

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2



CARLOS EDUARDO SANCHES DE ANDRADE
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2



CARLOS EDUARDO SANCHES DE ANDRADE
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

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.

Open access publication by Atena Editora



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 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 Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Carlos Eduardo Sanches de Andrade

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia de produção 2 / Organizador Carlos Eduardo Sanches de Andrade. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-570-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.706211910>

1. Engenharia de produção. I. Andrade, Carlos Eduardo Sanches de (Organizador). II. 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

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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A obra “Desafios da Engenharia: Engenharia de Produção 2” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 18 capítulos, estudos sobre diversos aspectos que mostram como a Engenharia de Produção pode atender as novas demandas de um mundo globalizado e competitivo.

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, num período pós pandemia, a crise econômica se agrava e é necessário procurar novos caminhos para alavancar o crescimento econômico. Assim 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.

A gestão de processos e a gestão financeira são abordadas. Diversos outros temas, em português, espanhol e inglês são também abordados, como os impactos ambientais e epidemiológicos do processo produtivo.

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

APLICAÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO FINANCEIRA EM UMA ORGANIZAÇÃO DO TERCEIRO SETOR

Antonielli Silva Alencar
Stella Jacyszyn Bachega
Dalton Matsuo Tavares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119101>

CAPÍTULO 2..... 13

GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO PARA REDUÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NA AMBEV-CERVEJARIA ÁGUAS CLARAS

Everton Oliveira Santos
Antônio Vieira Matos Neto
Laís Gomes Barbosa da Silva
Marcos Antonio Passos Chagas
Bento Francisco dos Santos Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119102>

CAPÍTULO 3..... 27

ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E EPIDEMIOLÓGICOS A PARTIR DO DESCARTE INADEQUADO DE PNEUS EM ÁREAS NÃO CONTROLADAS

Denise Dantas Muniz
Renata Dantas Muniz de Queiroz
Emerson Nóbrega de Medeiros
Letícia Dantas Muniz Alves
Paulo Roberto Ribeiro Marques
Eduardo Braga Costa Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119103>

CAPÍTULO 4..... 39

ANÁLISE DAS ABORDAGENS DAS EMISSÕES DE CO₂ NO SERVIÇO DE TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIROS POR METRÔS

Carlos Eduardo Sanches de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119104>

CAPÍTULO 5..... 53

ANÁLISIS DE LAS PÉRDIDAS TÉRMICAS TOTALES EN UN CONCENTRADOR SOLAR PTC USANDO ACEITE TÉRMICO SYL THERM 800 COMO FLUIDO DE TRABAJO

Ernesto Enciso Contreras
Jesús de la Cruz Alejo
Juan Gabriel Barbosa Saldaña
María Belem Arce Vázquez
Irving Cardel Alcocer Guillermo
Sergio Maldonado Mercado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119105>

CAPÍTULO 6	63
ASSIGNMENT MODEL FOR THE PERUVIAN FILM INDUSTRY	
Mario Edison Ninaquispe Soto	
Gianni Michael Zelada García	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119106	
CAPÍTULO 7	71
DEVELOPMENT OF THE TOOL “APERMET” FOR COMPLEMENTING THE ANALYSIS OF STEEL STRUCTURES IN TEACHING	
Jesús Montero Martínez	
Santiago Laserna Arcas	
Jorge Cervera Gascó	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119107	
CAPÍTULO 8	86
DISPENSO DE RAÇÃO EM PÓ DE PEIXES POR PROTÓTIPO DE ALIMENTADOR AUTOMÁTICO	
Rafael Itamar da Silva	
Harthur Guzzi Madalosso	
Carlos Eduardo Zacarkim	
Luciano Caetano de Oliveira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119108	
CAPÍTULO 9	96
ESCOAMENTO DE RAÇÃO POR UM DOSADOR AUTOMÁTICO UTILIZANDO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS (CEP)	
Rafael Itamar da Silva	
Dircelei Sponchiado	
Maurício Guy de Andrade	
Luciano Caetano de Oliveira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119109	
CAPÍTULO 10	107
MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UNA PyME CON HERRAMIENTAS DE TEORÍA DE RESTRICCIONES	
Jorge Tomás Gutiérrez Villegas	
María Leticia Silva Ríos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191010	
CAPÍTULO 11	117
METODOLOGÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO DE MÉXICO 2014. (MIPM_2014)	
Santiago Marquina Benítez	
Octaviano Juárez Romero	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191011	

CAPÍTULO 12.....	138
OS IMPACTOS DA IMPRESSÃO 3D NA FABRICAÇÃO DE MOLDES PARA INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS	
Marco Aurélio Feriotti	
Davi de Medeiros Marcelino	
José Martino Neto	
Jorge Luiz Rosa	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191012	
CAPÍTULO 13.....	152
PROPOSAL FOR A REPLACEABLE HIGH PRECISION SERUM PERFUSION SYSTEM	
Eliel Eduardo Montijo-Valenzuela	
Elvis Osiel Covarrubias-Burgos	
Darío Soto-Patrón	
Esthela Fernanda Torres-Amavizca	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191013	
CAPÍTULO 14.....	162
UMA PROPOSTA DE MAPEAMENTO DE ESTOQUES: OS DESAFIOS DA GESTÃO DE ESTOQUES EM UMA LOJA DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO	
Tainnah Penha Lopes	
Luciano Saad Peixoto	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191014	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	178
ÍNDICE REMISSIVO.....	179

CAPÍTULO 2

GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO PARA REDUÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NA AMBEV-CERVEJARIA ÁGUAS CLARAS

Data de aceite: 01/10/2021

Everton Oliveira Santos

Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE
Aracaju-SE

Antônio Vieira Matos Neto

Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE
Aracaju-SE

Laís Gomes Barbosa da Silva

Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE
Aracaju-SE

Marcos Antonio Passos Chagas

Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE
Aracaju-SE

Bento Francisco dos Santos Júnior

Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE
Aracaju-SE

Grupo de Criação Em Experimentos De Ciências Ltda.
– G-CEC
Aracaju-SE

RESUMO: Com as mudanças geradas pela globalização e partindo do princípio que se tem que produzir mais com menos para ser competitivo e sobreviver no mercado mundial,

observa-se que desperdícios, além de ser coisa do passado para as organizações, tem um impacto negativo significativo sobre seus lucros. As ferramentas da qualidade vêm para esses casos como um direcionamento. Essa metodologia, quando utilizada de forma ordenada, ajuda a identificar as causas fundamentais dos problemas dando para tal o tratamento eficaz e conseqüentemente melhora o desempenho, a produtividade e a lucratividade dos sistemas produtivos. Este trabalho procura apresentar a utilização da metodologia PDCA e demais ferramentas da qualidade para solução de problemas, atingimento de metas e melhoria de resultados. Para tal, foi realizado um estudo de caso com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica na Cervejaria Águas Claras. O uso destes métodos, mostrou-se bastante eficaz e rápido na identificação do problema encontrado na cervejaria, que é o alto consumo de energia elétrica nas áreas produtivas. No início da pesquisa o indicador estava longe da meta estabelecida que era de 12,36 KWh/hl e o real já estava em 13,74 KWh/hl. Por meio do Grupo de Melhoria de Resultados e dados obtidos com o ciclo PDCA e outras ferramentas da qualidade, as possibilidades de redução nos índices de consumo de energia nos processos produtivos da cervejaria se tornaram claras e puderam ser vistas em um curto espaço de tempo. No final do estudo o consumo de energia foi reduzido e o indicador foi colocado em um patamar real de 12,03 KWh/hl.

PALAVRAS - CHAVE: PDCA, Ferramentas da Qualidade. Grupo de Melhoria de Resultados. Redução do Índice de Energia Elétrica.

MANAGEMENT OF PRODUCTION SYSTEMS: A CASE STUDY FOR REDUCING ELECTRICITY CONSUMPTION IN AMBEV - CERVEJARIA ÁGUAS CLARAS

ABSTRACT: With the changes generated by globalization and assuming that one has to produce more with less to be competitive and survive in the world market, it is observed that waste, besides being a thing of the past for organizations, has a significant negative impact on their profits. The quality tools come to these cases as a guide. This methodology, when used in an orderly manner, helps to identify the root causes of the problems by giving it an effective treatment and consequently improves the performance, productivity and profitability of the production systems. This work seeks to present the use of the PDCA methodology and other quality tools for solving problems, achieving goals and improving results. To this end, a case study was carried out with the objective of reducing the consumption of electricity at Cervejaria Águas Claras. The use of these methods proved to be quite effective and quick in identifying the problem found in the brewery, which is the high consumption of electricity in the production areas. At the beginning of the survey, the indicator was outside the established target of 12.36KWh / hl and the real was already at 13.74KWh / hl. Through the Results Improvement Group and data obtained with the PDCA cycle and other quality tools, the possibilities of reducing energy consumption rates in the brewery's production processes became clear and could be seen in a short time. At the end of the study, energy consumption was reduced and the indicator was placed at a real level of 12.03KWh / hl.

KEYWORDS: PDCA, Quality Tools. Results Improvement Group. Reduction of the Electricity Index.

1 | INTRODUÇÃO

Diante de um mercado cada vez mais competitivo, o gerenciamento dos custos operacionais de uma empresa é essencial para a manutenção da competitividade. O controle dos custos é uma das variáveis essenciais para que as empresas atuem no mercado de forma mais eficiente e produtiva.

A energia elétrica é uma das despesas significativas de uma empresa e requer atenção especial por ser um bem imprescindível para o funcionamento de qualquer processo ou operação. Portanto um dos grandes desafios das organizações é produzir mais com o menor consumo de energia elétrica possível, o que conseqüentemente tornará os sistemas produtivos mais lucrativos.

Diante desse cenário, é necessário o conhecimento de metodologias e técnicas que sejam de fácil compreensão e aplicação em todos os níveis das organizações e que tragam resultados sustentáveis.

As ferramentas da qualidade, nos últimos anos, vêm auxiliando as empresas no alcance da qualidade total. Elas possibilitam uma análise cuidadosa das causas de perdas e desperdícios ao longo dos vários processos produtivos das empresas, sendo sua utilização muito difundida dentro das organizações. Diante o exposto, este estudo de caso utiliza

ferramentas da qualidade para identificar as oportunidades de melhoria no consumo de Energia Elétrica no processo produtivo da Ambev-Cervejaria Águas Claras e assim propor as devidas melhorias.

A AmBev – Cervejaria Águas Claras é uma indústria composta por diversos processos produtivos que permitem a grande variedade de produtos ofertados ao mercado. Apesar dos funcionários receberem treinamentos periodicamente e da empresa investir bastante em tecnologia, alguns problemas são detectados quanto à utilização eficiente da energia elétrica. Para que a qualidade dos produtos ofertados aos clientes seja mantida, se faz necessário a utilização de energia elétrica em grande escala (na utilização do sistema de refrigeração, por exemplo), que quando não bem utilizada, acarretam em problemas de custo para a empresa, além de impacto ao meio ambiente.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ferramentas da Qualidade

A Gestão da Qualidade Total vem evoluindo ao longo do tempo devido a consistência de seus conceitos e resultados. Segundo Paladini (2012, p. 68), a solidez que caracteriza as definições básicas da área decorre tanto da estrutura teórica que serve de sustentação a elas, quanto da plena aceitação dos principais pressupostos que tornaram a Gestão da Qualidade uma ação essencial na governança das organizações produtivas de qualquer setor, de qualquer porte ou de qualquer natureza.

Ainda de acordo com Paladini (2012p, p.46), a implantação prática dos modelos conceituais da Gestão da Qualidade, só foi possível após o desenvolvimento de tais técnicas, que alinhando simplicidade, facilidade de utilização e obtenção de resultados imediatos e notáveis, mostraram que a Gestão da Qualidade passou da teoria à prática. Daí compreende-se por que se atribui a estas técnicas uma compreensível relevância e um inquestionável mérito, creditando-se, a elas, parcela crítica em termos de contribuição para o sucesso dos programas de Gestão da Qualidade Total implantados Paladini (2012, p. 47).

2.1.1 Fluxograma

Para Paladini (2012, p. 244), fluxogramas são representações gráficas das etapas pelas quais passa um processo. Os fluxogramas permitem uma visão geral de como o processo opera, conduzindo a um rápido entendimento das suas características de funcionamento. A visão de um fluxograma possibilita uma rápida localização de que representam operações cruciais, que requerem, por exemplo, atenção especial, controle rigoroso ou monitoramento com características próprias.

A existência de fluxogramas para os processos de uma organização é de fundamental importância para a simplificação e determinação das atividades desenvolvidas, permitindo

compreensão e posterior otimização das mesmas em cada departamento ou área da organização. É muito empregado nas empresas, pois permite visualizar o processo de maneira clara. (SANTOS *et al.*, 2014, p. 10).

2.1.2 Diagrama de Dispersão

De acordo com Werkema (2013, p. 67), o diagrama de dispersão é uma ferramenta utilizada para visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis, e essas variáveis podem ser duas causas de um processo, uma causa e um efeito do processo ou dois efeitos do processo.

A análise e compreensão das ligações entre as variáveis de um processo contribuem para o direcionamento da identificação de possíveis problemas e o planejamento ações a serem definidas.

2.1.3 Diagrama de Causa e Efeito

Conhecido também como espinha de peixe (por sua semelhança com uma espinha de peixe), ou diagrama de Ishikawa (em referência ao engenheiro japonês Kaoru Ishikawa, que o criou em 1943), esse diagrama é utilizado para apresentar a relação existente entre o resultado de um processo (efeito) e seus fatores (causas), que possam vir a afetar este resultado.

O diagrama é constituído por um eixo principal, que conduz um fluxo de informações, e as “espinhas” que se ligam a esse fluxo, e representam as contribuições secundárias ao processo que se está analisando.

Segundo Paladini (2012, p. 362), a lógica do diagrama é simples. O fluxo apresentado evidencia causas que conduzem a determinados efeitos. Assim, se o efeito é nocivo, as causas podem ser eliminadas; caso o efeito seja benéfico, pode-se conferir consistência a elas, garantindo a sua continuidade.

2.1.4 Gráfico de Controle

Esta é uma das ferramentas conhecidas da gestão da qualidade. É também considerado um dos elementos fundamentais do conjunto de mecanismos que compõem a avaliação da qualidade. Estes gráficos foram desenvolvidos pelo engenheiro americano Walter Andrew Shewhart na década de 1920. Esta ferramenta introduziu as bases quantitativas para avaliação da qualidade e marcou o uso da estatística como instrumento básico da avaliação da qualidade em nível dos processos (PALADINI, 2012, p. 375).

São gráficos temporais, com pontos amostrais resultantes de medições realizadas de uma determinada característica do processo, que são plotados no eixo vertical, no eixo horizontal, é possível verificar a evolução temporal. É formado ainda por três linhas horizontais que indicam, limite inferior de controle (LIC), limite superior de controle (LSC)

e o limite médio.

2.1.5 6 Porquês

Também conhecida como técnica dos 5 porquês ou *why-why*, teve sua origem na Toyota no Japão e é até hoje utilizada como técnica de análise sobre determinada necessidade. Busca identificar a causa-raiz de um problema, podendo ser utilizada individualmente ou em pequenos grupos (CARDOSO, 2015).

A técnica é aplicada na solução de anomalias com a finalidade de descobrir a sua principal causa, portanto, ao chegar ao quinto porquê, devemos ter a definição clara da causa, devido ao processo de análise.

Para aplicação desta técnica devemos analisar as possíveis causas de maneira crítica, considerando a sua real participação no problema detectado, ou seja, qual o fator de importância que esta causa foi identificada e também se esta causa, de fato é a mais crítica para a ocorrência do problema analisado. O mais importante para esta técnica de análise de problemas é que se não considerar diversos fatores relacionados ao problema analisado, podemos apenas tomar uma medida intermediária que acabaria não gerando a solução.

2.1.6 Plano de Ação

A Ferramenta 5W1H tem como finalidade mostrar claramente todos os aspectos que devem ser definidos em um plano de ação. Este método consiste em responder seis perguntas básicas para programar soluções: “o quê?” (*What*), “quando?” (*When*), “quem?” (*Who*), “onde?” (*Where*), “por quê?” (*Why*) e “como?” (*How*). Dessa forma, esta ferramenta é considerada por Gomes (2006) como um método sistemático para compreender determinada situação (DEOLINDO. 2011 *apud* SOUZA *et al* 2015, p.04)

2.1.7 PDCA

Desenvolvido por Walter Stewart, por volta de 1930, difundido posteriormente por William Deming, o ciclo PDCA (do inglês: *Plan-Do-Check-Act*) foi estruturado a partir de quatro etapas, sendo constituído por questionamentos repetidos dos detalhados processos de uma operação. (CORRÊA; OLIVEIRA, 2017, p.90). Duppre *et al.* (2015, p. 3) enfatizam que a utilização do ciclo PDCA em conjunto com as ferramentas da qualidade podem reduzir custos na empresa, melhorando seus processos.

Segundo Werkema (2012, p. 19), o ciclo é composto das seguintes etapas: Planejamento (P), consiste em estabelecer metas; execução (D), consiste em executar a atividade conforme planejado; verificação (C), consiste em comparar a execução com planejado; e atuação corretiva (A), consiste em adotar um plano de ação para correção dos desvios.

3 | METODOLOGIA

No referido estudo de caso, foi utilizado a pesquisa descritiva, pois não houve interferência do autor na pesquisa e buscou-se as causas dos problemas e suas relações com outros fatores. Sendo também explicativa por ter o propósito de identificar fatores que contribuem na ocorrência de problemas.

A pesquisa de campo de acordo com o modelo conceitual foi usada no estudo, assumindo o papel de coleta e análise de dados na empresa Imagem Som Eletrônica, local onde foi realizado o referido estudo. Assim como também a bibliográfica, por se tratar de uma pesquisa científica.

Neste estudo, a abordagem ou tratamento da pesquisa foi quali-quantitativa, pois apresenta uma análise da compreensão e interpretação dos problemas observados em consequência das informações coletadas.

Uma vez que a autora deste trabalho é colaboradora da empresa pesquisada, procedeu-se com uma observação participante, através da análise dos problemas e das não conformidades detectadas no objeto de estudo, a fim de comparar os dados coletados nos arquivos disponibilizados pela empresa com os da pesquisa de campo.

4 | ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Mapeamento do Fluxo do Processo Produtivo

O processo produtivo desta Filial constitui-se basicamente de cinco setores: Ensilagem/Beneficiamento, brassagem, fermentação/maturação, filtração e envasamento, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1 - Visão geral do processo produtivo da empresa

Fonte: O autor (2019)

Ensilagem e beneficiamento – Na ensilagem é realizado o recebimento e o armazenamento do malte em silos. O beneficiamento é a primeira fase do processo de fabricação da cerveja. O malte passa por uma série de peneiras, onde são retiradas as impurezas, e passa por equipamentos responsáveis pela retirada de pedras e metais, denominados despedradeiras.

Em seguida, os grãos são moídos em um equipamento chamado moinho (no caso da fábrica estudada, utiliza-se o moinho tipo martelo). A finalidade para que os grãos sejam moídos, é torná-los solúveis em água e permitir uma maior extração dos açúcares fermentáveis.

Em paralelo é realizado o beneficiamento do milho, que é utilizado em substituição à *High Maltose*, que é o xarope utilizado durante o processo de cozimento. Segue abaixo fluxograma referente ao processo de ensilagem / beneficiamento.

Brassagem – Essa etapa inicia-se pela mostura. Após a moagem do malte, tem início a elaboração do mosto que será fermentado. A primeira etapa é fazer uma mostura, que implica em adicionar o malte moído à água quente e aumentar gradualmente a temperatura para permitir a ativação das enzimas, proteases e amilases, presentes no mesmo. Após a preparação do macerado, inicia-se a filtração da mostura para obtenção do chá, que é chamado de mosto. O processo de filtração pode ser realizado com filtros-prensa ou tinas de clarificação (na unidade estudada, utiliza-se o filtro-prensa), e tem como principal objetivo, separar o bagaço do malte presente no macerado. O processo dura em

média 3 horas e o bagaço retirado é vendido à uma cooperativa, que utiliza o mesmo para complemento de ração animal.

O mosto filtrado é enviado para a caldeira de fervura, onde permanece entre 2 e 3 horas, a uma temperatura de 100°C, onde recebe a adição do lúpulo e outros aditivos. O lúpulo dá à cerveja as características de amargor e amora, e os aditivos aumentam o teor dos açúcares fermentáveis. O mosto fervido é injetado tangencialmente a alta velocidade em um tanque circular *Whirlpool*, onde ocorre a precipitação / decantação das proteínas coaguladas, que podem prejudicar a qualidade da cerveja. O mosto decantado é a seguir resfriado entre 6-10°C, temperatura de início de fermentação. O resfriamento é realizado em trocadores de calor. Durante o resfriamento, o mosto é intensamente aerado com ar estéril.

Fermentação / Maturação – O processo de fermentação consiste de 2 etapas com uma duração total de 6 a 10 dias. A primeira etapa é a aeróbia, onde ocorre a reprodução da levedura. Esta etapa dura entre 24 e 36h. A segunda etapa é a anaeróbia, que é onde ocorre a fermentação propriamente dita.

Durante o processo de fermentação os açúcares contidos no mosto são consumidos, gerando álcool, calor, CO₂ e a multiplicação do fermento. Na empresa estudada, o CO₂ gerado neste processo, é enviado para a usina de CO₂, localizada na própria unidade onde é beneficiado.

A fermentação é realizada em tanques fechados envolvidos por camisas de refrigeração, utilizadas no controle da temperatura durante todo o processo. O controle da temperatura deve ser rigoroso, pois a reação ocorrida nos tanques é exotérmica. Ao final desta etapa tem-se a cerveja.

Após a fermentação, a cerveja é resfriada a temperaturas em torno de 3,5°C e transferida para os tanques de maturação, onde a temperatura é mantida entre -0,5 e 0°C. A maturação consiste no armazenamento da cerveja fermentada a baixa temperatura, durante um determinado período de tempo, esse processo proporciona a clarificação da cerveja, devido a precipitação de leveduras, proteínas e dos sólidos solúveis, além disso, melhoram o aroma e o sabor da mesma.

4.2 Análise de Dados e Indicadores Atuais da Cervejaria

Seguindo a metodologia PDCA, ferramenta utilizada neste trabalho, o *Plan* que significa planejar foi realizado conforme as etapas que são descritas a seguir.

- **Criação do Grupo de Melhoria de Resultados (GMR)**

Conforme diretrizes da empresa, no início de cada semestre, o gerente fabril, baseado na análise estratégica do negócio da cervejaria, pode definir até 5 indicadores a serem tratados via GMR (Grupo de melhoria de Resultados). Os critérios para escolher quais problemas devem ser tratados via GMR são: Problemas crônicos de maior impacto, metas mais desafiadoras e/ou desdobramento de metas. Estes critérios e problemas a

serem tratados são definidos em um desdobramento de metas que acontece a cada início de semestre. Criou-se então, o GMR para tratar o indicador Consumo de Energia Elétrica na Cervejaria.

- **Identificação do Problema**

Nesta etapa, o líder do GMR juntamente com os membros que o compõe, realizaram a identificação do problema (resultado atual versus meta) a ser tratado pelo grupo. Utilizou-se o gráfico de controle. Conforme a Figura 25 pode-se verificar a existência de uma lacuna acumulada no ano de 1,38% no indicador de consumo de energia em relação à meta, ou seja, a meta acumulada até o mês era de 12,36% e o real acumulado estava em 13,74%. Considerou-se para a análise o período de janeiro a julho de 2019.

Nesse momento também foi calculada a curva de captura do indicador para todos os meses seguintes, que se trata de uma nova meta mensal, menor do que a inicial, considerando-se as perdas acumuladas nos meses anteriores. Isto para garantir o atingimento do indicador no final do ano (Figura 2).

- **Análise do Fenômeno**

Na unidade havia apenas 1 medidor de consumo de energia elétrica e este, ficava localizado na subestação principal da planta fabril. Devido a isso, não foi possível verificar o consumo das áreas / equipamentos separadamente para realizar comparações entre o consumo teórico e o consumo real de cada um desses.

Diante dessa situação, o grupo decidiu realizar o acompanhamento dos consumos das áreas através de IVs (itens de verificação), que foram definidos em uma das reuniões com os representantes das áreas.

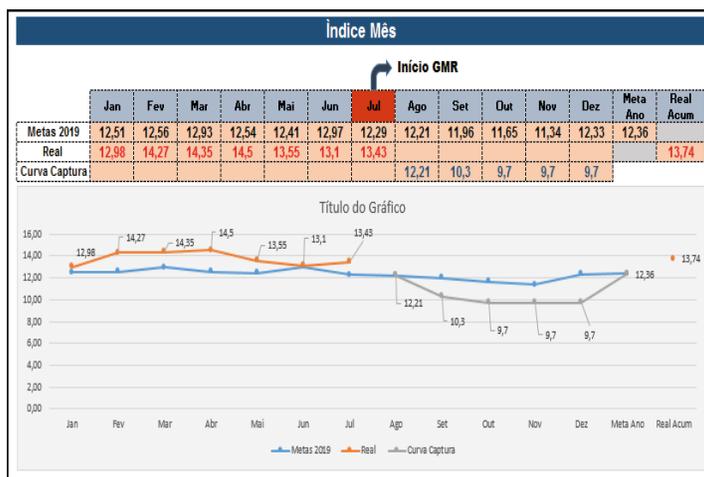


Figura 2 - Gráfico de controle do Consumo de Energia Elétrica utilizado na Identificação do Problema

Fonte: O autor (2019)

Para facilitar a definição desses IVs e a fim de que nenhum item relevante fosse esquecido, foi realizado o mapeamento de cada processo produtivo. Nesse momento foram utilizados os fluxogramas de processo das áreas como referência e cada representante levantou as operações que tinham o maior impacto no indicador e os itens de controle que estavam relacionados às mesmas (anexo A). Ao final dessa etapa, foi listado um total de quatro IVs que têm um grande impacto no indicador de energia elétrica. Esses quatro IVs foram definidos pelo grupo e validados pelo gerente fabril.

De acordo com o mapeamento do Processo, foram definidos os seguintes IVs para acompanhamento:

I. Relação do Mosto versus PL envasada: Esse item refere-se basicamente à relação entre a cerveja produzida e a cerveja envasada, que deve ser entre 90 e 110%. Quando se produz mais do que se envasada, se desperdiça não só a energia elétrica utilizada na fabricação em si, mas também a energia gasta para manter o que se produziu, como por exemplo, energia com o sistema de resfriamento;

II. Ociosidade da planta de *Flakes*: Refere-se ao desperdício de energia elétrica por meio do sistema de beneficiamento do milho para produção de maltose, a planta de beneficiamento não deve ficar em modo de operação se não houver necessidade de produção da mesma, ou seja, para esse IV foi definido que a meta deveria ser 0h da planta em ociosidade;

III. Média pressão de sucção dos compressores de Frio: Para que os compressores que resfriam cerveja operem de forma eficiente, é necessário que a pressão de sucção dos mesmos seja no mínimo 3 bar, pois quanto maior a pressão de sucção, melhor o desempenho dos mesmos, caso contrário será desperdiçada energia elétrica com mais compressores em operação.

IV. Média pressão de distribuição ar comprimido linhas de envasamento: Através desse item é verificado o desperdício de energia elétrica através dos vazamentos de ar comprimido existentes nas linhas de envasamento, que são as máquinas que utilizam mais ar comprimido na planta fabril, pois o acionamento de muitos de seus sistemas se dá através deste produto oriundo da área de utilidades. A meta desse indicador varia entre 6 e 6,5 bares.

- **Análise do Processo**

Foi realizado o acompanhamento diário dos IVs definidos na fase anterior durante um período de 30 dias (mês de agosto) via gráfico de controle, a fim de verificar o comportamento de cada um.

As figuras de 3 e 4 a seguir mostram os resultados dos acompanhamentos realizados. Através deles podemos verificar que nenhum dos quatro IVs estava atingindo as metas estabelecidas para os mesmos.

De posse dessas informações, o líder do GMR utilizou a ferramenta diagrama de

dispersão (conforme anexo B), para checar a relação entre os resultados dos IVs definidos e os resultados do indicador de energia, essa verificação foi importante para o direcionamento dos trabalhos realizados, pois mostrou que todos os indicadores monitorados tinham relação com o indicador principal.

Na reunião seguinte, com a confirmação da relação entre os IVs definidos e o indicador principal, o grupo utilizou o diagrama de Ishikawa a fim de levantar as possíveis causas para os efeitos indesejados, que no caso seria os resultados fora dos parâmetros ideais.

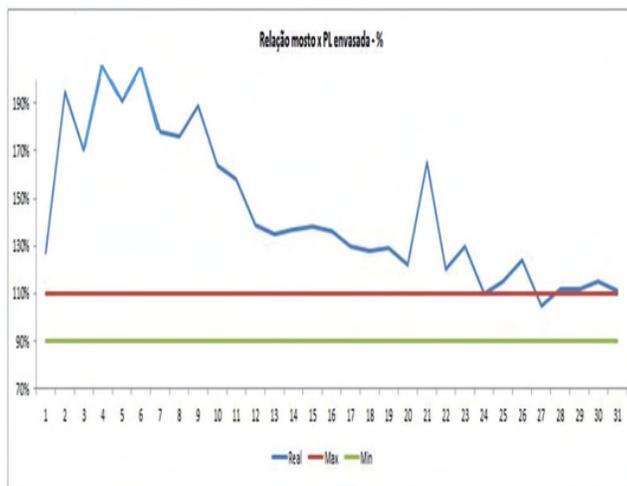


Figura 3 - Acompanhamento IV Relação mosto versus PL envasada – mês Agosto/19

Fonte: O autor (2019)

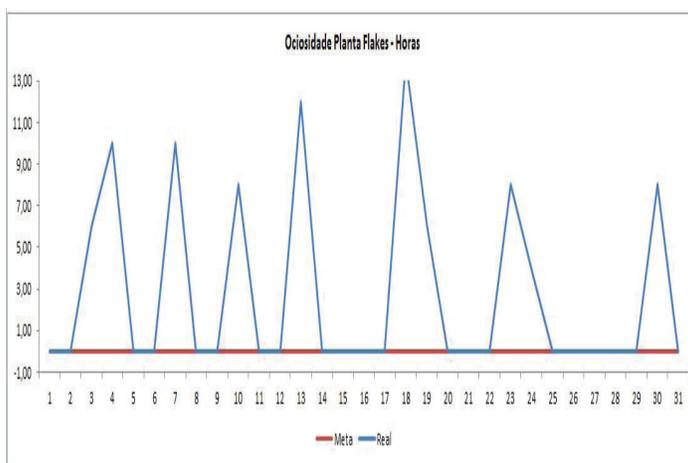


Figura 4 - Acompanhamento IV Ociosidade planta de Flakes – mês agosto/19

Fonte: O autor (2019)

Na Figura 5, segue utilização do diagrama para levantamento das possíveis causas do não atingimento da meta do IV “Razão de mosto versus PL envasada”.

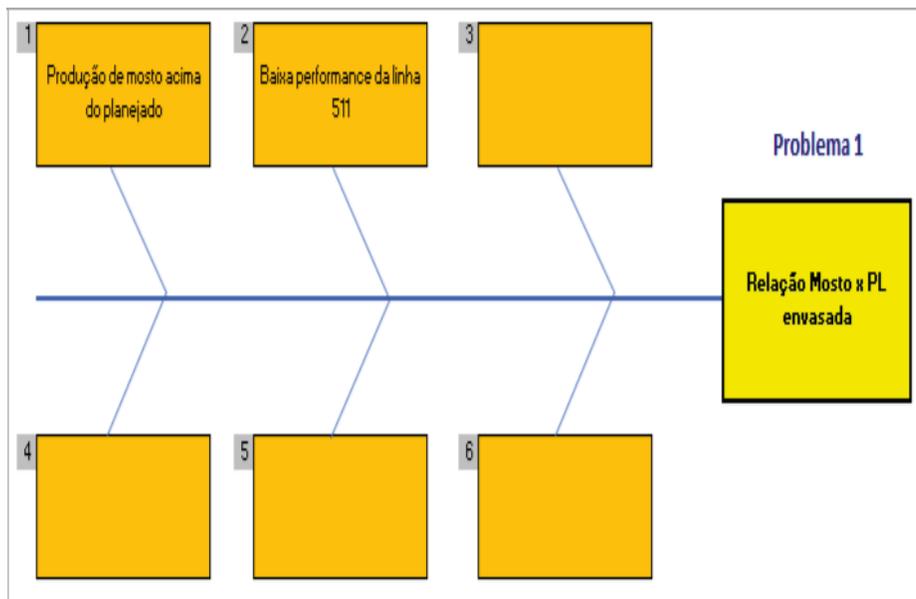


Figura 5 - Levantamento das possíveis causas para os efeitos do IV Relação Mosto versus PL envasada

Fonte: O autor (2019)

4.3 Resultados do PDCA

A metodologia PDCA já é utilizada nas unidades fabris da Ambev para melhoria de resultados. Desde a diretoria até a execução de fábrica conhece a ferramenta e sabe os benefícios que a mesma pode trazer, quando utilizada de forma correta.

Os resultados obtidos a partir da utilização da metodologia, aliada à disciplina na execução dos prazos levantados no plano de ação fizeram com que se confirmasse a eficácia da utilização da metodologia para solução de problemas, que no caso da empresa estudada era o não atingimento da meta do indicador de energia elétrica.

Então, pode-se reafirmar a eficácia da metodologia PDCA. Verificando a Figura 6 do capítulo anterior, verificamos que existia uma lacuna no indicador em relação à sua meta de 1,38% e após a realização dos trabalhos desenvolvidos, e execução do plano de ação, verifica-se na Figura 38 que esta lacuna foi reduzindo ao longo dos meses até se conseguir bater a meta com um ganho real de 0,33%. Foi evidenciado que à medida que as ações definidas para os IV's foram realizadas, houve melhoria no indicador de energia mês a mês.

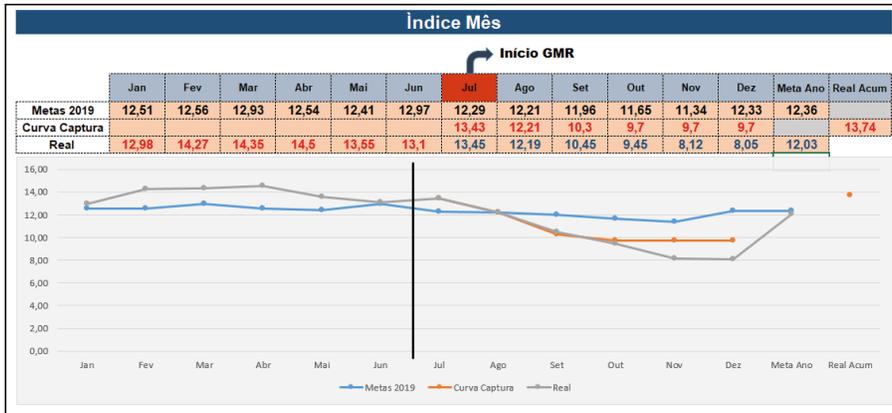


Figura 6 - Melhoria nos Resultados do indicador de energia elétrica

Fonte: O autor (2019)

51 CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos, mostrados na seção anterior, certificou-se que o uso da metodologia PDCA juntamente com as ferramentas da qualidade que foram utilizadas para o tratamento do indicador de energia elétrica na Filial da empresa estudada foi extremamente eficiente.

Ao longo deste trabalho, ficou clara a importância dos sistemas de gestão, como requisito imprescindível para manter as organizações competitivas no mercado. Cada vez mais fica evidente que a qualidade se tornou um ponto extremamente forte de competitividade entre as empresas, tornando a mesma um aspecto fundamental para sobrevivência e sucesso de qualquer organização. Porém, como todo trabalho que se espera ter resultados satisfatórios, a dedicação, o empenho, perseverança e disciplina foram os maiores impulsionadores para o alcance do objetivo final. Durante este estudo foi preciso realizar muitas visitas em campo, horas e horas acompanhando a performance de alguns equipamentos e ao mesmo tempo relacionar o que se viu durante as visitas com dados realmente mensuráveis. Nada foi por acaso.

Além da melhora no indicador foi observado que, a partir de uma boa liderança, a empresa pode conseguir de forma eficiente e eficaz suas metas. A atuação do gerente de fábrica influenciou de forma positiva a condução do trabalho do grupo. Outros benefícios observados foram: A conscientização dos colaboradores quanto à utilização da energia elétrica, estímulo e motivação das pessoas que fizeram parte do desenvolvimento do trabalho, padronização de atividades importantes, possibilitando otimizar determinadas operações do processo produtivo

O retorno positivo da aplicação do método só foi possível devido a participação de todos os envolvidos no processo, do operador ao gerente de cada área, principalmente

através da exposição de problemas existentes e consciência da necessidade de mudança de hábitos.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, Priscila Ferreira; OLIVEIRA, Luciana Bazante de. **Aplicação das Ferramentas da Qualidade na Solução de Problemas de Contaminação em uma Fábrica de Chocolate**: Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada. Pernambuco, v. 2, n. 2.

DUPPRE, T. C. CORBINE, R. S. CORRER, I. FRANCISCATO, L. S. **Aplicação de ferramentas da qualidade visando a redução dos índices de refugo de peças: pesquisa-ação em uma empresa do setor de autopeças**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Anais do ENEGEP, 2015.

PALADINI, Edson Pacheco *et al.* **Gestão da Qualidade Teoria e Casos**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier: ABEPRO, 2012.

SANTOS, Lucas Almeida Dos *et al.* **Implementação de Layout celular em uma empresa start up de tecnologia**. XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, v. 24, p. 10, out. 2014.

SOUZA, Taelen de Jesus Ferreira *et al.* **Proposta de melhoria do processo de uma fábrica de polpas por meio da metodologia de análise e solução de problemas**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, p. 4, 2015.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2013.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2012.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Atualização de matriz de insumo-producto 117

Aquicultura 86, 87, 88, 96, 97, 98, 105

Armazenagem de Materiais 162

Assignment 5, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70

Automação 86, 88, 96, 97, 98, 106, 150

Automóveis 39, 40, 44, 45, 46, 48

C

Cartas de controle 96, 99, 101, 102, 103, 104, 106

CO₂ 4, 20, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 48, 49, 50, 51

Concentrador de canal parabólico 53, 55

CTE 71, 72, 74, 80, 83, 84, 85

Cuello de botella 107, 109, 112

D

Doenças epidemiológicas 27, 33, 36, 37

Dosador 5, 86, 96, 98, 99, 104, 105

E

Emissões 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 178

Endereçamento Logístico 162, 166, 167, 172, 173, 175, 176

Energía Solar 53, 54, 55

F

Ferramentas da Qualidade 13, 14, 15, 17, 25, 26

Flujo de calor perdido 53, 58, 59, 60

G

Gestão de Estoques 6, 162, 165, 176

Gestão Financeira 3, 4, 1, 2, 3, 4, 10, 11

Grupo de Melhoria de Resultados 13, 20

I

Impressão 3D 6, 138, 139, 140, 141, 142, 145

Innovation Cells 152

L

Limitaciones 107, 108, 112, 116, 125, 126

Logística 31, 36, 162, 165, 176

M

Manufatura aditiva 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 147, 148, 150

Mapeamento de Estoques 6, 162, 163, 170, 175

Meio ambiente 2, 15, 27, 29, 30, 32, 34, 36

Método RAS básico 127

Metrôs 4, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

Mezcla de productos 107, 110, 112, 113, 115

Modelo de insumo-producto 117

Movie 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

O

Ônibus 39, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 178

Optimization 63, 64, 69, 72

Organizações Sem Fins Lucrativos 1, 2, 4, 11

P

PDCA 13, 14, 17, 20, 24, 25, 26

Pneus 4, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38

Precision 6, 75, 97, 152, 153, 157, 158

Produção de molde para injeção de termoplásticos 138

R

Reciclabilidade 27

Recursos con capacidad restringida 107, 112, 115

Replaceable System 152

S

Saúde pública 27, 30

Self-Study 71, 72

Serum perfusion 6, 152

Software 71, 72, 73, 74, 75, 91, 96, 97, 99, 162, 163

Steal Structures 72

T

Teaching 5, 71, 72, 73, 84, 85

Teoría de restricciones 5, 107, 108, 109, 112

Terceiro Setor 4, 1, 2, 3, 4, 10, 11, 12

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2

- 
-  www.atenaeditora.com.br
 -  contato@atenaeditora.com.br
 -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 -  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2

- 
- 🌐 www.atenaeditora.com.br
 - ✉ contato@atenaeditora.com.br
 - 📷 @atenaeditora
 - 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br