



# ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos 3

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021



# ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos 3

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
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  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande



Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

#### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alessandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFRP  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Prof<sup>a</sup> Ma. 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. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatiany Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvío Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



## Engenharia de produção: além dos produtos e sistemas produtivos 3

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia de produção: além dos produtos e sistemas produtivos 3 / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-003-9  
DOI 10.22533/at.ed.039212304

1. Engenharia de produção. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.  
CDD 670

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

O ramo da engenharia de produção ganhou cada vez mais espaço no decorrer dos anos, sendo hoje um dos principais pilares para o setor empresarial. Analisar os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria contínua de processos.

Desta forma estudar temas relacionados a engenharia de produção é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz.

Neste livro são explorados trabalhos teóricos e práticos, relacionados as áreas engenharia de produção, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente.

Apresenta capítulos relacionados a gestão como um todo, assim como a aplicação de ferramentas para melhoria de processos e produtos e a redução de custos. Outro destaque se dá a interação entre o homem e o trabalho, sendo um dos ramos da engenharia de produção e que está cada vez mais em voga no momento atual.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **GESTÃO DA QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DE CALÇADOS: ESTUDO DE CASO**

Tiago Soares da Rocha

Paulo Renato Pakes

Brena Bezerra Silva

**DOI 10.22533/at.ed.0392123041**

### **CAPÍTULO 2..... 16**

#### **APLICAÇÃO DA FILOSOFIA DE GESTÃO LEAN SEIS SIGMA NA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA CALÇADISTA**

Phelippe Moura da Silva

Ezequiel Ribeiro Paiva

**DOI 10.22533/at.ed.0392123042**

### **CAPÍTULO 3..... 30**

#### **ANÁLISE DA RELAÇÃO PRODUÇÃO VERSUS MANUTENÇÃO E SEUS IMPACTOS EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS: O CASO PSIU**

Marco André Matos Cutrim

Jadna Karine Santos Monteiro

Antonilton Serra Sousa Junior

Andielle Martins Oliveira

Pedro Lucas Valente Santos Sousa de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.0392123043**

### **CAPÍTULO 4..... 44**

#### **ANÁLISE DA SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM UMA PEQUENA EMPRESA DE SERRALHERIA SITUADA NA CIDADE DE DOURADOS – MS**

Marcos Meurer da Silva

Robson de Souza Santos

Marcos Barbosa Silvino

**DOI 10.22533/at.ed.0392123044**

### **CAPÍTULO 5..... 58**

#### **O IMPACTO DO ROUBO DE CARGA EM UMA EMPRESA DE ALIMENTOS LOCALIZADA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO/BRASIL**

Priscilla Juliasse de Freitas

Camila Avosani Zago

**DOI 10.22533/at.ed.0392123045**

### **CAPÍTULO 6..... 70**

#### **CARACTERIZAÇÃO DO CANAL LOGÍSTICO REVERSO: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS E MECÂNICA EM SÃO LUÍS**

Marco André Matos Cutrim

Jadna Karine Santos Monteiro

Antonilton Serra Sousa Junior

Jardel Carlos Ferreira Nunes

Jéssica dos Santos Maia

**DOI 10.22533/at.ed.0392123046**

**CAPÍTULO 7..... 82**

PROCEDIMENTO DE TRANSIÇÃO DA *GRID* TOPOLÓGICA PARA A *GRID* GEOMÉTRICA NO PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO DAS FACILIDADES NO *LAYOUT* DE UM ESTALEIRO

Henry Joel Segho Amani

Walther Azzolini Junior

**DOI 10.22533/at.ed.0392123047**

**CAPÍTULO 8..... 93**

MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA DE MATERIAIS: APLICAÇÃO EM UMA EMPRESA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

Rafael Ferreira Almeida

Paulo Afonso Lopes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.0392123048**

**CAPÍTULO 9..... 106**

A CRIAÇÃO DE UMA SPIN-OFF ACADÊMICA PARA ÁREA DE BIOTECNOLOGIA EM TRÊS ETAPAS

Andrey Pelicer Tarichi

Creusa Sayuri Tahara Amaral

**DOI 10.22533/at.ed.0392123049**

**CAPÍTULO 10..... 119**

A REDUÇÃO DA INCIDÊNCIA DO ERRO DE DIAGNÓSTICO NO TRATAMENTO DA SÍNDROME HPN (HIDROCEFALIA DE PRESSÃO NOMAL) EM BRASILEIROS, MEDIANTE A APLICABILIDADE DA MODELAGEM MATRICIAL COPPE-COSENZA

Rodrigo Ventura da Silva

Jean de Aguiar Seabra

Luis Claudio Bernardo Moura

Leonardo Fontes Bachá

Carlos Alberto Nunes Cosenza

**DOI 10.22533/at.ed.03921230410**

**CAPÍTULO 11..... 133**

ANÁLISE DOS PRINCIPAIS BENEFÍCIOS OBTIDOS A PARTIR DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA TAMBOR-PULMÃO-CORDA (TPC): UMA REVISÃO DA LITERATURA

Gilberto Dias Paião Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.03921230411**

**CAPÍTULO 12..... 145**

DESENVOLVIMENTO DE ESCUDOS FACIAIS ATRAVÉS DE PROTÓTIPOS RÁPIDOS: UMA ABORDAGEM SÓCIO-SANITÁRIA EM DEFESA DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE CONTRA O COVID-19 EM SÃO PAULO, BRASIL

Adriana Del Monaco de Maria

Maria Eduarda Aidar Santillo

Eduardo Augusto Galdino dos Santos

Lia de Biasi Pereira  
Rafaela Camargo dos Santos  
Gabrielle Silva Coelho  
Fabielle Pereira Leite  
Suzane Candido Losacco  
Edmilson Machado Pereira  
Mariane da Silva Monteiro  
Yara Beatriz Rodrigues do Espirito Santo  
Camila Santineli dos Santos  
Emanuele Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.03921230412**

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>154</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>155</b>



## PROCEDIMENTO DE TRANSIÇÃO DA *GRID* TOPOLÓGICA PARA A *GRID* GEOMÉTRICA NO PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO DAS FACILIDADES NO *LAYOUT* DE UM ESTALEIRO

Data de aceite: 22/04/2021

### Henry Joel Segho Amani

SEP – Departamento de Engenharia de Produção da EESC – Escola de Engenharia de São Carlos/UPS – Universidade de São Paulo  
São Carlos

<http://lattes.cnpq.br/2080896125545775>

<https://bv.fapesp.br/en/pesquisador/709510/henry-joel-segho-amani/>

### Walther Azzolini Junior

SEP – Departamento de Engenharia de Produção da EESC – Escola de Engenharia de São Carlos/UPS – Universidade de São Paulo  
São Carlos

<http://lattes.cnpq.br/8232998169861866>

(0000-0002-0387-661X) - ORCID

**RESUMO:** Há diferentes métodos de solução do problema de planejamento de instalações de Layout. Métodos aplicados com o objetivo de minimizar o custo de movimentação de materiais entre diferentes postos de trabalho. No caso de estaleiros há uma divisão por processos de fabricação por departamento, o que requer uma matriz de fluxo estruturada a partir do volume de material a ser transferido entre os departamentos do estaleiro em uma sequência lógica de fabricação e montagem. O presente trabalho é o resultado do projeto de pesquisa que divide o problema em dois estágios: o primeiro estágio com o propósito de otimização topológica, visa reduzir a distância entre os departamentos considerando as restrições de aproximação e volume de materiais com

o uso de um algoritmo genético. A partir do resultado do 1º estágio que define a posição dos centroides dos departamentos em um grid pré-dimensionada, os centroides são transcritos para a grid que representa o terreno real do estaleiro respeitando a aproximação do 1º estágio. O procedimento de transição apresentado neste trabalho tem a função de transferir os centroides respeitando as dimensões dos departamentos e as restrições de aproximação e espaço físico do terreno real. A partir da posição dos centroides é aplicado no 2º estágio outro algoritmo, podendo ser outro genético ou um algoritmo de crescimento estocástico. Os resultados obtidos são apresentados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Problema instalação de layout; Estaleiros; Procedimento de transição

### TRANSITION PROCEDURE FROM THE TOPOLOGICAL GRID TO THE GEOMETRIC GRID IN THE PROCESS OF OPTIMIZING FACILITIES IN THE LAYOUT OF A SHIPYARD

**ABSTRACT:** There are different methods of solving the Layout installation planning problem. Methods applied in order to minimize the cost of moving materials between different jobs. In the case of shipyards, there is a division by manufacturing processes by department, which requires a flow matrix structured from the volume of material to be transferred between the shipyard departments in a logical manufacturing and assembly sequence. The present work is the result of a research project that divides the problem into two stages: the first stage for

the purpose of topological optimization, aims to reduce the distance between departments considering the restrictions of approach and volume of materials using an algorithm genetic. From the result of the 1st stage that defines the position of the centroid of the departments in a pre-dimensioned grid, the centroids are transcribed to the grid that represents the real terrain of the shipyard respecting the approach of the 1st stage. The transition procedure presented in this work has the function of transferring the centroid respecting the dimensions of the departments and the restrictions of approach and physical space of the real terrain. From the position of the centroid, another algorithm is applied in the 2nd stage, which may be another genetic or a stochastic growth algorithm. The results obtained are presented.

**KEYWORDS:** Facility Layout Problem; Shipyards; Transition procedure.

## OBJETIVOS

Há na literatura trabalhos com a aplicação de métodos de programação matemática para a solução do problema de facilidades de *layout* (*Facility Layout Problem* (FLP)). O presente trabalho é parte de um projeto de pesquisa que estuda o FLP com a divisão do método de solução em dois estágios: o primeiro estágio trata da otimização por aproximação dos departamentos de um estaleiro a partir da matriz de fluxo e do cálculo da distância euclidiana considerando uma matriz  $n \times m$  com espaços individuais dos departamentos iguais a  $1 \times 1$ . Após a distribuição dos departamentos considerando o fluxo de material entre os departamentos e as restrições de aproximação a função objetivo de minimização do custo de movimentação define uma solução próximo do ótimo com o uso de algoritmos genéticos. Com o resultado do 1º estágio os centroides dos departamentos, de acordo com o resultado, são transferidos para a *grid* geométrica que representa o terreno do estaleiro em escala. O objetivo do procedimento de transição apresentado neste trabalho é a transferência dos centroides dos departamentos da *grid* do 1º estágio para a *grid* do 2º estágio quando o processo de otimização entra na última fase de definição da configuração de *layout*.

## MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A Figura 1 apresenta o pseudocódigo correspondente ao procedimento de transição entre as *grid* s topológica e geométrica.

Como dados de entrada são considerados o número de departamentos  $N$ , a lista de departamentos com posições fixas e suas coordenadas *fixedPos* quando há e a lista de pares de departamentos com restrição de adjacência e alinhamento *dep\_constraints*

- 01– >> Criar vetor de zeros *solution* de tamanho  $N$ ;
- 02– >> Criar vetor de zeros *array\_pos* de tamanho  $N$ ;
- 03– >> Se houverem departamentos com posição fixa
- 04– >> >> Para cada departamento  $i$  com posição fixa

```

05->> >> >> solution(i) = -1;
06->> >> >> Calcular a posição j de i no vetor de posições, de acordo com as
coordenadas em fixedPos;
07->> >> >> array_pos(j) = i;
08->> Se houverem departamentos com restrição de adjacência
09->> >> Para cada departamento i que não possuir restrição de adjacência
10->> >> >> solution(i) = rand();
11->> >> Armazenar o estado atual de solution;
12->> >> Para cada item i em dep_constraints
13->> >> >> Se algum dos departamentos já estiver adicionado ao vetor
array_pos
14->> >> >> >> Inserir o departamento da dupla que ainda não foi
adicionado. Esse departamento terá sua posição escolhida aleatoriamente dentre
um espaço amostral composto apenas por posições que não desrespeitem as
restrições impostas;
15->> >> >> >> Caso não seja possível, restaurar o estado de solution para
o armazenado no passo 12 e voltar ao passo 13;
16->> >> >> Se não
17->> >> >> >> Inserir o primeiro departamento de modo totalmente aleatório;
18->> >> >> >> Inserir o departamento restante. Esse departamento terá
sua posição escolhida aleatoriamente dentre um espaço amostral composto apenas
por posições que não desrespeitem as restrições impostas;
19->> >> Criar um vetor order vazio;
20->> >> Para cada departamento i em solution
21->> >> >> Se solution(i) > 0
22->> >> >> >> Se order estiver vazio
23->> >> >> >> >> order(1) = i;
24->> >> >> >> Se não
25->> >> >> >> >> j = 1;
26->> >> >> >> >> Inicia loop;
27->> >> >> >> >> >> Se j == length(order) + 1
28->> >> >> >> >> >> >> Adicionar i na última posição do vetor order;
29->> >> >> >> >> >> >> Sair do Loop;
30->> >> >> >> >> >> >> Se não, se solution(i) >= solution(order(j))

```

```

31->>>>>>>>> j = j + 1;
32->>>>>>>> Se não
33->>>>>>>>> Se j == 1
34->>>>>>>>>> Adicionar i na primeira posição do vetor
order;
35->>>>>>>>>> Se não
36->>>>>>>>>>> Adicionar i entre as posições j-1 e j;
37->>>>>>>>>>> Sair do Loop;
38->>>> Para cada posição i em array_pos
39->>>>> Se array_pos(i) == 0
40->>>>>>> array_pos(i) = order(1);
41->>>>>>>>> order(1) = [ ];
42->>>>>>>>> Se order estiver vazio
43->>>>>>>>>>> Sair do loop;
44->>>>>>> Para cada departamento i em solution
45->>>>>>>>> Se solution(i) == 0
46->>>>>>>>>>>> pos = posição do departamento i em array_pos;
47->>>>>>>>>>>>> Encontrar uma posição posJ o mais próximo possível de
pos, sendo que
48->>>>>>>>>>>>>>> solution(array_pos(posJ)) > 0 e posJ < pos;
49->>>>>>>>>>>>>>> Encontrar um departamento posK o mais próximo possível
de i, sendo que
50->>>>>>>>>>>>>>>> solution(array_pos(posK)) > 0 e posK > i;
51->>>>>>>>>>>>>>>> Se for possível encontrar as posições posJ e posK
52->>>>>>>>>>>>>>>>>> solution (i) = (solution(array_pos(posJ)) + solution(array_
pos(posK)))/2;
53->>>>>>>>>>>>>>>>>> Se não, se foi possível encontrar a posição posJ
54->>>>>>>>>>>>>>>>>>>> solution(i) = solution(array_pos(posJ)) +
55->>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> (1 - (solution(array_pos(posJ)))/2;
56->>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> Se não
57->>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> l>> solution(i) = solution(array_pos(posK))/2;
58->>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> Se não

```

```

59- >> >> Para cada departamento i de solution
60- >> >> >> Se solution(i) == 0
61- >> >> >> >> solution(i) = rand();

```

Figura 1: Pseudocódigo correspondente ao procedimento de transição entre as *grid*'s topológica e geométrica.

A transição é feita por meio de um algoritmo que analisa a posição dos departamentos resultantes do primeiro estágio, dividindo em grupos relativos à fileira horizontal dos departamentos. A *grid* se inicia na primeira coordenada em Y e na última em X ( $Y = 1$ ,  $X = 46$ )

A cada fileira escolhida é primeiro analisado se existe espaço suficiente para que todos os departamentos sejam organizados lado a lado. Caso não seja possível, é analisada a presença de algum departamento com posição fixa na fileira. Se houver esse departamento é colocado na sua posição pré-determinada.

Se não houver, é selecionado o departamento com maior extensão horizontal e é colocado nas atuais coordenadas X e Y. Em seguida, a coordenada X volta a 46 e a Y é acrescida do valor da extensão vertical do departamento adicionado.

Caso seja possível todos os departamentos serem organizados lado a lado são adicionados na fileira, na ordem proposta pelo resultado do primeiro estágio, tendo seus centroides em posições que respeitem suas dimensões horizontais e os fluxos de saída e chegada de material.

Em seguida, a coordenada X volta a 46 e a Y é acrescida do valor da maior extensão vertical dos departamentos adicionados. Esse processo se repete até que todas as fileiras tenham sido organizadas.

## RESULTADOS

A Figura 2 representa a distribuição dos centroides dos departamentos na *grid* Geométrica a partir do resultado selecionado do 1º estágio.

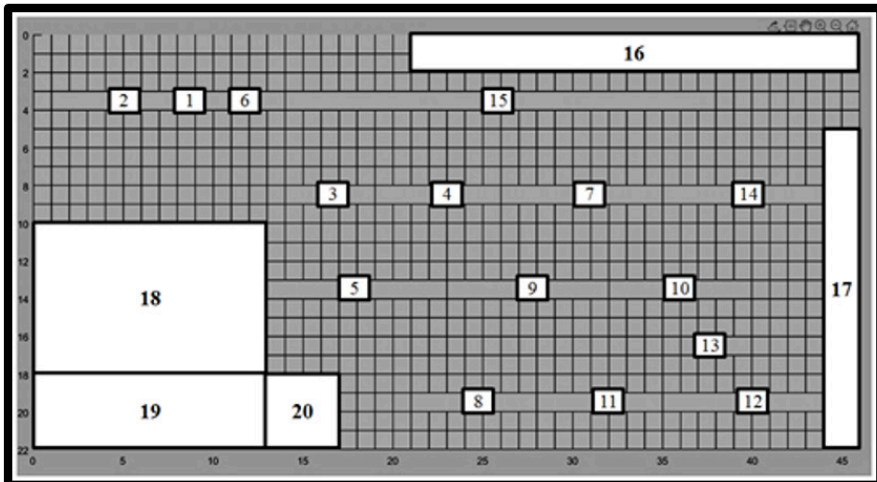


Figura 2: Representação Grid Geométrica – Terreno do Estaleiro com os centroides distribuídos

As Figuras 3 a 8 mostram o resultado do *layout* de dois cenários, assim como a dispersão da área requerida e da relação de aspecto comparando com o resultado do trabalho dos autores de Choi et al (2017).

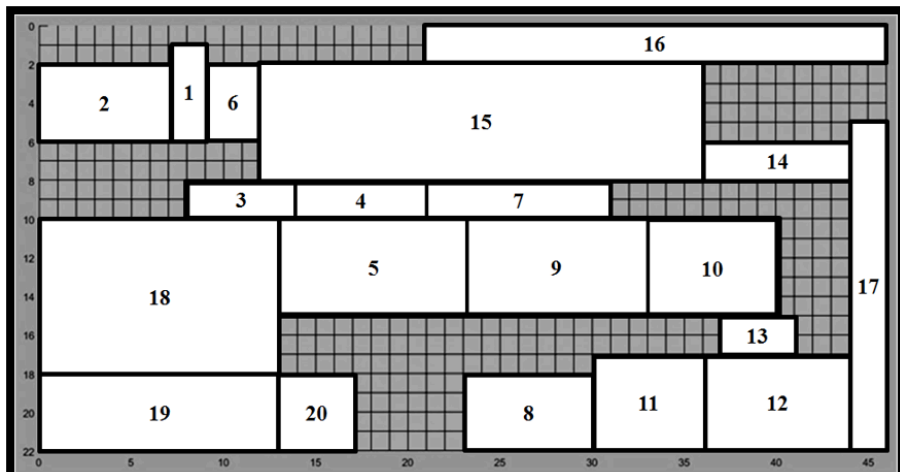


Figura 3: Algoritmo de Crescimento Estocástico (Cenário 1 – 2º Estágio)



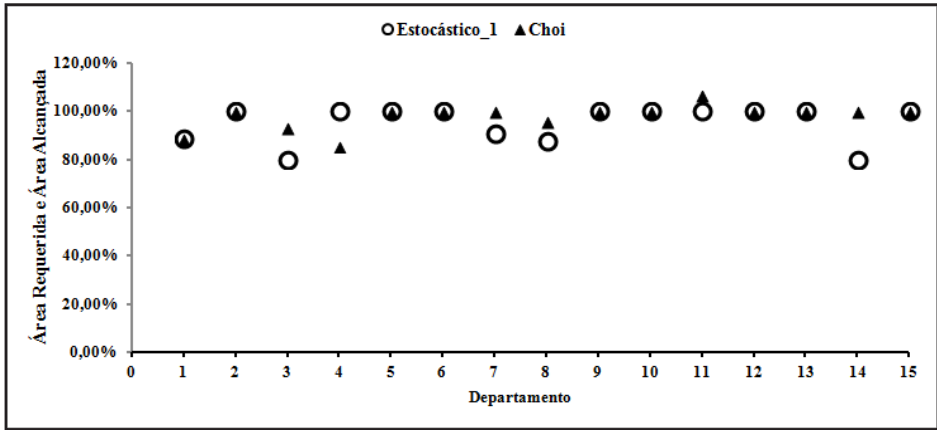


Figura 4: Algoritmo de Crescimento Estocástico (Cenário 1 – 2º Estágio – Área Requerida versus Área alcançada)

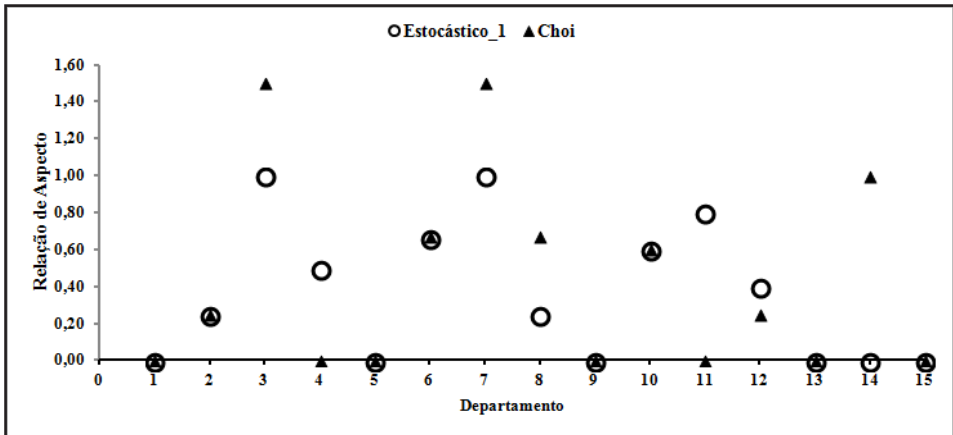


Figura 5: Algoritmo de Crescimento Estocástico (Cenário 1 – 2º Estágio – Relação de Aspecto Requerida versus Relação de Aspecto alcançada)

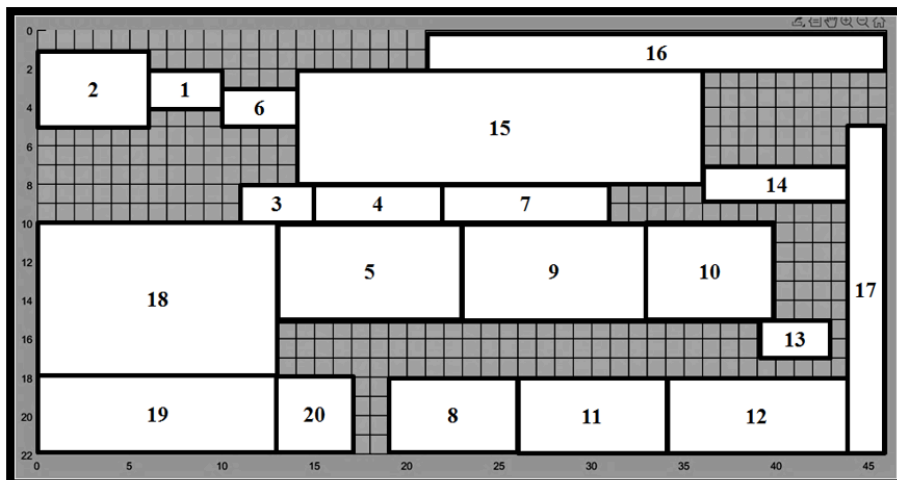


Figura 6: Algoritmo de Crescimento Estocástico (Cenário 2 – 2º Estágio)

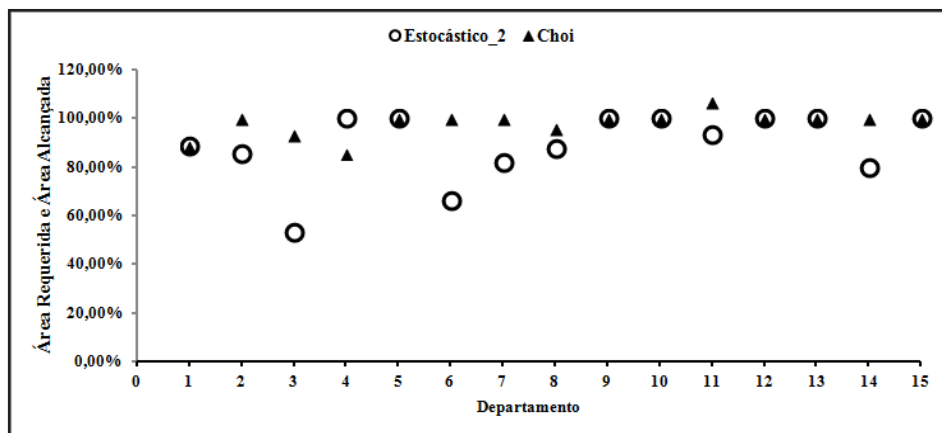


Figura 7: Algoritmo de Crescimento Estocástico (Cenário 2 – 2º Estágio – Área Requerida versus Área alcançada)

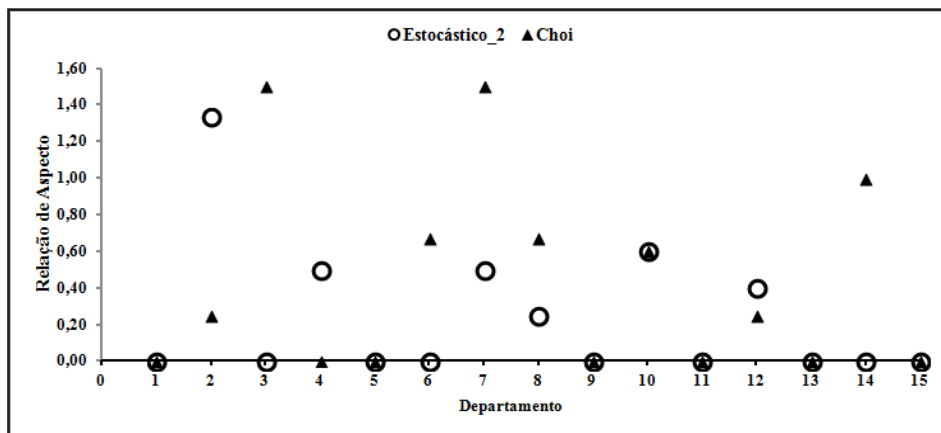


Figura 8: Algoritmo de Crescimento Estocástico (Cenário 2 – 2º Estágio – Relação de Aspecto Requerida versus Relação de Aspecto alcançada)

## CONCLUSÕES

A conclusão derivada destes gráficos aponta que houve redução considerável do valor das penalidades totais dos departamentos, ainda que tenham ocorrido piores pontuais em relação à satisfação dos requerimentos de área. Tal fator se deve aos pesos de penalidades dados a estas restrições, que são equivalentes.

Desta maneira não existe prioridade entre ambos, fazendo com que os valores que apresentarem menor intervalo de possibilidade (o intervalo das áreas possíveis se dá como  $[0, X_i]$ , sendo  $X_i$  o valor inteiro representante da área ideal de cada departamento  $i$  e  $X_i > 1$ , e o intervalo dos aspectos se dá, em todos os departamentos, como  $[0, 1]$ ) se tornem mais sensíveis e afetem mais facilmente o custo final.

Ao autores deste trabalho como objetivo futuro estão desenvolvendo, a partir dos resultados obtidos, um procedimento de transição com a incorporação dos dados da matriz de fluxo com o apoio da FAPESP (processo-2019\_18605-2).

## REFERÊNCIAS

A. De Freitas, (2012, Oct. 30). GA\_framework (MATLAB). [online]. Available: <https://sourceforge.net/projects/gatoolbox/files/>. File:GA\_Framework.zip.

A. Drira, H. Pierreval, S. Hajri-Gabouj, "Facility layout problem: a survey," Annual Reviews in Control. Vol. 31, no 2, pp. 255–267. 2007.

C. C. Murray, A. E. Smith, Z. Zhang, "An efficient local search heuristic for the double row layout problem with asymmetric material flow," International Journal Of Production Research European. Vol. 51, no 20, pp. 6129–6139. 2013.

E. K. Nick, "Fuzzy optimal allocation and arrangement of spaces in naval surface ship design," Doctorate Thesis, University of Michigan, 2008.

E. K. Nick Kirtley and University of Michigan, "Fuzzy Optimal General Arrangements in Naval Surface Ship Design," *Ship Technology Research*. *Ship Technology Research*. Vol. 56, no. 3, pp. 121-141. 2009. <https://doi.org/10.1179/str.2009.56.3.004>.

G. Aiello, M. Enea, G. Galante, "A multi-objective approach to facility layout problem by genetic search algorithm and ELECTRE method," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. Vol. 22, no 5, pp. 447–455. 2006.

H. Hosseini-Nasab, S. Fereidouni, S. M. T. F. Ghomi and M. B. Fakhrazad, "Classification of facility layout problems: a review study," *Eng. Rev., International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol. 94, pp. 957–977. July. 2017.

J. A. Tompkins, J. A. White, Y. A. Bozer and J. M. A. Tanchoco, *Facilities Planning*, 4th Edition, vol. 1, New York, NY, USA: John Wiley & Sons, INC, 2010, pp. 3–23.

J. O. Matson, J. M. Mellichamph, and S. R. Swaminathan, "EXCITE: expert consultant for in-plant transportation equipment," *International Journal of Production Research*, Vol. 30, no. 8, pp. 1969–1983. 1992. <https://doi.org/10.1080/00207549208948133>.

Jeong Donghwa, Seo Yoonho, "Golden section search and hybrid tabu search-simulated annealing for layout design of unequal-sized facilities with fixed input and output points," *International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice*. Vol. 25, no 3. 2018.

K. Gourdon and C. Steid, *Global Value Chains and the Shipbuilding Industry*, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2019, pp. 3–23.

L. R. Mundim, "Mathematical models and heuristic methods for nesting problems," Doctorate Thesis, University of São Paulo, 2017.

M. Choi, S. H. Kim, and H. Chung, "Optimal shipyard facility layout planning based on a genetic algorithm and stochastic growth algorithm," *Ships and Offshore Structures*. Vol. 12, no. 4, pp. 485-494. May. 2017. <https://doi.org/10.1080/17445302.2016.1176294>.

M. Parsons, Hyun Chung, E. K. Nick Kirtley, A. Daniels, Su Liu and J. Patel, "Intelligent Ship Arrangements (ISA): a New Approach to General Arrangement," *Naval Engineers Journal*, Vol. 120, no. 3, pp. 51-65. 2008.

M. Z. Allahyari, Azab Ahmed Azab, "Mathematical modeling and multi-start search simulated annealing for unequal-area facility layout problem," *Expert Systems With Applications*. Vol. 91, pp. 46–62. 2018.

P. Hungerlander, "Single row equidistant facility layout as a special case of single row facility layout," *International Journal of Production Research European*. Vol. 52, no 5, pp. 1257–1268. 2014.

S. Emami, A. S. Nookabadi, "Managing a new multi-objective model for the dynamic facility layout problem," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol. 68, no 9, pp. 2215–2228. 2013.

S. Xiaohong, "Facility Layout," Manufacturing System. Dr. Faieza Abdul Aziz (Ed.), ISBN: 978-953-51-0530-5, InTech, Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/manufacturing-system/facility-layout>. 2012.

Sumin Kang, Junjae Chae, "Harmony search for the layout design of an unequal area facility," Expert Systems With Applications. Vol. 79. pp. 269–281. 2017.

T. C. Koopmans and M. Beckmann, "Assignment problems and the location of economic activities," *Econometrica*. Vol. 25, no. 1, pp. 53-76. Jan. 1957.

T. D. Mavridou and P. M. Pardalos, "Simulated annealing and genetic algorithms for the facility layout problem: a survey," Computational Optimization and Applications. Kluwer Academic Publishers. Vol. 7, no. 1, pp. 111–126. Jan. 1997. <https://doi.org/10.1023/A:1008623913524>.

W. Azzolini, Jr., "Soluções subótimas: topológica e geométrica em relação ao planejamento de instalações de um estaleiro baseadas em algoritmos híbridos sequenciais e procedimento de transição," Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo. 2021.

W. Azzolini, Jr., and F. G. P. Azzolini, "Evolutionary Algorithm for Optimization Regarding the Planning of Topological Facilities in Layout of a Shipyard," *IEEE Latin America Transactions*, Vol. 17, pp. 1491-1500, Sept. 2019. <https://doi.org/10.1109/TLA.2019.8931143>.

W. Ming, H. H. Michael and K. Meei-Yuh, "A solution to the unequal area facilities layout problem by genetic algorithm," *Computers in Industry*. Vol. 56, pp. 207–220. 2005. <https://doi.org/10.2307/1907742>.

Xiea Yue, Zhoua Shenghan, Xiaoa Yiyong, S. Kulturel-Konak, A. Konak, "A  $\beta$ -accurate linearization method of Euclidean distance for the facility layout problem with heterogeneous distance metrics," *European Journal of Operational Research*. Vol. 265, pp. 26–38. 2018.

Z. Kalita, D. Datta, "A constrained single-row facility layout problem," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol. 98, pp. 2173–2184. 2018. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-2370-6>.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aplicação real 133

Autopeças 70, 71, 73, 75, 80

### B

Biotecnologia 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 117, 118

### D

Descarte 70

DMAIC 16, 17, 18, 19, 21, 26, 28

Doenças ocupacionais 44, 45, 55, 56

### E

Erros de previsão 93, 98

Estaleiros 82

### G

Gestão da qualidade 1, 2, 4, 6, 15, 28

### I

Indicadores operacionais 133

Indústria calçadista 1, 2, 16

### L

Lean Manufacturing 16, 17, 18, 28, 29

Lei 46, 63, 70, 71, 73, 74, 80, 81, 94, 104

Logístico 68, 70, 71, 72, 74, 75, 77, 79, 80

### M

Manutenção 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 56, 61, 94, 103, 104, 139, 141

Melhoria contínua 2, 13, 14, 16, 28, 134

Métodos de previsão 93, 94, 96, 98, 101, 105

Modelo de negócio 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 117, 118

### P

Previsão de demanda 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 102, 103, 105

Problema instalação 82



Procedimento de transição 82, 83, 86, 90, 92

Produtividade 3, 30, 31, 32, 36, 38, 40, 43, 45, 57

## **R**

Relacionamento 2, 14, 30, 42, 109, 112

Resíduos 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 81, 151, 152

Riscos 44, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 69, 74, 80, 109, 110

Roubo de carga 58, 63, 64, 66, 67, 69

## **S**

Segurança no trabalho 44, 45, 56, 57

Seis Sigma 16, 17, 18, 20, 21, 26, 28, 29

Setor alimentício 58, 60

Spin-off 106, 107, 113, 114, 117

## **T**

Tambor-pulmão 133, 134, 135, 136, 144

Teoria das restrições 133, 143, 144

Transporte 35, 39, 42, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 141, 149

# ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos 3

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2021

# ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Além dos Produtos e Sistemas Produtivos 3

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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2021