

O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**



O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**



Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
 Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
 Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Posaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

D451 O desenvolvimento sustentável na engenharia civil [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-66-9

DOI 10.22533/at.ed.669202003

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Engenharia civil. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*O Desenvolvimento Sustentável na Engenharia Civil*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora e apresenta, em seus 5 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância do desenvolvimento sustentável na engenharia civil, pensar no desenvolvimento atual sem esquecer do desenvolvimento das gerações futuras.

O desenvolvimento sustentável incorpora os aspectos de um sistema de consumo em massa no qual a preocupação com a natureza, via de extração da matéria-prima, é máxima, ou seja, significa obter crescimento econômico necessário, garantindo a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social para o presente e gerações futuras.

Portanto, para que ocorra o desenvolvimento sustentável é necessário que haja uma harmonização entre o desenvolvimento econômico, a preservação do meio ambiente, a justiça social (acesso a serviços públicos de qualidade), a qualidade de vida e o uso racional dos recursos da natureza (principalmente a água).

A indústria da construção é uma das atividades humanas que mais consome recursos naturais. O setor da construção civil tem papel fundamental no desenvolvimento do país e, dessa forma, se torna peça chave para o atendimento dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, os empreendimentos sustentáveis só recebem essa denominação se atenderem a seis regras básicas: sustentabilidade do canteiro de obras e da região em torno dele, inclusive com recuperação de todas as áreas que forem afetadas pela construção; eficiência total no consumo de água: reaproveitamento da água utilizada e aproveitamento da água da chuva; garantia da redução do consumo e da eficiência energética do prédio, inclusive com uso de fontes renováveis de energia; reciclagem e tratamento correto dos dejetos e resíduos; trabalhar para manter o mais baixo possível as emissões de poluentes e usar materiais de origem vegetal ou reciclados no acabamento ou infraestrutura; e buscar sempre a melhoria e a adequação dos procedimentos.

Na prática, construir de maneira sustentável significa: reduzir o impacto negativo das obras (barulho, poeira e tarefas repetitivas); integrar fontes de energia renováveis ainda no estágio de desenvolvimento do projeto; usar materiais recicláveis na construção para preservar recursos naturais; melhorar a performance térmica dos edifícios para reduzir os custos com ar-condicionado, calefação e as emissões de CO₂; projetar o tempo de vida das estruturas; reciclar materiais e estruturas após a demolição; conceber projetos habitacionais de baixo custo para melhorar as condições de vida da população de baixa renda.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados ao

desenvolvimento sustentável aplicado à Engenharia Civil. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista a preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO DE TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS DE PESQUISAS PARA ENGENHARIA INDUSTRIAL	
João Victor Cordeiro Saulnier de Pierrelevee Bragança	
DOI 10.22533/at.ed.6692020031	
CAPÍTULO 2	12
ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE EM EDIFÍCIO PÚBLICO	
Carlos Roberto Mangussi Filho	
Priscila Lima de Oliveira	
Carlos Roberto Mangussi	
Luis César de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.6692020032	
CAPÍTULO 3	29
AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE PNEUS EM BLOCOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO	
Elizabeth Yukiko Nakanishi Bavastri	
Gabriela do Prado Sá Brito	
DOI 10.22533/at.ed.6692020033	
CAPÍTULO 4	41
DISPONIBILIZAÇÃO DE RECURSOS E TAREFAS PARA A OTIMIZAÇÃO DO AMBIENTE CLOUD – BASE DE CONHECIMENTO HEURÍSTICA	
João Victor Cordeiro Saulnier de Pierrelevee Bragança	
DOI 10.22533/at.ed.6692020034	
CAPÍTULO 5	49
BLINDAGEM MULTILAMINADA APLICADA A UM REATOR MODULAR DE PEQUENO PORTE HIPOTÉTICO	
Alberto Teixeira Neto	
Cláudio Luiz de Oliveira	
Domingos D'Oliveira Cardoso	
Gabriela Martins Duarte	
João Domingos Talon	
João Vitor Mendes da Silva	
Ronaldo Glicerio Cabral	
Rudnei Karam Morales	
Sergio Gavazza	
Sergio de Oliveira Vellozo	
Thomaz Jacintho Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.6692020035	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	58
ÍNDICE REMISSIVO	59

ESTUDO DE TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS DE PESQUISAS PARA ENGENHARIA INDUSTRIAL

Data de aceite: 18/03/2020

**João Victor Cordeiro Saulnier de
Pierrelevee Bragança**

Graduando do Curso de Engenharia Civil do ISL
Wyden, jvictor8@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0316-3414>

RESUMO: A Engenharia Industrial é um ramo da engenharia que, por sua natureza multidisciplinar, naturalmente, “executado” um papel importante em desenvolvimento e otimização, atuando em diferentes sistemas de macro e micro níveis. Neste contexto, são apresentados resultados na pesquisa para o estudo das perspectivas e tendência do Engenheiro Industrial. Os dados de amostras, coletadas a partir de artigos internacionais de revistas durante aproximadamente 27 anos, foram utilizados para a análise. Os resultados mostraram que o índice de desenvolvimento ou I.D. em muitos países tem uma forte correlação com huno industrial e econômico. No entanto, I.D. pesquisa diversos tópicos/áreas da gestão e da engenharia sendo assim, necessária a readequação das informações para a área estudada. O estudo de I.D. pesquisa com foco no futuro, tendendo sempre, em assuntos

relacionado à Tecnologia da Informação, sendo objeto de pesquisa: sistemas inteligentes de otimização, qualidade, e fornecimento cadeia gestão.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia; Otimização; Industrial.

ABSTRACT: Industrial Engineering is an engineering branch that, due to its multidisciplinary nature, naturally “played” an important role in development and optimization, working in different macro and micro level systems. In this context, results are presented in the research to study the perspectives and trends of the Industrial Engineer. Sample data, collected from international journal articles for approximately 27 years, were used for analysis. The results showed that the development index or I.D. in many countries it has a strong correlation with industrial and economic growth. However, I.D. research several topics / areas of management and engineering and thus, it is necessary to readjust the information to the area studied. The study of I.D. research with a focus on the future, always tending in matters related to Information Technology, being object of research: intelligent systems of optimization, quality, and supply chain management.

KEYWORDS: Technology, Optimization,

Industrial.

INTRODUÇÃO

Engenharia Industrial é uma área da engenharia relativamente nova, que visa adotar uma abordagem sistêmica, na resolução de diferentes problemas relacionados as linhas de produção e serviços. De acordo com a definição do Instituto de Engenheiros Industriais (Institute of Industrial Engineers - IIE): “A Engenharia Industrial foi concebida com o objetivo de realizar melhorias na infraestrutura, sistemas integrados, sistemas de gestão de pessoas, materiais, informações, equipamento e energia. Ela se desenha baseada no conhecimento especializado, sendo, habilidades físico-matemática, ciências sociais junto com os princípios e métodos da Engenharia de Análise e Projeto para especificar e avaliar os resultados a serem obtidos de tal sistemas.”¹

A Revolução Industrial foi o ponto de nascimento e desenvolvimento inicial da profissão de engenheiro industrial. Os estudos de Fredrick Taylor, quem, por várias vezes, é chamado pai da Engenharia Industrial, juntamente com outros pioneiros, como Henry Gant, Frank e Lillian Gilberth e Henri Fayol deram início a criação da Engenharia Industrial.

A Segunda Guerra Mundial, foi sem dúvidas, outra marca importante na história da Engenharia Industrial. A crescente necessidade de uma produção rápida, barata e enxuta levou a intensificação das pesquisas, desenvolvendo novos métodos de estudo, como, análise do tempo de produção, simulações a longo prazo, controle de processos, metodologias de aplicação de tecnologia, controle de qualidade, modelos lineares e não lineares de produção, planejamento de Layout de fábrica, controle de qualidade por meio de estatística, entre outros.

O desenvolvimento da tecnologia da informação criou uma nova forma de análise para os engenheiros industriais nos anos mais recentes.

A aproximadamente duas décadas atrás, Davenport e Short² exploraram as implicações e aplicações da Tecnologia da Informação na Engenharia Industrial e constataram que, os engenheiros industriais do futuro, sem importar titulações ou funções, utilizarão de forma habitual, remodelagem de processos industriais e processos administrativos baseados na Tecnologia da Informação.

De acordo com Dr. Patrick Koelling (pesquisador da Arizona State University, Ph.D., Arizona State University, 1982), avanços importantes na tecnologia de computação, informação e comunicação foram drasticamente e permanentemente

1. Salvendy, G. 1992. Handbook of Industrial Engineering. John Wiley & Sons.

2. Davenport, T.H. and Short, J.E. 1990. The new Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign. Sloan management Review, 31(4), pp. 1127.

alterando todo o campo que se conhecia como “método de trabalho” (Conhecido como “Know How”). Koelling afirma também que a engenharia industrial foi “pega de surpresa” no período entre a Revolução Industrial e a Revolução da Informação, sendo forçada a confrontar assim, a escolha entre as melhorias pragmáticas da produção e a oportunidade de remodelagem da rede (negócio extensivo – mais competitivo no mercado global). Acreditando que essas duas frentes (Industrial e Informação) tinham características conflitantes, ele precisava urgentemente de um reposicionamento da engenharia industrial para garantir o máximo aproveitamento que poderia obter das duas frentes.

Juntamente com recente crescimento das indústrias não tradicionais, em particular, as indústrias da tecnologia e da prestação de serviços industriais, o percentual de engenheiros industriais trabalhando fora das indústrias e padrões tradicionais, excedeu a quantidade de engenheiros dentro das indústrias tradicionais nos últimos anos, assim como os papéis e responsabilidades desempenhados pelos mesmos, também foi alterado. Enquanto isso, devido a essas mudanças, havia uma preocupação sobre a “fronteira” entre a engenharia industrial e outras áreas multidisciplinares, os fatores que as distinguiam poderiam ficar confusos no quesito responsabilidades.

A questão remanescente da Revolução da Informação são quais seriam os papéis e responsabilidades da engenharia industrial.

Este artigo, apresenta os resultados de diversos estudos/pesquisas nacionais e internacionais, analisando o desenvolvimento da engenharia industrial nas últimas três décadas e apresentando perspectivas para este campo no futuro.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão de diversas publicações da Engenharia Industrial em geral, mostrou que ela pode ser categorizada em quatro grupos.

O primeiro grupo consiste em pesquisas focadas em currículos, por exemplo, as características desejadas e áreas de tópicos emergentes, que devem ser incorporados ao currículo do graduado em Engenharia Industrial. Em outro exemplo, a técnica QFD (Quality Functional Deployment) foi usada para determinar as necessidades educacionais da Engenharia Industrial de acordo com os pontos de vista dos alunos, membros do corpo docente e futuros empregadores dos estudantes.

No segundo grupo, a posição da Engenharia Industrial nas organizações tem sido estudada. Uma comparação da Engenharia Industrial em países desenvolvidos e em desenvolvimento, posição da Engenharia Industrial em um país em particular,

o papel da Engenharia Industrial na educação e na sociedade e aplicação de técnicas de Engenharia Industrial em serviço indústrias estão entre os jornais. Todos os estudos mostraram um papel efetivo que Engenheiros Industriais atuam em posições diferentes.

O terceiro grupo de pesquisas investigou a relação entre a Engenharia Industrial e outros campos de ciência e engenharia. Os impactos da informática e da tecnologia da informação na Engenharia Industrial estão entre as principais áreas de interesse deste grupo.

No quarto e último grupo, o futuro da Engenharia Industrial foi elaborado. Preez & Pintelon³, por exemplo, delineou os deveres de um engenheiro industrial de sucesso no futuro, como:

- I. Contribuir no desenvolvimento de oportunidades dentro dos ambientes existentes;
- II. Facilitar no planejamento, as inevitáveis mudanças que serão necessárias;
- III. Tornar-se líderes na interface entre engenharia industrial e tecnologia da informação;
- IV. Facilitar e melhorar a partilha de conhecimentos;
- V. Compreender e facilitar capacitação dos funcionários/colaboradores.

Segundo Kolling & Beruvides⁴, os engenheiros industriais do futuro estarão trabalhando com e dentro de sistemas de alta tecnologia que afetarão intensamente não só a forma como eles fazem o seu trabalho, mas também o resultado do seu trabalho. Eles concluíram que a educação e ferramentas da Engenharia Industrial devem ser revistas de acordo com os potenciais impactos das mudanças tecnológicas. Em uma pesquisa feita por Hodgson e Soyster⁵, membros do corpo docente de departamentos de Engenharia Industrial foram solicitados a classificar suas pesquisas na âmbito de fabricação da Engenharia Industrial. Os resultados mostraram que as principais categorias de interesse eram design de fabricação, fabricação e processamento de materiais, tecnologias de informação e produção e programação.

MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo desta pesquisa foi estudar as tendências da pesquisa da Engenharia Industrial no passado para que baseado nisso, projete-se uma previsão do futuro

3. Preez, D.N. and Pintelon, L. 1997 The industrial engineer- caught between two revolutions. *Production Planning & Control*, 8(5), pp. 418-430.

4. Koelling, C.P., Beruvides, M.G. and Tankoonsombut, K. 1996. *Technology's impact on the future of industrial engineering*. *Computers & Industrial Engineering*, 31(1, 2), pp. 5-8

5. Hodgson T. J and Soyster A.L. 1994. *Manufacturing research and the expanding role of industrial engineering*. *Industrial Engineers*, 26(7), pp. 69.

da mesma. Diversos artigos publicados nos campos relacionados à Engenharia Industrial foram considerados para o estudo, pois representam bem a pesquisa em questão.

Devido às limitações de acesso e processamento de dados, uma amostra foi selecionada com os seguintes critérios:

- I. País: Nenhuma limitação foi considerada em relação ao país em que a pesquisa foi realizada. Para os artigos com mais de um país, o país do primeiro autor foi levado em consideração.
- II. Data: Embora a história do IE tenha um histórico de 50 anos, a maioria das publicações foi durante as últimas três décadas. Por esse motivo, publicações entre 1980 e 2010 foram consideradas para o estudo.
- III. Departamento: É óbvio que todas as pesquisas relacionadas à Engenharia Industrial não são necessariamente realizadas nos departamentos de Engenharia Industrial. De fato, devido à natureza multidisciplinar da mesma, muitos assuntos relacionados a essa disciplina são ensinados e pesquisados em outros departamentos, como Engenharia de Sistemas, Engenharia de Manufatura e Ciências da Administração. Sendo assim, nenhuma limitação de departamento foi considerada no estudo. Para pesquisa conjunta entre departamentos diferentes, o departamento do primeiro autor foi levado em consideração.
- IV. Tópicos: A pesquisa da Engenharia Industrial compreende uma variedade de assuntos administrativos e técnicos. Através de uma pesquisa de palavras-chave nas publicações, temas de conferências da Engenharia Industrial e idéias de especialistas neste campo, os principais tópicos foram identificados. Abaixo a apresentação dos tópicos da Engenharia Industrial e seus assuntos correspondentes:
 - a. **Gerenciamento de Produção:** Produção enxuta, produção ágil, manutenção, confiabilidade, manutenção produtiva total, sistema Kanban, planejamento de produção
 - b. **Sistemas de Informação e Tecnologia:** Tecnologia da Informação, Gestão do Conhecimento, Sistemas de Informação, MIS
 - c. **Pesquisas de Operação:** Programação Matemática, AHP, MCDM, Simulação, Algoritmo Genético, Busca Tabu, Recozimento Simulado, Algoritmos Heurísticos, Sistemas de Apoio à Decisão, Teoria do Caos, Teoria das Restrições
 - d. **Gerenciamento de Projetos:** Gerenciamento de Projetos, Controle de Projetos, Engenharia de Valor e Gerenciamento
 - e. **Gerenciamento de Cadeia de Produção:** SCM, ERP, MRP, EOQ, MRPII

- f. **Gerenciamento de Qualidade:** TQM, 6 Sigma e Lean 6 Sigma, Garantia de Qualidade, Controle de Qualidade, Prêmios de Qualidade, BSC, DEA, Método Taguchi, DOE, QFD, FMEA, CRM, Benchmarking, Kaizen
- g. **Sistemas de Produção Avançada e Tecnologia:** Fabricação celular, FMS, CIM, GT, engenharia reversa: Rede Neural, Inteligência Artificial, Lógica Fuzzy, Sistemas de Data Mining Expert
- h. **Sistemas Inteligentes e Métodos:** Ergonomia e Fatores Humanos, Estudo de Trabalho, Estudo de Tempo, Produtividade, Layout de Instalação, BPR, Balanceamento de Linha
- i. **Outros Assuntos:** TRIZ, Inovação e Criatividade, Resolução de Problemas, Gestão de Tecnologia

V. Trabalhos: Considerando a facilidade de acesso e o fator de internacionalização, os trabalhos para o estudo limitaram-se àqueles publicados em língua inglesa. Dos editores internacionais que fornecem recursos eletrônicos, quatro principais editores foram selecionados. Eles eram Pergamon, Elsevier, Springer e Emerald. Dos trabalhos publicados pelos editores, os mais relevantes para a Engenharia Industrial foram selecionados. Pesquisando os artigos, itens como título, autor, periódico, departamento, universidade ou instituição, país, ano de publicação e temas foram extraídos e armazenados no banco de dados. Outras considerações foram:

- a. A data de publicação foi considerada como a data da pesquisa
- b. Ao identificar os assuntos, as palavras-chave que correspondem às palavras-chave especificadas foram levadas em conta.
- c. Em alguns artigos, itens como o país e o departamento não foram identificados, esses casos foram considerados dados ausentes.

DESENVOLVIMENTO

I. Tendência Geral de pesquisas para Engenharia Industrial:

Apesar da intensificação de publicações relacionadas a Engenharia Industrial nas últimas três décadas, os anos 90 apresentaram o maior aumento de estudos relacionados do que os anos 2000. Apesar de menor, o significativo aumento na atualidade está relacionada a consolidação da Engenharia Industrial em vários países. O reconhecimento de seu papel nas empresas resultou em uma expansão rápida de conhecimentos, gerando aplicação da Engenharia Industrial, até mesmo, em áreas “fora de fábrica”.

A analisando os países, os estudos foram categorizados em seis regiões globais:

- a. América do Sul (83 artigos)
- b. América do Norte (1775 artigos)
- c. Europa (1781 artigos)
- d. África (61 artigos)
- e. Ásia (1884 artigos)
- f. Oceania (141 artigos)

Conforme analisado, a América do Norte, Europa e Ásia (50% das regiões) contribuem com mais de 95% das pesquisas dentro da Engenharia Industrial. Isso mostra um desequilíbrio acentuado no desenvolvimento da Engenharia Industrial entre essas regiões. O resultado suporta a hipótese de que existe uma correlação entre o grau de desenvolvimento e crescimento da Engenharia Industrial e o PIB/IDH do país referência.

Um estudo mais aprofundado mostra que os Estados Unidos da América (EUA) – país que mais produz pesquisas relacionadas à Engenharia Industrial (1467) – sozinho, produz mais artigos e pesquisas, do que os outros quatro países que mais produzem juntos (Taiwan, 476; Reino Unido, 429; Canadá, 269; Coreia do Sul, 228) conforme Gráfico 01 (Quantidade de Artigos).

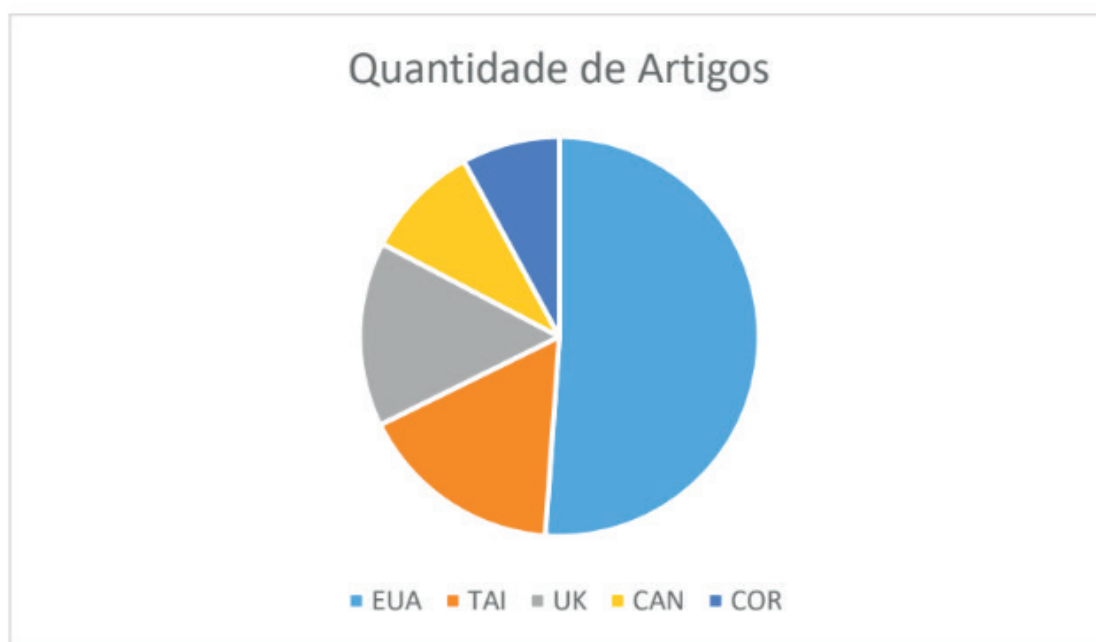


Gráfico 01

O país dono da segunda posição (Taiwan) é interessante quando comparado

com o resto dos países industrializados. Isso pode ser atribuído à uma atenção especial dada ao desenvolvimento da Engenharia Industrial nesse país.

Além disso, a presença de quatro países asiáticos entre os 10 países com mais publicações sobre Engenharia Industrial atribui-se ao alto desenvolvimento econômico destes nos últimos anos.

II. Departamentos Acadêmicos

Levando em conta a natureza multidisciplinar da Engenharia Industrial, pode-se prever que nem todas as pesquisas relacionadas a mesma tenha se originado nos departamentos do Engenharia Industrial.

Após análise dos dados, as publicações foram categorizadas em 6 grupos. As publicações que não tiveram origem em Departamentos Acadêmicos foram excluídas da análise.

- a. Administração (1128 publicações)
- b. Engenharia Industrial (950 publicações)
- c. Engenharia da Computação (425 publicações)
- d. Matemática (128 publicações)
- e. Engenharia Mecânica (93 publicações)
- f. Engenharia Elétrica (44 publicações)

Durante os anos de 1980 à 1999 a maior parte das publicações foram de responsabilidade dos departamentos de Engenharia Industrial, entretanto nos últimos 18 anos, a Administração e Gestão de Negócios assumiram a primeira posição com um crescimento médio aproximado de 130% em 10 anos, enquanto que o departamento de Engenharia Industrial cresceu aproximadamente “apenas” 83% no mesmo período.

Com isso, pode-se concluir que a proporção de pesquisas dos departamentos de Engenharia Industrial tem caído, apesar da ampliação da área em outros países. Essa queda reforça a hipótese que correlaciona a intensidade de pesquisas ao desenvolvimento global (atual crise econômica global).

III. Tópicos / Área de Pesquisa

A tendência de pesquisa sobre os temas também variou durante os diferentes períodos. Enquanto alguns indivíduos cresceram nos últimos anos, o número de publicações em alguns assuntos tem diminuído relativamente. O motivo pode ser as mudanças na demanda de pesquisa pela indústria e sociedade (pull factor), bem como o interesse científico dos pesquisadores (fator push).

As análises mostram que as pesquisas referentes ao Gerenciamento de Cadeia

de Produção foi a área que mais cresceu, chegando a quase 1200% em 20 anos.

Enquanto isso, pesquisas sobre Sistemas de Produção Avançados caiu aproximadamente 75% no mesmo período.

Outras áreas como Gestão da Qualidade, Tecnologia da Informação e Gerenciamento de Projetos, mantiveram-se sem alterações significativas.

IV. Áreas de Pesquisa em Conjunto

Os artigos com palavras-chave em dois ou mais tópicos foram analisados. É claro que a Pesquisa Operacional (P.O.) e os Sistemas Inteligentes (S.I.) foram os dois tópicos que tiveram o nível mais alto de interações. Isso pode ser justificado, já que muitos sujeitos de P.O. têm se concentrado em técnicas heurísticas, por um lado, e muitas aplicações de S.I. têm usado técnicas de P.O. por outro.

A Pesquisa Operacional mostrou as interações mais altas com outros campos da Engenharia Industrial também; isso pode ser devido à sua generalidade quando comparado a assuntos de fabricação mais específicos, como sistemas de produção.

V. Projeções

Para projetarmos os campos de pesquisa da Engenharia Industrial, utilizaremos a técnica de série temporal, aplicada sobre os dados obtidos das última 3 décadas. Modelos ARIMA foram utilizados para a análise de diferentes parâmetros. Os testes necessários utilizaram o programa Minitab (TM).

Os resultados obtidos no programa serão apresentados abaixo no Gráfico 02:

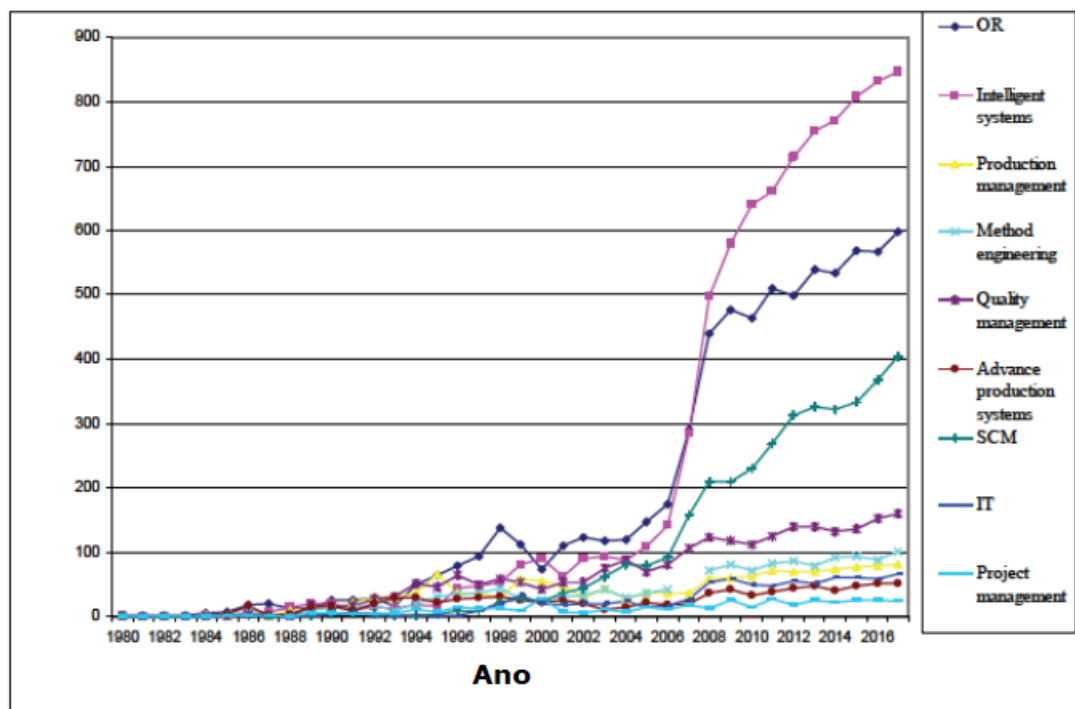


Gráfico 02 (Crandall, R. E. 1986)

CONCLUSÕES

Neste artigo, foram estudadas as publicações sobre diferentes temas da Engenharia Industrial nas últimas três décadas.

Os resultados mostram a importância crescente dada ao assunto em muitos países, bem como seu papel significativo no desenvolvimento industrial e econômico. No entanto, os tópicos de pesquisa da Engenharia Industrial estão se espalhando em outros departamentos de gerenciamento e engenharia e, portanto, há uma necessidade de redefinir a disciplina e suas áreas específicas de interesse. Os departamentos de Engenharia Industrial devem introduzir novos conceitos e técnicas para manter e melhorar a profissão.

Outras descobertas foram:

- a. Pesquisas operacionais, sistemas inteligentes e gerenciamento de qualidade tiveram as maiores frequências em publicações de pesquisas anteriores.
- b. Embora a proporção de artigos sobre gerenciamento de produção e sistemas tenha diminuído durante as últimas décadas, pesquisas sobre temas como sistemas inteligentes, gerenciamento da cadeia de suprimentos e tecnologia da informação aumentaram.
- c. Pesquisa operacional e sistemas inteligentes foram os dois tópicos que tiveram o nível mais alto de interações com outros tópicos do IE
- d. Pode-se prever que, no futuro, a maioria das pesquisas de IE será focada em assuntos como tecnologia da informação, sistemas inteligentes, otimização, qualidade e gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Do ponto de vista externo, parece que os principais desafios do mundo, como a gestão de energia (produção e consumo), escassez de matéria-prima e o desenvolvimento da tecnologia da informação e automação também afetarão o futuro da Engenharia Industrial.

Embora os dados utilizados para a análise sejam uma amostra não aleatória de publicações sobre as disciplinas de Engenharia Industrial, o grande tamanho da amostra e o período de tempo usado para o estudo tornam as generalizações confiáveis.

Estudos futuros podem complementar este trabalho, utilizando mais dados e abordando as limitações. Técnicas qualitativas também podem ser usadas para fazer previsões sobre o futuro se a Engenharia Industrial estiver de acordo com as visões de especialistas. Os resultados desta pesquisa também podem ser utilizados como ponto de partida no desenvolvimento de currículos para programas de Engenharia Industrial.

REFERÊNCIAS

Xu, W. and Wang, R. 1996. Applications and development of industrial engineering in China. Computers & Industrial Engineering, 31(3, 4), pp.537-542.

Koelling, C.P., Beruvides, M.G. and Tankoonsombut, K. 1996. Technology's impact on the future of industrial engineering. Computers & Industrial Engineering, 31(1,2), pp. 5-8.

Hodgson' T. J and Soyster A.L. 1994. Manufacturing research and the expanding role of industrial engineering. Industrial Engineers, 26(7), pp. 69.

Crandall, R. E. 1986. Applying Industrial Engineering Techniques in Service Industries. Industrial Management, 28(3), pp. 13-1

Davenport, T.H. and Short, J.E. 1990. The new Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign. Sloan management Review, 31(4), pp. 1127

Eskandari, H. et al. 2007. Enhancing the undergraduate industrial engineering curriculum: Defining desired characteristics and emerging topics. Education and Training, 49(1), pp. 45-55.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acessibilidade 12, 13, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 24, 26, 27
Acordo de nível de serviço 41
Agregado 29, 31, 32
Ambiente 12, 14, 17, 19, 25, 27, 31, 41, 42, 43, 45, 47, 58
Análise 1, 2, 8, 9, 10, 12, 41, 43, 45, 46, 56
Aterro 29
Avaliação 29, 40

B

Blindagem 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57
Bloco de concreto intertravado 29, 38

C

Concreto 16, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 51, 55, 56, 57

D

Depósito clandestino 29
Dose 50, 54, 55, 56, 57

E

Edifício público 12, 13
Eficiência 41, 50, 56
Equilíbrio 41
Estudo 1, 2, 5, 6, 7, 10, 13, 40, 41, 43, 50

I

Incorporação 29, 31, 33, 36, 37, 38, 39
Industrial 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Integração 12

M

Máquina virtual 41, 43, 44
Mobilidade 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 27

O

Otimização 1, 10, 41

P

Pavimentação 29, 30, 31, 39, 40

Perspectivas 1, 3

Pesquisas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 27, 29

Proteção radiológica 50, 56, 57

Q

Qualidade de serviço 41, 47

R

Radioproteção 50, 51, 57

Relações interpessoais da cidade 12

Rendimento 41

Resíduo de pneu 29, 32, 33, 39

Resíduos 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40

S

Sistemas inteligentes 1, 6, 9, 10

Substituição de agregado natural por resíduo 29

T

Tecnologia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 42

Tecnologia da informação 1, 2, 4, 5, 9, 10, 42

Tendências 1, 4

V

Virtual 41, 42, 43, 44

 **Atena**
Editora

2 0 2 0