

## 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 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>

## 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**

**RESUMO:** A indústria mundial está avançando na quarta revolução industrial em termos de sistemas inteligentes que envolvem a robótica e a automação. Esses sistemas autônomos permitem que funcionalidades inovadoras, sejam inseridas nos métodos de produção da indústria convencional e por meio de redes interconectadas com acesso ao mundo *cyber-physical system* (CPS), possibilitam a melhoria dos processos produtivos, buscando aperfeiçoar a linha de produção. Este trabalho apresenta uma simulação da produção customizada de cores de *smartphones* por meio de técnicas de Engenharia de Produção customizada com experimentos realizados em laboratório usando dois processos de customização. Um totalmente automatizado e o outro com auxílio de um operador da linha de produtos. Como resultado, foi possível observar que a avaliação dos dados coletados nas duas abordagens da simulação evidenciou a melhoria no tempo de produção dos produtos customizados. O estudo permitiu que fossem aplicadas técnicas de engenharia de produção somadas ao desenvolvimento de *software* usando equipamentos de baixo custo

para realizar a simulação da produção mais próxima de um ambiente real. Para trabalhos futuros, pretende-se criar novos cenários com novos testes e aplicar o estudo em um ambiente fabril real para observar se o comportamento da simulação é refletido na aplicação de chão de fábrica.

**PALAVRA CHAVE:** Indústria 4.0, produção customizada, automação, robótica.

**ABSTRACT:** The global industry is advancing in the fourth industrial revolution in terms of intelligent systems that involve robotics and automation. These autonomous systems allow innovative functionalities, inserted in the production methods of the conventional industry and through interconnected networks with access to the cyber-physical system (CPS), to improve the production processes, aiming to improve the production line. This work presents a simulation of the customized production of colors of smartphones by means of techniques of Custom Production Engineering with experiments realized in laboratory using two processes of customization. One fully automated and the other with the help of a product line operator. As a result, it was possible to observe that the evaluation of the data collected in the two simulation approaches evidenced the improvement in the production time of the customized products. The study



allowed production engineering techniques coupled with the development of software using low cost equipment to simulate production closer to a real environment. For future work, it is intended to create new scenarios with new tests and to apply the study in a real factory environment to observe if the behavior of the simulation is reflected in the application of factory floor.

**KEYWORD:** Industry 4.0, custom production, automation, robotics.

## 1 | INTRODUÇÃO

A indústria mundial está avançando na quarta revolução industrial em termos de sistemas inteligentes que envolvem a robótica e a automação. Esses sistemas autônomos permitem que funcionalidades inovadoras sejam inseridas nos métodos de produção da indústria convencional e por meio de redes interconectadas com acesso ao mundo *cyber-physical system* (CPS), possibilitam a melhoria dos processos produtivos, buscando aperfeiçoar a linha de produção, (JAZDI, 2014). Esse novo paradigma foi nomeado como Indústria 4.0 e os novos modelos de negócio, processos e métodos de produção, começam a ter forte influência nas corporações industriais, que agora são conhecidas como fábricas do futuro, (LEE, 2015).

Durante vários anos o conceito de produção em massa foi amplamente utilizado, surgiu com o modelo Fordista de manufatura, uma linha de produção com possibilidade de alto *output*, que revolucionou a indústria, (GUSMÃO, 1997). A produção em grandes quantidades continua sendo demandada, porém como aponta (MENDES et al., 2008), há uma tendência à produção em massa de produtos altamente personalizados. Diante das correntes necessidades da sociedade moderna por produtos e serviços a Indústria 4.0 se destaca pela customização dos produtos, (FIRJAN, 2016).

A produção customizada pede flexibilidades e respostas rápidas, com isso, existe a possibilidade de adquirir um produto no conforto de sua casa usando apenas um celular com conexão à internet, isso permite que a customização em grande escala seja viabilizada. A flexibilidade é capaz de modificar o sistema de produção, seja estrutural ou de sequência de operação, de forma a mudar a regra do fluxo produtivo já estabelecido (BEACH et al., 2000).

Um sistema produtivo segue uma regra de fluxo de produção definida, mas deve ser flexível o suficiente para modificar esta regra em função de ocorrências no processo (PEIXOTO, 2016). Então, em um ambiente de constante mudança, pessoas, processos, fábricas e tecnologias se transformam para dar ao cliente exatamente o que ele deseja (GUSMÃO, 1995).

Este trabalho apresenta uma simulação de produção customizada com aplicação dos conceitos da Indústria 4.0, focado na produção automatizada. A pesquisa foi dividida em materiais e métodos, construção de cenários, protótipos, simulação, testes e resultados.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Equipamentos utilizados

Para simular o processo de produção customizada foi necessária a aquisição de materiais que possibilitassem a construção de um cenário voltado para a Indústria 4.0, composto por equipamentos encontrados no mercado, com poder computacional e conexão com a Internet. Os materiais utilizados na pesquisa são os descritos na Tabela 1.

Material	Funcionalidades	Quant
Esteira seletora Kit EV3 Lego	Seleção de peças de forma automatizada para uso na simulação da fabricação customizada	01
Braço robótico Kit EV3 Lego	Seleciona e aciona as peças para construção de acordo com a ordem de produção recebida do cliente	01
Tablet 12" Samsung	Visualização dos relatórios de produção na fábrica simulada	01
Laptop Dell Inspiron	Utilizado para simular um servidor WEB para controle da produção online	01
Blocos de construção coloridos Kit EV3	Simbolizam carenagens de smartphones nas cores verde, vermelho amarelo e azul	08
Copos de alumínio	Utilizados para simbolizar o processo da embalagem dos produtos	04

Tabela 1 – Materiais utilizados na pesquisa

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os materiais relacionados na Tabela 1 foram montados por alunos dos cursos de Engenharia de Produção e de Engenharia de *Software* em um laboratório da Universidade. O trabalho foi dividido em duas equipes: uma responsável pela montagem da linha de produção e dos processos e a outra para construir os protótipos para a simulação.

### 2.2 Procedimentos para a coleta de dados

Os métodos utilizados neste trabalho foram baseados em (PORTER, 1996) que descreve cenário, e em (VICENTE, 2005), que apresenta os conceitos de simulação.

Porter, (1996) afirma que “um cenário é baseado em um conjunto de suposições plausíveis sobre incertezas que influenciam na estrutura industrial”. Segundo Vicente, (2005), o conceito de simulação é apresentado como “a construção e a manipulação de um modelo operatório representando todo, ou parte de um sistema ou processos que o caracterizam”, e como um “modelo refletindo as características centrais de um

sistema, processo ou ambiente, real ou proposto”. Os autores apresentaram uma visão geral de cenários e simulações que foram aplicados neste trabalho.

O fluxo de trabalho foi constituído de cinco etapas apresentadas a seguir. Na etapa 1 o cenário de produção customizada foi definido aplicando os conceitos da Indústria 4.0.

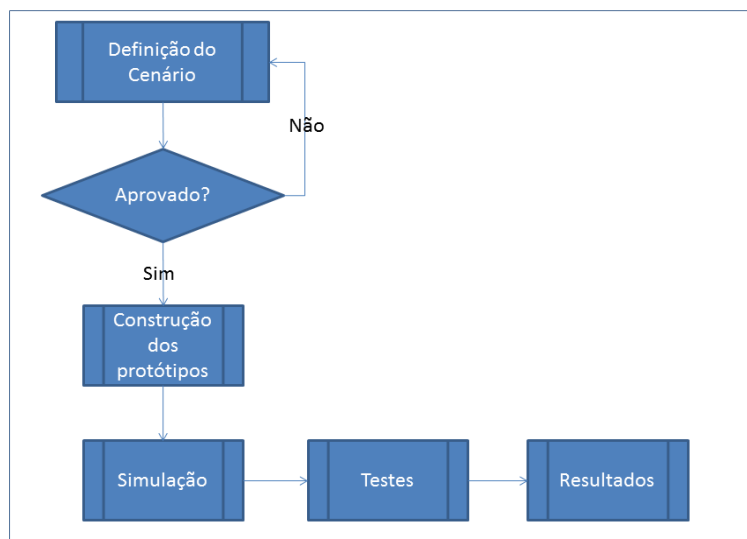


Figura 1 – Cenário construído para testes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Se o cenário definido na etapa 1 for aprovado então o fluxo continua e segue para a etapa 2, construção dos protótipos. Se não, o fluxo do processo é desviado retornando para a etapa 1 para ser redefinido. Essa etapa só finaliza quando o protótipo projetado se comporta como descrito no cenário. Na etapa 3, foram feitas simulações com o cenário já definido e na etapa 4 execução dos testes, finalizando com a avaliação dos resultados na etapa 5. A Figura 1 apresenta o fluxo do método de trabalho descrito neste artigo.

## 3 | CONCEPÇÃO DA SOLUÇÃO

### 3.1 Construção do cenário

A partir da avaliação do estado da arte apresentado neste artigo foi desenvolvido um cenário para demonstrar a aplicação do processo de customização de produtos baseado nos conceitos da Indústria 4.0.

O cenário construído e apresentado na Figura 2 demonstra uma possível aplicação de customização de cores de *smartphones* em uma fábrica inteligente e interconectada com clientes e sistemas de produção em massa automatizada.

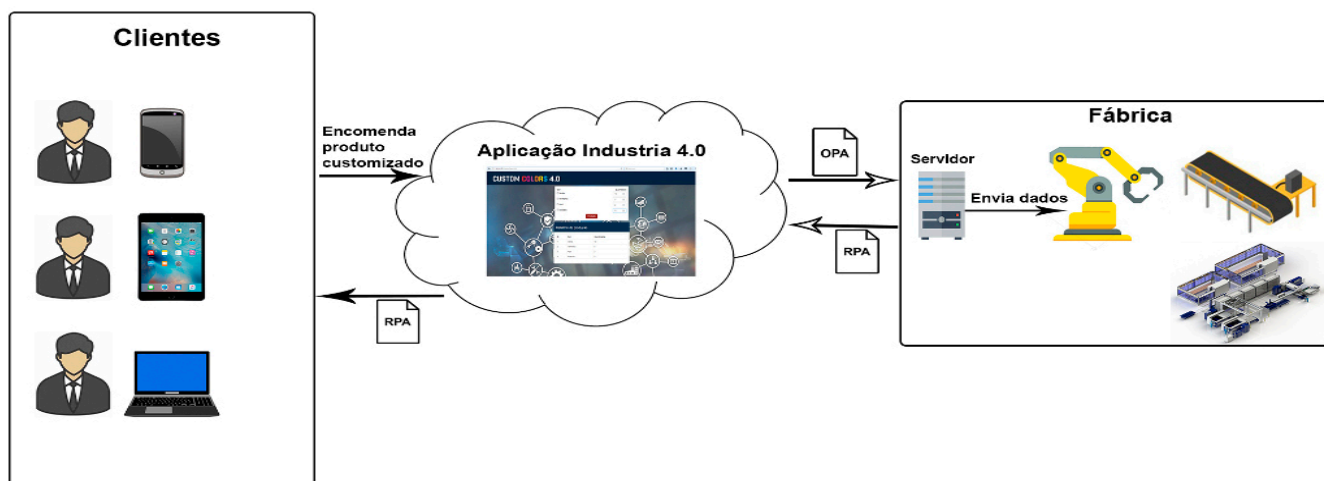


Figura 2 – Cenário construído para os testes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Consiste em uma simulação na qual o cliente escolhe o produto diretamente no site da empresa conforme a cor desejada, onde será gerado uma ordem de produção automática (OPA), que será disponibilizada por meio de tecnologias de nuvem de dados e *Internet of Things* (IoT), diretamente à fábrica.

A fábrica inteligente possuirá um sistema de produção automatizada com um braço robótico conectado a uma esteira de produção. O braço robótico tem inteligência computacional suficiente para receber as ordens de produção automatizadas (OPAs) via rede de computadores, processá-las e executá-las.

Como resultado final desse processo o cliente receberá via nuvem a resposta do sistema de produção em forma de relatórios e gráficos automatizados e em tempo real, (RPA). Observa-se que neste cenário é possível que o cliente solicite a OPA via dispositivos móveis tais como, *smartphones*, *tablets* e computadores pessoais.

### 3.2 Protótipos construídos para a simulação

Para simular o processo de produção customizada apresentado neste trabalho, foi necessário desenvolver um protótipo baseado na arquitetura robótica da *Lego Mindstorms*, (LEGO, 1999).

A arquitetura é constituída por uma unidade de processamento (CPU), dois motores elétricos, um sensor de toque e um infravermelho, uma esteira e um alimentador de peças com capacidade para oito produtos. Possui uma linguagem gráfica nativa, baseada em blocos de construção que facilitam a modelagem do sistema por meio da junção de motores, sensores e atuadores de forma lógica, possibilitando que o programador construa protótipos diversos.

A função do braço robótico é receber os dados de produção via nuvem, processá-los e executá-los de acordo com a OPA recebida. Em seguida, a esteira dá início na



produção e empacota os produtos usando os parâmetros de cores escolhidos pelo cliente por meio da aplicação *WEB*.

A esteira possui um sistema altamente flexível, possibilitando várias sequências de operações, para demonstrar como ocorre essa sequência foi criado uma simulação do processo.

### 3.3 Simulações do processo

A simulação foi concebida para a produção de *smartphone*, o cenário foi caracterizado como modelo de produção em massa customizada baseado em (GUSMÃO, 1997). Com a finalidade de simular uma linha de produção voltada para a Indústria 4.0, testada em laboratório.

Para exemplificar o teste do processo, foram utilizados blocos de construção nas cores, verde, vermelho, azul e amarelo que simbolizam a produção dos *smartphones*, conforme apresentado na Figura 2.

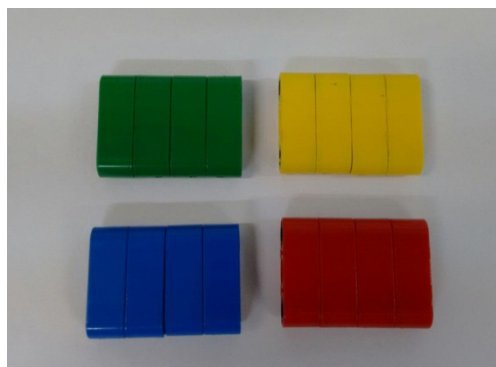


Figura 2 – Bloco de construção simulando a produção de smartphones.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O fluxo completo do processo inicia-se com a solicitação do cliente via sistema *WEB*. Para simplificar o processo, foi considerada neste trabalho somente a customização de cores da carenagem do produto.

O cliente escolhe no sistema *WEB* as cores e a quantidade de peças a serem produzidas, pressiona o botão de produção e automaticamente é gerada uma OPA que é transmitida para a fábrica, conforme apresentado na Figura 3-A. O sistema de fabricação interpreta as informações, configura automaticamente os módulos de produção, produzindo as peças e armazenando-as para a entrega de acordo com a sequência de cores, usando para isso um braço robótico alimentador, Figura 3-B. Em seguida, uma esteira inteligente já configurada produz as peças e as empacota de acordo com as cores pré-estabelecidas, Figura 3-C. Um painel de visualização da produção apresenta em tempo real a quantidade de peças produzidas, Figura 3-D e após o fim do processo, o sistema retorna um documento em forma de relatório que pode ser visualizado pelo cliente. A Figura 3 apresenta o passo a passo das operações

descritas e implementadas nos protótipos.

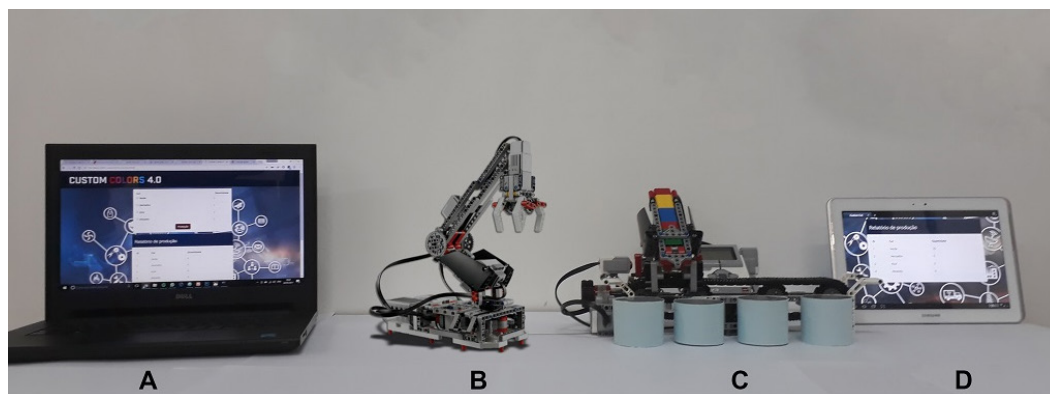


Figura 3 – Fluxo das operações de produção customizada simulada.

Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.4 Testes de produção simulado

Para a realização do processo de teste foram feitas sequências de vinte operações de produção alternando as cores dos produtos. Na demonstração foram analisados dois tipos de processos, um voltado para a produção customizada automática sem intervenção humana e o outro, convencional com auxílio de um operador.

Na produção customizada automática, apresentada na Tabela 2, foram coletados o tempo médio de produção (TMP) em segundos e a quantidade de produtos de cada OPA, (QOPA).

Para calcular a média aritmética simples da produção automatizada (MPA) do total diário da produção simulada foi utilizada a somatória de TMP dividido pelo tempo total de QOPA. Conforme Equação 1.

$$MPA = \frac{\sum(TMP)}{QOPA} \quad (1)$$

Neste caso, o resultado da operação aplicando os dados da Tabela 2 usando a Equação 1 é 22,23 segundos que representa a média de operação da produção diária simulada com dez OPA.

OPA	Tempo Médio de Produção em segundos	Produção de cada OPA
1° OPA	24,4	8
2° OPA	24,9	6
3° OPA	21,45	7
4° OPA	18,34	4
5° OPA	24,6	4

6° OPA	15,3	3
7° OPA	25,8	8
8° OPA	28,72	6
9° OPA	22,5	7
10° OPA	16,32	5

Tabela 2 – Produção customizada automática

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na produção convencional, apresentada na Tabela 3, foram coletados o tempo médio de produção (TMP) em segundos e a quantidade de produtos de cada ordem de produção, (QOP).

Para calcular a média aritmética simples da produção convencional (MPC) do total diário da produção simulada foi utilizada a somatória de TMP dividido pelo tempo total de QOP. Conforme Equação 2.

$$MPC = \frac{\sum(TMP)}{QOP} \quad (2)$$

Aplicando a Equação 2 nos dados da tabela 3 foi obtido 35,52 segundos que representa a média de operação da produção diária simulada com dez OP utilizando o método convencional.

OP	Tempo médio de produção em segundos	Quantidade total de produção
1° OP	37,65	8
2° OP	38,15	6
3° OP	34,7	7
4° OP	31,59	4
5° OP	37,85	4
6° OP	28,5	3
7° OP	39,05	8
8° OP	41,97	6
9° OP	35,75	7
10° OP	29,57	5

Tabela 3 – Produção customizada convencional

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos resultados apresentados quando se aplica as Equações 1 e 2 nos dados das Tabelas 2 e 3 é possível verificar a diferença dos tempos médios de produção simulada entre o método convencional e a automatizada baseada na Indústria 4.0, apresentada neste artigo. Foi observada uma diferença de 13,29 segundos entre os dois processos. Acredita-se que essa diferença é causada pela inserção do operador na alimentação da esteira o que aumenta a média de operação diária.

Outro ponto a ser observado é quanto à sequência de operações da esteira durante a produção das carenagens com cores diferentes. Neste caso, foram simulados tempos maiores nos deslocamentos do empacotamento do produto para gerar os dados diferenciados.

Um exemplo dessa operação é observado nas primeiras e segundas ordens de produção apresentadas nas duas tabelas. Nota-se que os tempos médios de produção são praticamente iguais, no entanto a quantidade de produtos é diferente. No caso da produção convencional, esse tempo aumenta porque o operador não mantém um padrão de tempo de alimentação da linha e está suscetível a erros, diferente do braço robótico que manteve um tempo padrão.

Na operação automatizada verifica-se que mesmo os tempos da primeira e da segunda OPA sendo muito próximos, a segunda OPA produz dois produtos a menos. Isso acontece pela diferença de tempo gasto durante o empacotamento dos produtos simulados propositalmente para imitar um ambiente real.

## 5 | CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma simulação da produção customizada aplicando os conceitos da Indústria 4.0 tais como CPS e IoT. Foram criados dois cenários de produção sendo um totalmente automatizado e o outro utilizando um operador para alimentar a linha.

A avaliação dos dados coletados nas duas abordagens da simulação evidenciou a melhoria no tempo de produção dos produtos customizados. Na abordagem automatizada a interação na cadeia de valor do produto permite a participação do cliente em todas as fases do processo de produção e neste caso é possível executar a produção em massa customizada. Visto que com a integração de sistemas supervisórios e flexíveis, conectados à rede de computadores gerando automaticamente as ordens de produção com respostas rápidas ao cliente, pode diminuir o problema de produção de diferentes produtos em uma mesma linha.

O estudo permitiu que fossem aplicadas técnicas de engenharia de produção somadas ao desenvolvimento de *software* usando equipamentos de baixo custo para realizar a simulação da produção mais próxima de um ambiente real. Para trabalhos futuros, pretende-se criar novos cenários com novos testes e aplicar o estudo em um



ambiente fabril real para observar se o comportamento da simulação é refletido na aplicação de chão de fábrica.

## 6 | AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologias - UFAM, ao Parque Científico Tecnológico PCTIS-UFAM, CNPq, CAPES e FAPEAM pelo apoio com fomento a este projeto.

## REFERÊNCIAS

BEACH, Roger et al. **A review of manufacturing flexibility**. European Journal Of Operational Research, Amsterdam, v. 122, n. 1, p.41-57, Apr. 2000. Elsevier BV. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221799000624>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

GUSMÃO, Sergio Luiz Lessa. **A influência da customização sobre a cadeia produtiva: Uma interpretação analítica**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. Programa de Pós- Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

JAZDI, N. Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. **Automation, Quality and Testing, Robotics, 2014 IEEE International Conference on**. p. 1-4. Cluj-Napoca, 2014.

LASI, Heiner; FETTKE, Peter; KEMPER, Hans-georg; FELD, Thomas; HOFFMANN, Michael. **Business & Information Systems Engineering. Industry 4.0**, v.6, p. 239-242, (Aug 2014).

LEE, Jay; BAGHERI, Behrad; KAO, Hung-An. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0 based manufacturing systems. **Manufacturing Letters**, v. 3, p. 18-23, 2015.

LEGO MINDSTORMS. Disponível em < <https://www.lego.com/en-us/mindstorms> >. Acesso em: 10 abr. 2017.

MENDES, J. Marco et al. **Service-Oriented Control Architecture for Reconfigurable Production Systems**. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL INFORMATICS -INDIN2008, 2008, Daejeon. Proceedings... New York: IEEE, 2008. p. 744 - 749. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/25257/2/27473.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2017.

PEIXOTO, João Alvarez. **Proposta para aplicar as funcionalidades de sistemas multiagentes em controladores lógicos programáveis**. Porto Alegre: UFRGS, 2016. 16 p. Teses (doutorado) - Programa de Pós- Graduação em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SISTEMA FIRJAN. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0-internet-das-coisas.htm>>. Acesso em: 9 abr. 2017.

VICENTE, P.O uso de simulação como metodologia de pesquisa em ciências sociais. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2005.

## **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

