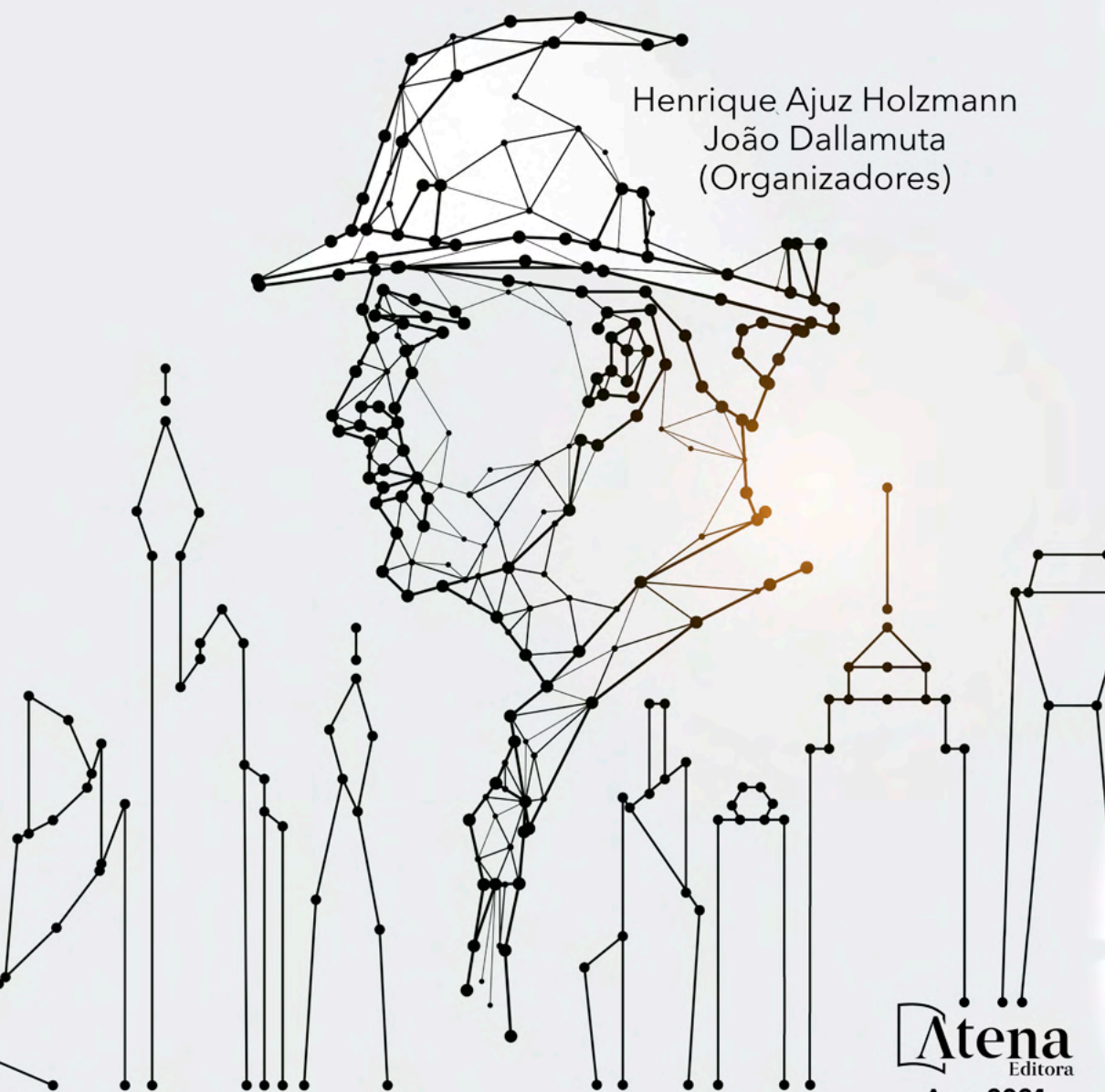


Engenharias:

da genialidade à profissão e
seu desenvolvimento

2

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)



Atena
Editora

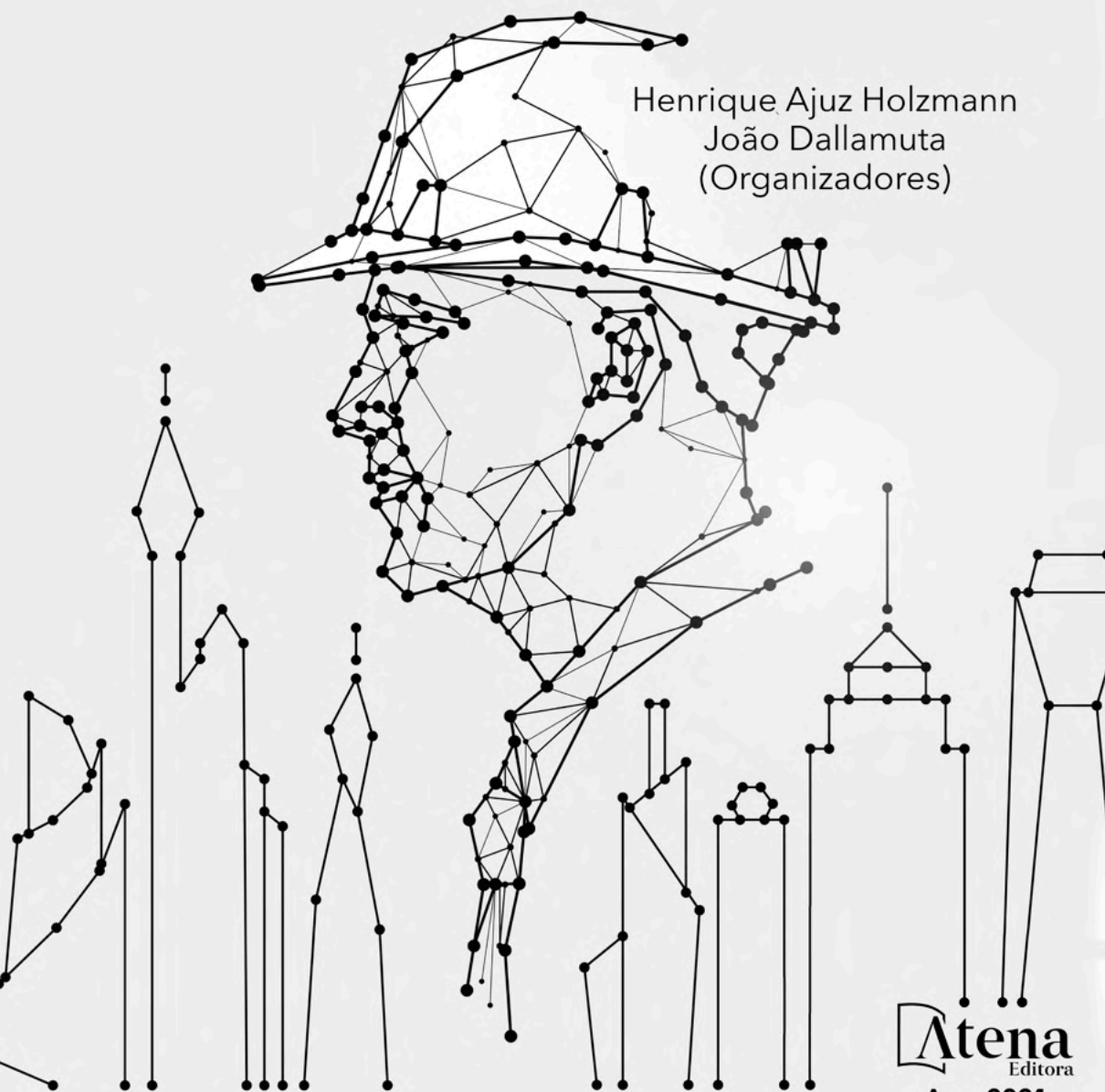
Ano 2021

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 Cremona
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 Pb ²⁺ 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

CAPÍTULO 2

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

Data de aceite: 01/11/2021

Rafaela Baldi

Karina Livia Ribeiro Vieira

Mariana Ivo Machado Fernandes

RESUMO: O desenvolvimento tecnológico tem progredido exponencialmente, dando origem a avanços como a inteligência artificial, robótica, impressoras 3D, nano e biotecnologias, fintechs, drones, e uma boa perspectiva futura para telefonia 5G e carros autônomos. Tais tecnologias viabilizam uma nova Revolução Industrial, que já está em andamento, ainda tímida e pouco utilizada pelas empresas do Brasil. Fato é que a Indústria 4.0 desponta como um caminho natural no ganho expressivo, não só de produtividade, como também de competitividade, por intermédio da integração das tecnologias. Por meio desta, observa-se uma maior produção utilizando menos recursos, além da capacidade das empresas em fornecer produtos/serviços de alta qualidade, baixo preço, com menor tempo de entrega e ainda com uma boa rentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria 4.0, revolução industrial, mineração.

HOW THE EXPRESSIONS DIGITAL TWINS, CYBER-PHYSICAL SYSTEMS, INTERNET OF THINGS AND CLOUD COMPUTING ARE INSERTED IN THIS INDUSTRIAL REVOLUTION?

ABSTRACT: Technological development has progressed exponentially, giving rise to advances

such as artificial intelligence, robotics, 3D printers, nano and biotechnologies, fintechs, drones, and a good future perspective for 5G telephony and autonomous cars. Such technologies enable a new Industrial Revolution, which is already underway, still timid and little used by companies in Brazil. The fact is that Industry 4.0 emerges as a natural path towards expressive gains, not only in productivity, but also in competitiveness, through the integration of technologies. Through this, there is a greater production using fewer resources, in addition to the ability of companies to provide products/services of high quality, low price, with shorter delivery time and still with good profitability.

KEYWORDS: Industry 4.0, Industrial Revolution, mining.

Mas, afinal, o que vem a ser a Indústria 4.0?

Como as expressões Gêmeos Digitais, Sistemas Ciberfísicos, Internet das Coisas e Computação em Nuvem são inseridas nessa Revolução Industrial?

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico tem progredido exponencialmente, dando origem a avanços como a inteligência artificial, robótica, impressoras 3D, nano e biotecnologias, fintechs, drones, e uma boa perspectiva futura para telefonia 5G e carros autônomos. Tais tecnologias viabilizam uma nova Revolução

Industrial, que já está em andamento, ainda tímida e pouco utilizada pelas empresas do Brasil. Fato é que a Indústria 4.0 desponta como um caminho natural no ganho expressivo, não só de produtividade, como também de competitividade, por intermédio da integração das tecnologias. Por meio desta, observa-se uma maior produção utilizando menos recursos, além da capacidade das empresas em fornecer produtos/serviços de alta qualidade, baixo preço, com menor tempo de entrega e ainda com uma boa rentabilidade.

A cada revolução industrial houve uma transformação radical no modelo produtivo, especialmente se tratando de máquinas cada vez mais protagonistas em relação ao trabalho humano. A Primeira Revolução foi caracterizada pela mecanização da produção através do uso de água e energia a vapor. Na Segunda Revolução, introduziu-se a produção em massa com a utilização da energia elétrica. Logo em seguida, a Terceira Revolução, também conhecida como Revolução Digital, consolidou o uso de aparelhos e dispositivos eletrônicos em uma maior automação da produção, principalmente com as tecnologias de inovação. Na indústria 4.0 tem-se a utilização de sistemas inteligentes, rápidos e precisos, com um elevado grau de automação e competência na tomada de decisões autônomas.

Esta revolução considera a visão e execução de “fábricas inteligentes”, com estruturas modulares e sistemas ciberfísicos (CPS), com a união entre os mundos físico e virtual, conforme apresentado na Figura 1. Por meio da tecnologia de gêmeos digitais é criada uma representação virtual desse mundo físico com o auxílio da internet das coisas e seus dispositivos inteligentes, que comunicam e cooperam entre si, inclusive com humanos, em tempo real. Os serviços internos e intraorganizacionais são oferecidos e utilizados pelos participantes da cadeia de valor através da computação em nuvem.

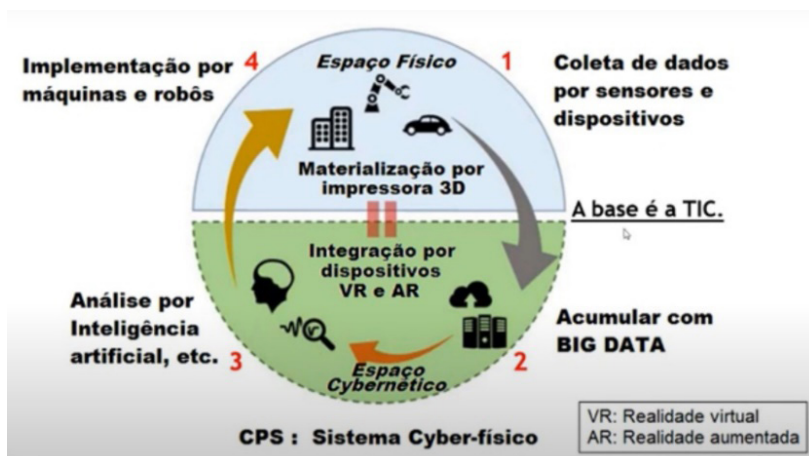


Figura 1 – Constituição do sistema ciberfísico⁽¹⁾

O fato de que o modelo digital é constantemente atualizado com informações da parte física, faz com que o digital seja um modelo mais fiel do que está, de fato, acontecendo

no físico. Além disso, consegue armazenar todo o histórico de dados e prover otimização e predição para ele.

Anteriormente, a escolha dos locais de instalação das indústrias era baseada em facilidade de escoamento de produção, disponibilidade de mão-de-obra e recursos e, ainda, disponibilidade do fornecimento de água e energia. Atualmente, mais um item torna-se imprescindível: conectividade à internet.

O termo “*Indústria 4.0*” é originário de um projeto de alta tecnologia para informatização da manufatura do governo alemão, utilizado pela primeira vez na Hannover Messe, uma das maiores feiras de Inovação do mundo. O conjunto de recomendações para implantação desta nova revolução foi apresentado em outubro de 2012 e, em abril de 2013, nesta mesma feira, apresentou-se o relatório final do grupo de trabalho dedicado a este tema. De acordo com este documento, os princípios desta revolução se baseiam em:

- **Interoperabilidade:** a habilidade dos sistemas ciberfísicos (tal como suporte de peças, estações de montagem e produtos), dos humanos e das fábricas inteligentes de se conectarem e se comunicarem entre si através da internet e da computação em nuvem;
- **Virtualização:** uma cópia virtual das fábricas inteligentes é criada por sensores de dados interconectados, que monitoram processos físicos, com modelos de plantas virtuais e modelos de simulação;
- **Descentralização:** a habilidade dos sistemas ciberfísicos das fábricas inteligentes de tomarem decisões sem intervenção humana;
- **Acompanhamentos e Decisões em Tempo Real:** a capacidade de coletar e analisar dados e entregar conhecimento derivado dessas análises imediatamente;
- **Orientação a Serviço:** oferta dos serviços dos sistemas ciberfísicos, humanos ou das indústrias inteligentes através da computação em nuvem;
- **Modularidade:** adaptação flexível das fábricas inteligentes para requisitos mutáveis através da reposição ou expansão de módulos individuais; e
- **Transparência da informação:** transparência de dados e informações para tomada de decisão, identificando o problema e áreas carentes de desenvolvimento, investimento ou tecnologia.

Bloemet et al⁽²⁾ citam três razões para implantação da Indústria 4.0 em uma empresa. A primeira é a comunicação machine-to-machine (M2M) onde, como no próprio nome diz, a comunicação é feita entre máquinas sem a necessidade de intervenção humana. Essa condição gera importantes contribuições no aumento da eficiência e segurança, além de permitir a conversão dos dados sem informações significativas, ou seja, os dados não apresentam influência humana e a capacidade de erro diminui, aumentando a eficácia na seguridade das informações.

A segunda razão comentada pelos autores é a possibilidade de realização de manutenção preditiva de máquinas e aparelhos, com base nos dados que eles enviam ao sistema. Com o uso excessivo, o equipamento pode ser danificado antes do tempo previsto e, por meio dos dados recebidos das atividades já executadas, a programação da manutenção pode ser feita de forma mais assertiva. A mudança da cultura de manutenção corretiva para preditiva evita ociosidade do equipamento, provocada por manutenções não planejadas, e permite que seja alcançado o pico de produtividade.

Por fim, a última razão vai além de maximizar a eficiência operacional, pois tem como objetivouma maior interação com o cliente (engagement), já que é possívelcompartilhar informações de uso do produto vendido, por exemplo, de forma a criar novos valor e forma de prestar serviços.

2 | BRASIL NA INDÚSTRIA 4.0

Apesar da economia do Brasil representar cerca de 1/3 do PIB da América Latina, sendo uma das 10 maiores economias do mundo, este participa somente de 1,2% do comércio internacional. A participação da indústria de transformação no PIB, que já havia atingido mais de 20% em meados da década de 80, reduziu para 11% em 2016, fruto de mudança na estrutura produtiva do país.

Além disso, o Brasil ocupa o 69º lugar no Ranking do Índice Global da Inovação, com 33,1 pontos, onde são avaliados quesitos de crescimento de produtividade, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, educação, exportação de produtos de alta tecnologia, dentre outros. Em primeiro lugar, tem-se a Suíça (67,7 pontos), seguida de Suécia (63,8), Países Baixos (63,3), EUA (61,4) e Reino Unido (60,8)⁽³⁾.

O relatório *Readiness for the Future of Production Report 2018*⁽⁴⁾ mostra o Brasil na 41ª posição em termos da estrutura de produção e na 47ª posição em relação aos vetores de produção da indústria.

Com base nestes dados, conclui-se que a integração das tecnologias físicas e digitais, em todas as fases de desenvolvimento de um produto, ainda é pouco utilizado pelas empresas. O Brasil tem muitos campos de excelência, seja no agronegócio ou até mesmo em determinados ramos da indústria, mas ainda tem práticas pouco assertivas e voltadas ao tema da Indústria 4.0. Em média, cerca de 43% das empresas brasileiras não identificam quais tecnologias tem potencial para alavancar a competitividade do setor industrial sendo que, nas pequenas empresas, esse percentual sobe para 57% e, nas grandes, recua para 32%⁽⁵⁾.

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), que publica pesquisas nacionais sobre adoção de tecnologias digitais relacionadas à era da manufatura avançada, a indústria brasileira ainda está se familiarizando com a digitalização e com os impactos sobre a competitividade. Acredita-se que o Brasil esteja pouco preparado para a adoção em

larga escala da Indústria 4.0, tendo em vista aspectos estruturais, educacionais e culturais.

Reconhecendo a importância do tema, o Governo Federal lançou através do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e da Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a Agenda Brasil para a Indústria 4.0, a qual possui um conjunto de iniciativas que visam promover o desenvolvimento deste tipo de Indústria no país. Segundo levantamento da ABDI, a estimativa anual de redução de custos industriais no Brasil, a partir da migração da indústria para o conceito 4.0, será de, no mínimo, R\$ 73 bilhões/ano. As etapas para implantação da indústria 4.0 irá depender do grau de maturidade de cada empresa e, no geral, pode-se listar como um seqüenciamento viável para a indústria brasileira, a implantação das medidas a seguir.

Parte A – Conhecimento – compreensão do conceito e avaliação

I. Difusão do conteúdo, com conhecimento do que vem a ser a indústria 4.0, apoiada nos pilares da tecnologia, brasilidade e indústria.

II. Auto avaliação, para que seja identificada a maturidade da indústria em relação a jornada para implantação desta revolução. Geralmente, os steps de maturidade podem ser subdivididos em:

- a. Step 01 – Processos manuais, ausência de sistemas;
- b. Step 02 – Controle por código de barras, necessita de otimização de layout;
- c. Step 03 – Adoção de CAD, desenhada e parametrizada; e
- d. Step 04 – Sistemas integram simulações, visualização 3D da fábrica.

III. Infraestrutura de banda larga para a indústria: redes de comunicação confiáveis, abrangentes e de alta qualidade.

Parte B – Protótipo – quem são os parceiros tecnológicos e de negócios

I. HUB 4.0 – plataforma de serviços para geração de valor, totalmente integrada a plataforma de auto avaliação, permitindo conexão aos provedores de tecnologia para digitalização e modernização dos processos. Parte do princípio de que as empresas, através de um levantamento de demanda, acionam consultores especializados que determinam uma agenda de implantação tecnológica, baseada em soluções aplicadas.

II. Brasil mais produtivo (B+P), para diminuir o distanciamento tecnológico entre as grandes empresas com as micro e pequenas, ampliando o número de empresas que utilizam a digitalização industrial.

III. Test beds, com a formatação de fábricas do futuro, em que é possível prototipar processos de implantação e experimentar as tecnologias, reduzindo as incertezas e os riscos.

IV. Conexão Startup-Indústria 4.0, com a massificação da conexão com foco nas necessidades da indústria nacional e utilização de propostas disruptivas e novos

modelos de negócio. O cadastro de startups pode ser feito através de workshops e imersões nas indústrias.

V. Mining Hub, onde mineradoras apoiam o desenvolvimento de soluções que inovem o setor no Brasil, principalmente tratando-se de eficiência operacional, fontes alternativas de energia, gestão hídrica, gestão de rejeitos e resíduos, segurança e desenvolvimento social.

Parte C – Requisito – definição do time e regras

I. Talentos, com mapeamento de competências, entendimento das demandas de mercado, requalificação de trabalhadores e preparação das novas gerações.

II. Segurança, com a implantação de arquiteturas de segurança integradas e identificadores únicos, juntamente com os aprimoramentos relevantes para treinamento e conteúdo de desenvolvimento profissional contínuo.

III. Realização de estudos, para identificação de pontos estratégicos onde a tecnologia da Indústria 4.0 pode se iniciar na empresa.

IV. Regras do jogo, com reformas legais e infra-legais para promoção da aceleração da jornada da indústria brasileira. Como exemplo, pode-se citar regulamentações de robôs colaborativos (COBOT), privacidade e proteção de dados e polos industriais.

Parte D – Incentivos – para elevação da eficiência, produtividade e competitividade

I. Financiabilidade, através de parcerias com bancos públicos e privados, para garantia de um leque acessível a diferentes empresas e necessidades.

Parte E – Alianças estratégicas – competição igualitária com mercados externos

II. Conexão global, com propostas de zeroing (zeragem) das alíquotas de importação de bens e insumos estratégicos e redução do imposto de importação para novas tecnologias. Vale também ressaltar a importância de cooperações e projetos bilaterais com demais países.

Dentre 23 setores industriais do país, 14 estão em situação mais vulnerável, tais como setores de impressão e reprodução, farmoquímicos e farmacêuticos, químicos, minerais não-metálicos, couro e calçados, vestuário e acessórios, têxteis, máquinas e aparelhos elétricos, outros equipamentos de transporte, produtos de metal, máquinas e equipamentos, móveis, artigos de borracha e plástico, e produtos diversos. Em geral, estes segmentos apresentam produtividade inferior à média nacional e baixa inserção no comércio exterior, o que irá exigir um maior esforço para a implantação da Indústria 4.0.

A indústria extrativa (mineração - metálicos e rochas), metalurgia, companhias produtoras de energia elétrica, alimentícias, fumo, bebidas, celulose e papel, madeira e petrolífero, são exemplos de setores industriais com maior potencial para serem os líderes

na adoção de tecnologias, com maior proporção relativa de produtividade e altas taxas de exportação.

3 | MINERAÇÃO BRASILEIRA E A INDÚSTRIA 4.0

Apesar da tendência de que a indústria extrativa tenha maior capacidade para a implantação da Indústria 4.0, e necessitam migrar para se manterem competitivos, tem-se que a mineração ainda está nos primeiros passos dos processos de modernização. Um dos principais motivos é o perfil conservador da indústria, onde também percebe-se a pequena integração entre os elos da cadeia produtiva. Segundo Moilanen⁽⁶⁾, este cenário é denominado de “Síndrome da Tecnologia Comprovada”, onde as empresas querem se beneficiar das tecnologias mas, pelo fato de que ainda são recentes e sem provas concretas de sua eficácia em um horizonte temporal maior, causam insegurança. Assim, os empreendedores ficam receosos em testá-las e preferem utilizar métodos tradicionais, uma vez que a maior parte dos riscos já são conhecidos ou foram experimentados e vivenciados.

Entretanto, estas novas tecnologias trazem inúmeras oportunidades para agregar valor aos produtos oferecidos aos clientes. A automação dos processos otimiza as operações de mineração e as mineradoras estão começando a perceber que inovação é uma solução estrutural de longo prazo ⁽⁷⁾. Na Tabela 1, tem-se alguns exemplos de como as tecnologias podem ser aplicadas na indústria da mineração, com algumas vantagens elencadas.

USO NA MINERAÇÃO	VANTAGENS
Sistemas de Transportes Autônomos, como automação de trens e caminhões ⁽⁸⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Segurança dos veículos e dos funcionários - Maior tempo de vida útil do equipamento - Maior eficiência produtiva - Maior velocidade média de transporte e, conseqüentemente, menor tempo médio de entrega
Sistema que detecta a sonolência e emite sons visuais e sonoros ao funcionário e à central de monitoramento ⁽⁹⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Evita acidentes - Maior segurança e bem-estar dos funcionários
Algoritmos traçam tendências e identificam quais projetos em P&D são as melhores oportunidades de investimento, principalmente relacionadas a sustentabilidade e energia ⁽¹⁰⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Detecção de focos de investimento que causem maior impacto positivo
Detecção de corpos de minério em áreas novas/remotas, mesmo sem acesso a dados geológicos pré-existent ⁽¹¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Redução no tempo gasto em pesquisas preliminares - Melhor capacidade de planejamento da lavra
Geometalurgia automatizada ⁽¹²⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoramento do processo de beneficiamento do minério para verificação se está operando conforme planejado

USO NA MINERAÇÃO	VANTAGENS
Separação de material de forma automatizada como, por exemplo, sistemas que usam jato de ar comprimido ao invés de água ^{(13),(14)}	<ul style="list-style-type: none"> - Menor quantidade de finos transportados para as barragens de rejeitos - Mais sustentável, em termos ambientais - Melhor eficiência energética (redução do consumo hídrico) - Mina teve uma taxa de recuperação global 20% maior do que o período em que não usava
Carregadeiras e Caminhões Articulados (LoadAssist e HaulAssist) ⁽¹⁵⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da variância da quantidade de material a ser transportado - Auxílio na gestão da produção e da frota de transporte - Otimização da produção - Redução do desgaste dos caminhões
Construção de banco de dados robusto e confiável para identificação de possíveis melhorias e controle da operação ⁽¹⁰⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de melhores práticas das unidades e replicação em outras unidades - Ganho de eficiência - Maior produtividade
Avaliação do potencial de jazidas por meio da comparação com o desempenho de áreas e depósitos mineiras similares, além de informações geoquímicas, geológicas e atividades sísmicas ⁽¹⁰⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Predição do tempo de vida útil da jazida - Recomendação das frentes de exploração
Gêmeo digital interativo da mina que mostra o estado atual e o planejamento futuro do sítio ⁽¹⁶⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Auxilia na tomada de decisões sobre o futuro da exploração
Sistema que detecta mineralizações para localização de novos empreendimentos viáveis ⁽¹⁷⁾	
Sistema de monitoramento das paredes de minas a céu aberto ⁽¹⁸⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Dados do monitoramento são utilizados para tomar decisões sobre evacuação de pessoas e equipamentos - Melhora a segurança da mina

Tabela 1 – Exemplos de aplicação tecnológica na mineração

Com base nestes exemplos de algumas aplicações já implantadas é possível vislumbrar a redução do impacto e dano ambiental nas atividade minerárias, tais como retirada de menos material, geração de menos resíduos e redução com custos de combustível e de manutenção de veículos. Ainda, maior segurança dos trabalhadores, aprimoramento da eficiência da produção, principalmente no que tange a melhoria da previsibilidade do produto, além da melhora na capacidade de planejamento da lavra⁽¹⁹⁾.

A redução de tempos ociosos não previstos na produção também deve ser considerada, uma vez que a simulação virtual permite que sejam verificados gargalos e falhas de implantação e operação. A produção deve ser planejada para que sejam mantidos, ou reduzidos, os custos e as tecnologias sejam especializadas.

Vale ressaltar que, sem o enfoque adequado, podem ser desperdiçados grandes

investimentos para poucos resultados. Um ponto imprescindível é que a estratégia de digitalização da mina deve apresentar objetivo definido para a organização como um todo, ao invés de inovar em pontos desconectados entre si. O passo inicial é melhorar a capacidade de transformar dados em insumos importantes para resolver a gama de problemas enfrentados pelo setor, principalmente em relação à integração dos sistemas operacionais⁽²⁰⁾.

Acredita-se que com a evolução e o barateamento das tecnologias necessárias para colocar o programa Indústria 4.0 em prática, haverá a transição de um maior número de indústrias do nível de automação atual para a utilização de sistemas ciberfísicos. Entretanto, é importante atentar-se que, para os setores em que o Brasil, hoje, se encontra em situação relativamente confortável em função das suas vantagens comparativas, o avanço tecnológico em outros países poderá provocar grandes pressões competitivas no futuro.

4 | ACELERAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL

A pandemia do coronavírus gerou impactos profundos na economia mundial e no comportamento das pessoas. Apesar das grandes perdas, a crise forçou uma aceleração tecnológica em todo o mundo e as tendências de implantação da indústria 4.0 no Brasil indicam certo progresso. A necessidade de que profissionais continuassem suas atividades em regime home-office evidenciou, claramente, como processos precisam ser compartilhados, integrados e descentralizados. Conectar-se é mais do que fundamental.

No que diz respeito ao consumo, a simulação de cenários para planejamento de demanda produtiva foi bastante utilizada. Porém, ocorreu de forma limitada, uma vez que as empresas não conseguiram prever o volume de saída de muitos itens, gerando carências no público consumidor. No Brasil a pandemia não apresentou grandes cadeias de desabastecimento mas, ainda, uma grande redução produtiva, principalmente de micro e pequenas empresas.

Os sistemas tecnológicos, geralmente, se baseiam em dados históricos para que sejam feitas previsões. Ao se deparar com um cenário novo e, no caso desta recente pandemia, nunca visto nesta escala, os cálculos não se consolidaram. Por isso a tendência da indústria em buscar modelos mais inteligentes para fazer simulações, a fim de prever cenários menos previsíveis, deve estar fundamentalmente em crescimento.

Além da pandemia, outra fonte catalisadora da Indústria 4.0 é a rede 5G, já que a ethernet ainda predomina na infraestrutura de muitas indústrias, com um custo elevado. O avanço da Indústria 4.0 ganhará ainda mais força com a disseminação desta nova tecnologia no país, uma vez que trará muitas vantagens operacionais para as fábricas inteligentes. Dentre elas, pode-se citar maiores qualidade e velocidade de comunicação para os dispositivos sem fio ganharão, o que permitirá que os gestores utilizem o máximo

do potencial da Internet das Coisas, automatizando uma infinidade de processos. Apenas para se ter uma ideia, a 5G permite downloads cerca de 82 vezes mais ágeis que o 4G, prometendo uma base sólida para o desenvolvimento das indústrias do futuro.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ressaltar que ainda caminha-se de forma bem conservadora para a implantação da Indústria 4.0 no Brasil. É imprescindível rever as bases desta implantação e adaptar o que já se tem para o que realmente é relevante.

A pandemia do coronavírus acelerou a disseminação da Indústria 4.0 em setores farmacêuticos, vendas, bens de consumo não duráveis, mineração e alimentação, uma vez que estes tiveram que acelerar suas produções e inovar com a ajuda das tecnologias. É certo que, se antes as empresas já não estavam repensando suas estratégias operacionais e adotando as tecnologias da Indústria 4.0, a possibilidade de crise força a busca pela inovação para que se mantenham competitivas e bem-posicionadas no mercado.

Neste contexto o velocidade da comunicação e o diminuição do preço das tecnologias 5G, além do alcance das mesmas em varias regiões do país, descentralizará o auto custo. Esse passo é importante para que a industria consiga alavancar e manter seus produtos competitivos, abrindo um leque de oportunidade, em âmbito global, haja visto que o Brasil é um país vasto territorialmente e com variadas riquezas.

Embora exista esse movimento global de desenvolvimento das fábricas inteligentes e o avanço das comunicações digitais, uma nova tendência já tem sido discutida e apontada como uma possível Indústria 5.0. Com o propósito de abordar a temática de indústrias colaborativas, insere, novamente, o toque humano na produção. Ao contrário das revoluções anteriores que já tinham a parcela humana no sistema produtivo, nesta, há uma redistribuição da criatividade, necessária ao atendimento das exigências de padrões consumidores personalizados. As máquinas são excelentes para fabricação de produtos padronizados mas, sozinha, a tecnologia não consegue abordar essa exclusividade nos produtos. No contexto desta nova possibilidade, os robôs assumem tarefas árduas e perigosas e não se destinam a substituição da força de trabalho. A sustentabilidade, abertura e inclusão são os pilares defendidos por esta proposta, com uma tecnologia centrada na humanidade e auxiliando a qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

1. Reinert JH. Indústria 4.0: CPS - Sistema Cyber Físico. Youtube, 16/09/2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=WnxrN2SzzUw>>. Acesso em: 27/09/2021.
2. Bloem J, van Doorn M, Duivestijn S et al. The fourth industrial revolution: Thingstotightenthe link between IT and OT. SogetiLabs: Issy-les-Moulineaux, 2014.

3. Universidade Cornell, INSEAD e OMPI (2017).
4. Fórum Econômico Mundial - Readiness for the Future of Production – Report 2018
5. Pesquisa Nacional sobre a Adoção de Tecnologias Digitais relacionadas à Era da Manufatura Avançada – Revista PEGN – Setembro de 2016.
6. Moilanen J. Over coming the Syndrome of Proven Technology. 2018. Disponível em: <<https://mexicobusiness.news/mining/news/overcoming-syndrome-proven-technology>>. Acesso em: 13/08/2021.
7. Mexico. Mining Report 2019. 2018.
8. Klein P. The frontier of analytics and artificial intelligence. In: Deloitte. Tracking the trends 2019: The top 10 issues transforming the future of mining. p.10-15. 2018.
9. ABM, Revista. Energia limpa. n.650, v.74. 2018
10. Tiago E. Transformação digital está em curso nas mineradoras. Valor Econômico. 2019. Disponível em: <<https://valor.globo.com/empresas/noticia/2019/09/09/transformacao-digital-esta-em-curso-nas-mineradoras.ghtml>>. Acesso em: 13/08/2021.
11. Deloitte. Tracking the trends 2019: The top 10 issues transforming the future of mining. 2018.
12. Geometalurgia automatizada. Revista Brasil Mineral. Ano XXXV, n.385, p.12-13. Outubro de 2018.
13. A Tecnologia do Ore Sorting. Revista Brasil Mineral. Ano XXXV, n.385, p.16-16. Outubro de 2018.
14. Serra Grande pode ampliar aporte de produção. Revista Brasil Mineral. Ano XXXVI, n.391, p.42-44, jun. 2019.
15. Equipamentos e tecnologias. Revista Brasil Mineral. Ano XXXVI, n.388, p.31-36. Março de 2019.
16. Benton D. The future of the coal industry. Mining Global Magazine. p.30-51. Novembro de 2018.
17. Alves R. A participação brasileira na maior convenção de exploração mineral. RevistaBrasil Mineral. Ano XXXVI, n.388, p.18-20. Março de 2019
18. CSIRO – Common wealth Scientific and Industrial Research Organization. Mining Equipment, Technology and Services: A Roadmap for unlocking future growth opportunities for Australia. Maio de 2017.
19. Neto EDC. Os Impactos da Indústria 4.0 na Mineração. 2019. 78p. Monografia – Universidade Federal de Uberlândia.
20. Deloitte. The digital revolution. Mining starts to reinvent the future. 2017.

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

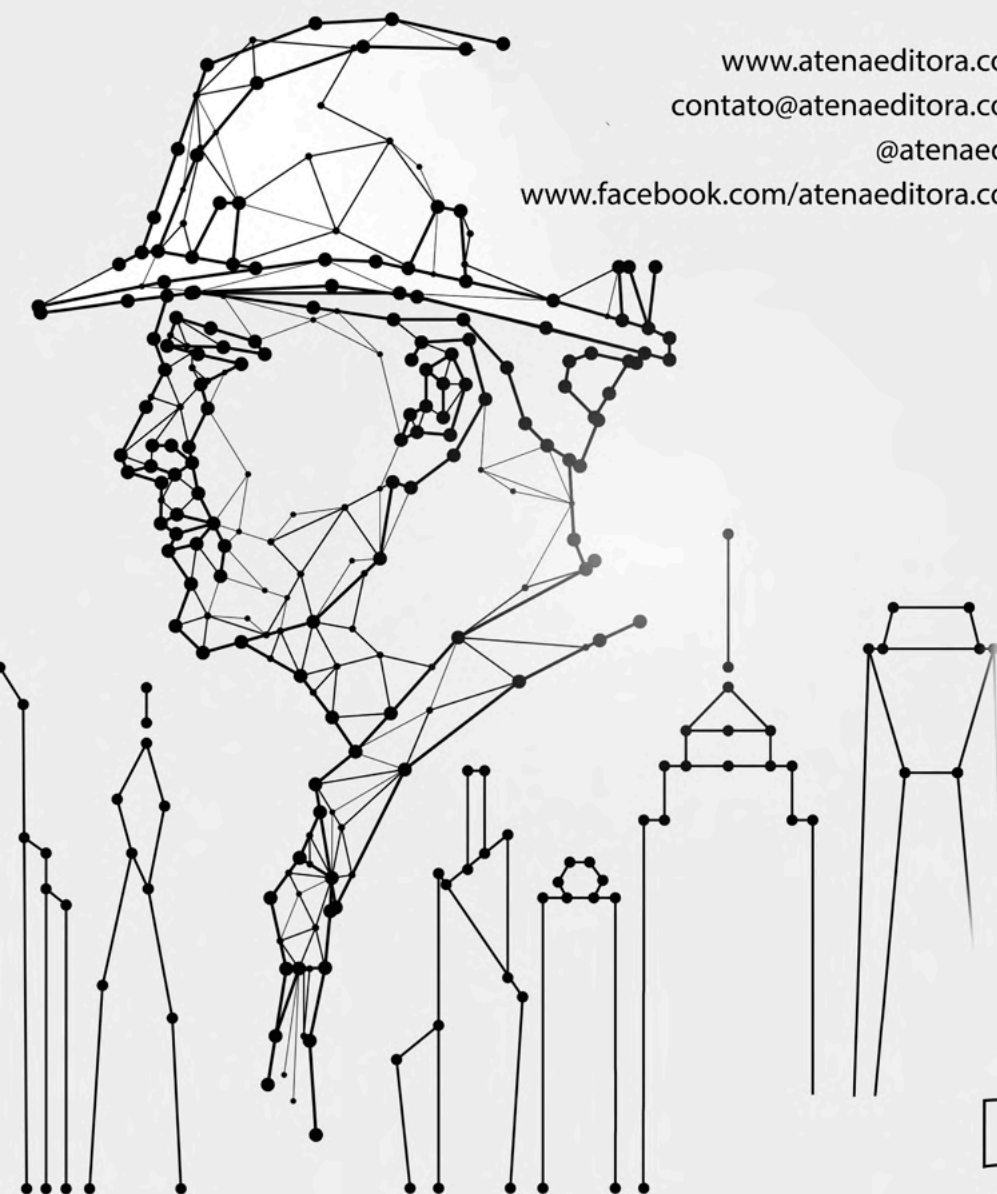
2

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

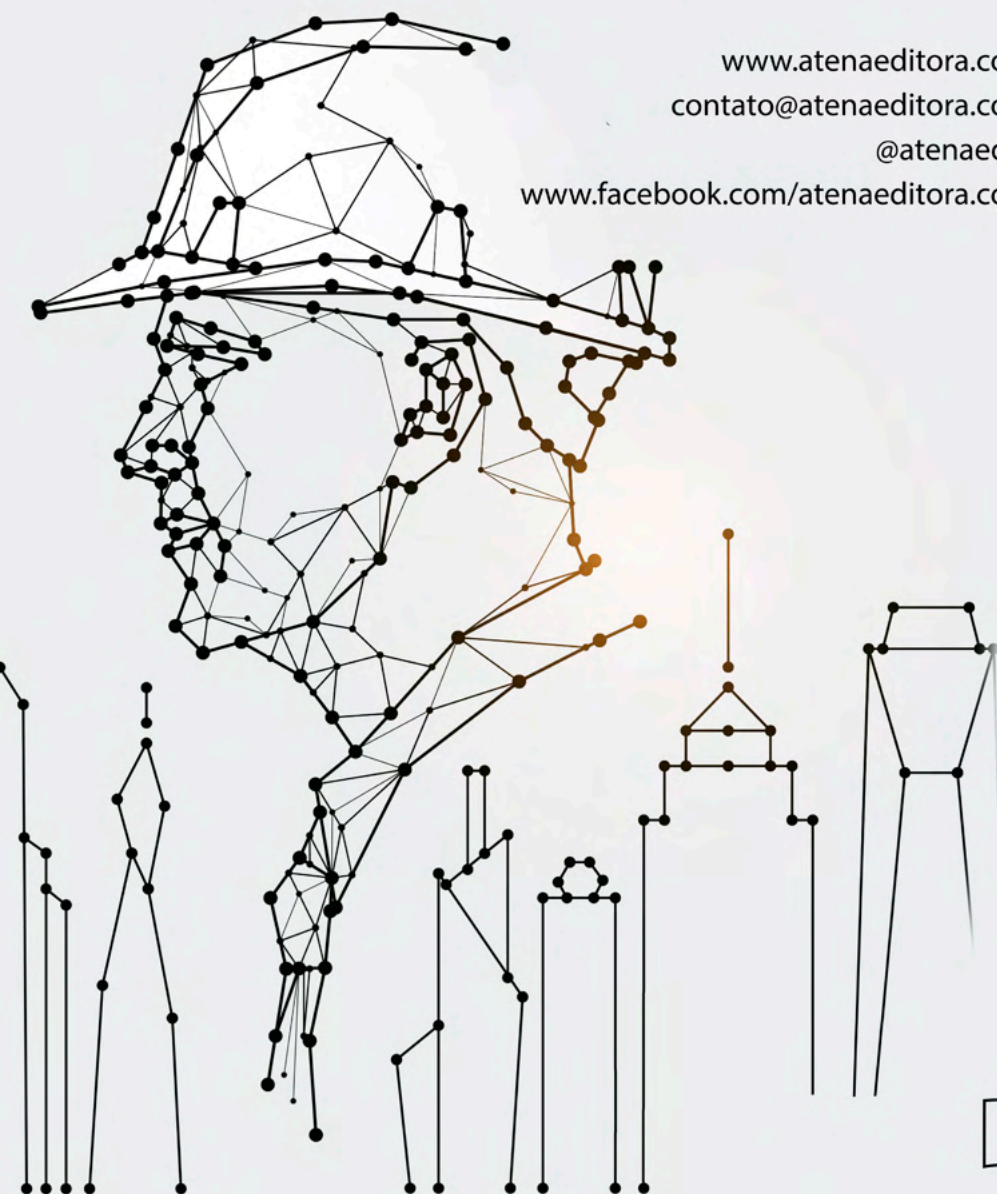
2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



 Atena
Editora

Ano 2021