  
Julio Cesar Aparecido da Cruz  
Wagner Delmo Abreu Croce

**DOI 10.22533/at.ed.54819120424**

**CAPÍTULO 25 ..... 331**

ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO E COMERCIAL DO QUEIJO MINAS ARTESANAL CANASTRA DE UMA FAZENDA EM MEDEIROS-MG

Rafael Izidoro Martins Neto  
Humberto Elias Giannecchini Fernandes Rocha Souto  
Bárbara Andrino Campos Silva  
Marcelo Teotônio Nametala

**DOI 10.22533/at.ed.54819120425**

<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>346</b>
GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM SERVIÇOS POR MEIO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES: CASO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO GETÚLIO VARGAS	
Manoel Carlos de Oliveira Junior Sandro Breval Santiago Saariane Arruda Bastos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120426</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>358</b>
GESTÃO DE RISCOS DE RUPTURAS E ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS	
Márcio Gonçalves dos Santos Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120427</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>373</b>
SELEÇÃO DE MODAL DE TRANSPORTE ATRAVÉS DE UM MÉTODO DE APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO	
Myllena de Jesus Fróz da Silva Mônica Frank Marsaro Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120428</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>385</b>
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE PRESTADORES DE SERVIÇOS LOGÍSTICOS UTILIZANDO A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	
Isabella russo vanazzi Luís Filipe Azevedo de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120429</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>398</b>
PROPOSTA DE MELHORIA COM ENFOQUE NA GESTÃO DE ESTOQUE EM UM SUPERMERCADO	
Rafael de Azevedo Palhares Evaldo Soares de Azevedo Neto Samira Yusef Araujo de Falani Bezerra Camila Favoretto Laura Maria Rafael Dellano Jatobá Bezerra Tinoco Leila Araújo Falani Lílian Salgueiro Azevedo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120430</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>410</b>
DESAFIOS DA SUPPLY CHAIN 4.0	
Felipe de Campos Martins Alexandre Tadeu Simon Fernando Celso Campos Renan Stenico de Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120431</b>	

<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>423</b>
CUSTOMCOLOR: UMA SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO CUSTOMIZADA APLICANDO OS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0	
Nicole Sales Libório	
Yrlanda de Oliveira dos Santos	
Jorge Luis Abadias Barbosa	
Vandermi João da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120432</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>433</b>
IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 SOBRE O FUTURO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	
Caio Zago Cuenca	
Caio Marcelo Lourenço	
Raquel Lazzarini dos Santos Françoso	
Fernando César Almada Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120433</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>444</b>
O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0 E SEU ALINHAMENTO COM OS PARADIGMAS ESTRATÉGICOS DE GESTÃO DA MANUFATURA	
Paulo Eduardo Pissardini	
José Benedito Sacomano	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120434</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>457</b>
UM MODELO DE PROCESSOS DO PROJETO DE ADAPTAÇÃO EMPRESARIAL AO PARADIGMA DAS INDÚSTRIAS 4.0	
Thales Botelho de Sousa	
Fábio Müller Guerrini	
Carlos Eduardo Gurgel Paiola	
Márcio Henrique Ventureli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120435</b>	
<b>CAPÍTULO 36</b> .....	<b>469</b>
ESTIMANDO A RECIPROCIDADE DO MODAL DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO	
Ronan Silva Ferreira	
Priscila Caroline Albuquerque da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120436</b>	
<b>CAPÍTULO 37</b> .....	<b>482</b>
ESTUDO DE OPERAÇÃO DA COLETA SELETIVA NO BAIRRO URCA, RIO DE JANEIRO	
Frederico do Nascimento Barroso	
Marcelle Candido Cordeiro Lino Marujo	
Leonardo Mangia Rodrigues	
Lino Guimarães Marujo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.54819120437</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>494</b>

## AS ETAPAS CRÍTICAS PARA MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS INTERNOS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO SERIADA

### **Manoel Gonçalves Filho**

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)  
Programa de Pós-Graduação em Administração  
(PPGA)  
Piracicaba – SP

### **Clóvis Delboni**

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)  
Programa de Pós-Graduação em Administração  
(PPGA)  
Piracicaba – SP

### **Reinaldo Gomes da Silva**

Escola de Engenharia de Piracicaba (EEP)  
Piracicaba – SP

### **Sílvio Roberto Ignácio Pires**

Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)  
Programa de Pós-Graduação em Administração  
(PPGA)  
Piracicaba – SP

**Resumo:** A concorrência enfrentada pelo setor metal mecânico no Brasil faz com que as empresas busquem tornarem-se cada vez mais competitivas. Essa condição induz a melhorias contínuas, dentre elas o desenvolvimento dos sistemas produtivos. Assim, uma nova orientação estratégica operacional se faz necessária para atingir os objetivos de maximização dos lucros, e de sobressair-se à concorrência, por meio de uma maior produtividade. O objetivo deste artigo é relatar sobre os principais passos a serem

realizados na busca da melhoria do processo produtivo, e mensurar ganhos quantitativos pela aplicação de *kaizens* nos setores que fabricam componentes metálicos para a indústria de equipamentos e máquinas de grande porte. Nesse sentido, este trabalho investiga o processo produtivo de um fabricante de componentes industriais operando na região de Piracicaba/SP. O método de pesquisa utilizado partiu de uma revisão bibliográfica na área da Engenharia de Produção, acerca da Produção Enxuta e da eliminação de desperdícios por meio de *kaizens*. Posteriormente, foi realizado um estudo de caso de caráter exploratório na empresa pesquisada. Os resultados mostram que foi possível eliminar desperdícios e promover melhorias no processo de fabricação, reduzir a superprodução, o tempo de espera, a movimentação e transporte excessivo de peças e componentes, e obter-se ganhos de espaço na fábrica e redução da mão de obra diretamente empregada no processo produtivo.

**Palavras-chave:** Produção Enxuta, *Kaizen*, Sistema Produção Empurrado e Puxado, Processo Produtivo.

THE CRITICAL STAGES FOR IMPROVING  
THE INTERNAL PRODUCTION PROCESSES  
OF THE SERIATED TRANSFORMATION

**ABSTRACT:** The competition faced by the metal mechanical sector in Brazil makes companies seek to become increasingly competitive. This condition induces continuous improvements, among them the development of productive systems. Thus, a new operational strategic orientation is necessary to achieve the goals of maximizing profits, and to stand out from the competition, through greater productivity. The objective of this article is to report on the main steps to be taken in the pursuit of improvement of the productive process, and to measure quantitative gains by the application of kaizen in the sectors that manufacture metallic components for the large equipment and machinery industry. In this sense, this work investigates the production process of a manufacturer of industrial components operating in the region of Piracicaba / SP. The research method used was based on a literature review in the field of Production Engineering, about Lean Production and the elimination of waste by kaizen. Subsequently, a case study of an exploratory nature was carried out in the company investigated. The results show that it was possible to eliminate waste and promote improvements in the manufacturing process, reduce overproduction, waiting time, excessive movement and transportation of parts and components, and gains in factory space and labor shortages directly employed in the production process.

**KEYWORDS:** Lean Production, Kaizen, Pulled and Pulled Production System, Productive Process.

## 1 | INTRODUÇÃO

A concorrência global tem impulsionado as empresas industriais a se tornarem mais competitivas e essa condição tem as induzidas a uma incessante busca por melhorias contínuas, dentre elas o desenvolvimento dos sistemas produtivos.

Devido às mudanças necessárias para promover essas melhorias, existe a necessidade de as organizações adotarem uma nova postura perante seus processos internos, clientes, concorrentes e fornecedores, com nova orientação estratégica para atingir os objetivos da organização, tornando-as mais competitiva (THOMAS, 2012). Dües *et al.* (2013) confirmaram essa condição em suas pesquisas, demonstrando que, inicialmente, a utilização do *Kaizen* dentro da estrutura do escopo da Produção Enxuta se reverte em benefícios operacionais, sendo ampliados para benefícios financeiros e competitivos.

Favoni *et al.* (2013) relatam que a Produção Enxuta se baseia em esforços para a eliminação de desperdícios e em atividades que não agregam valor ao consumidor e que possam ser otimizados ou eliminados por meio da aplicação de conceitos e ferramentas, e que assim se pode enfrentar o desafio da melhoria da competitividade e à sobrevivência no mercado. Os autores mencionam que esses desafios são comuns às todas as empresas como, por exemplo, a redução de desperdícios, necessidade de melhorias no fluxo de valor, além do pouco conhecimento sobre a Produção Enxuta e da

implementação dessas ferramentas. Observaram ainda a oportunidade de aplicação de algumas poucas ferramentas que podem contribuir para melhorias nas empresas de vários segmentos de atuação.

O objetivo principal deste artigo está além da aplicação de ferramentas e técnicas da Produção Enxuta, pois busca-se apresentar, de forma ordenada e bem particular, alguns poucos e principais passos iniciais seguidos pela prática da indústria que poderão ser suficientes para uma efetiva melhoria do processo produtivo.

Assim, como uma sequência lógica, prática, objetiva e bem-sucedida de convergência, pôde-se mensurar ganhos quantitativos, e identificar as áreas desenvolvidas pela aplicação do *Kaizen*.

Nesse contexto, investigou-se as contribuições teóricas identificadas na revisão bibliográfica sob a ótica da Engenharia de Produção, mais especificamente da Produção Enxuta, face ao que foi desenvolvido na prática por uma indústria do segmento metal mecânico localizada no interior do estado de São Paulo. Para tal foi conduzido um estudo de caso na empresa PiraMetals (nome hipotético), na região de Piracicaba, reconhecida pelo mercado local como líder na fabricação de peças seriadas sob a especificação dos clientes.

## 2 | PRODUÇÃO ENXUTA E KAIZEN

A seguir será apresentado uma breve revisão acerca dos conceitos da Produção Enxuta e *Kaizen*.

### 2.1 Origem e filosofia

O Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu de um estudo realizado por Eiji Toyoda e seu engenheiro de produção Taiichi Ohno, baseado em um modelo já existente aplicado na fábrica da Ford (LIKER, 2004). O sistema de produção da Ford era um sistema “empurrado” considerado como sendo a produção controlada por uma central de planejamento que considera previsões de futuras demandas (GSTETTNER e KUHN, 1996; SPEARMAN, WOODRUFF, HOPP, CONWIP, 1990). Por sua vez o STP era um sistema “puxado” sendo considerado como aquele que autoriza a produção de determinado item por meio da demanda presente ao invés de programar a produção, antecipadamente, por meio de demanda futura (HOPP e SPEARMAN, 2013).

Segundo Ohno (1997), o STP está baseado em quatro elementos principais que são: filosofia, processo, pessoas/parceiros e solução de problemas, os quais estão representados na Figura 1, atrelados aos seus 14 princípios de funcionamento.

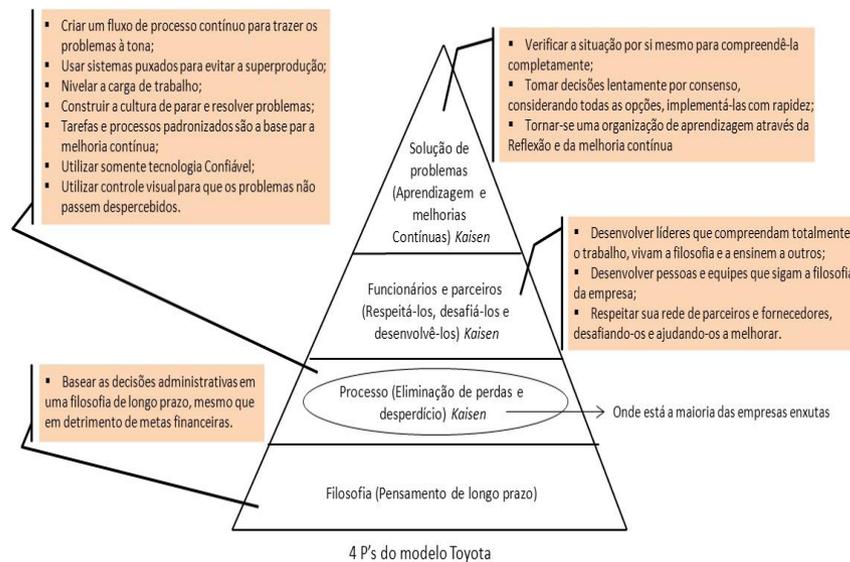


Figura 1 - Modelo Toyota

Fonte: Adaptado de Liker, (2004).

Conforme Liker (2004) o ganho principal do STP não está apenas nas ferramentas e técnicas como *Just in Time* (JIT), *Kanban*, entre outras, que geram economicidade de recursos, mas sim no comprometimento administrativo de uma empresa por meio de um investimento permanente na capacitação do seu pessoal e a promoção de uma cultura de melhoria contínua, que no contexto do STP são denominados de *Kaizen*.

O *Kaizen* foi desenvolvido pelos criadores do STP com o objetivo reformular o modelo de administração clássica de Fayol, melhorando continuamente os processos e operações das empresas japonesas (SINGH; SINGH, 2009).

## 2.2 Ferramentas enxutas

Para a implementação de *Kaizen's* é necessário a aplicação de algumas ferramentas enxutas como o **Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM – Value Stream Map)** que pode ser considerado um método para ilustrar os fluxos de valor (OHNO, 1997). Consiste em duas etapas principais: na 1ª etapa visualiza-se o fluxo de valor atual (estado atual) e realiza-se a análise do *layout* desse fluxo verificando onde existem fontes de desperdícios. Na 2ª etapa esses desperdícios identificados são reduzidos e cria-se um novo fluxo de valor (estado futuro), atacando-se também prazos de entrega e redução dos inventários (ROTHER, 2003).

**Layout** é o posicionamento no espaço de departamentos ou postos de trabalho, de modo a minimizar um custo, satisfazendo um conjunto de restrições. É importante destacar os tipos de *layouts* existentes: *layouts* fixos, *layouts* de processos intermitentes, *layouts* em linha e *layouts* de fluxo contínuo (SEELING e PANITZ, 1997). No presente estudo serão tratados apenas *layouts* de fluxo contínuos.

São considerados **sistemas de fluxo em linha ou contínuos**, um sistema produtivo onde o *layout* possui uma alta eficiência e inflexibilidade intensa, geralmente produzindo por longos períodos de tempo, com alto volume e uma variedade baixa

de produtos. Assim é considerado contínuo pelo fato do processo ser em um fluxo ininterrupto (OHNO, 1997).

Portanto, um sistema de **produção contínua** visa produzir uma maior quantidade no menor tempo possível, ou seja, uma produção constante sem paradas ou interrupções.

Uma das funções fundamentais do STP é a **padronização** que envolve e capacita todos os funcionários para melhorar o sistema como um todo. O trabalho padronizado propõe uma maneira diferente de agir, motivando toda a organização para um trabalho mais eficiente, oferecendo uma qualidade superior a um menor custo (JOHANSSON *et al.* 2013).

Segundo Léxico Lean (2003) outra ferramenta que auxilia as empresas nesse processo   o 5S, o qual origina-se da primeira letra de cinco opera es: *Seiri* (utiliza o), *Seiton* (arruma o), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (normalizar) e *Shitsuke* (disciplina). O 5S auxilia o desenvolvimento das equipes operacionais no *gemba* (chão de fábrica), alterando o modo de gestão e criando um padrão disciplinar entre todos. Tem como objetivo desenvolver um ambiente visual, onde o ambiente   limpo e bem organizado, com fluxos claramente identificados, informa es e objetos facilmente disponíveis e padronizados visualmente (BERTHOLEY *et al.* 2009). O desenvolvimento desses novos hábitos e regras de trabalho reduzem significativamente as ineficiências e desperdício de tempo nas atividades diárias. Vale ressaltar que tal metodologia exige o esforço de todos os envolvidos com um propósito em comum, melhorar seu local de trabalho, simplificando as atividades diárias por meio de mudanças graduais focadas na obten o de um ambiente mais agradável e eficiente (GAPP, FISHER, KOBAYASHI, 2008).

O **Kanban** (sistema de controle da produ o)   uma ferramenta que funciona entre esta es de trabalho consecutivas. Sua principal fun o   regular os níveis de estoque, mantendo-os o mais baixo possível sem comprometer a produ o. Quando o estoque intermediário da esta o de trabalho seguinte está baixo, o *Kanban* permite que a produ o se inicie na esta o anterior (HOPP e SPEARMAN, 2013).

A **manuten o contínua** de um sistema de produ o   fundamental, afinal não pode haver atrasos no processo. Uma ferramenta que auxilia essa manuten o   o **TPM** (*Total Productive Maintenance*) ou Manuten o Produtiva Total. O conceito de TPM   implementado por fases e começa com o 5S. Nakajima em 1988, foi o pioneiro a realizar um trabalho que deu a defini o básica de TPM, sua importância, objetivos, vantagens e desvantagens, e passos a serem seguidos durante a implementa o. Essa metodologia veio para atacar as enormes perdas e desperdícios que ocorriam no chão de fábrica, advindas de falhas ou mau treinamento dos operadores, pessoal de manuten o, processos, problemas de ferramentas e não disponibilidade de componentes em tempo. E que abrange ainda outros fatores como máquinas ociosas, mão de obra ociosa, quebra de máquina e rejei o de peças (SINGHA *et al.* 2013).

Conforme Kasahara e Carvalho (2003), as fases no que diz respeito ao

aperfeiçoamento do processo e do treinamento das pessoas para que possam obter melhores resultados é denominado DMAIC.

O **DMAIC**, apresentado pela Figura 2, é um modelo estruturado, sistematizado e utilizado para orientar as fases de implementação de mudanças na produção.

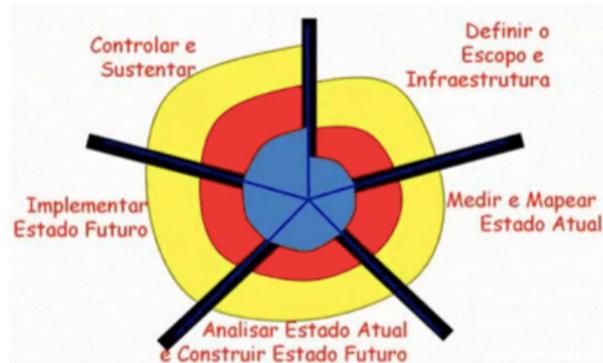


Figura 2 - Fases do DMAIC.

Fonte: Hominiss (2015)

As fases são: **definir** o escopo, objetivos e a infraestrutura, **medir** e mapear o estado atual do processo produtivo, **analisar** o estado atual e futuro, **implementar** o estado futuro, e **controlar** o estado futuro. E começar tudo novamente, como um ciclo, o ciclo DMAIC.

Outra ferramenta que pode apoiar o STP é o **Lean Six Sigma**, que advém de uma metodologia que combina *Lean* com *Six Sigma*, o que o torna um processo dinâmico para o controle dos custos, processos, resíduos e fatores críticos para atender exigências dos clientes. É a combinação das duas metodologias para trabalhar na redução dos custos e desperdícios nas organizações (CELIS e GARCIA, 2012).

Todas essas ferramentas são passíveis de serem aplicadas conjuntamente com o a **Kaizen**, que tem sido amplamente mencionada ao produzir mudanças e resultados positivos para as empresas que as aplica (SUÁREZ-BARRAZA *et al.* 2011).

Mano *et al.* (2014) relata que especialistas em *Kaizen* sustentam que essa ferramenta ajuda a motivar os trabalhadores a prestarem atenção a aspectos da operação do negócio, de forma a melhorar a produtividade e a qualidade do produto. O objetivo do *Kaizen* é sempre estar em busca da melhoria contínua, a metodologia pode refletir diretamente junto à produtividade e à qualidade com o mínimo investimento. Para sua implementação as pessoas na organização desenvolvem suas atividades, melhorando-as sempre, por meio de reduções de custos e alternativas de mudanças inovadoras. O trabalho coletivo prevalece sobre o individual e o ser humano é visto como um dos bens mais valiosos da organização e deve ser estimulado a direcionar seu trabalho para as metas compartilhadas da empresa, atendendo suas necessidades humanas; satisfação e responsabilidade são valores coletivos (MANO *et al.* 2014).

Dessa forma, Imai (1986) descreve uma série de inovações da gestão japonesa:

(i) gestão da qualidade total; (ii) *just in time*; (iii) *kanban*; (iv) zero defeito; (v) sistemas de sugestões; (vi) manutenção preventiva total; (vii) orientação para o consumidor; (viii) automação; (ix) disciplina no local de trabalho; (x) atividades em pequenos grupos; (xi) relações cooperativas entre administração e mão de obra e; (xii) melhoria da produtividade e desenvolvimento de novos produtos. Para este autor, existem dez mandamentos que devem ser seguidos: 1 - O desperdício deve ser eliminado; 2 - Melhorias graduais devem ser feitas continuamente; 3 - Todos os colaboradores devem ser envolvidos; 4 - Buscar aumento da produtividade com estratégias de baixo custo; 5 - Pode se aplicar o *Kaizen* em todas as áreas da organização; 6 - Fazer uso da gestão visual possibilitando visibilidade a problemas e os avanços das atividades, por meio de informações necessárias e visão macro a disposição de todos; 7 - Focaliza a ação onde existe maior criação de valor no chão de fábrica; 8 - Deve ser orientado para os processos; 9 - Valoriza o ser humano, possibilitando sua participação e crescimento no trabalho em equipe; 10 - O lema essencial da aprendizagem organizacional é: Aprender fazendo.

Igualmente, a título de corroborar com o tema, o *Kaizen* não será bem-sucedido se os colaboradores não receberem um treinamento e apoio adequado (MARKSBERRY *et al.* 2010).

É vasta a literatura disponível sobre as ferramentas de aplicação que visam a melhoria dos processos. Encontra-se uma série de propostas e, supostamente, seus passos de implementação estão de forma ordenada, e poderiam ser utilizadas por organizações de diversos segmentos. A fundamentação teórica, obtida por meio da revisão bibliográfica, possibilitou a identificação desses elementos da Produção Enxuta que são passíveis de serem observados, analisados e comparados com a prática adotada pela empresa presente neste estudo de caso, e está exposto no Capítulo 4, na apresentação e análise dos resultados.

Favoni (2013), trabalhou com 12 ferramentas que contribuíram para melhorias em empresa do segmento industrial de calçados. São elas: 1. Produção Puxada e Fluxo Contínuo, 2. Integração da Cadeia de Fornecedores, 3. Operações Padronizadas, 4. Nivelamento da Produção, 5. Balanceamento da Produção, 6. Flexibilização da Mão de obra, 7. TQM, 8. TPM, 9. Troca Rápida de Ferramentas, 10. Gestão Visual, 11. Melhoria Contínua e, 12. Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

Nogueira e Saurin (2008) propuseram uma avaliação do nível de implementação de típicas práticas da Produção Enxuta em uma empresa do setor metal-mecânico para melhoria dos processos produtivos, e consideraram 15 Etapas necessárias para de implementação. São elas: 1. Tecnologia de grupo, 2. Gerenciamento visual, 3. Manutenção produtiva total, 4. Desenvolvimento de produto enxuto, 5. Flexibilização da mão-de-obra, 6. Melhoria continua, 7. Balanceamento da produção, 8. Controle de qualidade zero defeitos, 9. Mapeamento do fluxo de valor, 10. Automação, 11. Troca rápida de ferramenta, 12. Nivelamento da produção, 13. Integração da cadeia de fornecedores, 14. Operações padronizadas e, 15. *Just-in-time*.

Scheller e Miguel (2014) notaram que, inicialmente, na empresa de manufatura de refrigeração doméstica, foco de sua pesquisa, não havia consenso em relação a sua estrutura organizacional e tampouco de implementação. Na ocasião da iniciativa de melhoria dos processos, teve como primeiro passo, um trabalho de sensibilização de toda a liderança. As práticas utilizadas totalizaram 19 Fases.

O trabalho de Oliveira *et al.* (2014) tem como objetivo promover melhorias no processo produtivo de modo integrado a um modelo de simulação computacional. O objeto de estudo está baseado em um sistema produtivo que envolve um processo de embalagem automático de produtos. Identificou-se dados do sistema atual e possibilidades de resultados futuros, e registrou-se as atividades que agregam valor ou não para o processo, para posterior aplicação de *kaizen*.

### 3 | METODOLOGIA

Para se verificar *in loco* o que a literatura nacional e internacional disponibiliza na área da Engenharia de Produção, sobre a filosofia do Sistema Toyota de Produção (STP) e seus resultados, escolheu-se no Brasil, na região de Piracicaba, estado de São Paulo, uma empresa industrial com 12.000 m<sup>2</sup> de área construída para análise de suas práticas.

A revisão bibliográfica, de natureza exploratória, contou com as seguintes etapas de triagem para compor o banco de documentos: (i) Identificação dos periódicos nacionais e internacionais disponíveis por meio das palavras chaves: Engenharia de Produção, Produção Enxuta, *Kaizen*, Sistema Produção Empurrado, Sistema Produção Puxado; (ii) Seleção das bases de dados a ser trabalhada; (iii) O recurso utilizado e o foco dado ao tipo de documento aplicado, no caso apenas artigos; (iv) A temporalidade da produção dos artigos e, finalmente; (v) O procedimento da leitura na identificação da contribuição (estado da arte) dos artigos de forma a embasar esta pesquisa. A Figura 3 apresenta o fluxo de organização da pesquisa teórica e dos artigos trabalhados.

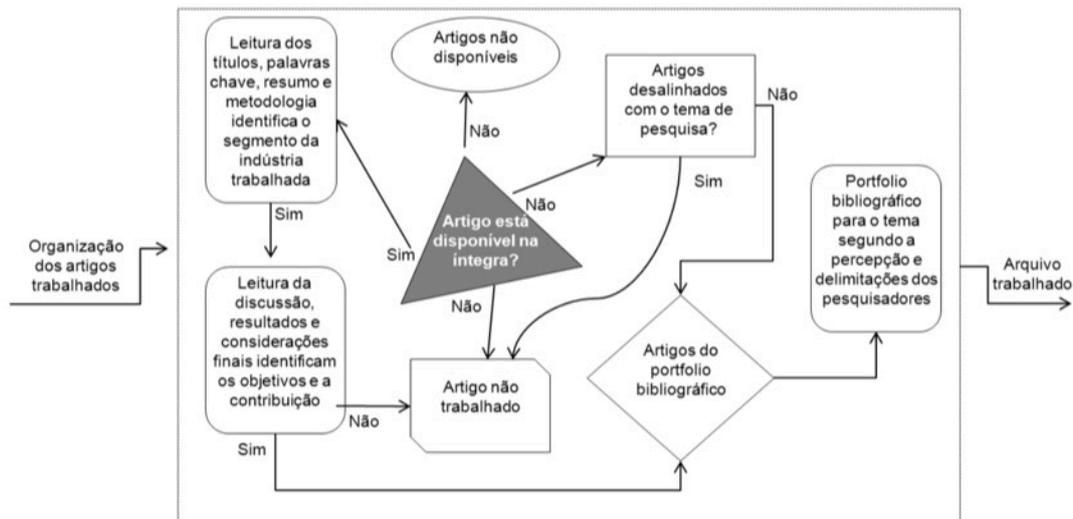


Figura 3 - Etapas de triagem para compor o referencial teórico

Para atingir o objetivo desta pesquisa, e após definido a estrutura conceitual teórica na revisão da literatura, partiu-se para o caso a ser estudado. Inicialmente, com o teste piloto anterior a aplicação do *kaizen*, (*pré-kaizen* – período de apontamentos das informações que antecede a execução da melhoria) e, posteriormente, aplicou-se a pesquisa por meio de questionário e da observação da execução prática do *kaizen*. Após a coleta e análise dos dados, gerou-se o relatório, conforme procedimento metodológico estruturado e relatado por Miguel (2007). Essa coleta dos dados ocorreu por meio de entrevistas semiestruturadas. Foram realizadas visitas ao chão de fábrica, permitindo que as impressões e observações do pesquisador fossem consideradas.

A pesquisa foi realizada no período de 01 de setembro a 17 de outubro de 2014. Os entrevistados foram: a equipe *Kaizen* (responsáveis pela manutenção da filosofia da Produção Enxuta na organização em estudo), operadores de dois setores produtivos da empresa, equipes de manutenção, logística e da engenharia de produção. Assim, busca-se identificar os procedimentos e os principais passos, que a organização participante deste estudo de caso adota, para que os operadores e os colaboradores das áreas de apoio, possam seguir para desenvolver e viabilizar as melhorias desejadas.

A empresa PiraMetals busca a maximização da produtividade e a eficácia das suas operações com base na redução dos desperdícios na produção de componentes e conjuntos soldados em chapas grossas de aço carbono de acordo com as especificações dos clientes. Ela conta com duas unidades de produção, a primeira unidade é responsável pelo corte das peças, e a segunda pelas operações agregadas de maior valor como dobra, solda, usinagem e pintura. Todas as operações estão em área coberta, do estoque de matéria prima à expedição. Os subconjuntos (contrapesos e caçambas) apresentados pela Figura 4, são expedidos por meio de embalagens permanentes, garantindo a qualidade do produto até o cliente (montadora).



Figura 4 - Contrapeso e Caçamba

Fonte: Caterpillar (2014)

Estas duas linhas foram escolhidas porque haviam oportunidades de desenvolvimento e melhoria. Elas trabalham com os fluxos empurrados e objetivou-se a alteração para fluxos puxados conforme a demanda do cliente.

#### 4 | APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Uma série de iniciativas enxutas passíveis de serem adotadas pelas empresas de manufatura, foi encontrada na revisão teórica. Essas iniciativas (ferramentas enxutas) estão supostamente ordenadas e sequenciadas e subentende-se que em forma de passos a serem perseguidos para aplicação e busca da melhoria dos processos produtivos, embora não esteja explicitamente declarada suas sequências e passos de aplicação. Essas organizações contam com alguma cultura da filosofia do Sistema Toyota de Produção (STP) e, minimamente, encontrou-se entre 12 a 19 passos para implementação e viabilização da melhoria, sendo que em um dos casos, adiciona-se um modelo integrado a simulação computacional.

Indo para o chão de fábrica da indústria foco desta pesquisa, inicialmente, realizou-se o primeiro passo para o desenvolvimento de melhorias no processo produtivo, o *Pré-Kaizen*, e buscou-se por meio do levantamento de dados, a aplicação Mapeamento do Fluxo de Valor atual (MFV - atual) de ambas as linhas, a linha do contrapeso e a linha da caçamba traseira. Esses dois subconjuntos são fabricados em seções diferentes, ou seja, ocupam espaços físicos distintos na fábrica (dois departamentos).

A duração do *Pré-Kaizen* foi de dois meses e nessa fase, o trabalho foi orientado pela metodologia *DMAIC*, uma ferramenta da metodologia *Six Sigma* que direcionou as atividades, portanto, inicialmente, “D” Definiu-se os objetivos de *Kaizen* que seria a busca da melhoria do setor e “M” Mediu-se a situação atual identificada no mapa de fluxo de valor atual das linhas e, na sequência, “A” Analisou-se a demanda, o balanceamento estimado das linhas e a mão de obra necessária para as operações.

No MFV atual das linhas, por meio da identificação das atividades que agregam valor (AV) e as que não agregam valor (NAV), percebeu-se algumas oportunidades de melhorias. Essas oportunidades identificadas nessa etapa são: (i) Limpeza geral e implementação da gestão visual, (ii) minimização da movimentação das peças, (iii) aproveitamento dos carrinhos para transporte de subconjuntos que estão desativados

em outra seção e que poderão minimizar os trabalhos de ponte rolante na área em estudo, (iv) a disponibilização de *kits* de abastecimentos a serem utilizados pela logística e, (v) implementação de dispositivos facilitadores de montagem dos subconjuntos. Notou-se que a produção estava empurrada. Assim, ficou apontado e definido os próximos, poucos, e vitais passos a serem perseguidos.

Finalmente, partiu-se para a quinta e penúltima letra da sigla do *DMAIC*, “I” de Implementar, e a execução realizada pelos próprios operadores do setor (equipe *kaizen*) começou pela base do *Kaizen*, o 5S. Assim, iniciou-se o segundo passo, desenvolveu-se o *layout* por meio da aplicação do 5S. A Figura 5 ilustra o antes e o depois das operações de remoção das ferramentas e materiais desnecessários, da organização, limpeza e padronização do setor.



Figura 5 - Ilustração do antes e depois das melhorias de 5S

Fonte: Acervo dos autores (2014)

As pinturas no chão demarcaram o posicionamento das bancadas, carrinhos, *kits* de abastecimentos para estoque de entrada de matéria prima na seção, e espaço para ferramentas. Essas ferramentas foram organizadas e identificadas e o estoque de matéria prima, alocado próximo às atividades, reduziu a movimentação e melhorou a produtividade. Assim, eliminaram-se os desperdícios de tempo pela procura de determinada ferramenta e não a encontrar com facilidade.

Implementou-se a gestão visual, como o terceiro passo, a qual orientou os operadores quanto aos procedimentos de sequência das operações, fluxo dos subconjuntos, tempo de cada operação, tempo de ciclo e passou-se a saber quantos subconjuntos (caçambas e contrapesos) devem ser fabricados diariamente.

A Figura 6 apresenta o quarto passo, trata-se de *kits* de abastecimento projetados pela área de Engenharia de Produção da empresa, para estocar por um dia, a matéria prima que será usada na montagem dos subconjuntos. Esses *kits* são utilizados pela logística e funcionam como um *kanban* de abastecimento para o setor. Assim, o sistema produtivo passou de empurrado para puxado.

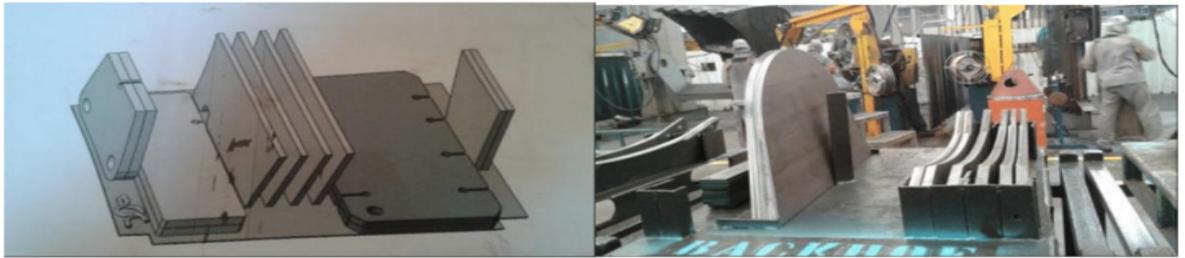


Figura 6 - Kits de abastecimento projetado e construído (real) para disposição da matéria prima no setor.

Fonte: Acervo dos autores (2014)

Além dos ganhos de espaço físico e da organização dos materiais e de tempo de movimentação, houve melhorias na qualidade de trabalho para os operadores, pois esses *kits* de abastecimento foram projetados na altura adequada visando à ergonomia e a facilidade da operação para o trabalhador. Os *kits* eliminaram a movimentação da matéria prima feita pela ponte rolante com capacidade de cinco toneladas, que raramente estava disponível para utilização dos operadores, e que era o gargalo do setor, pois normalmente os operadores ficavam parados esperando sua disponibilidade.

O quinto passo está na iniciativa da adoção de “carrinhos de mão”, também contribuiu para a substituição daquela ponte rolante com capacidade de cinco toneladas, pois os próprios operadores passaram a levar os subconjuntos (Contrapeso e Caçambas) para serem soldados no robô.

Anteriormente, o robô não participava da atividade de solda nessas duas linhas. Esta foi outra melhoria, pois se aumentou a carga de trabalhos do robô que tinha disponibilidade ociosa, e minimizou a mão de obra dos operadores.

No sexto passo, após a aplicação do *kaizen*, adotou-se a padronização estabelecida como regra necessária a ser cumprida e mantida. Momento em que se pesquisou junto aos participantes, entre tantas atividades realizadas, compromissos assumidos e várias metas de melhorias: qual seria para eles o maior desafio? A resposta foi unânime. O maior desafio é última letra “C” do *DMAIC*, o Controle que se trata do acompanhamento e manutenção do que se realizou nesse período de dois meses, ou seja, a manutenibilidade da padronização adotada. Perguntou-se, ainda, aos líderes da equipe *kaizen*, sobre o fato de não ter utilizado de nenhum modelo de simulação computacional. A resposta foi que em razão da experiência adquirida pelas equipes no passado em vista dos mais de 500 *kaizen's* realizados, percebeu-se que esse tipo de atividade é mais “mão na massa” e menos computador e escritório (cultura de chão de fábrica). Ainda no passo de planejamento (*pré-kaizen*), suficientemente para o direcionamento assertivo dos trabalhos, o foco deve estar no realizar/executar, e fazer as coisas realmente na confiança da experiência adquirida pelas equipes. Assim as “coisas” tem se saído melhores.

Em síntese e de forma geral, após seis meses da implementação, alguns

resultados quantitativos, apresentados pela Tabela 2, puderam ser apurados em comparação aos resultados históricos do setor.

<b>Desperdício encontrado e trabalhado</b>	<b>Dados referente a melhoria do processo apontados pela pesquisa após a implementação do <i>kaizen</i></b>
Superprodução	Redução do estoque em processo em 55%
Tempo de espera	Ampliação da capacidade produtiva em 20%
Transporte desnecessário de peças	Ampliação da capacidade em 35%
Movimentação desnecessária	Ampliação da capacidade em 50%

Tabela 2 – Resultados apurados na pesquisa com base na produtividade do setor

Assim, os ganhos foram além do treinamento do pessoal *in locu* diariamente realizado pela equipe *kaizen* aos operadores, pois reduziram-se perdas importantes no processo de produção, de forma maximizar a capacidade produtiva. Houve ganhos de 20% da mão de obra disponível nos setores por não se ter mais o tempo de espera que se tinha antes da aplicação do *kaizen*, sendo esta uma das mais danosas em razão da quantidade de colaboradores.

Os desperdícios de (i) superprodução, (ii) tempo de espera, (iii) transporte desnecessário de peças e, (iv) movimentação desnecessária, tem a propriedade de esconder as outras perdas e são as mais difíceis de serem eliminadas. Deixou-se de produzir demais (superprodução por quantidade) e não se produz mais antecipadamente (superprodução por antecipação). Reduziu-se o desperdício com a superprodução, tempo de espera, transporte desnecessário e movimentação excessiva de peças em 55%, 20%, 35% e 50%, respectivamente. Nesse cálculo, foram considerados o intervalo de tempo no qual o lote ficava “estacionado” à espera de sinal verde para seguir em frente no fluxo de produção, e o tempo de movimentação e transporte economizados no fluxo de peças e componentes.

Por meio dos *kits* de abastecimento próximos as operações de montagem dos componentes foram economizadas 45% do tempo de processamento. Eliminaram-se tarefas sem afetar as características e funções básicas do produto/serviço. Estas foram classificadas como perdas no próprio processamento, são situações em que o desempenho do processo encontra-se aquém da condição ideal. Exemplos das melhorias conquistadas: (i) aumento na velocidade de corte, (ii) montagem, (iii) solda e eliminou-se a necessidade de (iv) ajuste das máquinas. Portanto, em razão dos *kit's* e pelo rearranjo do *layout*, foi possível mensurar ganhos de produtividade.

Após a implementação desses seis passos, a empresa incorporou a importância da aplicação do *kaizen*, e decidiu seguir com o processo em outras áreas da organização na tentativa de conquistar ganhos macros pela redução do tempo global de produção e de seus benefícios inerentes as melhorias percebidas.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com poucos e a identificação dos mais importantes passos para implementação de *kaizen* evidenciados nessa pesquisa, e por meio uma sequência lógica, prática, objetiva e que se notou ser bem-sucedida, realizou-se intervenções e se promoveu melhorias no processo produtivo de uma indústria do segmento metal mecânico localizada no interior do estado de São Paulo.

Face ao que foi desenvolvido na prática dessa indústria pelo seguimento desses seis passos, e com o apoio do que se encontrou na revisão da literatura da área da Engenharia de Produção, foi possível viabilizar um processo produtivo mais enxuto em razão da eliminação dos desperdícios encontrados.

Os seis passos escolhidos e seguidos tornaram o trabalho objetivo, simples, focado e de fácil assimilação pelos operadores. O DMAIC foi a ferramenta utilizada para direcionar e nortear as atividades que, por ser um ciclo, pode possibilitar depois de implementado as melhorias identificadas, reiniciar o estudo, ciclicamente. E, assim, executar outras novas possibilidades de melhorias, ininterruptamente, melhorando o processo produtivo.

O primeiro passo consiste no pré-*kaizen*, e na identificação e levantamento de dados o Mapeamento do Fluxo de Valor atual (MFV). O segundo passo está no desenvolvimento do *layout* por meio da aplicação do 5S. A implementação da gestão visual, como o terceiro passo, orientou os operadores quanto aos procedimentos eficientes das operações para viabilizar resultados eficazes de fabricação. O quarto passo, trata-se de *kits* de abastecimento projetados, momento em que o sistema produtivo passou de empurrado para puxado, esse sistema possibilitou puxar a produção conforme a demanda e, por meio do balanceamento da linha o estoque de matéria prima na seção foi minimizado. O quinto passo está na iniciativa da adoção de “carrinhos de mão” oportunidade em que se reduziu o tempo de movimentação e de espera. No sexto passo, após a aplicação do *kaizen*, adotou-se a padronização estabelecida como regra necessária a ser cumprida e mantida.

Assim, foi possível reduzir desperdícios de (i) superprodução, (ii) tempo de espera, (iii) transporte desnecessário de peças e, (iv) movimentação desnecessária, para ambas as linhas. As linhas de contrapeso e de caçambas traseiras transformaram-se uma única linha, ganhou-se metros quadrados de área de fábrica ocupada e a redução de cinco colaboradores que foram alocados em outras atividades encomendadas por um novo cliente da empresa.

De ambas as linhas, a linha escolhida para produzir o contrapeso e as caçambas traseiras foi a mais próxima do robô o que diminuiu ainda mais a movimentação de subconjuntos pela fábrica. Consequentemente, reduziu-se a utilização da ponte rolante (que possui capacidade de cinco toneladas), isso porque os próprios operadores, por meio de carrinhos que foram reaproveitados de outros setores que os haviam desativados, passaram a levar os subconjuntos para solda no robô.

Uma vez identificado os seis passos realizados pela empresa e implementado as melhorias no processo produtivo, mensurou-se os ganhos quantitativos e as áreas na qual foram aplicadas o *kaizen*. Além dos ganhos de espaço físico, organização dos materiais e de tempo de movimentação, houve melhoria na qualidade de trabalho para dos operadores. Portanto, os ganhos foram além do aumento da capacidade produtiva e treinamento e capacitação do pessoal.

Os seis passos possibilitaram a redução de perdas importantes no processo de produção, houve ganhos de 20% da mão de obra disponível. Minimizou-se o desperdício com o tempo de espera, movimentação adicional e transporte excessivo de peças. O abastecimento de componentes próximos às operações de montagem resultou em ganho de 45% do tempo de processamento.

Essas melhorias serão revertidas em garantia de entrega no prazo, melhoria de qualidade dos subconjuntos e maior confiança na relação entre fornecedor e clientes. E, espera-se uma maior credibilidade por parte da montadora, o que poderá ser um diferencial para torná-lo mais competitivo frente aos concorrentes, e assim maximizar as vendas de seus produtos.

Observando a situação inicial da empresa, e aderindo a iniciativa dos seis passos adotados prioritariamente, e por meio de uma sequência lógica, prática, simples e objetiva, conquistou-se os resultados esperados. Adiciona-se, ainda, a esses resultados quantitativos, as mudanças no método de trabalho e na satisfação do pessoal, operadores e colaboradores mais motivados e com autoestima elevada, pela satisfação do trabalho realizado bem-sucedido. Além do ambiente mais agradável de trabalho, pôde-se mensurar melhores resultados conquistados pela equipe (redução do tempo de ciclo, entre outros).

O objetivo principal deste trabalho foi identificar uma quantidade de passos mínimos (seis passos) praticados pela indústria na implementação de *kaizen's*. Na qual é possível aplicar os conceitos da Engenharia de Produção no processo produtivo, eliminar desperdícios de um fabricante de equipamentos seriados e identificar seus benefícios. Com isso, sugere-se que esta empresa, e outras, estenda a aplicação desses passos de forma focada e objetiva para outras linhas de produtos e para outros setores da empresa, como o setor administrativo e almoxarifado.

## REFERÊNCIAS

BERTHOLEY, F. BOURNIQUEL, P. RIVERY, E. COUDURIER, N. & FOLLEA, G. Work organization improvement methods applied to Blood Transfusion Establishments (BTE): Lean Manufacturing, VSM, 5S. **Transfusion Clinique et Biologique**. Vol 16, N 2, PG 93–100. 2009. <https://doi.org/10.1016/j.tracli.2009.04.007>

CATERPILLAR. Disponível em: [http://www.cat.com/pt\\_BR.html](http://www.cat.com/pt_BR.html). Acesso em 24/10/2014.

CELIS, O. L. M.; GARCÍA, J. M. S. Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. **Estudios Gerenciales**, Vol. 28, 2012.

- DÜES, C. M.; TAN, K. H.; LIM, M. Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. **Journal of cleaner production**, v. 40, p. 93-100, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.023>
- FAVONI, C., GAMBI, L. N., CARETA, C. B. Oportunidades de implementação de conceitos e ferramentas de produção enxuta visando melhoria da competitividade de empresas do APL calçadista de JAÚ/SP. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.13, n. 3, p. 1118-1142, jul./set. 2013. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v13i3.1404>
- GAPP, R.; FISHER, R.; KOBAYASHI, K. Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system. *Management Decision*, v. 46, n. 4, p. 565-579, 2008. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>
- GSTETTNER, S., e KHUN, H.: Analysis of production controlsystems Kanban and CONWIP. *International Journal of Production Research*. V.34, p. 3253-3273, 1996. <http://dx.doi.org/10.1080/00207549608905087>
- HOMINISS. Empresa de consultoria e treinamento. Disponível em: <http://www.hominiss.com.br/>. Acesso em 04/01/2015.
- HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **A Ciência da Fábrica - 3ª Ed.** 2013.
- IMAI, M. **Kaizen: A Chave para o Sucesso Competitivo do Japão**, Random House Negócios Division, New York, NY, 1986.
- JOHANSSON, P. E. C. LEZAMA, T. MALMSKÖLD, L. SJÖGREN, B. AHLSTRÖM L. M. Current State of Standardized Work in Automotive Industry in Sweden. **Procedia CIRP**. Vol 7. PG 151–156. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.05.026>
- KASAHARA, E. S.; CARVALHO, M. M.; “Análise dos Modelos TQM e Seis Sigma: estudo de múltiplos casos”. **Anais: In XXIII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Ouro Preto. Porto Alegre: V. 1, p. 1-8. UFRGS, 2003
- LEXICO LEAN – **Glossário Ilustrado para Praticantes do Pensamento Lean**, 4 edição, Lean Enterprise Institute. 2003.
- LIKER, J. K. **The Toyota way: 14 management principles from the world’s greatest manufacturer**: MacGraw-Hill, 2004.
- MANO, Y., AKOTEN, J., YOSHINO, Y., SONOBE, T., Teaching KAIZEN to small business owners: An experiment in a metalworking cluster in Nairobi. **Journal of the Japanese and International Economies**. Volume 33, setembro 2014, páginas 25-42. <https://doi.org/10.1016/j.jjie.2013.10.008>
- MARKSBERRY, P., BADURDEEN, F., GREGORY, B., KREAFLE, K., Management directed kaizen: Toyota’s Jishuken process for management development. **Journal of Manufacturing Technology Management**. Volume 21 Edição 6. 201º. <https://doi.org/10.1108/17410381011063987>
- MIGUEL, P. A. C., Estudo de caso na engenharia de produção: Estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan./Abr. 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132007000100015>
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OLIVEIRA, R. B. M., CORRÊA, V. A., NUNES, L. E. N. P. **Mapeamento do fluxo de valor em um modelo de simulação computacional**. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.14, n. 3, p.

837-861, jul./set. 2014. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v14i3.1461>

ROTHER, M. **Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate**. Lean Enterprise Institute; 2003.

SHELLER, A. C., MIGUEL, P. A. C. Adoção do *seis sigma* e *lean production* em uma empresa de manufatura. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.14, n. 4, p.1316-1347, out./dez. 2014. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v14i4.1652>

SEELING, M., PANITZ, C. **Estudo de layout**. Transparências. 1997.

SINGH, J.; SINGH, H. Kaizen philosophy: a review of literature. **The IUP Journal of Operations Management**, v. 8, n. 2, p. 51-72, 2009.

SINGHA, R. GOHILB, A.M. SHAHB, B.D. DESAIC, S. Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study. **Procedia Engineering**. Vol 51. PG 592–599. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>

SPEARMAN, M. L.; WOODRUFF, D. L.; HOPP, W. J.: CONWIP: a pull alternative to Kanban. **International Journal of Production Research**. V.28, n.5, p. 879-894, 1990.

SUÁREZ-BARRAZA, M. F.; RAMIS-PUJOL, J.; KERBACHE, L.. Thoughts on< IT> kaizen</IT> and its evolution: Three different perspectives and guiding principles. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 4, p. 288-308, 2011. <https://doi.org/10.1108/20401461111189407>

THOMAS, K.P. Investment Incentives and the Global Competition for Capital. **Journal of common market studies** [0021-9886] Giurgiu, Adriana: 2012 vol:50 iss:1 pg:190. DOI: 10.1111/j.1468-5965.2011.02215\_5.x

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO** Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-254-8

