

Os Desafios da Engenharia de Produção frente às Demandas Contemporâneas

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



Atena
Editora

Ano 2020

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^a 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^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a 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^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a 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
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

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

CAPÍTULO 7	75
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	
DOI 10.22533/at.ed.1342013017	
CAPÍTULO 8	95
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	
DOI 10.22533/at.ed.1342013018	
CAPÍTULO 9	108
VIABILIDADE DE ALTERAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA NA CONFECÇÃO DE MODELOS EM POLIURETANO	
Rovane Pereira Picinini	
Anderson Hoose	
Nilo Alberto Scheidmandel	
DOI 10.22533/at.ed.1342013019	
CAPÍTULO 10	124
LEAN SEIS SIGMA: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE TORREFAÇÃO DE CAFÉ	
José Luís Alves De Lima	
Mário e Souza Nogueira Neto	
DOI 10.22533/at.ed.13420130110	
CAPÍTULO 11	135
A IMPORTÂNCIA DAS INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS NO CONTEXTO DA COMPETITIVIDADE E INOVAÇÃO NO BRASIL	
Christiane Madalena Matheus de Alcantara	
DOI 10.22533/at.ed.13420130111	
CAPÍTULO 12	143
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	
DOI 10.22533/at.ed.13420130112	

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

LEAN SEIS SIGMA: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE TORREFAÇÃO DE CAFÉ

Data de aceite: 09/12/2018

José Luís Alves De Lima
(FEI) jluislima@hotmail.com

Mário e Souza Nogueira Neto
(FATEC-RL) mario.nogueira@fatec.sp.gov.br

RESUMO: Com base em Lean Seis Sigma, uma poderosa estratégia gerencial, tomou-se como objetivo deste trabalho a análise da implantação desta, de maneira a ser possível sugerir e aplicar melhorias numa fábrica de torrefação de café, em sua linha de embalagem e ensaque. Para Seis Sigma, foi utilizada sua principal metodologia de análise de melhoria de processos já existente, DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), que torna possível enxergar todos o processo de maneira ampla e clara, facilitando a análise e compreensão do mesmo. Em dois estudos de casos analisados, quantitativamente e qualitativamente – redução do desperdício de embalagens e redução do lead time na linha de embalagem – foram identificadas diversas possibilidades de melhorias, com ganhos reais, tanto de tempo quanto de gastos.

PALAVRAS-CHAVE: Lean Seis Sigma. Desperdício. Lead time.

ABSTRACT: Based on Lean Six Sigma, a powerful management strategy, the objective of this work was to analyze the implementation of this, so that it is possible to suggest and apply improvements in a coffee roasting factory, in its packaging and bagging line. For Six Sigma, its main methodology of process improvement analysis was used, DMAIC. In two case studies analyzed quantitatively and qualitatively - reduction of packaging waste and reduction of lead time in the packaging line - several possibilities of improvements were identified, with real gains, both in time and in expenses.

KEYWORDS: Lean Six Sigma. Waste. Lead time.

1 | INTRODUÇÃO

Conforme Rotondaro (2008), o Seis Sigma busca a excelência na competitividade pela melhoria contínua dos processos por ser um conjunto de práticas estratégicas, originalmente desenvolvidas pela Motorola, com objetivo de melhorar sistematicamente os processos, ao eliminar ao máximo, qualquer defeito existente.

Nasceu em 1987, desenvolvido pela Motorola e tornado conhecido e reconhecido pela GE, a partir da divulgação, feita com

destaque pelo CEO Jack Welch, dos expressivos resultados financeiros obtidos pela empresa através da implantação da metodologia.

Segundo Werkema (2010), Lean Manufacturing ou Produção/Manufatura Enxuta, que também pode ser chamada de Sistema Toyota de Produção, é uma filosofia operacional que busca identificar e eliminar todo e qualquer tipo de desperdício, qualquer fator que não agrega valor, com aplicação contínua de alguns processos.

O termo “enxuta” diz muito sobre a ferramenta. Significa enxugar todos os fatores existentes no sistema de produção, porém, aumentando qualidade e produtividade.

Algumas ferramentas essenciais para o funcionamento e sustentação do Lean Manufacturing são: Just In Time, JIDOKA, 5S, Kanban, TPM, Poka Yoke, PDCA, entre outros.

Assim como o Seis Sigma, o Lean também exige mudança de cultura organizacional, realizando treinamentos, transformando pensamentos, exigindo engajamento. É uma ferramenta que necessita de sintonia interna para funcionar da melhor maneira.

Lean Seis Sigma é a fusão destas duas ferramentas que muito tem em comum. É essencial para eliminação de desperdício e falhas, causas de defeitos, tanto nos processos administrativos, de produção e/ou manufatura.

2 | EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 Seis Sigma

Segundo Yang (2008), o Seis Sigma é um provedor de ferramentas para a melhoria da capacidade dos processos das empresas, visando a redução de defeitos e aumento dos lucros com o aumento do desempenho dos processos e a diminuição de sua variabilidade.

2.2 Método DMAIC

O método DMAIC é um dos elementos do Seis Sigma que, integrado às ferramentas, se transforma em um método sistemático baseado em dados e no uso de ferramentas estatísticas para se atingirem os resultados estratégicos buscados pela empresa. (WERKEMA, 2010). A figura 1, demonstra as etapas do método.



Figura 1 – Ciclo DMAIC.

Fonte – SixSigmaDaily, 2016. <http://www.Seissigmadaily.com/wp-content/uploads/2012/12/dmaic.png>

2.2.1 Define (Definir)

“A primeira etapa da metodologia consiste em definir claramente qual o “Efeito” indesejado de um processo que deve ser eliminado ou melhorado.” (ROTONDARO, 2008)

2.2.2 Measure (Medir)

Nesta etapa, o processo em estudo é desenhado e são “medidas” as variáveis principais. (ROTONDARO, 2008). O objetivo desta etapa, segundo Werkema (2010), é dividir o problema do projeto em problemas de menor escopo ou mais específicos, facilitando assim a solução destes.

2.2.3 Analyze (Analisar)

Nesta etapa, segundo Rotondaro (2008), as causas fundamentais do problema prioritário deverão ser determinadas com base na análise por meio de ferramentas de qualidade e ferramentas de estatística de dados coletados.

2.2.4 Improve (Melhorar)

Conforme Rotondaro (2008), os dados estatísticos devem ser traduzidos em dados de processo e a equipe deve iniciar a implantação, modificando tecnicamente os elementos do processo, atuando sobre as causas raízes. Esta etapa torna-se crítica devido à interação da equipe o projeto com as pessoas que executam as atividades visando a materialização da melhoria no processo.

2.2.5 Control (Controlar)

Werkema (2010) diz que a primeira fase da última etapa do DMAIC consiste

na avaliação do alcance da meta em larga escala para que, caso o resultado seja favorável, seja estabelecido e validado um sistema de medição e controle para medir continuamente o processo, garantindo assim a melhoria contínua do processo. (ROTONDARO, 2008).

2.3 Lean Seis Sigma

2.3.1 Conceito

Segundo Werkema (2010), Lean Seis Sigma nada mais é do que o programa resultante da integração entre o Seis Sigma e o Lean Manufacturing, por meio da incorporação dos pontos fortes de cada um deles. É uma estratégia mais abrangente, poderosa e eficaz que cada uma das partes individualmente e adequada para a solução de todos os tipos de problemas relacionados à melhoria de processos e produtos.

2.3.2 Interação e Sinergia

Segundo Werkema (2010), a integração entre o Lean Manufacturing e o Seis Sigma é natural, onde a empresa pode e deve usufruir os pontos fortes de ambas estratégias. O Lean Manufacturing não conta com um método estruturado e profundo de solução de problemas e com ferramentas estatísticas para lidar com variabilidade, o que pode ser complementado perfeitamente pelo Seis Sigma. Entretanto, o Seis Sigma não se preocupa com a melhoria da velocidade nos processos e a redução do lead time, que são aspectos que constituem a raiz do Lean Manufacturing.

A figura 2 ilustra como o Seis Sigma e o Lean Manufacturing se complementam e contribuem conjuntamente para a melhoria dos processos:

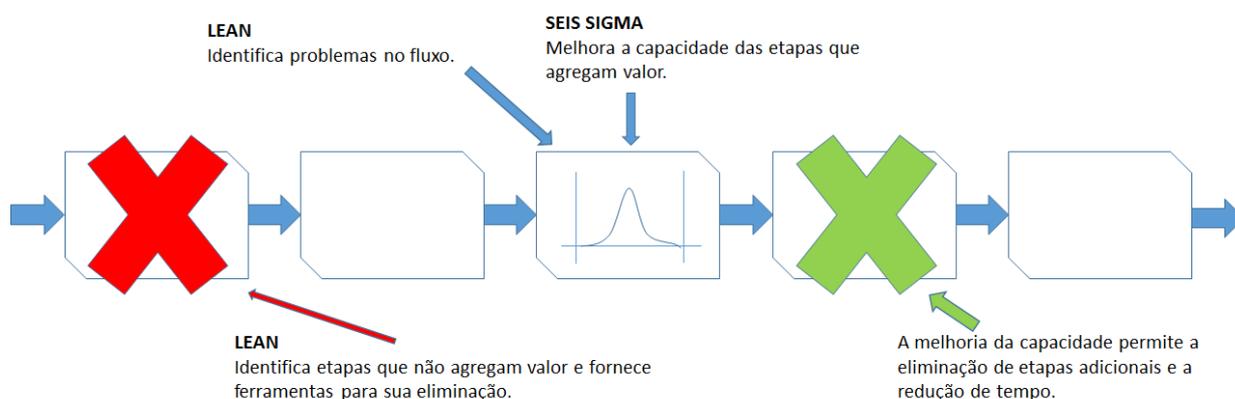


Figura 2 – Melhoria de processos pelo Lean Seis Sigma

Fonte: Autor “adaptado de” Werkema (2017)

3 | DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

O estudo de caso foi realizado com uma visita realizada à fábrica de torrefação de café onde, o processo produtivo macro foi mapeado. (figura 3)

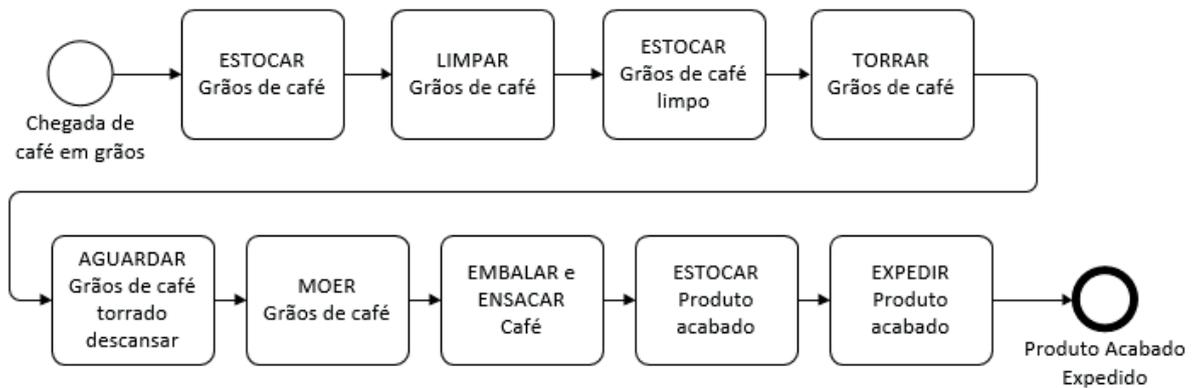


Figura 3 – Processo produtivo da fábrica de torrefação de café

Fonte: Autor (2017)

A linha de embalagem e ensaque de café foi indicada para a realização do trabalho visto que esta contém problemas de produtividade e desperdício, fato que é facilmente identificado pelos indicadores de performance da indústria, pela observação da linha de produção e pelo mapeamento dos controles presentes em cada processo, portanto o processo de EMBALAR e ENSACAR o café, foi o escolhido para a aplicação da metodologia Lean Seis Sigma, na linha de embalagem a vácuo.

1. REALIZAR set-up da empacotadeira – Este subprocesso consiste em deixar a máquina pronta para a operação. É composto por 3 atividades (figura 4):
 - I. VERIFICAR se a empacotadeira está pronta para operar – Consiste na inspeção da empacotadeira a fim de verificar se a mesma possui material, no caso embalagem, para operar.
 - II. COLOCAR nova bobina de embalagem – Atividade na qual o operador deve trocar a bobina antiga da máquina, sem embalagem, por uma nova.
 - III. REALIZAR set-up – Atividade que ocorre após a troca das bobinas. Consiste em ligar a empacotadeira e aguardar que a mesma atinja a temperatura de operação para a vedação das embalagens.

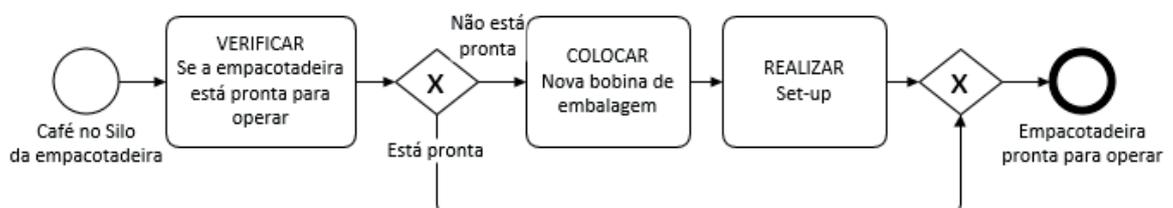


Figura 4 – Fluxograma - REALIZAR set-up da empacotadeira

Fonte: Autor (2017)

2. EMPACOTAR café a vácuo – Processo de operação da empacotadeira onde o café, já moído e torrado, é embalado. Feito isto, a própria empacotadeira retira todo o ar de dentro da embalagem submetendo o café ao vácuo.
3. VERIFICAR produto embalado – Processo no qual o operador inspeciona visualmente se a embalagem do produto está dentro dos conformes nos quesitos de dimensão e vedação. Este processo acontece durante o transporte do produto da empacotadeira até a esteira.
4. CORTAR excesso de embalagem – Processo automático realizado pela cortadora que consiste em cortar a parte de cima da embalagem do produto, que foi embalado corretamente, garantindo que a mesma fique dentro dos padrões estabelecidos. Este processo acontece durante o transporte do produto da empacotadeira até a esteira.
5. TRANSPORTAR produto – Processo automático no qual o produto é transportado do cortador até a bancada onde o produto fica aguardando o operador o colocar no pallet.
6. VERIFICAR peso do produto – Processo manual no qual o operador seleciona algumas embalagens para a verificação durante o transporte do produto do corte até a bancada.
7. VERIFICAR se o produto perdeu o vácuo – Processo manual no qual o operador deve colocar o produto em um pallet que tem somente a função de armazenar o produto próximo à linha de produção por um tempo determinado (tempo que a embalagem perde o vácuo naturalmente) para que, passado este tempo, os produtos sejam retirados do pallet e a verificação seja realizada.
8. ENCAIXOTAR produto final – Processo que consiste em encaixotar o produto que está com a embalagem e o peso dentro dos conformes, e, não perdeu o vácuo.
9. ESTOURAR embalagem de café – Processo de retrabalho que consiste em agrupar os produtos que foram reprovados nos testes de conformidade da embalagem e do peso, e, que perderam o vácuo para estourar as embalagens e reaproveitar o café.
10. COLOCAR o café no silo da empacotadeira – Processo de retrabalho que consiste em colocar o café, originado no processo de estouro das embalagens reprovadas, dentro do silo da empacotadeira, minimizando as perdas.

3.1 Redução de desperdício de embalagens

Sendo assim, foi realizada uma análise em todos os 12 indicadores da fábrica, onde o indicador de Rendimento das Bobinas, figura 5, se destacou dos demais com seu baixo rendimento e meta para as linhas do café a vácuo (Montana).

EMPACOTADEIRAS	EXPECTATIVA DE RENDIMENTO	RENDIMENTO OBTIDO
ULTRA (085)	55%	56,86%
MX(001)	75%	77,76%
FABRIMA(001)	75%	75,52%
FABRIMA(028)	75%	74,22%
MONTANA 04 (009)	30%	31,51%
MONTANA 05 (009)	30%	31,64%
MONTANA 04 (013)	30%	31,56%
MONTANA 05 (013)	30%	31,46%

Figura 5 – Indicador de Rendimento Bobinas

Fonte: Café Canecão. (2017)

3.2 Define

O indicador de rendimento da bobina, consistia em demonstrar o peso de embalagem que era utilizado pela empacotadeira para embalar produtos “bons” dividido pelo peso total de embalagem colocado na empacotadeira. A partir do rendimento médio de 31,5% observado e que o desperdício era de 100% menos o rendimento observado, ou seja, 68,5% em média, o objetivo de reduzir o desperdício foi claramente definido e o Project Charter foi elaborado.

3.3 Measure

Tendo o objetivo claramente definido na etapa anterior e o fluxograma do processo já mapeado, foram utilizados os dados referentes a um dia de produção, ou seja, 4 bobinas. O consolidado está apresentado na tabela 1.

	Bobina 1	Bobina 2	Bobina 3	Bobina 4
Peso total	35,48 kg	34,52 kg	34,30 kg	35,14 kg
Perda set-up	825 g	85 g	0 g	48 g
Perda empacotamento	205 g	320 g	208 g	540 g
Perda pesagem	105 g	80 g	240 g	544 g
Perda verificação final	212 g	64 g	48 g	86 g
Perda por embalagem ruim	0 g	0 g	16 g	0 g

Tabela 1 – Dados de desperdícios da produção.

Fonte: Adaptado de Café Canecão (2017)

3.4 Analyze

Com o entendimento dos dados coletados, a média entre os dados foi calculada para que a porcentagem de desperdício fosse levantada.

	Total	Set-up	Empacotamento	Pesagem	Verificação	Bobina de Embalagem
Bobina 1	35,48 kg	0,825 kg	0,205 kg	0,105 kg	0,212 kg	0 kg
Bobina 2	34,52 kg	0,085 kg	0,32 kg	0,08 kg	0,064 kg	0 kg
Bobina 3	34,30 kg	0 kg	0,208 kg	0,24 kg	0,048 kg	0,016 kg
Bobina 4	35,14 kg	0,048 kg	0,54 kg	0,544 kg	0,086 kg	0 kg
Média	34,86 kg	0,2395 kg	0,31825 kg	0,24225 kg	0,1025 kg	0,004 kg
%	100%	1%	1%	1%	0%	0%

Tabela 2 – Análise dos dados coletados

Fonte: Autor (2017)

Comparando os dados com o histórico de indicadores da fábrica, nota-se que existe uma grande divergência de resultados:

- Indicador da fábrica – 69,5% de desperdício
- Dados coletados – 3% de desperdício

A diferença de 66,5% de desperdício mostrou que o indicador da indústria estava com o conceito errado e que todas as análises, realizadas pela operação da indústria, em cima deste eram impactadas.

Tendo o desperdício mensurado em aproximadamente 3%, a análise da causa raiz foi iniciada utilizando o Diagrama de Pareto.

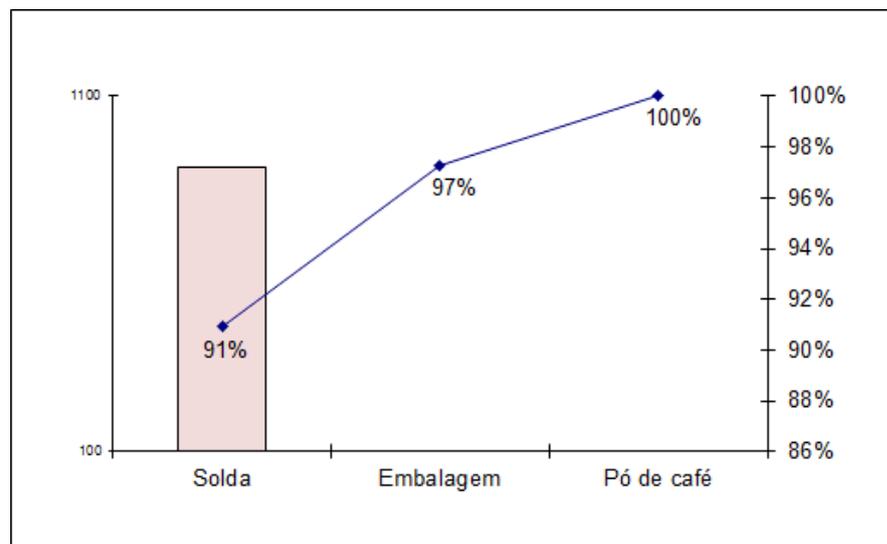


Figura 16 – Diagrama de Pareto.

Fonte: Autor. (2017)

O Pareto aponta que 91% dos problemas é gerado pela Solda realizada pela empacotadora, portanto a próxima etapa será focada na melhoria desta atividade.

3.5 Improve

Para esta etapa do DMAIC, utilizou-se a ferramenta Benchmarking, uma embaladora Bosch PKD-BV e uma Bosch PME 4101/4061. Através da análise das especificações técnicas destas e também de um vídeo de um equipamento destes em funcionamento, foi possível identificar suas particularidades de processo.

Com a análise deste processo foi possível identificar algumas possíveis melhorias no processo, melhorias que aumentam a confiabilidade da empacotadeira. As melhorias identificadas estão listadas abaixo:

- a. Dupla solda na embalagem;
- b. Melhorias no Controle e Automação do equipamento, com a finalidade de ter um processo de solda mais “suave” evitando danos à embalagem durante o processo de retirada do ar e solda.

3.6 Control

Também foram sugeridos novos controles sobre o processo de embalagem, com a finalidade de mensurar o desperdício de embalagem em cada etapa, e também outros parâmetros qualitativos e quantitativos envolvidos no processo, deste modo a empresa será capaz de analisar as variabilidades no processo, e também a correlação entre desperdício, variáveis e parâmetros para cada etapa.

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Com o intuito de mensurar os resultados financeiros foram levantadas informações referentes aos custos e despesas da empresa, os resultados foram calculados utilizando os dados abaixo:

- Custo médio com auxiliar de produção da linha de embalagem a vacuo– R\$3.833,37;
- Custo médio com operador de produção da linha de embalagem a vacuo– R\$3.184,85;
- Preço do Kg de embalagem a vácuo = R\$27,50 (Ce);
- Preço do Kg do café (matéria-prima) = R\$10,83 (Cc);
- Desperdício atual de embalagem = 2,6% (Dt);
- Desperdícios provenientes de falha na solda = 91% dos desperdícios totais (F);
- Quantidade de embalagem utilizada por unidade = 0,015 Kg (Qe);

- Produção diária da linha = 5000 unidades (Q_p);
- Dias trabalhos por mês = 22 dias (D_u).

4.1 Desperdício de embalagem

Com a melhoria da solda dupla e com a mudança nos Controles e automação do equipamento, estima-se uma redução de 91% no desperdício de embalagem, pois espera-se uma redução de 100% do desperdício causados pela falha na solda, sendo que estes desperdícios representam 91% do desperdício total de embalagens. Os cálculos utilizados encontram-se abaixo.

$$Economia\ estimada\left(\frac{R\$}{ano}\right) = [Q_p \times (D_u \times 12) \times D_t \times C_e \times Q_e \times F] \quad (1)$$

Utilizando os dados listados acima e aplicando à equação número (1), obtém-se uma economia anual de R\$12.882,87. Estima-se que para as melhorias sugeridas, será necessário investimento de R\$8.500,00, que contempla a adição de segundo mordente de solda e ajustes de controle na automação do equipamento. Considerando os dois valores acima, foi calculado o *payback* destas melhorias, como mostra a equação (2) abaixo:

$$Payback\ (meses) = \frac{Investimento\ realizado}{Economia\ estimada} \times 12 = 8\ meses \quad (2)$$

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização deste trabalho, conclui-se que o objetivo principal foi atingido com sucesso, onde foi realizado o estudo de caso proposto, com a utilização do Lean Seis Sigma em dois objetivos distintos: redução do desperdício de embalagem e redução do lead time da linha da embalagem.

Os objetivos foram alcançados com a utilização do ciclo DMAIC para a análise, estudo e definição das melhorias sugeridas para implantação no processo. As melhorias sugeridas são todas aplicáveis e foram consideradas relevantes pela empresa, onde através da análise da estimativa dos resultados financeiros, conclui-se também que estes são positivos, trazendo mais competitividade para a empresa.

No início do desenvolvimento do trabalho, na fase de definição do problema a ser abordado, imaginou-se ser difícil encontrar oportunidades de melhoria. Entretanto, ao estudar o assunto, ficou claro que até nas indústrias que tem um processo estável e desenvolvido através de anos de *know-how* e investimento, há

ainda oportunidades de melhoria a serem estudadas e implantadas.

A tendência é que, aos serem percebidos os ganhos e benefícios com a implantação das melhorias e controles sugeridos, a empresa leve estas melhorias e controles também para as demais linhas de embalagem.

REFERÊNCIAS

GESTÃO INDUSTRIAL. **Lean Manufacturing**: Reduzindo desperdícios e aumentando a qualidade! Disponível em: <<http://www.gestaoindustrial.com/index.php/industrial/manufatura/lean-manufacturing>>. Acesso em 25 de mar. de 2017.

LEAN CONSTRUCTION NA PRÁTICA. **O que é Lean Seis Sigma?** Disponível em: <<https://leanconstruction.wordpress.com/2010/03/15/o-que-e-lean-Seis-sigma/>>. Acesso em 25 de mar. de 2017.

ROTONDARO, Roberto Gilioli. **Seis Sigma**: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo, SP: Atlas, 2008.

WERKEMA, Maria Cristina Cata. **Criando a cultura Seis Sigma**. Belo Horizonte, MG: Werkema Ed., 2010.

WERKEMA, Maria Cristina Cata. **Lean Seis Sigma**: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing. Belo Horizonte, MG: Werkema, 2010.

WILSON, P. Mario. **Seis Sigma**: understanding the concept, implications and challenges, Advanced Systems Consultants, 1999.

YANG, Kai. **Projeto para Seis Sigma**: um roteiro para o desenvolvimento do produto/Kai Yang, Basem-El-Haik; tradução J. G. Buchaim, Pedro R. Bueno Neto, Candido Faga. São Paulo: Educator, 2008.

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

