

# Os Desafios da Engenharia de Produção frente às Demandas Contemporâneas

**Carlos Eduardo Sanches de Andrade  
(Organizador)**



# Os Desafios da Engenharia de Produção frente às Demandas Contemporâneas

**Carlos Eduardo Sanches de Andrade  
(Organizador)**



**Atena**  
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Natália Sandrini

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

D441 Os desafios da engenharia de produção frente às demandas contemporâneas [recurso eletrônico] / Organizador Carlos Eduardo Sanches de Andrade. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-913-4

DOI 10.22533/at.ed.134201301

1. Engenharia de produção – Pesquisa – Brasil. 2. Gestão de qualidade. I. Andrade, Carlos Eduardo Sanches de.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Os Desafios da Engenharia de Produção frente às Demandas Contemporâneas” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 22 capítulos, estudos sobre diversos aspectos que mostram como a Engenharia de Produção pode atender as novas demandas de um mundo globalizado e competitivo.

O tema é de grande relevância, pois a Engenharia de Produção tem uma abrangência muito grande, envolvendo aspectos técnicos, administrativos e de recursos humanos.

A evolução da sociedade e da tecnologia no mundo atual impõe novos desafios, tornando urgente a busca de soluções adequadas a esse novo ambiente. O desenvolvimento econômico das cidades e a qualidade de vida das pessoas dependem da eficiência e eficácia dos processos produtivos, objeto dos estudos realizados na Engenharia de Produção. No contexto brasileiro, com tantas carências, mas que procura novos caminhos para seu crescimento econômico, a Engenharia de Produção pode ser um elemento importante para enfrentar esses novos desafios.

Os trabalhos compilados nessa obra abrangem diferentes perspectivas da Engenharia de Produção.

Uma delas é a produção de bens, envolvendo linhas de montagem e cadeias de suprimento. Trabalhos teóricos e práticos, apresentando estudos de caso, compõem uma parte dessa obra.

Outra perspectiva diz respeito à produção de serviços, como sistemas de saúde e outros. Sistemas de gestão são ferramentas importantes na produção de serviços, e trabalhos abordando esse tema compõem outra parte dessa obra.

Finalmente a perspectiva de recursos humanos se aplica tanto à produção de bens quanto à produção de serviços. O elemento humano continua imprescindível apesar da evolução tecnológica cada vez mais automatizar os processos. Assim estudos nessa perspectiva finalizam a obra.

Agradecemos aos autores dos diversos capítulos apresentados e esperamos que essa compilação seja proveitosa para os leitores.

Carlos Eduardo Sanches de Andrade

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....  | <b>1</b>  |
| TI & LOGÍSTICA: DE 356 A.C COM ALEXANDRE MAGNO AO MUNDO CONTEMPORÂNEO, CONTRIBUINDO COM A CADEIA DE SUPRIMENTOS DAS EMPRESAS                                     |           |
| Clara R. Gaby Reis<br>Adriano C. M. Rosa<br>Carlos A. M. Gyori<br>Karina Buttignon   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.1342013011</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....  | <b>11</b> |
| ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE UM REGENERADOR MECÂNICO PARA REUSO DE AREIA DE FUNDIÇÃO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA DE SÃO PAULO |           |
| Carlos Renato Montel<br>Welleson Feitosa Gazel   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.1342013012</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....  | <b>22</b> |
| APLICAÇÃO DA MODELAGEM E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA LINHA DE MONTAGEM   |           |
| Rogério da Silva<br>Wu Xiao Bing   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.1342013013</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....  | <b>34</b> |
| APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE EM UMA EMPRESA DE CADEIRAS PARA ESCRITÓRIO  |           |
| Higor Suzek<br>Wu Xiao Bing  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.1342013014</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....  | <b>47</b> |
| BENEFÍCIOS DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA SUPPLY CHAIN  |           |
| Felipe de Campos Martins<br>Alexandre Tadeu Simon<br>Renan Stenico de Campos   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.1342013015</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....  | <b>61</b> |
| ESTUDO DAS PRIORIDADES COMPETITIVAS EM GRUPOS ESTRATÉGICOS DE FÁBRICAS DE AUTOPEÇAS: UM ESTUDO DE CASO   |           |
| Haroldo Lhou Hasegawa<br>Márcio Dimas Ramos<br>Orlando Roque da Silva<br>Diogo Luiz Faustino<br>Délvio Venanzi   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.1342013016</b>   |           |

|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 7</b> .....  | <b>75</b>  |
| ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA NO REAPROVEITAMENTO DE PALETES DE MADEIRA  |            |
| Douglas Aparecido Queiroz de Souza   |            |
| Filipe Souza de Oliveira   |            |
| José Eduardo Andreato  |            |
| Lucas da Cruz Barreto  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.1342013017</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 8</b> .....  | <b>95</b>  |
| MODELAGEM E OTIMIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PLANEJAMENTO OPERACIONAL DE LAVRA COM ALOCAÇÃO DINÂMICA DE CAMINHÕES PELA META-HEURÍSTICA DE COLÔNIA DE FORMIGAS |            |
| Victor de Freitas Arruda   |            |
| Diego Leal Maia  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.1342013018</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 9</b> .....  | <b>108</b> |
| VIABILIDADE DE ALTERAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA NA CONFECÇÃO DE MODELOS EM POLIURETANO   |            |
| Rovane Pereira Picinini  |            |
| Anderson Hoose   |            |
| Nilo Alberto Scheidmandel  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.1342013019</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 10</b> .....   | <b>124</b> |
| LEAN SEIS SIGMA: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE TORREFAÇÃO DE CAFÉ   |            |
| José Luís Alves De Lima  |            |
| Mário e Souza Nogueira Neto  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.13420130110</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 11</b> .....   | <b>135</b> |
| A IMPORTÂNCIA DAS INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS NO CONTEXTO DA COMPETITIVIDADE E INOVAÇÃO NO BRASIL   |            |
| Christiane Madalena Matheus de Alcantara   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.13420130111</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 12</b> .....   | <b>143</b> |
| ABORDAGEM DA NR-28 COMO FERRAMENTA DE GESTÃO EM SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO  |            |
| Alessandro Aguilera Silva  |            |
| Acsa Pires de Souza  |            |
| André Grecco Carvalho  |            |
| Angelo Marcos Clemente Kluska Vieira   |            |
| Juander Antônio de Oliveira Souza  |            |
| Leandro Valkinir Kester  |            |
| Marcelo Pereira Garrido Neves  |            |
| Priscilla Lidia Salierno   |            |
| Skarlaty Ohara de Jesus Nascimento   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.13420130112</b>  |            |



|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 13</b> .....   | <b>157</b> |
| ANÁLISE DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DE LOCAIS DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DOS PATOS                     |            |
| Maria Clara Rocha Leite<br>Maria Clara Leal de Sousa<br>Samuel Pinheiro Gonçalves<br>Andreza Fernandes de Sousa Gonçalves            |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.13420130113</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 14</b> .....   | <b>163</b> |
| AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA PORTUÁRIA – SISTEMA DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO (SMD)   |            |
| Sandro Luiz Zalewski Porto   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.13420130114</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 15</b> .....   | <b>176</b> |
| O SISTEMA DE INDICADORES DE DESEMPENHO IMPLANTADO EM UMA CONCESSIONÁRIA DE TRANSPORTES   |            |
| Carlos Eduardo Sanches de Andrade<br>Márcio de Almeida D'Agosto  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.13420130115</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 16</b> .....   | <b>191</b> |
| ELABORAÇÃO DE CASOS EM GESTÃO DE OPERAÇÕES EM SAÚDE PARA ENSINO NA GRADUAÇÃO UTILIZANDO DESIGN THINKING                              |            |
| Daiane da Silva Lima<br>Viller Contarato Soares<br>Ricardo Miyashita<br>Dércio Santiago Júnior<br>Diego Cesar Cavalcanti de Andrade  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.13420130116</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 17</b> .....   | <b>205</b> |
| FUNCIONALIDADE, ACESSIBILIDADE, CONFORTO TÁTIL E ANTROPODINÂMICO: DESEMPENHO EM HABITAÇÕES RESIDENCIAIS                              |            |
| Rayana Carolina Conterno<br>Heloiza Aparecida Piassa Benetti<br>Ana Paula Penso Arendt   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.13420130117</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 18</b> .....   | <b>221</b> |
| GLOBAL REPORTING INITIATIVE VERSUS LEGISLAÇÃO AMBIENTAL: AS EVIDENCIAÇÕES DAS AÇÕES AMBIENTAIS DA EMPRESA SAMARCO S.A                |            |
| Ana Elisa Teixeira de Moura<br>Denise Carneiro dos Reis Bernardo<br>Fabrício Molica de Mendonça<br>Cássia Sebastiana de Lima Resende |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.13420130118</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 19</b> .....   | <b>234</b> |
| PRINCÍPIOS BÁSICOS DO LAYOUT E PERDAS DE PRODUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UM ESTACIONAMENTO DA CIDADE DO RECIFE – PE                      |            |
| Lucas Rodrigues Cavalcanti<br>Amanda de Moraes Alves Figueira  |            |

Cynthia Jordão de Oliveira Santos  
Nailson Diniz dos Santos  
Ana Maria Xavier de Freitas Araújo  
Carlos Fernando Gomes do Nascimento  
Maria Angélica Veiga da Silva  
Paula Gabriele Vieira Pedrosa  
Roberto Revoredo de Almeida Filho  
Sabrina Santiago Oliveira  
Vanessa Kelly Freitas de Arruda  
Vanessa Santana Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.13420130119**

**CAPÍTULO 20 ..... 247**

CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO TEÓRICO DE MOTIVAÇÃO E SIGNIFICADO DO TRABALHO

Rosemeire Colalillo Navajas  
Eric David Cohen

**DOI 10.22533/at.ed.13420130120**

**CAPÍTULO 21 ..... 260**

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO PARA TREINAMENTO DE HABILIDADES EM GESTÃO DA SAÚDE

Danilo Fontenele Wimmer  
Ruan dos Santos Barreto  
Ricardo Miyashita  
Diego Cesar Cavalcanti de Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.13420130121**

**CAPÍTULO 22 ..... 273**

ESTUDO DO MODELO TEÓRICO DE COMPORTAMENTO ÉTICO ORGANIZACIONAL

Eric David Cohen

**DOI 10.22533/at.ed.13420130122**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 284**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 285**

## VIABILIDADE DE ALTERAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA NA CONFECÇÃO DE MODELOS EM POLIURETANO

*Data de aceite: 09/12/2018*

*Data de submissão: 05/11/2019*

### **Rovane Pereira Picinini**

Universidade de Passo Fundo (UPF), Faculdade  
de Engenharia e Arquitetura  
Carazinho – RS

<http://lattes.cnpq.br/9587782880538732>

### **Anderson Hoose**

Universidade de Passo Fundo (UPF), Faculdade  
de Engenharia e Arquitetura  
Carazinho - RS

<http://lattes.cnpq.br/4833656199155021>

### **Nilo Alberto Scheidmandel**

Universidade de Passo Fundo (UPF), Faculdade  
de Engenharia e Arquitetura  
Carazinho - RS

<http://lattes.cnpq.br/9951646193926482>

**RESUMO:** A pesquisa do presente trabalho tem por finalidade analisar a viabilidade da troca de matéria-prima na confecção de modelos em poliuretano rígido em uma empresa do ramo de rotomoldagem. Sabendo que o modelo é utilizado na confecção de casca de fibra para o processo de fabricação do molde em alumínio, verificou-se que o material de poliuretano de baixa densidade (40Kg/m<sup>3</sup>) era frágil ao

processo provocando atrasos na elaboração do modelo. Desta forma, busca-se a viabilidade de alteração para uma matéria-prima com densidade elevada (100Kg/m<sup>3</sup>), examinando o custo atual com o proposto e sugerindo um modelo de alteração de matéria-prima demonstrando seus resultados. A análise do custo atual realizado em conjunto com o modelo proposto considerou modelos semelhantes, onde alterou-se somente a matéria-prima de alta para baixa densidade. Foi possível distinguir algumas diferenças, sendo que o material de alta densidade apresentou significativas melhorias referente ao processo de produção do modelo, enquanto o material de baixa densidade apresentou pontos inferiores ao de alta densidade. Apesar de todos os benefícios observados, o custo empregado com o material de alta densidade se tornou relativamente alto em comparação com o de baixa densidade, inviabilizando assim a troca de matéria-prima.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poliuretano; Modelo; Casca de Fibra; Rotomoldagem.

### FEASIBILITY OF CHANGE OF RAW MATERIALS IN MAKING POLYURETHANE MODELS

**ABSTRACT:** The purpose of this research is to

analyze the viability of raw material exchange in the manufacture of rigid polyurethane models in a rotomolding company. Knowing that the model is used in the manufacture of fiber shell for the aluminum mold manufacturing process, it was found that the low density polyurethane material ( $40\text{Kg/m}^3$ ) was fragile to the process causing delays in the elaboration of the model. Thus, the feasibility of changing to a high density raw material ( $100\text{Kg/m}^3$ ) is sought, examining the current cost with the proposed one and suggesting a model of changing the raw material demonstrating its results. The current cost analysis performed in conjunction with the proposed model considered similar models, where only the raw material from high to low density was changed. It was possible to distinguish some differences, since the high density material presented significant improvements regarding the model production process, while the low density material presented lower points than the high density. Despite all the observed benefits, the cost of high density material has become relatively high compared to low density material, thus making the exchange of raw materials unfeasible.

**KEYWORDS:** Polyurethane; Model; Fiber bark; Rotational molding.

## 1 | INTRODUÇÃO

A competitividade entre as empresas sempre foi algo que gerou grandes mudanças no setor industrial, fazendo com que se busquem alternativas viáveis. No ramo da rotomoldagem não poderia ser diferente, as indústrias buscam a melhor maneira de adequar seus processos e produtos, para assim gerar um diferencial no seu segmento.

O estudo desse trabalho traz a tona a viabilização na alteração de matéria-prima do processo de confecção de modelos em poliuretano. Os modelos são utilizados para a confecção de cascas de fibra que por sua vez, servem para a produção de caixas de areia para fundição de moldes em alumínio. Após esse processo, o molde em alumínio é a parte final para a produção de peças rotomoldadas.

O estado atual do processo de confecção do modelo em poliuretano utiliza o material com densidade de  $40\text{Kg/m}^3$ . Analisando essa densidade, verificou-se que o modelo é muito frágil ao transporte e movimentação, quando não são tomados os devidos cuidados, ocorrem quebras e deformações que necessitam de retrabalho em toda sua superfície. Na confecção dos modelos esse custo já é incluso por terceiros, porém podem ocorrer atrasos na entrega, devido ao retrabalho, gerando desperdícios de tempo e material, o que representa uma ineficiência no uso dos recursos (PEINADO e GRAEML, 2007).

De acordo com Marzall *et al.* (2016), a diversificação da força de trabalho, as mudanças tecnológicas, readaptar os produtos com o intuito de reduzir custos, repensar as práticas produtivas para diminuir os gastos e elevar a rentabilidade,

são fatores relevantes para se manter competitivo.

## 2 | REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Mapeamento de processos

Mapear os ciclos de desenvolvimento de um processo ou produto é de suma importância para um bom desenvolvimento. Afirma-se isso quando Wildawer e Wildawer (2015) diz que, ao fazer este processo, se terá garantia da forma mais correta de desenvolvimento de cada etapa, sendo o ponto de partida da gestão de uma empresa.

O autores Wildawer e Wildawer (2015), destacam algumas técnicas para o mapeamento de processos, sendo as mais utilizadas:

- a. Fluxograma: é utilizado para facilitar a visualização através da descrição gráfica do sistema e dos seus processos. É possível descrever e detalhar as suas atividades, podendo se chegar à descrição das ações, de forma a permitir uma análise do fluxo dos dados e/ou dos materiais;
- b. Diagrama de fluxo de processo: este diagrama relaciona as operações em sequência com as características de controle para o produto e para o processo, oferecendo descrição detalhada de como é realizada e controlada a operação;
- c. 5W2H: tem por finalidade realizar um diagnóstico dos processos da empresa utilizando sete perguntas definidas: “O quê?”, “Por quê?”, “Onde?”, “Quando?”, “Quem?”, “Como?” e “Quanto?”. O objetivo dessas perguntas é instigar respostas que venham a dar entendimento aquilo que será processado ou produzido, facilitando o diagnóstico de um ambiente, situação de produção ou o mapeamento de atividades, sendo utilizado para elaborar planos de ação.

### 2.2 Moldes para rotomoldagem

Os moldes incluem a parte vital do processo como enfatiza La Asociación de Rotomoldeadores (1998): os moldes tem muitas funções, sendo a principal delas de definir a forma da peça moldada. Enfatizam ainda que a maioria dos moldes para rotomoldagem possuem quatro principais partes, que se identificam como: cavidade, estrutura, placa de montagem e mecanismos de fechamento. A cavidade é a principal parte do molde, pois é ela que dá o formato da peça final. Existem alguns tipos de moldes, dentre eles temos moldes eletroformados, moldes compostos de chapas de aço, moldes de alumínio fundido, dentre outros.

A utilização do alumínio fundido vem desde o início da indústria da moldagem

rotacional. Crawford (2003), relata que a única forma de moldar alumínio fundido na época era usando a técnica da caixa de areia (Figura 01). A fabricação das caixas de areia ou de gesso, necessitam de uma casca que pode ser confeccionada a partir de fibra de vidro laminado (Figura 02).



Figura 01: Molde de alumínio fundido  
Fonte: Crawford (2003, p. 30)



Figura 02: Casca de fibra de vidro laminado  
Fonte: Do Autor (2016)

### 2.2.1 Modelos em poliuretano

A casca de fibra de vidro laminado é fabricada a partir do modelo, que pode ser produzido em madeira, gesso, cimento, espumas rígidas, metais, dentre outros. Os modelos em espuma de poliuretano são mais fáceis de serem retrabalhados, moldados e transportados, pois seu peso é relativamente baixo comparado a madeira, gesso, cimento ou metais.

“Utilizando espumas de poliuretano podem-se conseguir modelos com suma facilidade, já que a espuma pesa menos que a madeira e por isto seu transporte e manipulação resulta em maior comodidade. Ademais, é muito fácil de trabalhar com os mesmos utensílios que requer a madeira. Trabalhando com este material, os projetos podem ser esboçados com rapidez e a correção de defeitos é conseguida com facilidade” (ABMACO, 2009, pg. 9).

ABMACO (2009), ressalta que a espuma mais utilizada é de 100 Kg/m<sup>3</sup> de densidade, apresentando bom rendimento na confecção dos modelos, com resistência elevada à compressão, aguenta bem a impactos e tem uma resistência à abrasão tal que sua modelação é facilitada. O modelo terá praticamente o mesmo formato da peça final, enquanto que o molde, será como um negativo da peça final.

Segundo ABMACO (2009), depois de usinados (Figura 03) e devidamente montadas suas partes, os modelos passam por um processo de acabamento final, que consiste na preparação de sua superfície, pois a espuma de poliuretano é um material totalmente poroso. Na maioria dos casos utiliza-se resinas termo fixas que são aplicadas com pincel, rolo ou pistola.



Figura 03: Usinagem e montagem do modelo

Fonte: Do Autor (2016).

ABMACO (2009), relata os passos após a aplicação da resina, que tem sua utilidade principal de enrijecer a espuma de poliuretano, onde é utilizada uma massa plástica, a fim de esconder as frestas e demais irregularidades da superfície, principalmente quando se tem um modelo com muitas emendas, ou batidas ocasionadas pelo transporte. O autor relata ainda que depois de efetuado o emassamento, efetua-se um lixamento a seco em toda a superfície da peça, com papéis abrasivos, desde granulometria 100 até 1200, desta forma serão eliminadas as imperfeições da superfície como as ondulações provocadas pela aplicação da massa plástica. Com o modelo pronto pode-se iniciar a confecção da casca de fibra de vidro; é importante ressaltar que após a confecção da casca de fibra o modelo é descartado.

### 2.3 Os Custos e o Método do Valor Presente Líquido (VPL)

Segundo Ching, Marques e Prado (2010) e Santos (2014), as empresas hoje tem uma preocupação muito grande com seus custos e um dos fatores desta preocupação é a globalização. De acordo com Casarotto e Kopittke (2000) o que deve ser mensurado em projetos de análise de investimentos é o custo das alternativas que serão avaliadas. Esses custos podem ser classificados como diretos ou indiretos e normalmente são divididos em algumas etapas, como: custos de mão-de-obra; custo da área e instalações e custos de matéria-prima.

Os dois primeiros itens, segundo os autores, são de fácil obtenção, em contrapartida, no terceiro item deve se tomar um cuidado maior, pois este necessita de *know-how* em custos para saber utilizar os dados disponíveis da forma mais correta.

Segundo Souza e Clemente (2009), o método do Valor Presente Líquido é a técnica mais conhecida e utilizada para a análise de investimentos e projetos, sendo conceituado como a concentração dos valores esperados de um fluxo na sua data zero descontados de sua taxa. A taxa utilizada para descontar o fluxo (trazer ao

Valor Presente) é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Para efetuarmos o cálculo do VPL, utilizamos o mesmo fluxo de caixa do VPL indicado na Equação (1).

$$C = P_n \cdot \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} \right] \quad (1)$$

Fonte: Ryba, Lenzi e Lenzi (2012, p. 29)

Onde:

P<sub>n</sub>= Lucro anual

C= Valor presente

i= Taxa mínima de atratividade (TMA)

n= Tempo em anos

Após calcular o lucro e o tempo em anos aplicando a TMA deve-se então encontrar o VPL, com a Equação (2):

$$VPL = C - \text{investimentos} \quad (2)$$

Este é o método mais indicado e utilizado para alternativas de curto prazo (CASAROTTO e KOPITTKKE, 2000). Além dos parâmetros econômicos, há ainda mais dois critérios: o critério financeiro que avalia a disponibilidade de recursos da empresa, e os critérios imponderáveis que podem ser o quesito final para escolha da alternativa, onde pode ser avaliado o processo operacional, a ergonomia do sistema, poluição sonora, dentre outros.

### 3 | PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Quanto aos seus objetivos, o estudo consiste em uma Pesquisa Exploratória. A dificuldade percebida é no uso do poliuretano de densidade de 40Kg/m<sup>3</sup>, que para a confecção de moldes é muito frágil ao transporte e movimentação. Quando não são tomados os devidos cuidados, ocorrem quebras e deformações que necessitam de retrabalho em toda sua superfície.

Assim, foi elaborada uma análise, composta pela alteração da matéria-prima de poliuretano de densidade de 40Kg/m<sup>3</sup> para a matéria-prima de densidade 100Kg/m<sup>3</sup>. Quanto a abordagem do estudo, foram utilizados dados: a) dados quantitativos: provenientes dos custos, transporte, tempo de acabamento do material; b) dados qualitativos: aparecem de forma descritiva, como a facilidade de manuseio e aspectos relacionados ao meio ambiente.



Segundo o procedimento técnico, conforme Diehl e Paim (2002) a pesquisa caracteriza-se como uma Pesquisa-ação, que é definida como uma pesquisa com base empírica, onde o pesquisador e participantes estão envolvidos de modo participativo.

Esta pesquisa foi realizada por amostragem, seguindo o critério não probabilístico, pois nem sempre é possível obter informações de toda a população que se deseja estudar, conforme Barros e Lehfeld (2007), sendo o fator tempo uma limitação. Outro ponto também é de que os elementos foram aparecendo e coletaram-se as informações dos tempos e observações da atividade no local de trabalho.

A amostra representa o início da fabricação de 01 modelo que é definido em projeto, o tamanho dos blocos a serem usinados; a programação das peças é realizada pelo operador da máquina fresadora CNC (Comando Numérico Computadorizado) em conjunto com a engenharia de desenvolvimento, estipulando medidas para a confecção das peças em poliuretano.

O setor de modelaria inicia o corte dos blocos de poliuretano em uma serra fita vertical. A fixação dos blocos de poliuretano é feita com placas de MDF (*Medium Density Fiberboard*, placa de madeira com fibras de média densidade) na parte inferior da peça a ser usinada. Após a fixação da peça inicia-se a usinagem.

Para transporte as peças são embaladas em plástico bolha e papelão (para zelar a superfície do produto) e enviadas via transportadora para uma empresa terceirizada que realiza a confecção da montagem do modelo, acabamento e fabricação da casca de fibra de vidro laminado.

## **4 | APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **4.1 Mapeamento de processo e o diagrama 5W2H**

A visualização do processo de confecção do modelo, fez-se por meio da utilização de duas ferramentas: fluxograma e diagrama de fluxo de processo, representados nas Figuras 04 e 05, respectivamente.

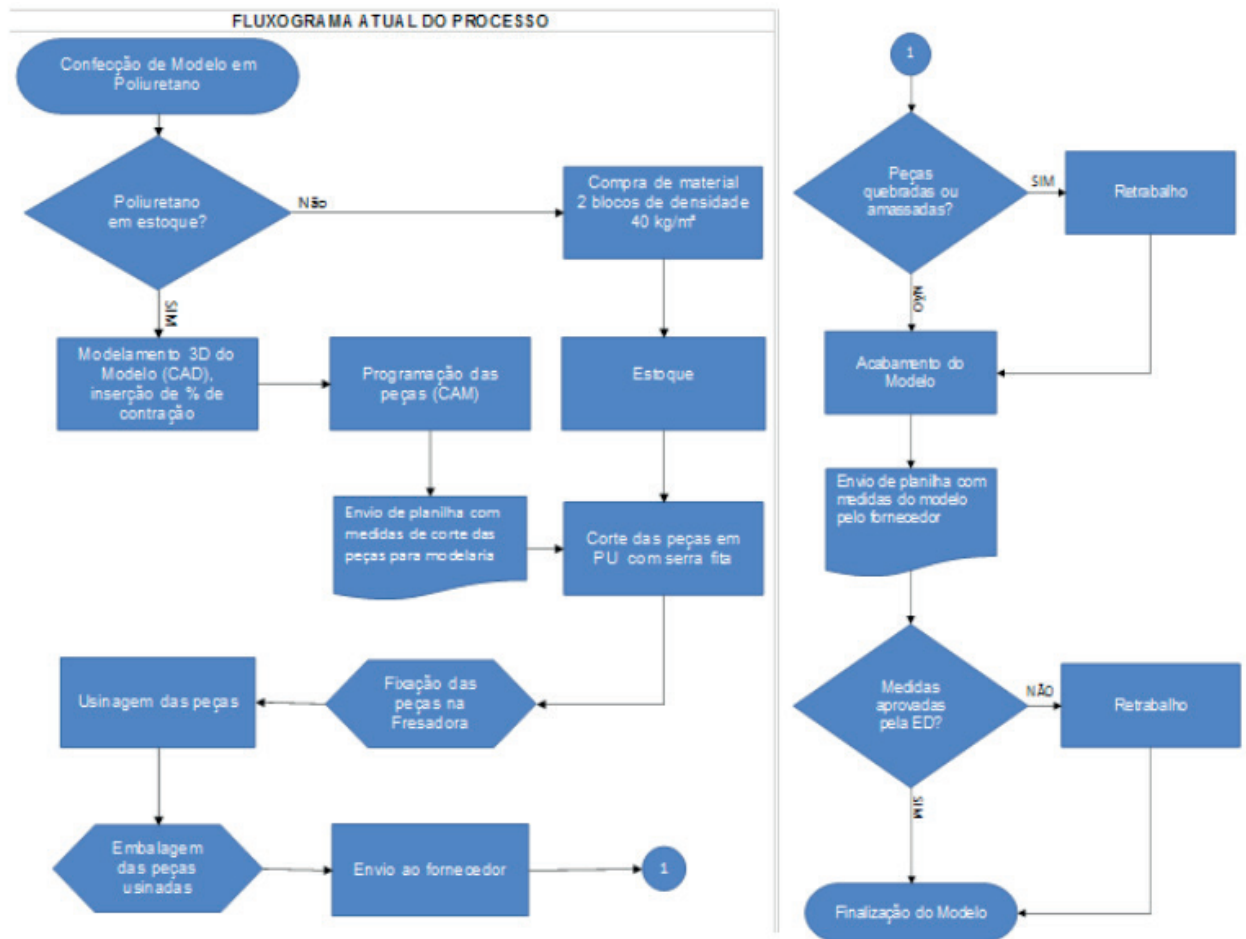


Figura 04: Fluxograma atual do processo

Fonte: elaborado pelos autores (2017)

Pode-se observar que o estoque de matéria-prima, se atualiza conforme a demanda de modelos, porém a frequência de desenvolvimentos é baixa (Figura 04). Quando ocorrem avarias no modelo no transporte, faz-se retrabalhos no terceiro, gerando desperdício de tempo e mão de obra. Realizando o trabalho de moldagem e acabamento da peça final, o fornecedor envia um documento com as medidas do modelo acabado. Neste ponto a engenharia de desenvolvimento verifica se o processo se manteve conforme o modelamento 3D, e caso haja divergências acima das toleradas faz-se necessário o retrabalho no modelo, adequando ao modelamento 3D.

O Diagrama de Fluxo (Figura 05) é indispensável para verificar quais os processos foram envolvidos na fabricação do modelo em poliuretano; neste caso, foram estimados quinze processos importantes na confecção do modelo, dentre eles temos os processos de execução, fabricação, movimentação, armazenagem, embalagem e inspeção.

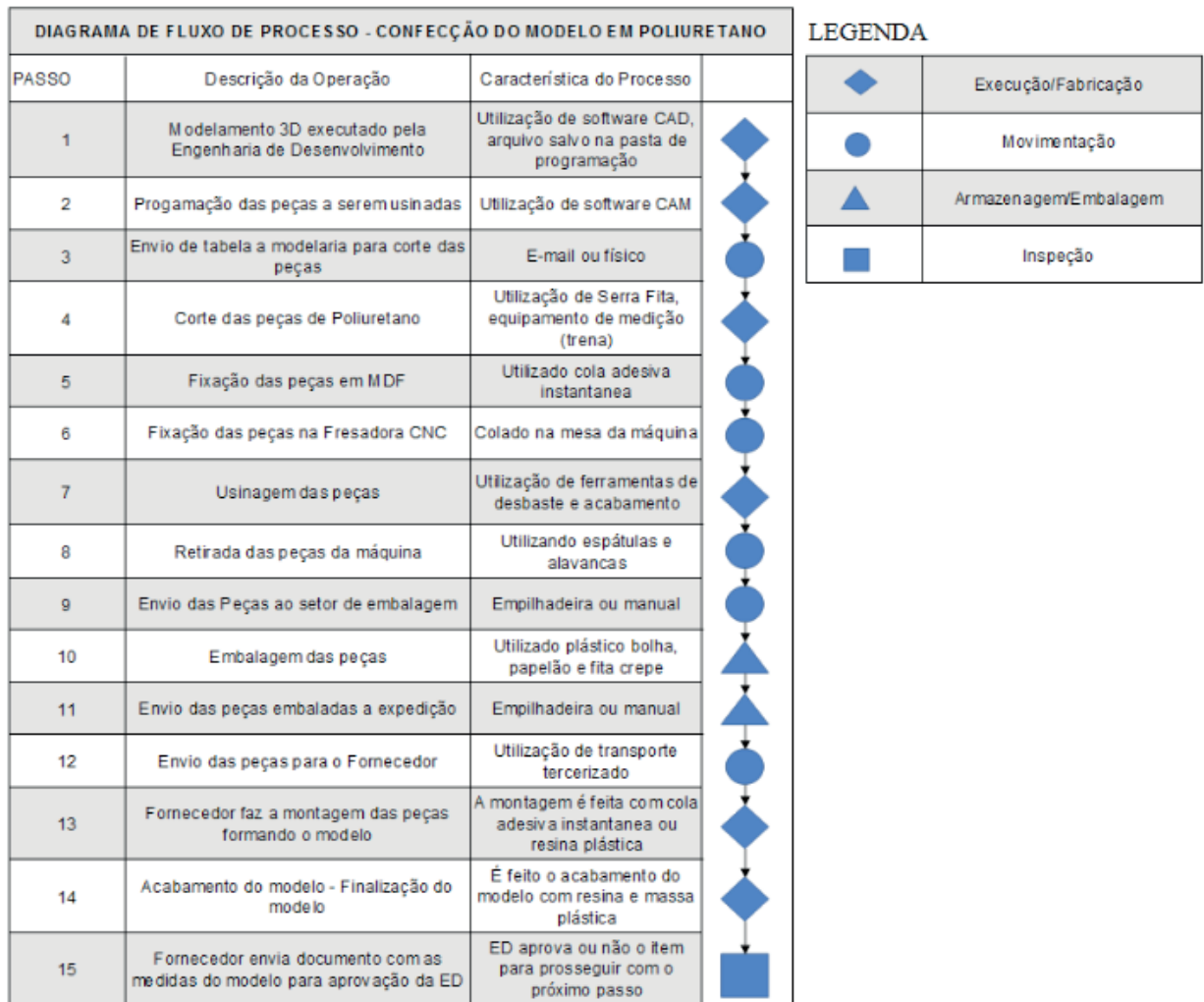


Figura 05: Diagrama de Fluxo  
 Fonte: elaborado pelos autores (2017)

As Figuras 06 e 07 mostram os passos da engenharia e programação para execução do corte da peça na serra fita e da usinagem na máquina CNC.

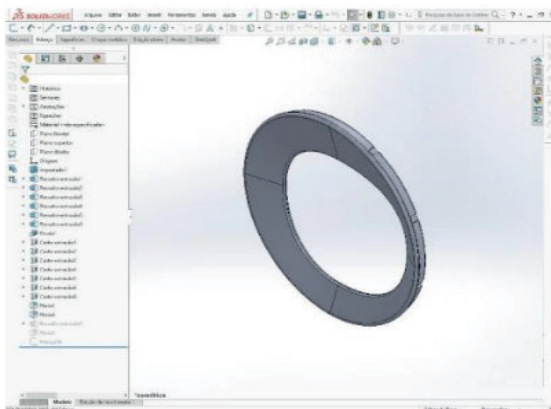


Figura 06: Modelamento 3D  
 Fonte: elaborado pelos autores (2017)

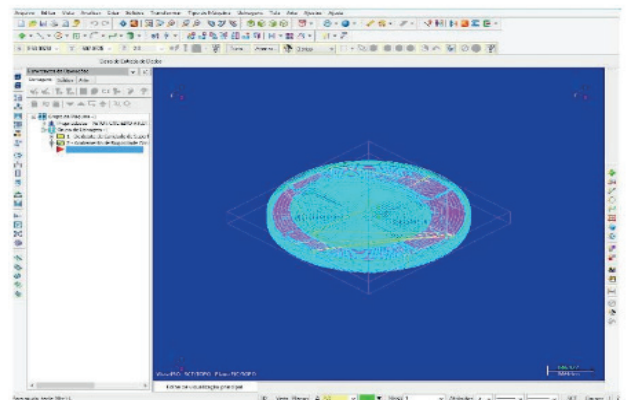


Figura 07: Programação  
 Fonte: elaborado pelos autores (2017)

A usinagem do material é visualizada na Figura 08. Geralmente faz-se necessário usinar em duas etapas: desbaste e acabamento.

A embalagem do material representada na Figura 09, é feita após a retirada da peça da máquina, deve se atentar para a fragilidade do material usado atualmente, deste modo, as peças são embaladas com plástico bolha e papelão micro ondulado.



Figura 08: Usinagem da peça  
Fonte: elaborado pelos autores (2017)



Figura 09: Embalagem da peça  
Fonte: elaborado pelos autores (2017)

Com os passos bem detalhados foi realizado o diagnóstico do processo utilizando a ferramenta 5W2H (Figura 10).

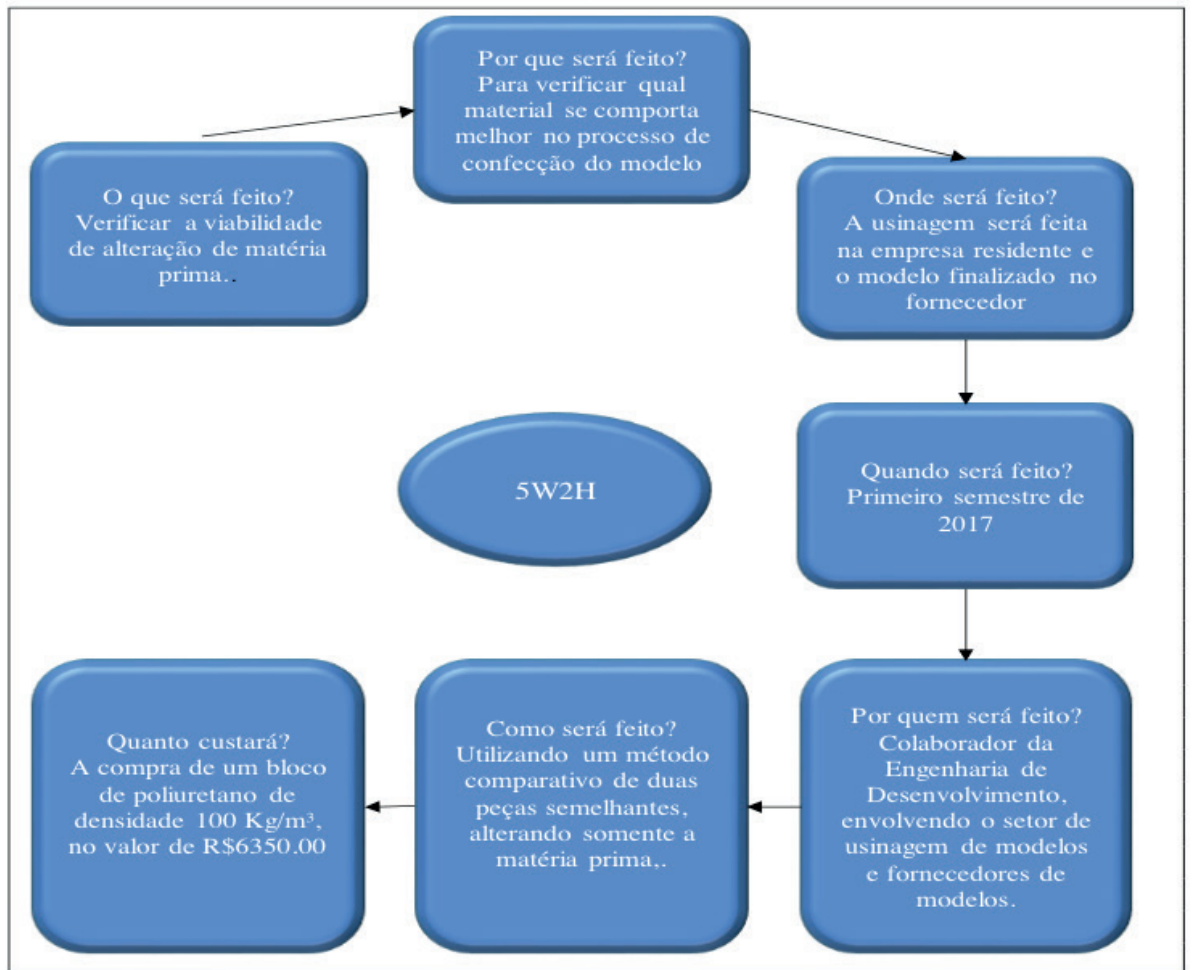


Figura 10: Ferramenta 5W2H

Fonte: elaborado pelos autores (2017)

#### 4.2 Análise de custos e comparação do material de baixa para alta densidade

Com a finalidade de analisar os custos de processo e matéria-prima utilizada, buscaram-se informações dos setores de contabilidade e compras da empresa, para estimar valores que se enquadram na usinagem das peças para confecção do modelo em poliuretano.

Para análise do custo do processo foi realizada a verificação das máquinas utilizadas no corte das peças e usinagem das mesmas. Uma serra fita convencional fabricada pela empresa com um motor de 600 watts; é nela que se executam as operações de corte da matéria-prima. E uma fresadora CNC de 3 eixos com potência estimada de 6cv, sendo que nela são executadas as operações de usinagem das peças.

Foram contabilizados os valores de hora máquina e hora homem. O valor hora máquina ficou definido em R\$ 45,30, enquanto o valor hora homem teve uma variável que foi o custo do funcionário da engenharia e da programação que se manteve em R\$ 45,30, enquanto o operador que faz o corte das peças e embala o

material ficou em R\$ 16,90.

Para a usinagem das peças foram utilizados alguns materiais que são contabilizados na hora do processo de usinagem. A matéria-prima principal para confecção do modelo é o bloco de poliuretano de baixa densidade 40 Kg/m<sup>3</sup>. Suas medidas são de 680x1000x2610mm seu valor é de R\$ 1.952,80 enquanto que o bloco de alta densidade 100 Kg/m<sup>3</sup> (com as mesmas medidas do bloco anterior) apresenta um valor de mercado diferente. Ao iniciar o atual projeto, o preço da peça era de R\$ 4.100,00, porém, com a instabilidade da economia, este valor atualmente está em R\$ 6.350,00.

#### 4.3 Análise do processo e da matéria-prima empregada

Para realizar uma análise dos fatores que podem contribuir com a melhoria do processo, analisaram-se duas peças semelhantes, sendo uma peça esquerda e uma peça direita. Seu tempo de preparo e de usinagem é o mesmo, pois dividem as mesmas operações. Com o tempo hora máquina e o tempo hora homem, pode-se verificar na Figura 11, o valor para usinagem de cada peça.

|   | Tempos de Processos para Confecção das peças |  |                  |                      |
|---|--|--|------------------|----------------------|
|   | Peça 1 com Densidade 40 Kg/m <sup>3</sup>    | Peça 2 com Densidade 100 Kg/m <sup>3</sup> | Custo Hora (R\$) | Valor por Peça (R\$) |
| Tempo de Engenharia e Programação (min) | 56   | 56   | 45,3             | 42,28                |
| Tempo de uso da Serra Fita (min)        | 13   | 13   | 45,3             | 9,815                |
| Tempo Colaborador Modelaria (min)       | 21   | 21   | 16,9             | 5,91                 |
| Tempo Usinagem Máquina CNC (min)        | 262  | 262  | 45,3             | 197,81               |
| Tempo Colaborador Máquina CNC (min)     | 39   | 39   | 45,3             | 29,445               |
| Tempo Colaborador Embalagem (min)       | 15   | 15   | 16,9             | 67,6                 |
|   |  |  | Total por peça   | 352,87               |

Figura 11: Tempos de processo para confecção das peças.

Fonte: elaborado pelos autores (2017)

O valor total de operação da máquina e de operador é de R\$352,87 para cada peça. A Figura 11 também demonstra que o valor mais alto foi o de usinagem com R\$ 197,81.

Foram empregados os materiais demonstrados na Figura 12. Para se obter um método de multiplicação de quantia de material utilizado, foi aplicado o valor da

matéria-prima base (poliuretano) em comparação com o seu volume, tendo assim um valor monetário para cada metro cúbico de material.

| Materiais utilizados para confecção das peças  |              |  |           |  |           |       |           |
|--|--------------|--|-----------|--|-----------|-------|-----------|
| Material utilizado   | Custo        | Peça 1 com Densidade 40 Kg/m <sup>3</sup> (0,05*0,65x0,65) |           | Peça 2 com Densidade 100 Kg/m <sup>3</sup> (0,05*0,65x0,65 =0,02m <sup>3</sup> ) |           |       |           |
|  |              | QTD  | Valor     | QTD  | Valor     | QTD   | Valor     |
| Bloco de 2,61x1x0,68m Poliuretano Densidade 40 Kg/m <sup>3</sup> (Un R\$ 1952,80), custo por m <sup>3</sup>  | R\$ 1.100,29 | 0,02   | R\$ 23,24 | 0  | 0         | 0     | 0         |
| Bloco de 2610x1000x680 Poliuretano Densidade 100 Kg/m <sup>3</sup> (Un R\$6350,00), custo por m <sup>3</sup> | R\$ 3.577,86 | 0  | 0         | 0,02   | R\$ 71,56 | 0     | 0         |
| Bloco de 2610x1000x680 Poliuretano Densidade 100 Kg/m <sup>3</sup> (Un R\$4100), custo por m <sup>3</sup>    | R\$ 2.310,11 | 0  | 0         | 0  | 0         | 0,02  | R\$ 46,20 |
| Plástico Bolha 1,5m largura(metro)   | R\$ 1,16     | 6  | R\$ 6,96  | 2  | R\$ 2,32  | 2     | R\$ 3,02  |
| Papelão Microondulado 1,2m largura (metro)   | R\$ 3,20     | 6  | R\$ 19,20 | 2  | R\$ 6,40  | 2     | R\$ 8,32  |
| Tubo cola instantânea 100 gr   | R\$ 23,88    | 0,5  | R\$ 11,94 | 0,5  | R\$ 11,94 | 0,5   | R\$ 11,94 |
| Fita Adesiva (rolo)  | R\$ 3,70     | 0,5  | R\$ 1,85  | 0,5  | R\$ 1,85  | 0,5   | R\$ 1,85  |
| MDF Esp 9mm custo por m <sup>2</sup>   | R\$ 25,55    | 0,195  | R\$ 4,98  | 0,195  | R\$ 4,98  | 0,195 | R\$ 4,98  |
| Total com MP   |              |  | R\$ 68,18 |  | R\$ 99,05 |       | R\$ 76,31 |

Figura 12: Materiais utilizados para confecção das peças.

Fonte: elaborado pelos autores (2017)

Analisando os fatores empregados para a usinagem, preparo e envio das peças por transportadora terceirizada ao fornecedor, percebeu-se que o ponto crítico está na embalagem, onde o item com menor densidade necessitou de embalagem extra (mais que o dobro de material habitualmente utilizado) para o envio. Porém os valores monetários encontrados nessa etapa foram divergentes, sendo que o valor com o material atual de baixa densidade ficou em R\$ 68,18 enquanto que o de alta estabeleceu-se em R\$ 99,05, ou seja, 45,27% superior ao valor do material de baixa densidade. Ao comparar o valor do material no início deste projeto percebe-se que o preço da matéria-prima empregada (R\$ 76,31) gerou custo superior de apenas 12% comparado com o material de baixa densidade.

Nota-se que o valor do material de alta densidade sem ser aplicado na transformação de preparo e envio ao fornecedor, gerava um valor de 325% maior ao de baixa densidade.

#### 4.3.1 Análise da viabilidade da matéria-prima

Analisando os últimos 12 meses de utilização do poliuretano de baixa densidade, constatou-se que foram utilizados cerca de 10,5 blocos do material para a confecção de modelos, gerando o valor de R\$ 20.504,40 em poliuretano. Aplicando uma taxa de 30% de retorno desse investimento tem-se o valor de R\$ 26.655,72; ao dividir esse valor em 12 períodos tem-se R\$ 2.221,31. Admitindo uma TMA para a empresa de 12%, obteve-se o resultado de VPL negativo (R\$ 6.736,37), utilizando a Equação (1) citada no item 2.2.

O mesmo cálculo utilizando o poliuretano de alta densidade, sem alterar a TMA e a taxa de retorno de investimento em 30%, obteve-se um VPL negativo (R\$ 21.932,29), utilizando a Equação (1) citada no item 2.2.

Avaliando as duas possibilidades, verifica-se que os dois itens estão com o VPL negativo, porém o mais negativo é o do material mais denso, isso se explica devido ao fato de ele possuir um custo mais agregado.

Praticando o cálculo com o preço do material em 2016, de R\$ 4.100,00, teríamos o valor de VPL negativo de (R\$14.160,00), ficando entre os dois valores estipulados.

#### 4.4 Análise das condições de finalização do modelo

Como o modelo é confeccionado em uma empresa terceirizada, o processo de finalização foi acompanhado pelo pesquisador, sendo assim, foi possível ver de perto quais eram os problemas enfrentados pelo fornecedor. Visto que o material é de baixa densidade, notou-se que o material se deforma com facilidade ao se aplicar a lixa para dar acabamento em algum ponto do modelo, torando-o indesejável para o processo. Essas deformações ocorridas necessitam de retrabalhos, onde há a aplicação de massa plástica para a sua correção.

Outro ponto que levantado é que, ao enviar as peças por transporte terceirizado, o material chega ao destino com algumas avarias, as quais devem ser retrabalhadas. Todo esse retrabalho, além de gerar custos para o fornecedor, faz com que o tempo estimado de confecção do modelo aumente conforme a peça.

No caso estudado, o tempo estimado para a peça de baixa densidade era de 2 horas, porém, com alguns retrabalhos, esse tempo passou para 2 horas e 20 minutos, gerando em torno de 15% de aumento no tempo de trabalho. Para a peça de alta densidade o tempo se firmou em 2 horas. Outro ponto, é de que o fornecedor que confecciona o modelo faz o seu custo conforme o peso da fibra, não alterando os valores para a empresa que enviou as peças.

No quesito de reciclagem do poliuretano, o fornecedor relata que não há diferença monetária ao descartar o material para empresas recicladoras, pois o



valor pago para descarte é referente ao volume cúbico de matéria-prima utilizada, sendo assim o material de poliuretano geraria o mesmo volume cúbico, somente alterando o seu peso.

Verificando as condições de trabalho do operador, percebeu-se que o poliuretano de baixa densidade gera mais pó no momento de sua confecção. Mesmo que o operador use o equipamento de proteção correto, há contato com o pó, o que pode gerar um problema de saúde com o passar do tempo.

Ao analisar a questão ergométrica, observa-se que o operador tem mais facilidade em trabalhar com o poliuretano de alta densidade, já que o mesmo possui fácil manuseio e não gera tantos retrabalhos; um ponto negativo é que o seu peso é 60% maior que o de baixa densidade, tornando a locomoção de um modelo grande, um problema na hora do acabamento.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando todas as variáveis da pesquisa, podem-se ressaltar alguns pontos que foram importantes na decisão de viabilidade ou não da troca de matéria-prima. Pelos pontos físicos e ambientais, o material de baixa densidade representa mais riscos para o operador, enquanto na questão ergométrica, o peso do material de baixa densidade se sobressai. Outro fator que fica claro é a decisão de velocidade de acabamento do modelo e o custo que isso gera para empresas que confeccionam materiais utilizando poliuretano.

Fica visível que o custo de processo é mais saudável trabalhando com o material de alta densidade, o mesmo gera cerca de 15% de redução, tanto de tempo quanto de material empregado. Contudo o custo desse material em relação à confecção de modelos em poliuretano é cerca de 45% maior em relação ao poliuretano de baixa densidade, tornando-o inviável. Portanto, se analisássemos com o preço do material no início desse trabalho o custo superior seria de somente de 12%. Agregando isso mais a velocidade de confecção do modelo com que o fornecedor entregaria as peças, pode-se garantir que a troca de matéria-prima se tornaria viável.

Como recomendação de trabalhos futuros tem-se a continuidade do estudo em outros processos que envolvam a confecção de matrizes.

## REFERÊNCIAS

ABMACO. Associação Brasileira de Materiais Compósitos. **Moldes e modelos**. 2009.

BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 3 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B.H. **Análise de investimentos**. 9º edição, São Paulo: EASA

(Editora Atlas S.A), 2000.

CHING, H. Y.; MARQUES, F.; PRADO, L. **Contabilidade e finanças para não especialistas**. 3. ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

CRAWFORD, R. J. (Ed.). **Rotational moulding of plastics**. 2ª edição, UK: SRP Ltd, 1996.

DIEHL, Astor Antônio; PAIM, Denise Carvalho Tatim. **Metodologia e Técnica de Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas**. Passo Fundo: Clio Livros, 2002.

LA ASOCIACIÓN DE ROTOMOLDEADORES. **Introducción al moldeo rotacional seminario em Español**. [S.l.]: [s.n.], 1998.

MARZALL L. F; SANTOS, L. A; GODOY, L. P. **Inovação no projeto de produto como fator para redução de custos logísticos e de produção**. Revista Produção Online, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 342-365, jan./mar. 2016.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R.; **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

RYBA, A.; LENZI, E. K.; LENZI, M. K. **Elementos da engenharia econômica**. Curitiba: InterSaberes, 2012.

SANTOS, A. S. (Org.). **Contabilidade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

SOUZA, A; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos**. 6ª edição, São Paulo: EASA (Editora Atlas S.A), 2009.

WILDAWER, E. W.; WILDAWER, L. D. B. S. **Mapeamento de processos: conceitos, técnicas e ferramentas**. Curitiba: InterSaberes, 2015.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**CARLOS EDUARDO SANCHES DE ANDRADE** - Mestre e Doutor em Engenharia de Transportes. Possui 2 graduações: Administração (1999) e Engenharia de Produção (2004) ; 3 pós-graduações lato sensu: MBA em Marketing (2001), MBA em Qualidade e Produtividade (2005) e Engenharia Metroferroviária (2017) ; e 2 pós-graduações stricto sensu - Mestrado e Doutorado em Engenharia de Transportes pela COPPE/UFRJ (2009 e 2016). É professor adjunto da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Goiás (FCT/UFG), das graduações em Engenharia de Transportes e Engenharia Civil. Atuou como Engenheiro de Operações do Metrô do Rio de Janeiro por mais de 15 anos (2003 - 2019), nas gerências de: Planejamento e Controle Operacional, Engenharia Operacional, Operação, Inteligência de Mercado, Planejamento de Transportes e Planejamento da Operação Metroviária (de trens, das linhas de ônibus Metrô Na Superfície, e das estações metroviárias). Experiências acadêmica e profissional nas áreas de: Engenharia de Transportes, Operação de Transporte, Planejamento da Operação, Transporte Público, Sustentabilidade, Engenharia de Produção, Gestão, Administração e Engenharia de Projetos, atuando principalmente nos seguintes temas: operação, avaliação de desempenho operacional, ferramentas de gestão e de controle operacional, documentação operacional, indicadores de desempenho, planejamento da operação, satisfação dos usuários de transporte, pesquisas e auditoria de qualidade, sustentabilidade, emissões de gases do efeito estufa em sistemas de transportes, planejamento e acompanhamento de projetos de engenharia e de melhoria em sistemas de transporte.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Algoritmo 95, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106

### B

Business Game Canvas 260, 261, 264, 265, 267, 271

### C

Casca de Fibra 108, 111, 112, 114

Casos de Discussão 191

Competitividade 35, 48, 62, 73, 93, 109, 124, 133, 135, 136, 140, 141, 165, 174, 182, 236

Concessão 139, 176, 183, 184, 185, 189

Consumidores 48, 79, 81, 135, 157, 277

Custos fiscais 143, 144, 149, 152, 153

### D

Design Thinking 191, 192, 193, 200, 271

Destrução de teoria 273

### E

Economia circular 75, 79, 80, 81, 93

Eficiência portuária 163, 164, 168, 174

Estratégia de operações 61, 62, 63, 72, 74

Ética organizacional 273, 274, 282

### F

Fator de intensidade de massa (MIF) 75, 76, 82, 83, 84, 90, 91, 92

Frotas 1, 4, 7, 8, 9

### G

Gestão 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 20, 33, 35, 46, 62, 66, 74, 77, 79, 93, 94, 110, 134, 136, 138, 139, 141, 143, 163, 166, 175, 181, 182, 184, 187, 191, 192, 193, 199, 247, 249, 251, 257, 258, 260, 261, 262, 263, 265, 270, 271, 272, 273, 279, 280, 283, 284

Gestão da Saúde 191, 260, 271, 272

Gestão de Pessoas 247, 249, 251, 273

Gestão Hospitalar 260, 263

Grupos estratégicos 61, 62, 63, 64, 67, 70, 72, 73, 74

### H

Hospital Dia 260, 261, 262, 263, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272

## I

Indicadores de desempenho 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 284

Indústria 4.0 47, 48, 50, 51, 54, 55, 56

Inovação 10, 35, 65, 67, 93, 123, 135, 141, 181

## J

Jogo de Treinamento 260, 261, 262, 270

## L

Lead time 31, 32, 45, 70, 124, 127, 133

Lean Seis Sigma 124, 125, 127, 128, 133, 134

Legislação Ambiental 221, 222, 223, 226, 230, 231

Linha de montagem 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32

Logística reversa de paletes 75

## M

Manufatura digital 34, 40

Mensuração 52, 75, 82, 84, 85, 93, 149, 177, 181, 247, 248, 249, 252, 257, 258

Mensuração de impacto ambiental 75, 84

Metrô 176, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 284

Modelagem 22, 24, 25, 27, 28, 33, 38, 39, 40, 45, 46, 95, 199

Modelo 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 80, 87, 98, 108, 109, 111, 112, 114, 115, 118, 119, 121, 122, 166, 175, 181, 182, 193, 247, 249, 250, 253, 255, 256, 257, 260, 261, 262, 263, 266, 267, 270, 271, 273, 278

Movimentação 1, 3, 7, 16, 17, 28, 31, 45, 77, 85, 91, 109, 113, 115, 164, 166, 173, 236, 237, 238, 239, 267

## N

Nível de serviço 7, 176, 177, 183

Norma de Desempenho 205, 220

Normas Regulamentadoras 143, 144, 145, 146, 156

## O

Objetivos de desempenho 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 178

Operações portuárias 163, 168, 171

Organização Espacial 234, 235

## P

Pesquisa Operacional 37, 95, 106

Planejamento Operacional de minas a céu aberto 95

Poliuretano 93, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 122

Produção enxuta 22, 23, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73

Projetos Arquitetônicos 205, 207, 208, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220

## Q

Qualidade Higiênico-Sanitária 157

## R

Relatório de Sustentabilidade 221, 224, 226, 230, 231, 233

Riscos ambientais 19, 143, 146, 147, 152, 153, 155, 156

Rotomoldagem 108, 109, 110

## S

Serviço de Alimentação 157

Simulação computacional 22, 23, 25, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 45

Sistemas de produção 25, 34, 66

Supply Chain 2, 35, 47, 48, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 94, 175

## T

TMS 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10

