

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



Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

# Engenharia de Produção: What's Your Plan?

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? [recurso eletrônico] /  
Organizador Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta  
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia de Produção:  
What's Your Plan?; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-253-1

DOI 10.22533/at.ed.531191204

1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil. 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 primeiro volume, com 35 capítulos, é constituído com estudos contemporâneos relacionados aos processos de gestão do conhecimento e educação na engenharia, além das áreas de engenharia econômica e tomada de decisão através de pesquisa operacional.

Tanto a gestão de conhecimento como a educação na engenharia mostram a evolução das ferramentas aplicadas ao contexto educacional e empresarial. Algumas delas, provenientes de estudos científicos, baseiam os processos de tomadas de decisão e gestão estratégica dos recursos utilizados na produção. Além disso, os estudos científicos sobre o desenvolvimento da educação em engenharia mostram novos direcionamentos para os estudantes, quanto à sua formação e inserção no mercado de trabalho.

Na segunda parte da obra, são apresentados estudos sobre a aplicação da gestão de custos, investimentos em ativos e operações de controle financeiro em organizações. E outros, que representam a aplicação de ferramentas de método multicritério de tomada à decisão empresarial que auxiliam os gestores a escolher adequadamente a aplicação de seus recursos.

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>
FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO NO BRASIL: UM PANORAMA NA PESQUISA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
Rodrigo Salgado Martuchelli Fernando Luiz Goldman	
DOI 10.22533/at.ed.5311912041	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
A ESCOLHA DO TEMA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC) NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO COMO UM PROBLEMA DE TOMADA DE DECISÃO	
Ian Viana Coutinho Emmanuel Paiva de Andrade Edna Ribeiro Alves Celia Cristina Pecini Von Kriiger Liliane Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.5311912042	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
ENSINO 3.0: A FORMAÇÃO ACADÊMICA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO PAUTADA NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS	
Éder Wiliam de Macedo Siqueira	
DOI 10.22533/at.ed.5311912043	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
SERVITIZAÇÃO E INDÚSTRIA 4.0 NA MANUFATURA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	
Matheus Phelipe Vendramini Alexandre Tadeu Simon	
DOI 10.22533/at.ed.5311912044	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>53</b>
A INOVAÇÃO NAS EMPRESAS DE PEQUENO PORTE: UMA ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO ORGANIZACIONAL ATRAVÉS DO GRAU DE INOVAÇÃO	
Auristela Maria da Silva André Marques Cavalcanti Gabriel Herminio de Andrade Lima	
DOI 10.22533/at.ed.5311912045	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>64</b>
ALINHAMENTO ESTRATÉGICO ENTRE A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E O PLANEJAMENTO DOS NEGÓCIOS BASEADO NA GESTÃO DE TI	
Rafael Nunes de Campos Íris Bento da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5311912046	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>76</b>
COACHING: UMA REVISÃO DA LITERATURA	
Maria de Fatima do Nascimento Brandão Níssia Carvalho Rosa Berginate	
DOI 10.22533/at.ed.5311912047	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>95</b>
GESTÃO DAS PARTES INTERESSADAS E INOVAÇÃO ABERTA: UM ENSAIO TEÓRICO NA PERSPECTIVA DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS	
Priscila Nesello Ana Cristina Fachinelli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5311912048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>111</b>
GERENCIAMENTO DE PROJETOS: COMPARATIVO BIBLIOMÉTRICO DOS ANAIS DE CONGRESSOS BRASILEIROS NA ÁREA DE ADMINISTRAÇÃO E ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
Ronielton Rezende Oliveira Patricia Souza Amaral Tardivo Boldorini Henrique Cordeiro Martins Alexandre Teixeira Dias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5311912049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>136</b>
GESTÃO DO CONHECIMENTO NO DEPARTAMENTO PÓS-OBRA	
Erick Areco Cáceres Silvia de Toledo Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>153</b>
MODELO DE ANÁLISE DE PREDIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS UTILIZANDO CADEIAS DE MARKOV	
Auristela Maria da Silva André Marques Cavalcanti Gabriel Herminio de Andrade Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>167</b>
MODELOS DE MATURIDADE EM GESTÃO DE PROJETOS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA	
Rafael de Azevedo Palhares Natalia Veloso Caldas de Vasconcelos Mariana Simião Brasil de Oliveira Arthur Arcelino de Brito Paulo Ellery de Oliveira Pedro Osvaldo Alencar Regis Nathaly Silva de Santana Pablo Veronese de Lima Rocha Ricardo André Rodrigues Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>182</b>
O USO DA MANUTENÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE NEGÓCIO NO SERVIÇO DE PÓS-VENDA EM UM SISTEMA PRODUTO-SERVIÇO	
Paulo Mantelatto Pecorari Carlos Roberto Camello Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120413</b>	

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>194</b>
PRÁTICAS DE MEDIAÇÃO: A APLICAÇÃO DO GOOGLE CLASSROOM COMO BASE DA DISCIPLINA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
Julio Cesar Ferreira dos Passos Maria Juliana Goes Coelho da Cruz Ricardo Venturinelí Simone Seixas Picarelli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>205</b>
SOLUÇÃO TECNOLÓGICA EM REALIDADE VIRTUAL PARA TREINAMENTO DE ATLETAS PARALÍMPICOS: O CASO DO TREINA+	
Bernardo Vasconcelos de Carvalho Luiz Guilherme Rodrigues Antunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>217</b>
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E AGRONEGÓCIO: PRINCIPAIS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
Luiz Ricardo Oliveira Begali Eduardo Gomes Carvalho Weider Pereira Rodrigues Lázaro Eduardo da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>230</b>
ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DOS MUNICÍPIOS PARAIBANOS NA APLICAÇÃO DE RECURSOS DO GOVERNO FEDERAL PARA O CONTROLE DA DOENÇA DE CHAGAS: UMA INVESTIGAÇÃO POR MEIO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	
Jonas Cordeiro de Araújo Edlaine Correia Sinézio Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>245</b>
ANÁLISE DA VIABILIDADE DO PROCESSO DE AUTOMATIZAÇÃO NA LINHA DE MONTAGEM EM UMA EMPRESA DE INTERRUPTORES	
Leonardo Ayres Cordeiro Matheus Dias Guedes de Oliveira Nayara Aparecida Rocha Ferreira Sílvia Gabriela Macieira Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>258</b>
ANÁLISE DE INVESTIMENTOS EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM UMA UNIVERSIDADE	
Roni Mateus Machado Rigo Anderson Felipe Habekost Cristiano Roos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120419</b>	

<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>270</b>
ESTIMATIVAS DAS ELASTICIDADES PREÇO E RENDA DA DEMANDA POR ENERGIA ELÉTRICA RESIDENCIAL E POR REGIÃO GEOGRÁFICA DO BRASIL	
Palloma da Costa e Silva Roberta Montello Amaral	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>283</b>
COMPARATIVO DO CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE DE VEÍCULOS DE TRANSPORTE DE FUNCIONÁRIOS: ESTUDO DE CASO EM FÁBRICA DE CONFECÇÕES	
Nelize Aparecida de Souza Rodney Wernke Antonio Zanin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>294</b>
ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA PARA CRIAÇÃO DE UMA INCUBADORA TECNOLÓGICA EM LORENA	
Thamara Gonçalves Vilela Prado Marco Antonio Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120422</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>307</b>
MÉTODO FLUXO DE CAIXA DESCONTADO: ANÁLISE FINANCEIRA DA PETROBRAS	
Evandir Megliorini Ian Miller Osmar Domingues José Roberto Tálamo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120423</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>318</b>
MÉTODO <i>PRICE BAND</i> APLICADO NA PRECIFICAÇÃO DE PRODUTOS EM UMA REDE VAREJISTA	
O'mara Guimarães da Costa Natália Varela da Rocha Kloeckner	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>328</b>
PREVISÃO DO PREÇO DO CIMENTO PORTLAND NOS ESTADOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL	
Patricia Cristiane da Cunha Xavier Adriano Mendonça Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120425</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>344</b>
PROPOSTA DE UM DIAGNÓSTICO DOS ATIVOS INTANGÍVEIS EM EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA DO SETOR DE ENERGIA	
Vinícius Jaques Gerhardt Julio Cezar Mairesse Siluk Jordana Rech Graciano dos Santos Mariana Soncini Minuzzi Claudia de Freitas Michelin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120426</b>	



<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>356</b>
APLICAÇÃO DA OTIMIZAÇÃO EM REDES EM UMA EMPRESA DO SETOR AVÍCOLA	
Luana Teixeira Sousa	
Ananda Gianotto Veiga	
Mariana Ferreira de Carvalho Chaves	
Marcus Vinicius Vaz	
Stella Jacyszyn Bachega	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120427</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>368</b>
COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS DE FORECASTING PARA SÉRIES SAZONAIS: UMA APLICAÇÃO PARA PREVISÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR EM SANTA MARIA – RS	
Liane Werner	
Cleber Bisognin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120428</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>380</b>
DESENVOLVIMENTO DO MENOR CAMINHO PARA A MELHORIA DAS LINHAS DE ÔNIBUS EM UM BAIRRO NO MUNICÍPIO DE ARACAJU - SE	
Tayane Magalhaes Alvaia	
Hellen Mariany Santos	
Marcos Wandir Nery Lobao	
Jose Ricardo Menezes Oliveira	
Glaucia Regina de Oliveira Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120429</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>391</b>
ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS BASEADO NOS MÉTODOS SERVQUAL E SMARTS: APLICAÇÃO EM TERMINAIS AEROPORTUÁRIOS	
João Paulo Figueira Marchesi	
Janaina Figueira Marchesi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120430</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>407</b>
MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA ESCOLHA DE UM TRANSPORTADOR TERCEIRIZADO ATRAVÉS DO MÉTODO PROMETHEE II	
Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi	
Monica Frank Marsaro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120431</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>420</b>
SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA OTIMIZAÇÃO DE ROTAS EM UMA FÁBRICA DE PÃES	
Kassia Tonheiro Rodrigues	
Carolina Lino Martins	
Kurt Costa Peters	
Naylil Liria Baldin Lacerda	
Luiz Junior Maemura Yoshiura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120432</b>	

<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>431</b>
USO DA <i>CONJOINT ANALYSIS</i> PARA AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DA EMBALAGEM DE CASTANHA DE BARU NA PREFERÊNCIA DOS CONSUMIDORES MATO-GROSSENSES	
Eduardo José Oenning Soares Rodrigo Carniel Sefstron Rodolfo Benedito da Silva Alexandre Gonçalves Porto Alexandre Volkmann Ultramari	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120433</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>442</b>
ANÁLISE DOS FUNDOS BRASILEIROS DE ÍNDICE ATIVO: EXISTE RELAÇÃO ENTRE A TAXA DE ADMINISTRAÇÃO E OS RESULTADOS ENTREGUES AOS INVESTIDORES?	
Igor Soares Pinto Coelho Marcelo Albano Mauricio da Rocha José Guilherme Chaves Alberto Adriano Cordeiro Leite	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120434</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>453</b>
OTIMIZAÇÃO DO MIX DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE TINTAS E REVESTIMENTOS	
Ariane Schio de Azevedo Carolina Lino Martins João Batista Sarmento dos Santos Neto Kassia Tonheiro Rodrigues Luiz Junior Maemura Yoshiura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.53119120435</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>473</b>

## ANÁLISE DA VIABILIDADE DO PROCESSO DE AUTOMATIZAÇÃO NA LINHA DE MONTAGEM EM UMA EMPRESA DE INTERRUPTORES

**Leonardo Ayres Cordeiro**  
**Matheus Dias Guedes de Oliveira**  
**Nayara Aparecida Rocha Ferreira**  
**Silvia Gabriela Macieira Ramos**

**RESUMO:** Este estudo foi realizado com o objetivo de demonstrar os impactos causados pela automatização na produção de uma empresa de tomadas. O trabalho foi realizado a partir da necessidade da empresa em aumentar a sua capacidade produtiva, visto que a mesma não conseguia atender a demanda existente por seus produtos. A automatização de uma linha de produção poderá permitir a padronização do processo garantindo maior confiabilidade nos itens produzidos, o aumento na produtividade da empresa e uma redução de custos. Este estudo abre a possibilidade de se analisar possíveis mudanças que podem impactar na produtividade da empresa, na qualidade e confiabilidade dos produtos e nos custos com mão de obra. O trabalho realizado foi classificado como um estudo de caso, baseado em pesquisa exploratória e descritiva e teve resultados satisfatórios a partir da possibilidade de aumento na produtividade e redução dos custos da indústria estudada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automatização Industrial, Produtividade, Redução de Custos, Indústria de Tomadas.

### 1 | INTRODUÇÃO

Anteriormente os sistemas produtivos baseavam-se no processo de manufatura, que eram realizados através de atividades artesanais e manuais. Os trabalhos eram divididos em etapas entre os artesãos, o que demandava um tempo grande de produção com altos custos, mas não garantindo a qualidade nos processos.

Com o avanço da globalização e o advento constante de novas tecnologias, surgem cada vez mais novas tendências que começam a ser amplamente adotadas pelas organizações, na busca por maneiras de aumentar a sua competitividade. Com isso, a automatização está se tornando um pilar quando falamos em meios de produção, principalmente porque gera aumento na produtividade, confiabilidade e velocidade de produção. (GROOVER, 2010).

O presente artigo tem como objetivo demonstrar a viabilidade de um processo de automatização, tendo em vista a necessidade de aumentar a capacidade produtiva e a confiabilidade, além de gerar maior competitividade no mercado por meio da redução de custos. Buscou-se, por este estudo, analisar o impacto da automatização no processo de montagem em uma indústria de material elétrico, situada em Minas Gerais. A automatização nos setores produtivos decorre

de necessidades como elevação de produção, aumento dos níveis de qualidade de conformação e de flexibilidade, aumento da versatilidade para um melhor atendimento da demanda, maiores níveis de confiabilidade da produção, aumento do controle das informações relativas ao processo, melhorias na qualidade, planejamento e controle da produção, redução do custo de operações e manutenção, redução de perdas de materiais e custos de capital. (MORAES; CASTRUCCI, 2001).

A indústria estudada está instalada no município de Contagem - MG, onde ocupa uma área construída de 12.000m<sup>2</sup>. Conta também com escritório comercial em São Paulo - SP. A empresa opera com cerca de 150 funcionários e 70 representantes em todo o país e comercializa seus produtos em mais de 2.300 pontos de venda.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com a Revolução Industrial, dá-se início na Inglaterra um período transitório, entre uma sociedade cujo sistema produtivo artesanal e agrário passa a se transformar em um processo industrial, surgindo então os primeiros equipamentos mecânicos que tinham como objetivo auxiliar o trabalho de produção, transformando mercados, sociedades e modificando a qualidade de vida das pessoas. (SILVEIRA; SANTOS, 1998).

Para Szezerbick (2004), a automação industrial é a aplicação de técnicas, *softwares* e/ou equipamentos mecânicos, que têm como objetivo o aumento da eficiência, substituição ou redução da mão de obra.

Para Groover (2010), os processos produtivos que englobam a utilização de máquinas e robôs, são denominados sistemas automatizados, pois executam determinadas atividades e operações reduzindo ao máximo a participação humana, se comparado ao processo manual equivalente.

O cenário global dos últimos anos, marcado por uma intensa concorrência econômica, fez com que as empresas precisassem se tornar cada vez mais competitivas no mercado, para conseguir sobreviver aos desafios da globalização e manter seus clientes satisfeitos.

Por meio de um maquinário eficiente e com alta capacidade produtiva, a produção automatizada consegue atender uma demanda muito maior em menor tempo e, assim, garante um melhor tempo de resposta aos pedidos, ou seja, o tempo a partir do momento em que um pedido é recebido pela empresa até a entrega ao cliente é menor. (GROOVER, 2010).

Para Araújo (2012), a produtividade está associada à eficiência e ao tempo, ou seja, é a capacidade de alcançar os objetivos e metas com o mínimo de recursos e tempo disponível. Com isso ao aperfeiçoar o tempo e os recursos, melhores resultados serão apresentados.

Segundo Araújo (2012), alta competitividade do mercado atual, obriga as empresas a reduzirem seus custos de produção para que, assim, consigam oferecer

preços atrativos para seus clientes. Um dos principais objetivos da automatização é possibilitar a melhoria e o gerenciamento da produção. Segundo Ohno (1997), a automatização industrial pode ser resumida como o gerenciamento e a melhoria de produção, cujo objetivo principal é o aumento do lucro através da redução de custos.

Existem dois tipos de custos, os custos fixos e os custos variáveis. Os custos fixos envolvem todos os custos que não estão diretamente ligados à quantidade produzida. Ou seja, são aqueles que não sofrem alteração no valor mesmo que haja aumento ou diminuição da produção, por exemplo, os gastos com aluguel ou com limpeza e manutenção de máquinas. Já os custos variáveis são aqueles necessários a produção e seus valores dependem diretamente do volume produzido, como os gastos com matéria prima e energia. Se somarmos os custos fixos e variáveis, obtemos o custo total de produção.

Sabendo que o custo de produção é resultado da combinação de vários recursos utilizados na criação de um produto, deve-se entender que a redução dos custos se baseia na otimização do uso destes recursos. Para conseguir uma alta lucratividade a empresa deve combinar a produtividade com a redução de custos.

Segundo Ohno (1997), para que haja uma redução dos custos é de extrema importância que seja trabalhado os desperdícios na produção. Com isso a empresa consegue elevar o nível de competitividade e se destacar no mercado, obtendo assim custos mais enxutos, fazendo com que a empresa tenha um diferencial frente aos seus concorrentes.

Um dos gastos envolvidos na produção é o investimento feito em máquinas e equipamentos necessários à atividade produtiva. O capital gasto com esse investimento pode ser recuperado através das vendas do produto em um certo tempo e este período de recuperação é chamado de *payback* (SOUZA; CLEMENTE apud ALBANO, 2014). Quanto menor for o valor do *payback*, mais rápida será a recuperação do capital investido, portanto, o *payback* pode representar o grau de risco de um projeto em análise.

Para que a empresa alcance a desejada vantagem competitiva é necessário que os sistemas produtivos operem de maneira eficaz e por um longo período de tempo. Por isso é necessário acompanhar e controlar as possibilidades de falhas no maquinário que possam comprometer a produtividade da empresa. Também é importante que se determine e controle a confiabilidade de seus produtos para garantir que eles tenham a capacidade de desempenhar suas atividades no período de tempo planejado e em condições de uso. Dessa forma, desenvolveu-se a teoria da confiabilidade.

A confiabilidade pode ser amplamente associada ao funcionamento de um produto ou sistema, sem que ocorram quebras ou falhas, sendo amplamente utilizada no planejamento e controle da manutenção de equipamentos correspondendo à probabilidade de um item cumprir a sua especificação, pelo período de tempo e sobre as condições ambientais pré-determinadas. (SIQUEIRA, 2009).

Segundo Lewis (1996), a principal causa da ocorrência de falhas precoces no

produto é oriunda da variabilidade nos processos de manufatura, sendo que ações para controle e melhoria da qualidade dos processos podem reduzir esse número de falhas resultando na melhoria da confiabilidade do produto. A conclusão dos estudos de Lewis (1996) aponta que os esforços para melhoria da confiabilidade em produtos devem se concentrar no estágio de desenvolvimento do produto, especificamente do projeto, do processo e manufatura.

Não só é importante garantir a confiabilidade do produto, mas também a qualidade do mesmo, para que esta atenda ou até mesmo supere as expectativas do cliente. Para realização do controle da qualidade geralmente utilizamos um conjunto típico de ferramentas denominadas “Ferramentas Estatísticas de Qualidade”, mesmo não sendo todas elas estatísticas de fato. São também citadas como “Ferramentas de Controle da Qualidade”.

De acordo com Groover (2010), os sistemas de produção são representados por um conjunto de pessoas, equipamentos e procedimentos que juntos realizam o processo de produção de uma fábrica. A participação humana no processo pode variar bastante de acordo com a necessidade da produção. Baseado nisso, Groover (2010) diferencia três tipos de sistemas:

- a. Sistemas de trabalho manual, em que os trabalhadores realizam tarefas sem a ajuda de ferramentas motorizadas, usando apenas ferramentas operadas através da força humana;
- b. Sistemas trabalhador-máquina, em que o homem opera uma máquina;
- c. Sistemas automatizados, em que o processo é realizado por uma máquina sem a interferência humana.

A decisão de não automatizar não é perpétua, podendo a empresa fazer a substituição da mão-de-obra em outro momento mais oportuno.

O processo de montagem manual terá sua capacidade comparada com a de um modelo automatizado visando demonstrar a viabilidade de implementação do projeto, através da redução de custos, tempo e melhoria na qualidade do produto final.

### 3 | METODOLOGIA

Este artigo configura-se como um estudo de caso, que segundo Gil (2009) consiste em um delineamento profundo de pesquisa em que são utilizados diferentes métodos e técnicas de coleta de dados. O estudo baseou-se em uma pesquisa que pode ser classificada como exploratória e descritiva. De acordo com Acevedo e Nohara (2013), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar uma maior compreensão do problema, possibilitando que o autor trace o fenômeno de forma mais precisa. Já a pesquisa descritiva, não explica o fenômeno em estudo, ela apenas o descreve, porém, o conhecimento proporcionado por ela é essencial para outras pesquisas que tenham como objetivo explicar o fenômeno.

A presente pesquisa trabalhou com dados quantitativos, que segundo Perovano (2016) constituem-se de pesquisas de levantamentos e qualitativos que se constituem de análises comportamentais humanas e de cenários e ambientes. O estudo foi realizado também com observações de campo, por meio de visitas à empresa estudada, onde ocorriam análises qualitativas do ambiente de trabalho, da linha de produção, dos funcionários e do método de produção utilizado. Além disso, foram coletados dados quantitativos acerca do tempo gasto pelas funcionárias na produção e da quantidade de peças produzidas pela empresa. Os dados qualitativos coletados são pertinentes a abordagens de qualidade e confiabilidade nos produtos.

O universo do estudo foi uma empresa de produção de tomadas e interruptores, sendo a amostragem o setor de montagem de tomadas. Os dados quantitativos foram baseados em médias de produção fornecidas pela empresa.

## **4 | APRESENTAÇÃO DE DADOS**

### **4.1 Sistema de Produção Manufaturada**

A pesquisa foi realizada no setor de montagem da indústria estudada. Este setor conta com um total de 7 funcionárias, e o processo de montagem das tomadas era manual, tendo assim uma limitação para a produtividade, já que os montadores necessitam de acumular um aprendizado para realização desta atividade. A indústria tem uma necessidade de aumentar a sua produção e uma possível solução seria realizar a automatização deste setor.

O fluxo de produção no setor de montagem conta com um processo não automatizado com 1 operação (montagem da tomada) da qual 5 estágios desta operação podem ser automatizados, conforme ilustra a Figura 1, a seguir.

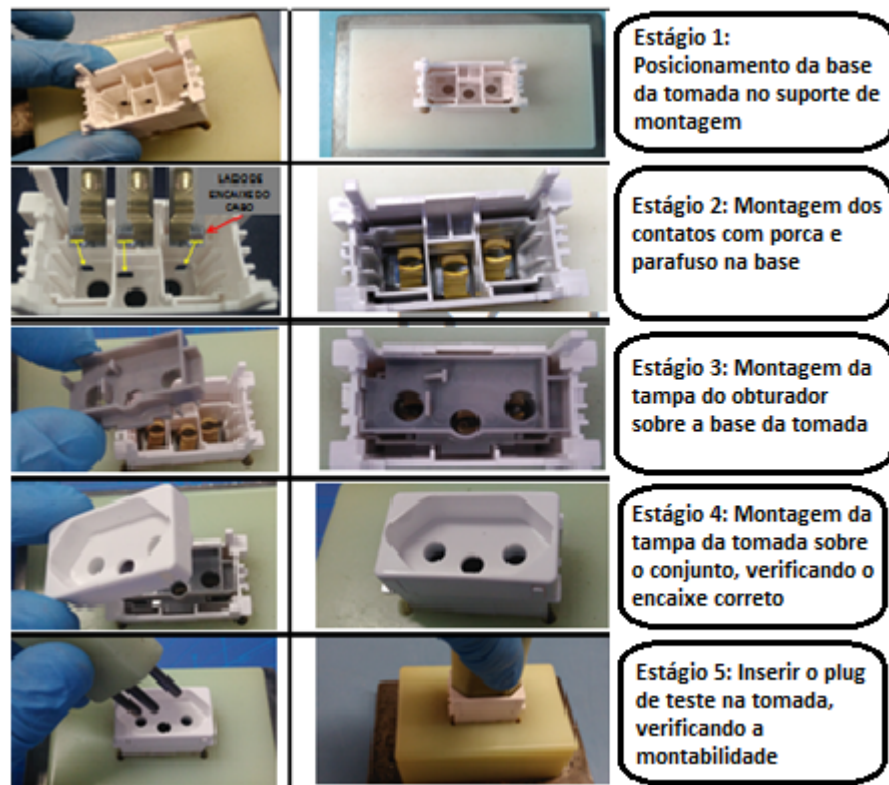


Figura 1: Processo de Montagem Manual da Tomada

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

O ciclo de produção começa com o abastecimento dos componentes a serem utilizadas na montagem da tomada, sendo que todo o processo ocorre no mesmo local. Cada colaborador inicia a montagem posicionando a base no suporte de montagem, assim são inseridos os contatos com a porca e parafuso. É montada a tampa do obturador sobre a base da tomada, e por fim é fixada a tampa da tomada sobre o conjunto. Todos os funcionários que trabalham na montagem são orientados a realizar uma inspeção visual em todas as peças produzidas, inserindo o plugue de teste na tomada e verificando assim se a peça não apresenta problemas de encaixe em sua montagem ou qualquer outra anomalia. Caso seja encontrada alguma anomalia deve-se informar ao setor de qualidade. Caso as peças sejam aprovadas, estas seguem para o empacotamento.

Devido a necessidade de aumentar a produtividade da empresa, foi elaborado um diagrama de Ishikawa (Figura 2) para apurar as causas raízes do problema.



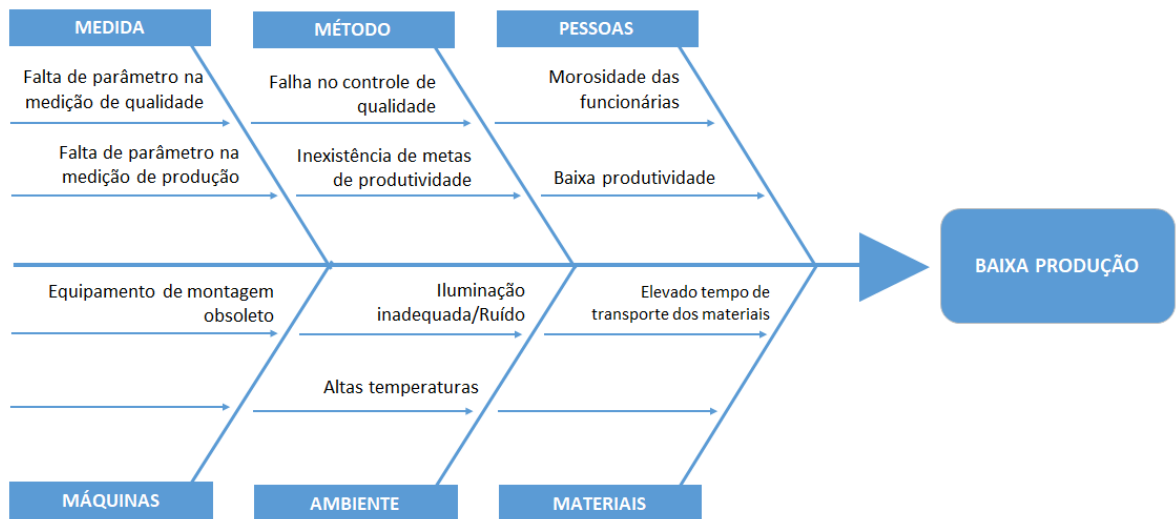


Figura 2: Diagrama de Ishikawa

Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com o apurado em *brainstorming* feito na empresa, que resultou no diagrama representado pela Figura 2, o principal problema estava no gargalo de produção apontado na montagem da tomada. O tempo estimado da montagem manual da tomada era de 4 peças por minuto, totalizando assim uma média de 235 unidades por hora.

Com base em um estudo prévio sobre automatização feito pela empresa, constatou-se que a aquisição de uma máquina de montagem seria uma grande alternativa para o problema. Assim, deu-se início a um estudo do *Lead Time* do processo de montagem para obter resultados sobre a viabilidade do investimento.

O projeto para a implantação da máquina foi considerado, a princípio, viável por dois motivos: os números obtidos quando cronometrado o processo manual eram baixos em relação aos possíveis resultados da máquina e, a produção manual não estava atendendo a demanda.

#### 4.2 Sistema de Produção Automatizado

Ao analisar o processo manual, foi desenvolvido o estudo a seguir para a automatização, visando otimizar a produção e reduzir a mão de obra. O fluxo de produção automatizado possuía quatro estágios, conforme ilustra a Figura 3.

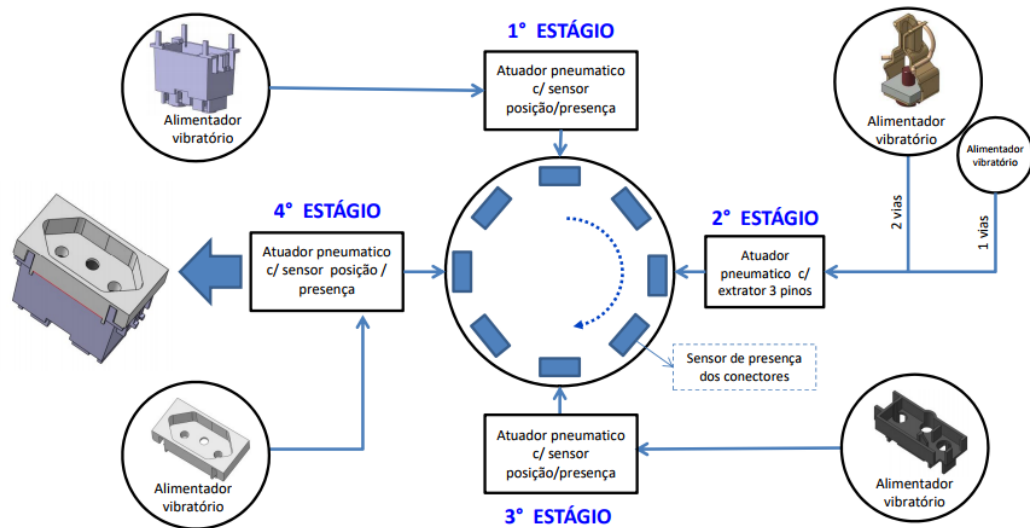


Figura 3: Operação de Montagem Automatizada

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

O sistema funciona com a alimentação manual dos componentes, necessitando assim de 1 colaborador para realizar esta etapa do processo. Após o abastecimento, os componentes são transportados para o indexador circular, que executa a montagem do conjunto em 4 estágios e transporta o conjunto montado a um recipiente apropriado, conforme ilustra a Figura 3.

De acordo com a empresa responsável pelo projeto, juntamente com a equipe técnica, o tempo estimado de montagem da tomada no processo automatizado é de 30 peças por minuto, totalizando uma média de 1.800 unidades por hora.

## 5 | ANÁLISE DE DADOS

### 5.1 Produtividade

Baseado em dados obtidos na operação de montagem manual e os dados estimados na operação de montagem automatizada, com base anual, foi elaborado uma simulação do aumento da produção e a redução do custo.

Com o modelo automatizado, se supôs obter um aumento de aproximadamente 114,28% em relação ao modelo manual, considerando que a máquina poderia trabalhar em 2 turnos, ou seja, 16 horas, dependendo apenas de 1 colaborador por turno, havendo assim uma redução de 6 colaboradores.

Produção	Peças/Min	Número de minutos por ano	Total	% relativa a produção manual
Manual (8H) com 7 montadores	28 pçs (4 pçs por montador)	120.960	3.386.880 pçs	-
Automatizado com 1 turno (8H)	30 pçs	120.960	3.628.800 pçs	7,14%
Automatizado com 2 turnos (16H)	30 pçs	241.920 (2 turnos)	7.257.600 pçs	114,28%

Tabela 1: Tabela comparativa da produção automatizada e não automatizada

Fonte: Elaborada pelos autores

## 5.2 Redução de custos

A redução de custo, nesta primeira análise, foi calculada tomando como base apenas a redução da mão de obra direta (MOD), cujo custo mensal foi considerado o total pago aos funcionários acrescidos dos encargos trabalhistas. As estimativas podem ser visualizadas na Tabela 2, a seguir.

<b>Investimento</b>	R\$ 470.400,00
<b>MOD</b>	7
<b>Redução de MOD anual</b>	6
<b>Custo MOD mensal</b>	R\$ 2.200,00
<b>Redução MOD anual</b>	R\$ 158.400,00
<b>Payback (anos) com base na redução de mão de obra</b>	3,0

Tabela 2: Tabela Redução de Mão de Obra

Fonte: Elaborado pelos autores

Também foi analisada uma possibilidade de alteração no projeto. No processo manufaturado, ao serem inseridos os contatos é necessário que seja colocada a tampa do obturador para que os mesmos não saiam do lugar, como demonstrado na Figura 1, estágio 3. No processo automatizado, a máquina tem a possibilidade de inserir esse contato com uma maior pressão fazendo com que ele fique cravado na

base, excluindo-se assim esta tampa. Uma segunda análise com a representação da redução deste custo referente a essa alteração de projeto está na Tabela 3, a seguir. O custo de cada tampa do obturador era de R\$ 0,07 por peça. Assim, considerando 1 turno de trabalho e a produção anual de 3.628.800 peças, obteve-se os dados a seguir.

<b>Investimento</b>	R\$ 470.400,00
<b>Eliminação da tampa do obturador</b>	R\$ 230.828,47
<b>Payback (anos) com base na retirada da tampa</b>	2,0

Tabela 3: Tabela com alterações técnicas

Fonte: Elaborado pelos autores

A Tabela 4, a seguir, mostra como fica o *payback*, considerando as duas possibilidades de alteração: redução de mão de obra direta e exclusão do componente tampa o obturador.

<b>Investimento</b>	R\$ 470.400,00
<b>MOD</b>	7
<b>Redução de MOD</b>	6
<b>Custo MOD</b>	R\$ 2.200,00
<b>Redução MOD anual</b>	R\$ 158.400,00
<b>Retirada da tampa do obturador</b>	R\$ 230.828,47
<b>Payback (anos) considerando as duas possibilidades</b>	1,2

Tabelas 4: Tabela com Redução de Mão de Obra e Alterações Técnicas

Fonte: Elaborado pelos autores

### 5.3 Confiabilidade/Qualidade

Segundo os estudos de Lewis (1996), a principal ocorrência de falhas nos processos é oriunda da variabilidade do processo, o que ocorre com uma frequência bem maior se tratando de processos de manufatura, principalmente por variações dos próprios operadores.

A confiabilidade está relacionada com ganhos de produção. No processo

manufaturado, peças defeituosas geram custo de tempo, levando ao retrabalho para correção das mesmas. Segundo Lewis (1996), a melhor maneira de se alcançar um nível alto de confiabilidade e qualidade seria se concentrar no estágio de desenvolvimento do produto, especificamente no projeto do processo e manufatura, reduzindo ao máximo essa variabilidade existente no processo.

A automatização elimina o principal ponto de variabilidade existente no processo, que seriam os colaboradores, gerando assim a padronização no processo de montagem, com uma confiabilidade próxima a 99,9%, segundo a especificação da máquina, gerando assim um número ínfimo de inconformidades no produto.

Por fim, atualmente, na produção manual, a qualidade era atestada ao se realizarem testes manuais no produto ao final da montagem. Como os produtos defeituosos tinham a possibilidade de serem desmontados e retornarem ao início do fluxo de produção, o índice de qualidade ficava próximo de 100%. No entanto, há de se considerar o tempo gasto no retrabalho, que era demasiado e que leva a variabilidades nos volumes de produção. Por não fazerem parte dos apontamentos da empresa, estes dados não foram apurados e nem contabilizados.

#### 5.4 Comparações dos dados

Após a descrição de ambos os processos, foi feita a Tabela 5, para comparação dos dados.

As informações para comparação consideram a produção manual por minuto de 7 montadores, em um único turno de 8 horas e 252 dias trabalhados em um ano, totalizando 120.460 minutos por ano. No processo automatizado foi considerado que a produção seria realizada em 1 turno.

Variáveis	Processo não automatizado	Processo automatizado (1 turno)	Número de minutos por ano	Total do processo não automatizado em 12 meses	Total do processo automatizado em 12 meses
<b>Produção</b>	28 pçs/min	30 pçs/min	120.460	3.386.880 pçs	3.628.800 pçs
<b>Redução de Custo de MOD</b>	n/a	R\$158.400,00	120.460		
<b>Redução de custo por retirada de componente</b>	n/a	R\$ 230.828,47	120.460		
<b>Lead Time</b>	15 seg	2 seg			
<b>Colaboradores</b>	7	1			

Tabela 5: Tabela comparativa de processo automatizado e não automatizado

Fonte: Elaborado pelos autores

Os possíveis ganhos financeiros com produtividade não foram calculados, pois dependem da posição de vendas, ou seja, da venda do total a mais de peças que o processo automatizado possibilita. Com esta possível venda haveria a geração de lucro, o que reduziria ainda mais o *payback*. Há também a possibilidade de implementar um segundo turno na empresa, o que praticamente dobraria a produção, consequentemente gerando mais lucro. Esta possibilidade também pode ser acionada se for identificado viabilidade para escoamento total da produção por vendas.

## 6 | CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo tornou possível a análise das vantagens obtidas na automatização de um processo manual, onde podemos obter melhorias em diversos quesitos na linha de produção.

Este trabalho apresentou um estudo de caso em uma indústria no setor de montagem de tomadas, fazendo análise do *Lead Time*, do custo e da qualidade do processo para a montagem desse item.

O objetivo desse estudo foi demonstrar como a automatização da linha de produção pode impactar nos resultados qualitativos e financeiros da empresa, reduzindo gastos de mão de obra e a variabilidade do processo, gerando um aumento na padronização do produto final, aumento na capacidade de produção e melhoria na confiabilidade e qualidade do processo como um todo.

Outro ponto demonstrado por meio deste estudo foi à possibilidade de implementação de um segundo turno de trabalho na empresa, que também não foi abordado nos cálculos para a viabilidade, mas aparece como uma alternativa interessante, onde seria possível dobrar a produção. No entanto, este trabalho não teve como escopo um estudo mais aprofundado a respeito do mercado e da posição de vendas, o que poderia minimizar ainda mais o tempo de *payback*. Este estudo fica como uma sugestão, caso a empresa trace planos para o crescimento de sua produção.

## REFERÊNCIAS

ACEVEDO, Claudia Rosa; NOHARA, Jouliana Jordan. **Como fazer monografias: TCC, Dissertações e Teses**. 4 ed. rev e atual. São Paulo: Atlas. 2009.

ALBANO, Junior Cezar da Silva. **Estudo de viabilidade econômica da expansão e automatização do setor de embalagem em agroindústria avícola**. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR. 2014.

ARAÚJO, Manuel António de Almeida Figueiredo. **Estratégias de Melhoria Contínua: Aplicação numa indústria de calçados**. 2012. Relatório de Projeto – Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

CITISYSTEMS. **O Que é Automação**. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/o-que-e-automacao-industrial/>>. Acesso em: 07 Mar. 2017.

- GIL, Antonio Carlos. **Estudo de Caso – Fundamentação Científica; Subsídios Para Coleta e Análise de Dados; Como Redigir o Relatório.** 1 ed. São Paulo: Atlas. 2009.
- GROOVER, Mikell P. **Automação Industrial e Sistema de Manufatura.** 3 ed. São Paulo: Pearson. 2011.
- LEWIS, E. **Introduction to reliability engineering.** USA: John Wiley & Sons. 1996.
- LONGENECKER, J. G.; MOORE, C. W.; PETTY J. W. **Administração de pequenas empresas: ênfase na gerência empresarial.** São Paulo: Makron Books, 2004.
- MORAES, Cicero Couto; CASTRUCCI, Plínio Lauro. **Engenharia de Automação.** 1. ed. [S.I.]: LTC. 2001.
- OHNO, TAIICHI; **O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala.** 5 ed. [S.I.]: Bookman. 1997
- PEROVANO, Dalton Gean. **Manual de Metodologia Científica.** 1 ed. [S.I.]: Jurua. 2014.
- PEROVANO, Dalton Gean. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica.** 1 ed. [S.I.]: Intersaberes. 2016.
- SELEME, Robson; SELEME, Roberto Bohlen. **Automação da Produção: abordagem gerencial.** 2. ed. Curitiba: IBPEX. 2008.
- SILVEIRA, Paulo R. da; SANTOS, Winderson E. **Automação e Controle Discreto.** 9 ed. Érica: 1998.
- SIQUEIRA, Iony Patriota de; **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação.** 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção.** 3 ed. São Paulo: Atlas. 2009.
- SZEZERBICK, A. S. Henry Ford: **A visão inovadora de um homem do início do século XX.** 2004. Artigo - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, Paraná.

## **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 978-85-7247-253-1

