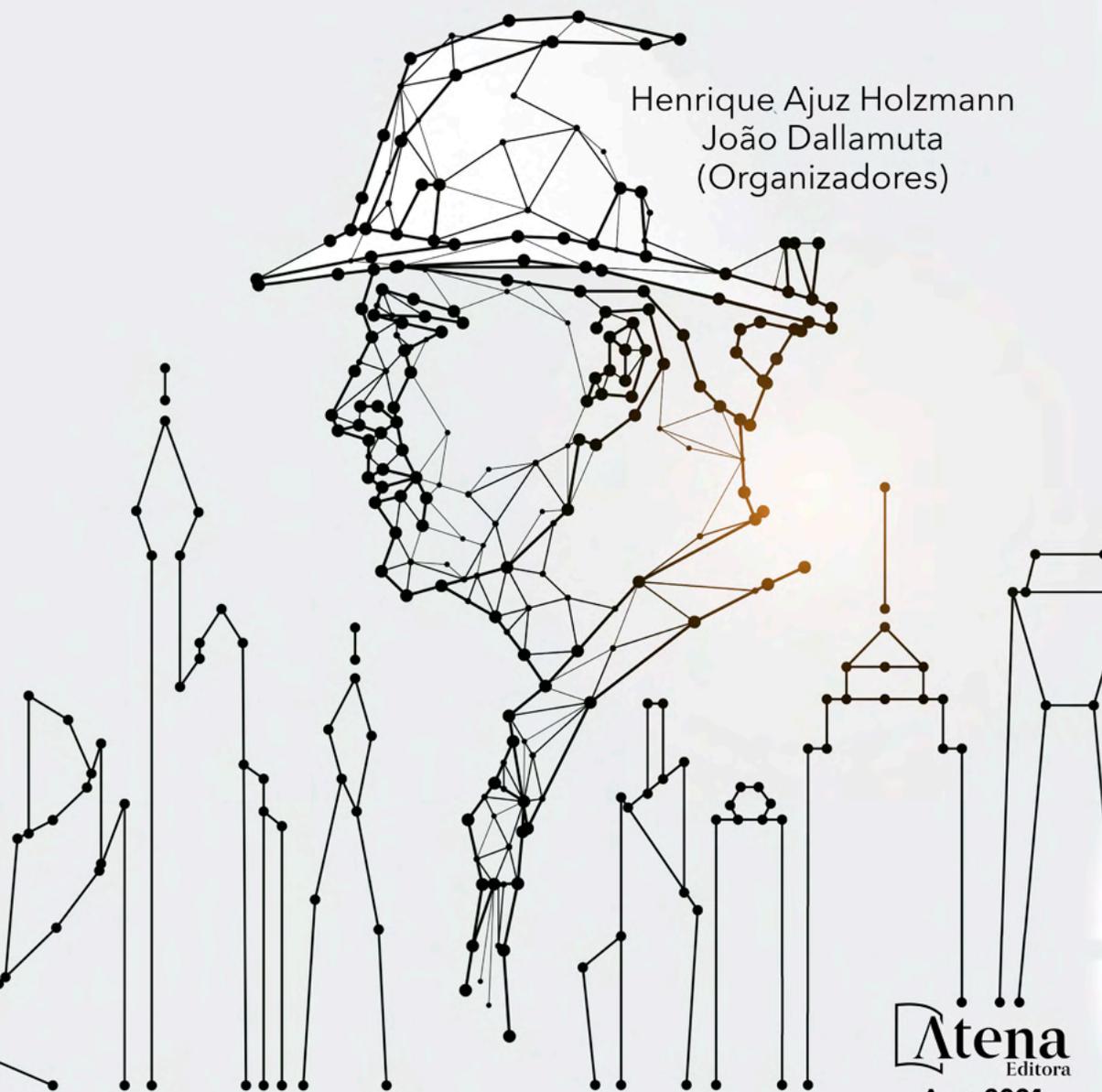


Engenharias:

da genialidade à profissão e
seu desenvolvimento

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)



Atena
Editora

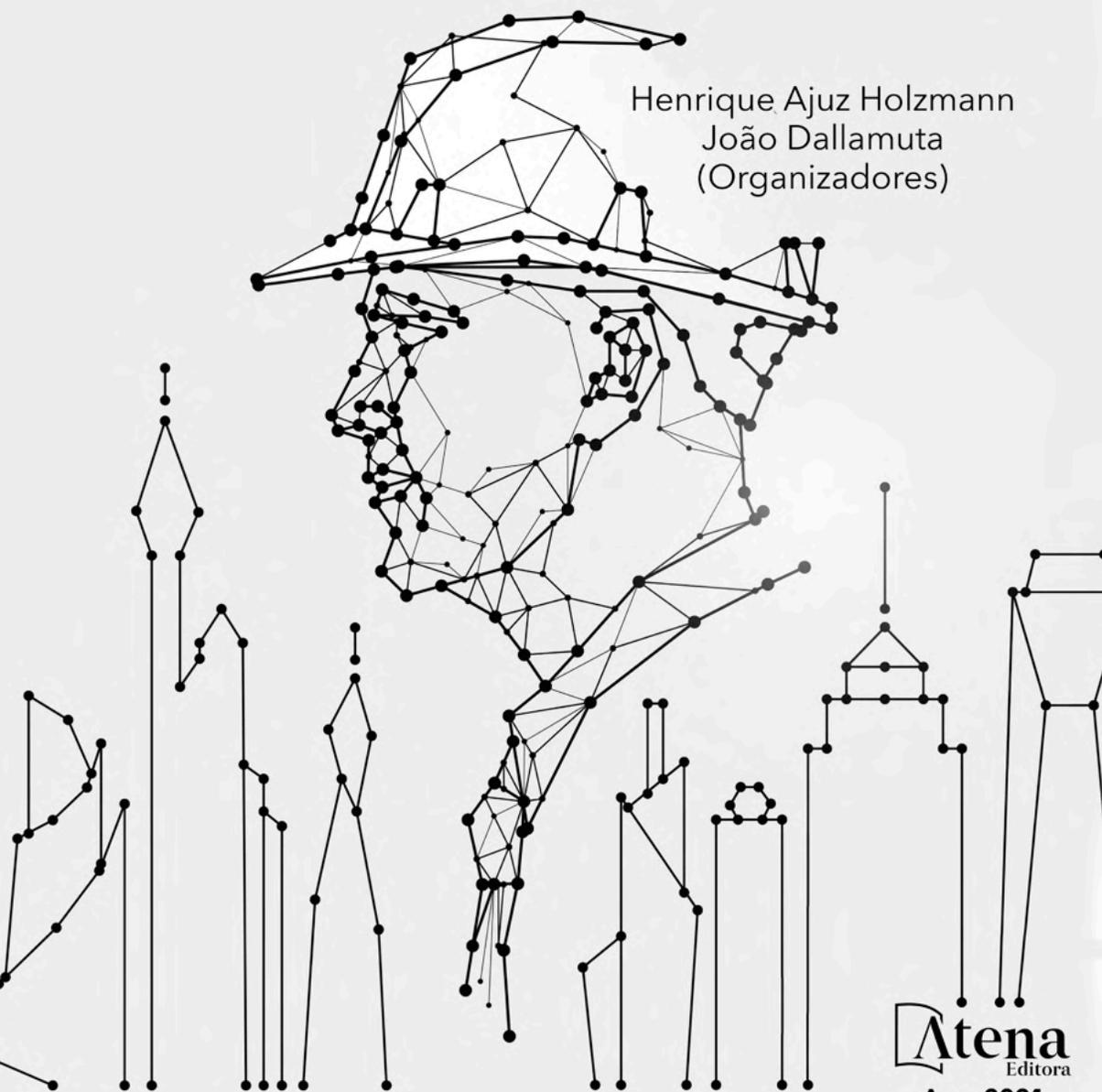
Ano 2021

Engenharias:

da genialidade à profissão e
seu desenvolvimento

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)



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

Engenharias: da genialidade à profissão e seu desenvolvimento 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: da genialidade à profissão e seu desenvolvimento 2 / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-624-6
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.246211811>

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.
CDD 620

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

O ramo das engenharias veem ganhando 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 desta área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria continua de processos.

Desta forma estudar temas relacionados a engenharia é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz. O aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. 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. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE MODAL E REPRESENTAÇÃO MUSICAL APLICADAS AO DESIGN DE ESTÚDIOS DE PRODUÇÃO FONOGRÁFICA

José Augusto Mannis

Tiago Ferreira Mattos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2462118111>

CAPÍTULO 2..... 33

A REVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 E OS PASSOS PARA SUA APLICAÇÃO NA MINERAÇÃO

Rafaela Baldi

Karina Livia Ribeiro Vieira

Mariana Ivo Machado Fernandes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2462118112>

CAPÍTULO 3..... 44

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DAS ROCHAS ENCAIXANTES DA CAMADA DE CARVÃO BARRO BRANCO DA BACIA CARBONÍFERA SUL-CATARINENSE

Clovis Gonzatti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2462118113>

CAPÍTULO 4..... 73

REAPROVEITAMENTO DE FINOS DE PEDREIRAS: A UTILIZAÇÃO DO PÓ DE ROCHA COMO REMINERALIZADOR DE SOLO

Ana Olivia Barufi Franco-Magalhães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2462118114>

CAPÍTULO 5..... 80

BIODIGESTÃO DE POME COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA E AMBIENTAL EM PLANTA DE PRODUÇÃO DE ÓLEO DE PALMA

Daniel Dominguez Carvajal

Ana Marcela Mosquera Mena

John Alejandro Ruiz

Francisco José Molina Pérez

Carlos Alberto Peláez Jaramillo

Mariana Peñuela Vásquez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2462118115>

CAPÍTULO 6..... 88

AULA PRÁTICA DE MONTAGEM DE UMA UNIDADE SANITÁRIA DE PLÁSTICO RECICLADO RELATO DE EXPERIÊNCIA

Maria Aridenise Macena Fontenelle

Thaís Russiely Guedes Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2462118116>

CAPÍTULO 7..... 98

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA LAGOA DO COLOSSO, MUNICÍPIO DE FORTALEZA, CEARÁ: CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ - IFCE

Georgia Kelly Terto Galvao

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2462118117>

CAPÍTULO 8..... 104

MEASUREMENTS OF GAMMA, NEUTRONS, RAINFALLS, AND POSSIBLE CORRELATIONS IN TROPICAL REGION OF BRAZIL

Inacio Malmonge Martin

Mauro Angelo Alves

Marcelo Pêgo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2462118118>

CAPÍTULO 9..... 111

APLICAÇÃO DO DESACOPLAMENTO ENTRE MALHAS DE CONTROLE EM REATOR CONTÍNUO DE TANQUE AGITADO (CSTR)

Mário Luiz Pereira Souza

Emilly Damiani Nunes Prates

Saulo Fernando dos Santos Vidal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2462118119>

CAPÍTULO 10..... 126

GESTÃO DE FADIGA DE OPERADORES DE CAMINHÕES FORA DE ESTRADA: ESTUDO DE CASO EM UMA MINA A CÉU ABERTO

Pedro Henrique Evangelista Porto

Samuel Lourival Diamantino

Leandro Geraldo Canaan Silveira

Eduardo Augusto Malta

Juliano Alves dos Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24621181110>

CAPÍTULO 11..... 136

CHARACTERISTICS OF Pb²⁺ DOPED CsI MATRIX UNDER GAMMA AND NEUTRON EXCITATIONS

Maria da Conceição Costa Pereira

Tufic Madi Filho

José Roberto Berretta

Lucas Faustino Tomaz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24621181111>

CAPÍTULO 12..... 148

OTIMIZAÇÃO DO SABOR DE UMA BEBIDA UTILIZANDO O MÉTODO DE TAGUCHI

Matheus Sousa Garreto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24621181112>

CAPÍTULO 13.....	161
INTERLIGANDO O CICLISMO	
Alexandre Passos Pagin	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24621181113	
CAPÍTULO 14.....	165
PERCEÇÃO DOS EGRESSOS SOBRE A QUALIDADE DOS CURSOS DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE – UPM	
Leila Figueiredo de Miranda	
Terezinha Jocelen Masson	
Antonio Hortêncio Munhoz Jr.	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24621181114	
SOBRE OS ORGANIZADORES	178
ÍNDICE REMISSIVO.....	179

OTIMIZAÇÃO DO SABOR DE UMA BEBIDA UTILIZANDO O MÉTODO DE TAGUCHI

Data de aceite: 01/11/2021

Matheus Sousa Garreto

Discente do Curso de Engenharia Mecânica -
UEMA
São Luís - MA
<http://lattes.cnpq.br/3910100396052627>

RESUMO: O método de Taguchi/projeto robusto foi desenvolvido pelo engenheiro e estatístico Genichi Taguchi (1924 - 2012) sendo denominado por ele de controle off-line. Este método, segundo o estatístico, foi idealizado como uma nova abordagem da qualidade com ênfase no produto e no processo. A qualidade é medida pelo desvio que uma característica funcional apresenta em relação ao valor base esperado da mesma. Os fatores responsáveis por esses desvios são chamados de “ruídos”(temperatura, poeira, vibração, umidade, etc) que acabam afetando a qualidade do produto. A função perda, proposta por Taguchi, modela estas perdas causadas pelos ruídos. Afim de ter um produto de qualidade devemos buscar otimizar a função perda do mesmo utilizando técnicas estatísticas para poder ter um resultado com a menor perda por ruídos possível. Utilizando o método de Taguchi buscamos obter um produto robusto, ou seja, um produto que não altere suas condições de funcionamento ou trabalho por uma grande gama de variáveis que venham a produzir ruídos. Além da otimização da função perda o método engloba um conjunto de técnicas propostas para atingir o objetivo, por exemplo, os experimentos fatoriais

com matrizes ortogonais. Por ser um método muito prático, sendo esta uma das preocupações no momento de sua idealização, ficou bem reconhecido por empresas que começaram a implantá-lo em suas diretrizes. O projeto feito neste artigo foi desenvolvido utilizando o método de Taguchi, especificamente os experimentos fatoriais com matrizes ortogonais. O objetivo do trabalho é procurar a melhor combinação de ingredientes buscando o melhor sabor possível para a bebida junto aos clientes.

PALAVRAS-CHAVE: Taguchi, Otimização, Matriz ortogonal, Produtividade.

OPTIMIZING THE FLAVOR OF A BEVERAGE USING THE TAGUCHI METHOD

ABSTRACT: The Taguchi method / robust design was developed by the engineer and statistician Genichi Taguchi (1924 - 2012) being called by him of control offline. This method, according to the statistician, was conceived as a new approach to quality with an emphasis on product and process. The quality is measured by the deviation that a functional characteristic presents in relation to the expected base value of the same. The factors responsible for these deviations are called “noises” (temperature, dust, vibration, humidity, etc.) that end up affecting the quality of the product. The loss function, proposed by Taguchi, models these losses caused by noise. In order to have a quality product we must seek to optimize the loss function of the same using statistical techniques to be able to have a result with the least noise loss possible. Using the Taguchi method we seek to obtain a robust

product, that is, a product that does not alter its working or working conditions by a wide range of variables that will produce noises. In addition to the optimization of the loss function, the method encompasses a set of techniques proposed to achieve the objective, for example, the orthogonal matrix factorial experiments. Being a very practical method, being one of the preoccupations at the moment of its idealization, was well recognized by companies that began to implant it in its directives. The design made in this article was developed using the Taguchi method, specifically the orthogonal matrix factorial experiments. The objective of the work is to look for the best combination of ingredients seeking the best possible flavor for the beverage with the customers.

KEYWORDS: Taguchi, Optimization, Orthogonal Matrix, Productivity.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, a indústria está procurando maneiras de reduzir custos, despesas e maximizar a produtividade, consequentemente aumentando os lucros. A aplicação de métodos estatísticos nos processos de produção e prestação de serviços tem se tornado um fator importante e diferenciador entre as organizações.

O estudo estatístico utilizando a variância (ANOVA) de determinado fenômeno permite o controle da variabilidade, ou seja, um padrão de comportamento pode ser definido, diminuindo os ruídos, que são os principais responsáveis pela falta de precisão e acurácia nos processos dentro de uma indústria.

O planejamento é embasado em análises de dados, que em sua grande maioria, são realizadas de maneira estatística.

O método de Taguchi pode ser usado para determinar a combinação ótima de fatores e interações que influenciam o comportamento das variáveis de resposta em um determinado processo. Em geral, esse método requer menos esforço de amostragem e menores custos de teste, sem afetar significativamente as conclusões tiradas (ROSA et al., 2009).

Este artigo trata da aplicação do método Taguchi como ferramenta estatística para a análise e investigação dos principais fatores e interações que influenciam no melhor sabor de suco dentre as combinações propostas pelo estudo para uma pesquisa de mercado.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A pesquisa de mercado é uma etapa que auxilia a indústria no que tange os anseios dos clientes. Deve-se saber o que vender, para isso, saber o que o cliente quer comprar se torna um quesito chave. Para responder a esta pergunta nada mais prático que ouvir do próprio interessado no produto, ou seja, o consumidor, sobre o que necessita, o que deseja adquirir.

Lima et al. (2011) explicam que planejar experimentos é a forma mais adequada para estudar a complexidade dos vários fatores do processo e suas interações, a fim

de aumentar a probabilidade de resolução de problemas por meio de análise estatística (ANOVA). Esse método, que se acredita ter melhorado a qualidade e a produtividade, tem sido cada vez mais aplicado nos últimos anos na indústria brasileira (SILVA e SILVA, 2008).

A obtenção de dados, nesse caso, geralmente é realizada por meio de questionários ou entrevistas com os consumidores em potencial. Para a análise desses dados, a ferramenta taguchi/projeto robusto, que foi idealizada pelo estudioso japonês Dr. Genichi Taguchi, se torna um artifício muito prático, didático e de fácil interpretação, tendo em vista que se baseia na melhora das características dos processos de um produto através do controle e ajuste dos chamados fatores controláveis. Estes minimizam a variação do produto final em comparação com o resultado pretendido que é estabelecido no começo da análise. Ajustando os fatores importantes para o nível ótimo, a fabricação dos produtos pode ser realizada de forma que se adeque a uma maior gama de situações, tal característica é observada nos ditos produtos robustos. Os fatores incontroláveis, como condições ambientais, variação dimensional, dentre vários outros são os responsáveis pela variabilidade do processo, portanto, quanto mais robusto um produto se apresenta, menos se observa variação no seu objetivo final.

Nos anos 1950 e 1960 o Dr. Genichi Taguchi desenvolveu um design robusto e aplicou essa abordagem em muitas áreas (SOUZA et al., 2011).

Primeiramente devemos passar pelas etapas básicas para a aplicação da metodologia Taguchi. Esta se divide em quatro:

I. Identificação dos fatores

Nesta etapa será realizada a identificação dos fatores (ruído e fatores do ambiente e processo de fabricação) e os parâmetros dos produtos.

Para estes fatores são analisados as possíveis influências e iterações com os outros.

Deve-se tomar cuidado para não deixar de fora algum parâmetro muito importante e significativo na hora da escolha dentre os vários parâmetros que o problema venha a ter. Caso isso aconteça ocorrerá uma distorção da função perda.

II. Planejamento e condução dos experimentos

Este é o momento do planejamento de coleta dos dados experimentais. A partir destes dados podemos construir a relação sinal/ruído.

Para realizar o planejamento deve-se iniciar pela escolha do tipo de planejamento, ou seja, pela escolha da matriz ortogonal que melhor se aplica ao problema.

A escolha das matrizes dependem principalmente do número de fatores e da quantidade de corridas (ou seja, de casos de experimentos) que poderiam ser realizados conforme a disponibilidade de tempo e custo.

Em seguida são especificados valores para os diferentes níveis dos parâmetros.

Com estes dados basta escolher de forma aleatória as corridas e programar a

realização dos ensaios.

III. Análise dos níveis ótimos dos parâmetros

É feita a otimização dos parâmetros do produto a partir da relação com o sinal/ruído.

Isto significa obter um modelo estatístico desta relação com os dados coletados no experimento e aplicar, neste modelo, técnicas de otimização para encontrar os valores dos parâmetros ótimos dos produtos.

Ao final desta etapa tem-se um conjunto de valores de parâmetros (ou características) do produto que tornam seu desempenho robusto e estável em relação às características ambientais e às variações do processo.

IV. Validação dos resultados

Como os níveis ótimos dos parâmetros obtidos anteriormente são fruto de um modelo estatístico, e, portanto, uma aproximação da realidade, deve-se realizar uma etapa de validação dos resultados encontrados, ou seja, verificação dos níveis ótimos especificados para os parâmetros.

Isto é feito conduzindo um experimento com um protótipo cujos parâmetros são ajustados conforme os valores ótimos obtidos na fase anterior.

Os resultados deste experimento devem coincidir com àqueles encontrados por meio do modelo, dentro, é claro, da devida margem de segurança.

Caso isto ocorra significa que o modelo obtido é confiável e, portanto, pode-se aprovar estes parâmetros como especificações para o projeto.

O arranjo ortogonal é uma matriz com os dados, parâmetros e níveis dos experimentos realizados. Existem diferentes tipos de dimensões para as tabelas e cabe ao projetista analisar e utilizar dentro do seu número de parâmetro e níveis do problema investigado a dimensão para o seu caso, explica Taguchi (1990). Para a construção de um arranjo ortogonal é preciso que cada fator seja ortogonal ao outro, ou seja, tenha os seus níveis aparecendo o mesmo número de vezes.

Taguchi explica que o arranjo ortogonal está diretamente ligado ao grau de liberdade, que é calculado através da subtração do número de fatores do processo estudado menos um. Através da contagem do grau de liberdade é concebido o arranjo ortogonal (ROSS, 1995).

Arranjo Ortogonal	Número de ensaios	Nº. Máximo de Fatores	Nº. Máximo de Colunas e seus Níveis			
4	4	2	2	3	4	5
8	8	4	3	7	-	-
9	12	11	-	4	-	-
12	16	15	11	-	-	-
16	24	8	-	-	5	-
18	27	6	1	7	-	-
25	27	13	-	-	-	6
32	32	31	1	13	-	-
36	36	23	1	-	9	-
50	50	12	3	13	-	-
54	54	26	1	-	-	11
64	64	63	-	25	-	-
81	81	40	-	-	21	-

Tabela 1 - Matriz ortogonal para o método experimental de Taguchi.

Fonte: adaptado Montgomery (2004)

A matriz varia conforme o número de fatores e níveis que serão utilizados. Tais fatores são determinados após consulta na literatura ou por protocolos já existentes (HUANG; HUNG; YANG, 2016).

Em uma análise experimental Taguchi sugere a análise da resposta média de cada linha no arranjo mais interno e também a análise da variação utilizando uma escolha apropriada de relação Sinal/Ruído (S/N). Essas relações S/N derivam da função-perda quadrática, tendo três tipos padrão para análise, segundo Souza et. al. (2011):

a. Nominal é melhor

Idealmente, para este tipo de função de perda, a resposta deve ter um valor de trabalho igual ao valor base especificado. Por exemplo, na fabricação de peças de máquinas, o cumprimento dimensional estrito é exigido de acordo com as regras de montagem. Caso contrário, as peças não funcionarão juntas, pois geralmente são feitas de um material muito duro e durável. Portanto, o valor nominal necessário para o modelo é ótimo.

A equação que rege este modelo é uma função quadrática descrita logo a seguir:

$$L(y) = k(y - m)^2$$

Onde:

- L é a perda associada a uma partícula característica de performance, no caso o y ;
- m é o valor objetivo;
- k é o parâmetro de perdas;
- y é a resposta de cada experimento.

A relação sinal/ruído para esta situação é designada por:

$$SN_T = 10 \log \left(\frac{\bar{y}}{S^2} \right)$$

Onde:

- \bar{y} é a média de cada experimento;
- S^2 é o desvio padrão das respostas para determinada combinação de níveis de parâmetros.

b. Menor é melhor

Como exemplo para este caso podemos citar o consumo de combustível de um carro ou o tempo que o computador demora pra iniciar. É regida peça equação:

$$L(y) = ky^2$$

A relação sinal/ruído para esta situação é definida pela equação:

$$SN_S = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right)$$

Onde:

- y é a resposta de cada experimento;
- n é o número de respostas de cada experimento.

c. Maior melhor

Neste caso o valor ideal seria infinito e neste ponto a perda seria zero. Porém, isso não é possível, portanto, através deste método podemos otimizar para um maior valor positivo possível. A equação que rege este método é:

$$L(y) = k \left(\frac{1}{y^2} \right)$$

Onde:

- k é o parâmetro de perdas;
- y é a resposta de cada experimento.

A relação Sinal/Ruído para esta situação é:

$$SN_L = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right)$$

3 | METODOLOGIA

Este projeto tem como objetivo através da combinação de alguns ingredientes

determinar qual o melhor sabor para uma bebida, levando em consideração dosagens e tipos de frutas. Para isto estabelecemos os parâmetros e níveis a seguir:

Parâmetro	Descrição	Nível I	Nível II
A	Suco de laranja	30 ml	125 ml
B	Abacaxi	40 g	20 g
C	Maçã	80 g	120 g
D	Água	150 ml	40 ml
E	Açúcar	20 g	60 g

Tabela 2 - Parâmetros e níveis do experimento

Fonte: Dados colhidos mediante pesquisa do autor.

A matriz ortogonal escolhida para este projeto foi a L8 com 7 observações para cada experimento:

Nº	A	B	C	D	E	F	G
1	30 ml	40 g	80 g	150 ml	20 g	1	1
2	30 ml	40 g	80 g	40 ml	60 g	2	2
3	30 ml	20 g	120 g	150 ml	20 g	2	2
4	30 ml	20 g	120 g	40 ml	60 g	1	1
5	125 ml	40 g	120 g	150 ml	60 g	1	2
6	125 ml	40 g	120 g	40 ml	20 g	2	1
7	125 ml	20 g	80 g	150 ml	60 g	2	1
8	125 ml	20 g	80 g	40 ml	20 g	1	2

Tabela 3 - Tabela L8 dos experimentos

Fonte: Dados colhidos mediante pesquisa do autor.

A tabela a seguir foi obtida pelos experimentos feitos. Para este procedimento foram analisadas as respostas da seguinte forma, desagradável (1), regular(3), bom(5) e foi calculado a média dos experimentos. Cada combinação de sabor foi provada por duas pessoas. Para manter o critério de avaliação constante, cada um provou as oito combinações possíveis. Para o primeiro indivíduo:

N°	A	B	C	D	E	F	G	yi
1	5	1	1	1	5	5	1	2,71
2	5	3	3	1	3	1	3	2,71
3	3	5	1	3	1	5	5	3,29
4	5	3	3	1	3	1	1	2,43
5	5	5	1	3	3	1	5	3,29
6	5	5	5	5	5	3	3	4,43
7	5	5	3	3	1	3	3	3,29
8	3	1	1	1	1	5	5	2,43

Tabela 4 - Experimentos para o primeiro indivíduo

Fonte: Dados colhidos mediante pesquisa do autor.

Para o segundo indivíduo:

N°	A	B	C	D	E	F	G	yi
1	5	3	1	1	5	5	1	3
2	5	1	3	1	3	1	3	2,42
3	3	3	1	3	1	5	5	3
4	5	5	3	1	3	1	1	2,71
5	5	5	1	3	3	1	5	3,29
6	5	5	5	5	5	3	3	4,43
7	5	5	3	3	3	3	3	3,57
8	3	1	3	1	1	5	5	2,71

Tabela 5 - Experimentos para o segundo indivíduo

Fonte: Dados colhidos mediante pesquisa do autor.

Portanto, a tabela com os experimentos e a relação sinal ruído (maior melhor) é:

N°	A	B	C	D	E	F	G	yi	yii	Média	S/N(dB)
1	30 ml	40 g	80 g	150 ml	20 g	5	1	2,71	3	2,85	9,07
2	30 ml	40 g	80 g	40 ml	60 g	1	3	2,71	2,42	2,56	8,14
3	30 ml	20 g	120 g	150 ml	20 g	5	5	3,29	3	3,14	9,92
4	30 ml	20 g	120 g	40 ml	60 g	1	1	2,43	2,71	2,57	8,16
5	125 ml	40 g	120 g	150 ml	60 g	1	5	3,29	3,29	3,29	10,34
6	125 ml	40 g	120 g	40 ml	20 g	3	3	4,43	4,43	4,43	12,93
7	125 ml	20 g	80 g	150 ml	60 g	3	3	3,29	3,57	3,43	10,68
8	125 ml	20 g	80 g	40 ml	20 g	5	5	2,43	2,71	2,57	8,16

Tabela 6 - Experimentos e resultados

Fonte: Dados colhidos mediante pesquisa do autor.

A influência de cada parâmetro é dada pela média das respostas para o nível auto do parâmetro menos a média das respostas para o nível baixo do parâmetro. Portanto, calculando a influencia de cada parâmetro:

Parâmetro A:

$$E(A) = [(3,29 + 4,43 + 3,43 + 2,57) - (2,85 + 2,56 + 3,14 + 2,57)]/4$$

$$E(A) = 0,65$$

Parâmetro B:

$$E(B) = [(2,85 + 2,56 + 3,29 + 4,43) - (3,14 + 2,57 + 3,43 + 2,57)]/4$$

$$E(B) = 0,355$$

Parâmetro C:

$$E(C) = [(3,14 + 2,57 + 3,29 + 4,43) - (2,85 + 2,56 + 3,43 + 2,57)]/4$$

$$E(C) = 0,505$$

Parâmetro D:

$$E(D) = [(2,85 + 3,14 + 3,29 + 3,43) - (2,56 + 2,57 + 4,43 + 2,57)]/4$$

$$E(D) = 0,145$$

Parâmetro E:

$$E(E) = [(2,56 + 2,57 + 3,29 + 3,43) - (2,85 + 3,14 + 4,43 + 2,57)]/4$$

$$E(E) = -0,285$$

Podemos então analisar a influência de cada parâmetro e destacar que três deles tem um impacto grande positivamente no resultado, calculando a interação entre eles:

Nº	Identificação	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	y _i	y _{ii}	Média
1	(1)	-	-	-	+	+	+	-	2,71	3	2,85
2	a	+	-	-	-	-	+	+	2,71	2,42	2,56
3	b	-	+	-	-	+	-	+	3,29	3	3,14
4	ab	+	+	-	+	-	-	-	2,43	2,71	2,57
5	c	-	-	+	+	-	-	+	3,29	3,29	3,29
6	ac	+	-	+	-	+	-	-	4,43	4,43	4,43
7	bc	-	+	+	-	-	+	-	3,29	3,57	3,43
8	abc	+	+	+	+	+	+	+	2,43	2,71	2,57

Tabela 7 - Influência dos parâmetros

Fonte: Dados colhidos mediante pesquisa do autor.

Interação AB:

$$E(AB) = [(2,95 + 2,57 + 3,29 + 2,57) - (2,56 + 3,14 + 4,43 + 3,43)]/4$$

$$E(AB) = -0,57$$

Interação AC:

$$E(AC) = [(2,85 + 3,14 + 4,43 + 2,57) - (2,56 + 2,57 + 3,29 + 3,43)]/4$$

$$E(AC) = 0,285$$

Interação BC:

$$E(BC) = [(2,85 + 2,56 + 3,43 + 2,57) - (3,14 + 2,57 + 3,29 + 4,43)]/4$$

$$E(BC) = -0,505$$

Interação (ABC):

$$E(ABC) = [(2,56 + 3,14 + 3,29 + 2,57) - (2,85 + 2,57 + 4,43 + 3,43)]/4$$

$$E(ABC) = -0,43$$

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como estamos buscando maximizar a qualidade do sabor do suco vamos analisar quais parâmetros mais contribuíram positivamente para um bom sabor da bebida.

- I. O parâmetro “A”, suco de laranja, contribui com 0,65 unidades positivamente.
- II. O parâmetro “B”, abacaxi, contribui com 0,355 unidades positivamente.
- III. O parâmetro “C”, maçã, contribui com 0,505 unidades positivamente.
- IV. O parâmetro “D”, água, contribui com 0,145 unidades positivamente.
- V. O parâmetro “E”, açúcar, contribui com 0,285 unidades negativamente.
- VI. A interação “AB”, suco de laranja e abacaxi, contribuiu com 0,57 unidades negativamente.
- VII. A interação “AC”, suco de laranja e maçã, contribuiu com 0,285 positivamente.
- VIII. A interação “BC”, abacaxi e maçã, contribuiu com 0,505 unidades negativamente.
- IX. A interação “ABC”, suco de laranja, abacaxi e maçã, contribuiu com 0,43 unidades negativamente. experimento 6 foi o que mais contribuiu positivamente para o sabor. Ele contribuiu em média com 4,43 unidades.

Como exposto, os parâmetros “A”, “B” e “C” foram os que mais contribuíram positivamente para a bebida com uma porcentagem de 77,83% da contribuição total dos parâmetros. O açúcar, parâmetro “E”, contribuiu negativamente, ou seja, está diminuindo o grau de excelência da bebida.

Podemos ainda definir o nível mais importante para o sabor de cada parâmetro:

Parâmetros/níveis	A	B	C	D	E
Nível I	11,12	13,13	11,41	12,71	12,99
Nível II	13,72	11,71	13,43	12,13	11,85

Tabela 8 - Contribuição de cada nível

Fonte: Dados colhidos mediante pesquisa do autor.

Sabendo a contribuição de cada parâmetro e de cada nível, dentre os experimentos podemos analisar qual combinação de sabor tem um maior impacto positivo no palato dos clientes, ou seja, aquela combinação que está próxima do valor bom (5). O experimento 6 é o que mais se adequa a exigência, abaixo podemos ver a sua combinação que ficou com 4,43 unidades positivas, ou seja, 88,6% do valor julgado bom (5). A pior combinação foi a do experimento 2 com uma contribuição de 2,56 unidades positivas, ou seja, ficou abaixo da condição regular (3) e com uma porcentagem em relação ao valor considerado bom (5) de 51,2%.

Parâmetro	Descrição
A - Nível 2	125 ml de suco de laranja
B - Nível 1	40 g de abacaxi
C - Nível 2	120 g de maçã
D - Nível 1	40 ml de água
E - Nível 1	20 g de açúcar

Tabela 9 - Melhor combinação de parâmetros

Fonte: Dados colhidos mediante pesquisa do autor.

Podemos analisar a resposta e comparar com o gráfico da contribuição dos parâmetros para as médias:

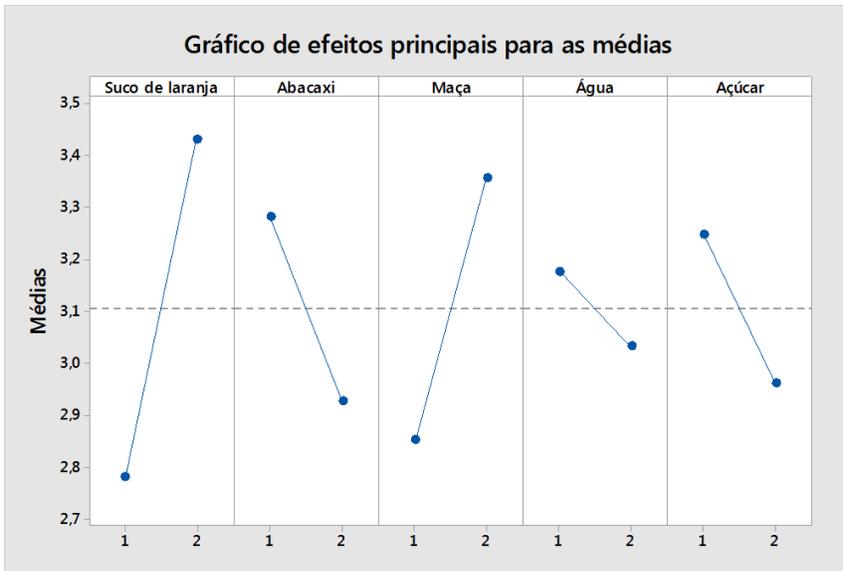


Figura 1 - Efeito dos parâmetros nas médias.

Fonte: Dados colhidos mediante pesquisa do autor.

Efeitos principais dos parâmetros para a relação sinal ruído, segundo Phadke (1989):

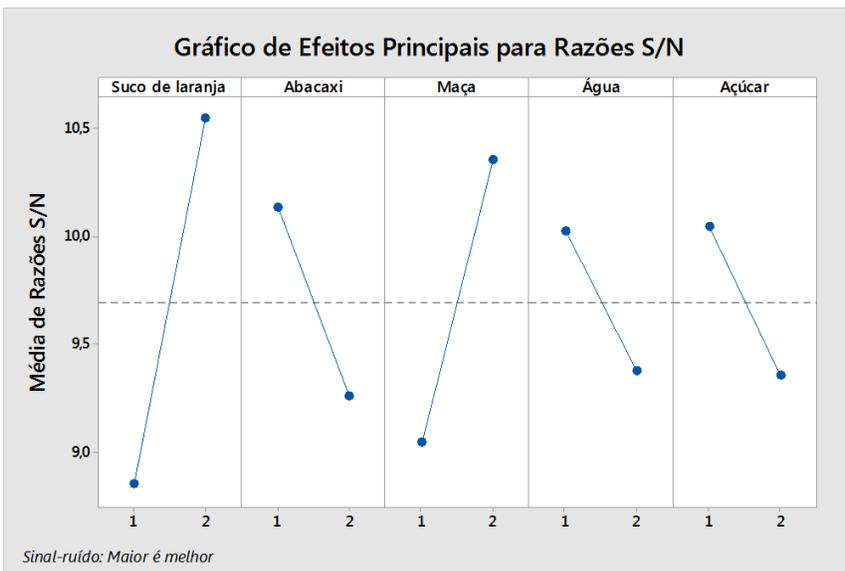


Figura 2 - Efeitos principais dos parâmetros em relação ao S/N

Fonte: Dados colhidos mediante pesquisa do autor.

5 | CONCLUSÕES

O método de Taguchi é uma ferramenta muito eficiente e prática para a otimização de produtos. O processo experimental fatorial com a matriz ortogonal permite analisar por meio de ensaios o comportamento e a resposta do produto a condições impostas pelo projetista.

Neste trabalho podemos perceber que esta análise pode ser realizada por grandes empresas como multinacionais, por exemplo, pois além de aumentar a qualidade do produto se aproxima do cliente e de seus gostos, com isto, também se torna uma análise de mercado, tendo em vista que quanto maior a aceitação da sua bebida pelo palato dos clientes, mais vendas você terá e conseqüentemente mais lucro.

O processo maximiza a produtividade pois busca eliminar ou atenuar os ruídos que causam a variabilidade e a falta de padrão dos produtos em sua fase final. A padronização de um serviço ou produto demonstra a perícia naquilo que está sendo trabalhado por parte da empresa, contribuindo para uma melhor experiência do cliente e alavancando o nome da organização no mercado de trabalho, evidenciando a qualidade nos serviços prestados.

REFERÊNCIAS

HUANG, Mei-Ling; HUNG, Yung-Hsiang; YANG, Zih-Sian. **Validation of a method using Taguchi, response surface, neural network, and genetic algorithm**. Measurement, v. 94, p. 284-294, 2016.

LIMA, V. B. S.; BALESTRASSI, P. P.; PAIVA, A. P. **Otimização do desempenho de amplificadores de radiofrequência banda larga: uma abordagem experimental**, Produção, v. 21, n. 1, p. 118-131, jan/mar, 2011.

MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**, 5. ed. New York: John Wiley and Sons, 2004.

ROSA, J. L.; ROBIN, A.; SILVA, M. B.; BALDAN, C. A.; PERES, M. P. **Electrodeposition of copper on titanium wires: Taguchi experimental design approach**, Journal of Materials Processing Technology, v.209, p. 1181-1188, 2009.

ROSS, P.; (1995). **Taguchi technique for quality engineering: loss function, orthogonal experiments, parameters and tolerance design**. 2ed. New York: McGraw-Hill.

SILVA, H. A.; SILVA, M. B. **Aplicação de um projeto de experimentos (DOE) na soldagem de tubos de zircaloy-4**; Produção & Engenharia, v. 1, n. 1, p. 41-52, set./dez. 2008.

SOUZA, H. J. C.; MOYSES, C. B.; PONTES, F. J.; DUARTE, R. N.; SILVA, C. E. S.; ALBERTO, F. L.; FERREIRA, U. R.; SILVA, M. B. Optimization Molecular assay optimized by Taguchi experimental design method for venous thromboembolism investigation, **Molecular and Cellular Probes**, v.25, p. 231-237, 2011.

TAGUCHI, G.; ELSAYED, E. A.; HSIANG, T. C. **Engenharia da qualidade em sistemas de produção**. São Paulo: Mc Graw – Hill, 1990. 235p

PHADKE, M. S. **Quality engineering using robust design**. USA: Prentice-Hall, 1989.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidente 96, 126

Acústica 1, 2, 3, 11, 18, 25

Agrominerais 73

Água 34, 35, 40, 48, 68, 91, 98, 99, 100, 101, 102, 154, 157, 158

Aplicativo 4, 5, 7, 20, 161, 162, 163, 164

Avaliação de curso 165, 166

B

Biogás 80, 81, 82, 83, 86

C

Caminhão fora de estrada 126, 128, 134

Caracterização geomecânica 44, 45, 46, 59, 69

Carvão 44, 45, 46, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Ciclismo 161, 163, 164

Cintilador 137

Conforto ambiental 1

Controle 5, 6, 18, 25, 32, 37, 40, 96, 111, 112, 113, 114, 115, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 148, 149, 150, 165

Crescimento de cristal 137

D

Desacoplamento 111, 112, 114, 115, 119, 120, 121, 124

E

Educação 36, 88, 90, 97, 98, 111, 161, 165, 166, 175, 176, 177

Egresso 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176

Engenharia civil 45, 88, 89, 92, 94, 95, 96, 174

Engenharia de áudio 1

Ensaios de laboratório 44, 51, 66, 69

Estúdio 1, 28

G

Gerenciamento de fadiga 126, 128, 129, 134

I

Interligação 161, 162

M

Matriz ortogonal 148, 150, 152, 154, 160

Mercado de trabalho 160, 165, 167, 168, 169, 170, 175

Mineração 33, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 70, 73, 75, 79, 126

O

Otimização 35, 37, 40, 69, 112, 148, 151, 160

P

Pedreiras 73, 74, 79

Pó de rocha 73, 74, 75, 76

Produtividade 33, 34, 36, 38, 39, 40, 127, 148, 149, 150, 160

Q

Qualidade 11, 13, 21, 33, 34, 37, 41, 42, 46, 50, 51, 68, 69, 98, 99, 100, 112, 148, 150, 157, 160, 165, 166, 167, 168, 169, 173, 176, 177

R

Radiação de nêutrons 137

Radiação gama 104, 137

Reator 111, 112, 114, 115, 121, 124

Recursos hídricos 98, 99, 102

S

Sala de audição 1

Simulação 1, 3, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 24, 31, 35, 40, 41, 111, 112, 114, 115, 116

Sonolência 39, 126, 127, 128, 129, 131, 134, 135

T

Taguchi 148, 149, 150, 151, 152, 160

Engenharias:

da genialidade à profissão e
seu desenvolvimento

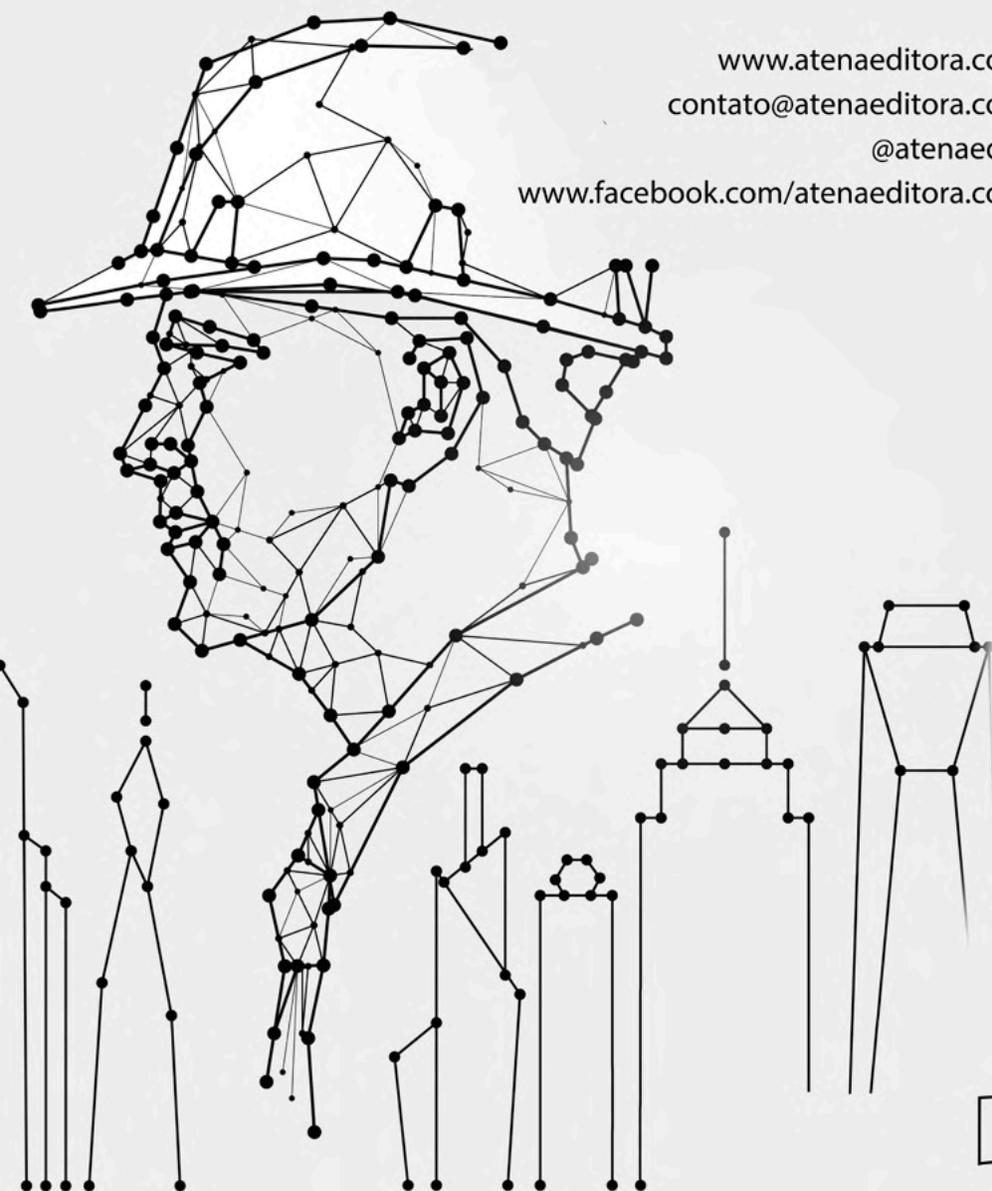
2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



Atena
Editora

Ano 2021

Engenharias:

da genialidade à profissão e
seu desenvolvimento

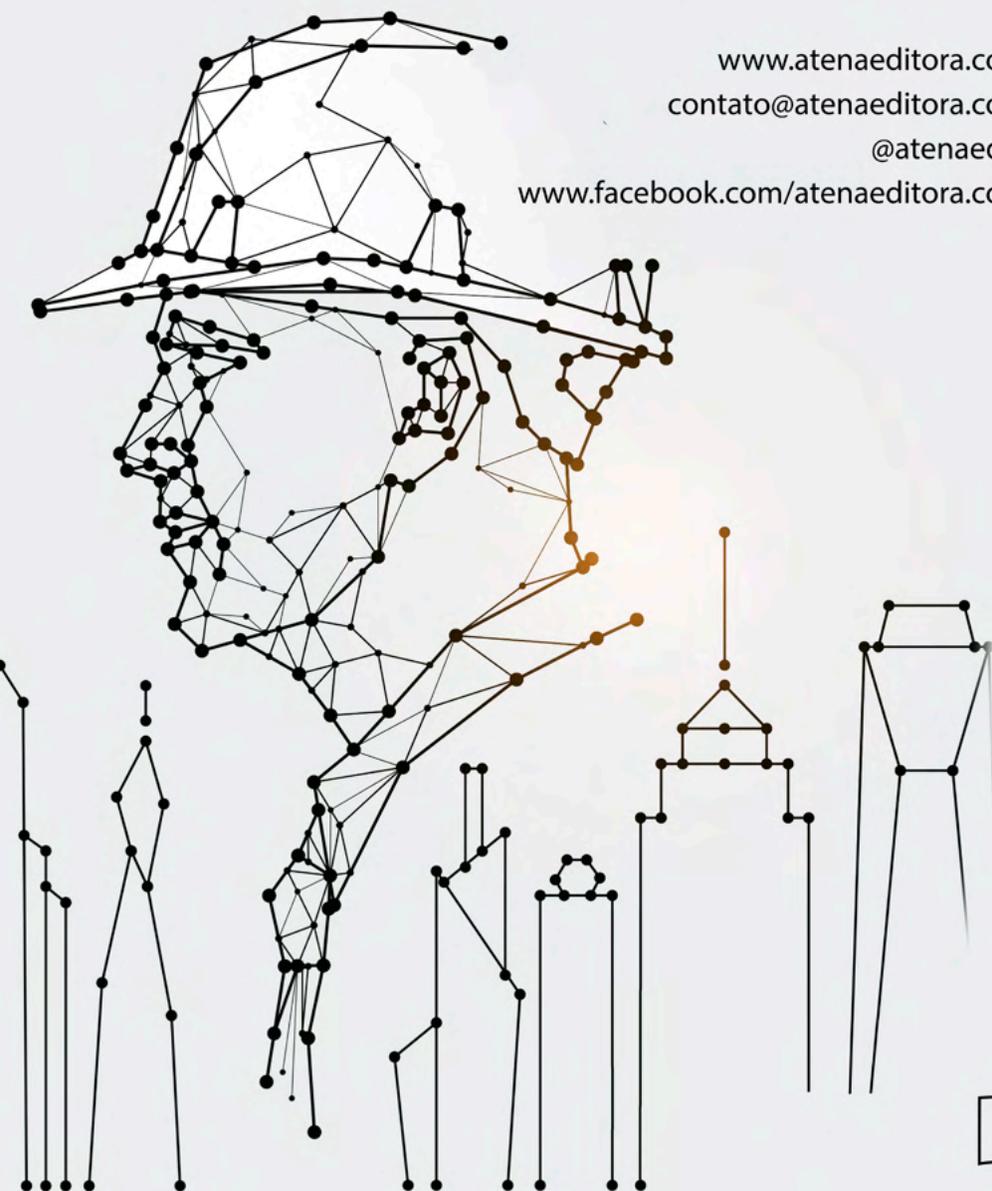
2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



Atena
Editora

Ano 2021