

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



JOÃO DALLAMUTA
HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
(ORGANIZADORES)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



JOÃO DALLAMUTA
HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
(ORGANIZADORES)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

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 Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Coleção desafios das engenharias: engenharia de produção

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Revisão: Os autores
Organizadores: João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia de produção / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-229-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.293212207>

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

CDD 670

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

Neste livro uma abordagem multidisciplinar de engenharia, com foco em aplicações de engenharia de produção e gestão estratégica.

O objetivo comum a quase todas as organizações é a melhoria da eficiência, aumento da eficácia na fabricação, o controle de qualidade e reduzir custos, ao mesmo tempo que torna seus produtos mais atraentes ao mercado.

Neste livro são apresentados trabalhos científicos relacionados a análise e melhoria de condições de produção e melhoria da competitividade.

Aos pesquisadores, editores e aos leitores para quem em última análise todo o trabalho é realizado, agradecemos imensamente pela oportunidade de organizar tal obra.

Boa leitura!

João Dallamuta
Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE À INDÚSTRIA 4.0 E MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNICESUMAR, CAMPUS PONTA GROSSA

Fernanda Aparecida de Moraes

Adryan Oivlis Becher

Moisés Barbosa Júnior

Janaina Semanech Borcezi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2932122071>

CAPÍTULO 2..... 13

O IMPACTO DA INTERNET DAS COISAS NA INDÚSTRIA 4.0

João Victor Millano Batista

Thiago Pignatti de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2932122072>

CAPÍTULO 3..... 27

ANÁLISE ERGONÔMICA DE UM POSTO DE TRABALHO EM UMA INDÚSTRIA DE PEQUENO PORTE DO RAMO ALIMENTÍCIO

Pedro Picolo Malandrino

Tiago Bernardino Vargas

Bruno Samways dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2932122073>

CAPÍTULO 4..... 36

MATRIZ SWOT: DIAGNOSTICO DE VINÍCOLA COM CENÁRIO DA SECA NO SERTÃO DE PERNAMBUCO

Fernando de Sousa Medeiros

André William David de Sena

Francyelly Julyanny Barbosa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2932122074>

CAPÍTULO 5..... 47

ANÁLISE ENTRE MÉTODOS DE BENCHMARKING APLICADOS A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

Viviane Vaz Monteiro

Anselmo Claudino de Sousa

Lorran Kennedy Rabelo Silva Romano

Caio Ramos Barbosa

Solange da Silva

Felipe Corrêa Veloso dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2932122075>

CAPÍTULO 6..... 60

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS E DO POTENCIAL DE CRESCIMENTO DOS BANCOS

DIGITAIS POR MEIO DE FERRAMENTAS DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Luis Henrique de Oliveira Ribeiro

Marina Fernandes Sodré

Carlos Roberto Falcão de Albuquerque Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2932122076>

CAPÍTULO 7..... 72

ANÁLISE DA GESTÃO PARA SOLUÇÕES DE SISTEMAS DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUA

Viviane Vaz Monteiro

Rogério Martins Ferreira

Anselmo Claudino de Sousa

Solange da Silva

Felipe Corrêa Veloso dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2932122077>

CAPÍTULO 8..... 84

RELAÇÃO DOS PROGRAMAS DE ASSISTÊNCIA SOCIAL DO BRASIL COM AS VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS PELA ANÁLISE FATORIAL

Viviane de Senna

Adriano Mendonça Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2932122078>

CAPÍTULO 9..... 104

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS NA SOLUÇÃO SIMULTÂNEA DA CALIBRAÇÃO DE CÂMERA E DA CINEMÁTICA INVERSA APLICADAS EM UM BRAÇO MANIPULADOR ROBÓTICO DIDÁTICO

Márcio Mendonça

Marina Sandrini

Marina Souza Gazotto

Beatriz Sandrini

Marta Rubia Pereira dos Santos

Rodrigo Henrique Cunha Palácios

Ivan Rossato Chrun

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2932122079>

CAPÍTULO 10..... 122

PREVISÃO DE DEMANDA DE CARROS NO BRASIL: COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS CONVENCIONAIS E A REDE NEURAL RECORRENTE BIDIRECIONAL LSTM

Everton Vaz de Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29321220710>

CAPÍTULO 11 139

GERENCIAMENTO COLABORATIVO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS EM UMA

INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

Bruna Christina Battissacco

Walther Azzolini Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29321220711>

CAPÍTULO 12..... 152

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO LUCRATIVA ANÁLISE CRÍTICA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Márcia Regina Marques Amado da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29321220712>

CAPÍTULO 13..... 169

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MÉTODO MASP NAS TRATATIVAS DE NÃO CONFORMIDADES EM UMA TRANSPORTADORA: UM ESTUDO DE CASO

Katieli Schneider

Berenice de Oliveira Bona

Anderson Luiz Dornelles

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29321220713>

CAPÍTULO 14..... 183

AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO PARA IDENTIFICAR FALHAS NOS PROCESSOS PRODUTIVOS QUE GERA PERDAS E CUSTOS NA PRODUÇÃO

Espedito Alves Bezerra

Tamires Sousa Araujo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29321220714>

CAPÍTULO 15..... 192

TECNOLOGÍA DE JAULAS MARINAS PARA CULTIVO DE PECES EN EL LITORAL DE ILO, PERÚ – 2020

Walter Merma Cruz

Alfredo Maquera Maquera

Dionicio Clímaco Hualpa Bellido

Patricia Matilde Huallpa Quispe

Nelly Azucena Sotelo Medina

Lucy Goretti Huallpa Quispe

Brígida Dionicia Huallpa Quispe

Edward Paul Sueros Ticona

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.29321220715>

SOBRE OS ORGANIZADORES 204

ÍNDICE REMISSIVO..... 205

ANÁLISE ENTRE MÉTODOS DE BENCHMARKING APLICADOS A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

Data de aceite: 01/07/2021

Viviane Vaz Monteiro

Professora MSc. da Escola Politécnica da PUC-GO, e de Pós-Graduação da BSSP
ID LATTES: 1701589638005636
<https://orcid.org/0000-0002-3704-3827>

Anselmo Claudino de Sousa

Professor MSc. da Escola Politécnica da PUC-GO
<http://lattes.cnpq.br/8249763871920121>
<https://orcid.org/0000-0002-3569-0422>

Lorran Kennedy Rabelo Silva Romano

Graduado em Engenharia Civil pela PUC-GO

Caio Ramos Barbosa

Graduado em Engenharia Civil pela PUC-GO

Solange da Silva

Professora Dra da Escola Politécnica; e do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas da PUC-GO
<http://lattes.cnpq.br/4312855865010981>
<https://orcid.org/0000-0002-9806-2044>

Felipe Corrêa Veloso dos Santos

Professor Dr da Escola Politécnica da PUC-GO
Lattes: 8785230632435448
<https://orcid.org/0000-0003-2420-5708>

RESUMO: Os métodos comparativos de desempenho, benchmarking, têm se mostrado importantes no que tange a busca por melhorias da qualidade dos produtos e na prestação de serviços de saneamento básico. nesse artigo compara-se o desempenho dos serviços de saneamento em dez cidades do brasil, através

da análise envoltória de dados (dea) e do ranking desenvolvido pelo instituto trata brasil (itb). tanto para a dea quanto para o ranking feito pelo itb utiliza-se os indicadores fornecidos pelo sistema nacional de informações sobre saneamento (snis). nota-se que as metodologias diferentes ocasionam resultados divergentes, evidenciando a complexidade para se chegar a unanimidade quanto às melhores práticas. as abordagens utilizaram diferentes critérios para seleção dos indicadores, fator esse que contribuiu para obtenção de resultados diferentes e abriu espaço para a discussão das melhores práticas dos serviços de saneamento básico no brasil. os resultados mostraram que o método dea bcc é mais eficiente para análise do desempenho operacional dos serviços de saneamento.

PALAVRAS - CHAVE: Benchmarking; saneamento básico; desempenho.

ANALYSIS BETWEEN BENCHMARKING METHODS APPLIED TO THE PROVISION OF BASIC SANITATION SERVICES IN BRAZIL

ABSTRACT: Comparative performance methods, benchmarking, have been important when the search for improvements in product quality and in the provision of basic sanitation services. in this article compare the performance of sanitation services in ten cities in brazil, through data involvement analysis (dea) and the ranking developed by instituto trata brasil (itb). both for dea and for ranking made by itb use the indicators provided by the national sanitation information system (snis). note that different methodologies cause divergent results, evidencing the

complexity to achieve unanimity as to best practices. the approaches used different criteria for the selection of indicators, a factor that contributed to obtain different results and opened space for the discussion of the best practices of basic sanitation services in brazil. the results show that the dea bcc method is more efficient for analysis of the operational performance of sanitation services.

KEYWORDS: Benchmarking; basic sanitation; performance.

1 | INTRODUÇÃO

O mercado exige, cada vez mais, a presença de práticas que sejam inovadoras e eficientes, requerendo das organizações que se mantenham sólidas, em um nicho cada vez mais seletivo, seja com relação a produtos ou serviços. No caso dos serviços prestados pelas empresas de saneamento não é diferente, mesmo tratando-se de um serviço público de interesse local em sua maioria, caracterizadas como monopólio natural, devem aperfeiçoar suas práticas visando alcançar a universalização dos serviços e atender a clientes cada vez mais informados e exigentes quanto à qualidade e custos dos serviços.

Essa realidade exige que as organizações apresentem a capacidade de criar, absorver e assimilar novos conhecimentos e técnicas que aumente sua produtividade e eficiência. Além disso, devem estar abertas à mudanças e ter a capacidade de criar as condições propícias à implementação da inovação pelos seus recursos humanos, otimizando os recursos que possui (POÇAS, 2015). Para garantir a execução das melhores práticas, existem inúmeras ferramentas de gestão da qualidade, entre elas o benchmarking, que é “um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos, serviços e processos de trabalho de organizações reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de melhoria organizacional” (SPENDOLINI, 1994).

Diversos estudos (CASTRO, 2013; CETRULO et al., 2019; e PERTEL, 2016) comparam empresas de saneamento usando benchmarking, demonstrando que esse método é válido para avaliação e análise de empresas desse segmento. Para Berg (2010), o benchmarking é essencial para aqueles que desenvolvem e implementam a política de utilização da água. Além disso, ainda segundo Berg (2010), as operadoras dos serviços de água só podem melhorar aquilo que elas conseguem mensurar. Aplicando para a realidade dos serviços de saneamento, só é possível melhorar o desempenho da operação dos sistemas se variáveis como: vazamentos, qualidade de água, tratamento de esgoto e tarifa dos serviços prestados se eles tiverem desempenhos medidos e conhecidos. Ademais, uma maneira de promover a evolução em tais fatores é comparar o desempenho de diferentes prestadoras de serviço, identificando aquelas com melhores desempenhos e implementando práticas iguais.

O Instituto Trata Brasil (ITB) faz anualmente a classificação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário nas 100 maiores cidades por meio do *ranking* do saneamento, o que também pode ser considerado como método de

benchmarking. Todavia, a metodologia adotada pelo instituto, não considera parâmetros que avaliam diretamente o desempenho operacional das empresas.

Dessa maneira, esse estudo tem como objetivo comparar metodologias tradicionais de benchmarking (DEA – BBC) com a metodologia adotada pelo ITB para construção do *ranking* de saneamento. Para análise serão comparadas as 10 primeiras cidades de acordo com o *ranking* do Trata Brasil, além disso, serão incluídas as cidades de Goiânia e Anápolis, que apresentam os dois melhores desempenhos de saneamento do estado de Goiás.

Espera-se, através dessa comparação, constatar se os resultados de eficiência obtidos através da DEA se aproximam ou distanciam do *ranking* feito pelo Instituto Trata Brasil e identificar as possíveis causas desse resultado. Cabe ressaltar que os métodos consideram diferentes indicadores provenientes do SNIS.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Diante da enorme competitividade presente em todos os mercados da atualidade, faz-se necessário a busca por ferramentas que auxiliem na evolução, tanto na prestação de serviços quanto na fabricação de produtos. Executar com qualidade, planejamento, minimização de perdas e excelência é uma busca incessante no mercado atual. As corporações de sucesso são aquelas que sempre saem na frente quando o assunto é buscar melhorias.

Como grande aliado a esse processo, o Benchmarking, segundo Spendolini (1994) é “um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos, serviços e processos de trabalho de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de melhoria organizacional”. Portanto, pode-se afirmar que é uma ferramenta comparativa contínua, visando reconhecer práticas evoluídas e a partir delas melhorar o processo em uma determinada organização.

As definições de Camp (2002) confirmam as de Spendolini (1994), considerando que benchmarking se refere a um processo contínuo de medição de desempenho de produtos, serviços e práticas em relação aos mais fortes concorrentes, ou às empresas reconhecidas como líderes em seus segmentos.

O método de benchmarking possui numerosos benefícios quando o assunto é a busca pela excelência e produtividade. Essa prática vem sendo utilizada por organizações espalhadas por todo o mundo, já que essas notaram que é vantajosa a utilização da comparação através do benchmarking: tendo tempo, investimento e esforços recompensados (AMBROZEWICZ, 2015).

Para Cox, Mann e Samson (1997), esse instrumento tem como objetivo principal a redução da lacuna de desempenho em relação ao concorrente superior.

Os principais tipos de benchmarking são: métrico, de processos e de pesquisa de clientes. Os demais métodos de benchmarking contemplam a classificação do desempenho

em relação a uma empresa padrão (BERG, 2010).

No setor de saneamento, o benchmarking é utilizado para aumentar a responsabilidade, para reduzir custos, conseguir mais com os mesmos recursos e aumentar a qualidade com uma mudança comportamental (BLOKLAND et al., 2010; GUIMARÃES, TEMÓTEO, E MALHEIROS, 2012). Observa-se que a gestão operacional de manutenção dos sistemas de saneamento carece, em geral, de maior atenção e dedicação por parte das concessionárias, sendo usualmente preterida em relação aos investimentos dedicados à ampliação da capacidade hidráulica ou de sua abrangência de cobertura (PERTEL, 2016).

Segundo Berg (2010) o benchmarking é importante no setor da água, no sentido de documentar desempenhos, estabelecer linhas bases de medição da melhoria da produtividade e fazer comparações entre operadores dos serviços. Os *rankings* das operadoras podem indicar necessidade de elaboração de Políticas, provisão de fundos de investimentos e de subsídios olhando a eficiência de diferentes prestadores, podendo indicar e quantificar provimentos necessários.

Para que se possa realizar um estudo comparativo entre as diferentes operadoras de saneamento existentes, utilizam-se como referência, indicadores operacionais que constam na base de dados do Sistema Nacional de Saneamento (SNIS). O SNIS é a base nacional de dados sobre o setor de saneamento, mantida pela Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) dos Ministérios do Desenvolvimento Regional, contendo informações e indicadores relativos a uma série histórica de 23 anos.

Os indicadores, de maneira geral, são importantes para que as metas de uma corporação sejam alcançadas com eficácia. Eles proporcionam que o desempenho da organização seja conhecido em áreas como qualidade, operação, produtividade, estratégias de mercado, inovações e uma série de outros itens. No caso dos serviços de saneamento básico não é diferente. Os desempenhos indicados permitem que as dificuldades sejam conhecidas e que as melhoras possam ser notadas. Dessa forma, a atuação para solução dos problemas se torna mais eficaz, visto que já são conhecidos os pontos que são insuficientes na prestação desse serviço. Além disso, as interferências realizadas apresentam *feedback* aos operadores através dos resultados, nota-se a eficácia ou a ineficácia da atitude tomada.

No âmbito internacional, há crescente utilização de indicadores de desempenho no setor de saneamento para monitorar a prestação, a regulação e o planejamento dos serviços (SPERLING, 2013). Sob o ponto de vista da administração pública, o monitoramento de dados é importante para acompanhar o progresso das ações, melhorar a transparência na prestação de contas e demonstrar os impactos das ações (SCHWEMLEIN, CRONK E BARTRAM, 2016).

3 I METODOLOGIA

O objetivo dessa pesquisa foi comparar os métodos tradicionais de benchmarking (DEA-BCC) com a metodologia adotada pelo ITB para construção do *ranking* de saneamento.

Para desenvolver a pesquisa, foram comparadas as 10 melhores cidades (Franca - SP, Santos - SP, Uberlândia - MG, Maringá - PR, Vitória da Conquista - BA, Cascavel - PR, São José do Rio Preto - SP, Piracicaba - SP, São José dos Campos - SP e Niterói - RJ) classificadas de acordo com o *ranking* do Trata Brasil (ITB, 2019), além disso, foram incluídas as cidades de Goiânia - GO e Anápolis - GO, as quais apresentam os melhores desempenhos de saneamento do estado de Goiás. A seguir são apresentadas as metodologias adotadas pelo ITB e DEA - BCC, conforme apresentado por (CASTRO, 2013).

3.1 Metodologia DEA-BCC

Existe uma grande variedade de métodos de benchmarking, nesse trabalho as análises a serem realizadas serão resultados de um benchmarking métrico total não paramétrico, mais especificamente uma Análise Envolvória de Dados ou *Data Envelopment Analysis* (DEA).

A DEA é uma técnica de programação linear matemática utilizada para medir a eficiência relativa de unidades semelhantes e independentes, denominadas Unidades Tomadoras de Decisão (DMU, da sigla em inglês *Decision Making Units*), a partir dos recursos empregados (*inputs*) e dos produtos gerados (*outputs*) (MARQUES; BERG; YANE, 2009).

Esse método permite identificar um conjunto de DMUs que determina uma fronteira de produção eficiente, bem como medir a ineficiência das unidades fora da fronteira e as taxas de substituição (pesos) que determinam cada região e caracterizam as relações de valores que sustentam a classificação desta região como eficiente (BARBOSA; BASTOS, 2013).

Existe uma série de modelos que possibilitam diversas análises, dentre eles se destacam: o CRS ou CCR, acrograma de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) que pressupõe retornos constantes de escala (*constant return to scale*), e o modelo VRS ou BCC desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper (1984), que considera retornos variáveis (*variable returns to scale*).

Em suas formulações matemáticas, o modelo BBC orientado a produtos foi que melhor se enquadrou para os estudos de saneamento. O BCC apresenta rendimentos variáveis de escala ao longo de sua fronteira, admitindo que a produtividade máxima varie em função da escala de produção. Segue expressa a formulação matemática:

$$\begin{aligned} &\text{Maximizar } 1. \sum_{i=1}^n v_i y_{ik} + v_k, \\ &\text{sujeito a: } \begin{cases} 2. \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - v_k \leq 0 \\ 3. \sum_{i=1}^n u_r y_{rk} = 1 \\ u_r, v_i \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

Onde: y = produtos; x = insumos; u, v = pesos; r = 1, ..., m; i = 1, ..., n; j = 1, ..., N

Para aplicação do modelo foi utilizado o software de análise de envoltória de dados *Frontier Analyst Application*, onde para versão gratuita nos permitiu uma análise de 12 DMU's, possibilitando identificar os DMU's de maior e menor eficiência, assim como também as porcentagens de melhorias a serem realizadas em cada indicador para torna-lo eficiente.

A escolha do modelo utilizado nesse estudo é devida à sua melhor adequação ao setor de saneamento conforme indicado por Castro (2013), uma vez que não se pode negar a existência de diversos fatores que podem influenciar a operação das empresas de diferentes portes, como as diferentes topografias, a densidade da população ao longo da rede de distribuição, a qualidade da água captada e as distâncias dos mananciais, por exemplo. Uma possível escolha pelo modelo CCR poderia classificar como ineficientes empresas de grande, ou de pequeno porte, apenas devido à sua escala.

Para a estruturação do modelo DEA, foi utilizada a base de informações disponibilizada pelo Ministério das Cidades, através do SNIS, referente aos serviços de água e esgoto no ano de 2017. As informações utilizadas, disponíveis no SNIS, foram definidas a partir da relação entre as entradas e saídas, visando analisar a relação de causa e efeito entre esses dois processos, ou seja, as informações de entrada são responsáveis pelas saídas, que representam a eficiência do segmento avaliado. Nesse estudo foram avaliados os serviços de água e esgotamento sanitário, para que se possa ter uma melhor avaliação e discussão dos parâmetros e resultados obtidos. Dessa forma, o modelo adotado nesse projeto foi estruturado com 4 saídas ($X_1 \dots X_4$) e 1 entrada (Y_1) para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, mostrado na Figura 1.

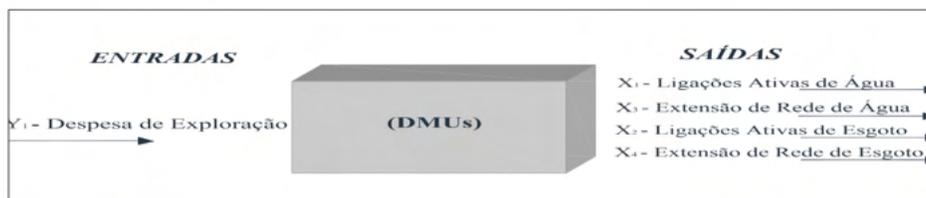


FIGURA 1 – Ilustração da modelagem do problema para os serviços de água.

Fonte: Os autores.

O método é orientado a produtos (saídas) nesse estudo, é coerente devido a necessidade de expansão dos serviços de saneamento visando a universalização, procurando uma forma de aumentar a cobertura dos serviços de água e esgotamento sanitário, mantendo inalteradas as quantidades de insumos empregados no processo produtivo. Os indicadores selecionados possuem informações financeiras e operacionais com grande representatividade na provisão dos serviços de água e esgotamento sanitário, conforme as especificações:

- **Entrada 1 (Y_1)** – Despesas de Exploração FN015 (1.000 R\$/ano) – representa o valor anual das despesas realizadas para a exploração dos serviços.
- **Saída 1 (X_1)** – Quantidade de Ligações Ativas de Água AG002 (unidade) – representa o número de ligações ativas de água à rede pública, provida ou não de hidrômetro.
- **Saída 2 (X_2)** – Extensão da Rede de Água AG005 (Km) – representa o comprimento total de malha de distribuição de água.
- **Saída 3 (X_3)** – Quantidade de Ligações Ativas de Esgoto ES002 (unidade) – quantidade de ligações ativas de esgoto à rede pública.
- **Saída 4 (X_4)** – Extensão da rede de Esgoto ES004 (Km) – representa o comprimento total da malha de coleta de esgoto.

Devido às restrições para versão gratuita do software, *Frontier*, utilizado nesse estudo, o método apresentado foi aplicado apenas para as 10 melhores cidade classificadas no ITB, acrescentando as 2 melhores classificadas cidades Goianas, onde será realizada comparação com a classificação realizada pelo ITB.

3.2 **Ranking Instituto Trata Brasil**

O *ranking* feito pelo ITB leva em consideração várias informações das operadoras de saneamento presentes no SNIS, esse possui defasagem de dois anos e por isso o *ranking* de 2019 utilizou os dados que se referem a 2017. Entre as variáveis utilizadas, estão: população, fornecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, investimentos e perda de água. Esse ranking é feito com os indicadores e suas ponderações de acordo com os indicadores e ponderações apresentadas no Quadro 1.

Grupo	Indicador	Ponderação	
Nível de cobertura	Água	10%	60%
	<i>Indicador Total</i>	5%	
	<i>Indicador Urbano</i>	5%	
	Coleta	25%	
Melhora da cobertura	<i>Indicador Total</i>	12,5%	25%
	<i>Indicador Urbano</i>	12,5%	
	Tratamento	25%	
	Investimentos/Arrecadação	10%	
Nível de Eficiência	Novas Ligações de Água/ Ligações Faltantes*	5%	15%
	Novas Ligações de Esgoto/ Ligações Faltantes*	10%	
	Perdas	10%	
Total	<i>Perdas na Distribuição</i>	5%	100%
	<i>Perdas de Faturamento</i>	5%	
	Evolução Perdas	5%	
	<i>Evolução Perdas na Distribuição</i>	2,5%	
	<i>Evolução Perdas de Faturamento</i>	2,5%	

QUADRO 1: Indicadores e ponderações adotadas pelo ITB.

Fonte: ITB, 2019.

Apartir desses indicadores e suas ponderações, é dada uma nota para os 100 maiores municípios brasileiros. Em seguida é feita a classificação dos serviços de saneamento entre os municípios analisados sendo, os primeiros, os mais eficazes prestadores de serviço de saneamento.

4 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando os indicadores adaptados através dos estudos de Castro (2013), e com o banco de dados do SNIS, foi montada a Tabela 01, na qual foi fornecida ao software *Frontier* para obtenção dos resultados desse estudo. Tais resultados permitiram obter o ranqueamento das cidades. Os resultados desse *ranking* são comparados com aquele apresentado pelo ITB na Tabela 02.

CIDADES	AG002 (UN)	AG005 (KM)	ES002 (UM)	ES004 (KM)	FN015 (R\$/ANO)
FRANCA (SP)	129.236,0	1.516,0	127.421,0	1.250,1	96.469.434,9
SANTOS (SP)	67.711,0	1.399,2	63.874,0	545,2	126.599.125,1
UBERLÂNDIA (MG)	188.973,0	3.211,0	185.861,0	2.576,0	141.456.816,0
MARINGÁ (PR)	127.196,0	1.952,6	109.873,0	1.740,5	110.563.329,2
VITÓRIA DA CONSQUISTA (BA)	94.025,0	1.224,1	80.603,0	665,1	67.225.924,2
CASCADEL (PR)	96.157,0	1.389,6	85.788,0	1.390,4	80.287.106,3
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO (SP)	160.678,0	1.976,0	160.677,0	1.858,0	134.890.612,0
PIRACICABA	146.119,0	1.668,9	141.148,0	1.410,9	170.273.285,1
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	186.275,0	1.290,6	174.916,0	898,0	165.013.220,7
NITERÓI	88.611,0	1.312,0	81.222,0	758,3	257.398.072,2
GOIÂNIA	540.692,0	6.712,6	416.671,0	3.745,5	711.343.535,1
ANÁPOLIS	131.798,0	2.037,0	74.263,0	720,4	108.830.265,7

Tabela 1: Tabela de valores por indicador e cidade.

Fonte: SNIS (2019), adaptado pelos autores.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2 pode-se verificar que existe uma divergência na classificação das cidades quanto ao nível de atendimento dos serviços de saneamento. O que chama a atenção nos dois resultados é que cidades como Cascavel e São José do Rio Preto apresentaram pouca ou nenhuma alteração de suas posições, enquanto Uberlândia, Vitória da Conquista, Goiânia e Anápolis ganharam posições no estudo feito através do DEA. Por sua vez, Franca, Santos, Maringá e Niterói perderam várias posições.

ITB		DEA BCC	
POSIÇÃO	CIDADE	POSIÇÃO	CIDADE
1	FRANCA - SP	1	UBERLANDIA - MG
2	SANTOS - SP	2	GOIÂNIA - GO
3	UBERLÂNDIA - MG	3	VITORIA DA CONSQUISTA - BA
4	MARINGÁ - PR	4	FRANCA - SP
5	VITÓRIA DA CONQUISTA – BA	5	SÃO JOSE DOS CAMPOS - SP
6	CASCADEL - PR	6	SÃO JOSE DO RIO PRETO - SP
7	SAO JOSÉ RO RIO PRETO - SP	7	ANÁPOLIS - GO
8	PIRACICABA - SP	8	CASCADEL - PR
9	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP	9	MARINGA - PR
10	NITERÓI - RJ	10	PIRACICABA - SP
18	GOIÂNIA - GO	11	SANTOS - SP
46	ANÁPOLIS - GO	12	NITEROI - RJ

TABELA 2 – *Ranking* ITB e DEA BCC para as cidades escolhidas.

Fonte: Os autores.

Essas mudanças de posição devem-se a abordagem diferenciada utilizada na metodologia DEA, visto que foram utilizados indicadores de cunho operacional, que aferem o desempenho das operadoras analisadas a partir da análise entre os indicadores operacionais e a despesa de exploração que cada empresa teve a oferecer para implantação dos serviços de água e esgoto. O *ranking* do ITB não envolve as despesas na análise e leva em consideração as melhorias realizadas por cada operadora, dessa forma o resultado se mostra mais subjetivo.

Ainda utilizando o *software Frontier Analyst* gerou-se uma porcentagem de desempenho para cada cidade analisada. Esse resultado expressa a eficiência da cidade com base na envoltória de dados, na qual aquelas que se enquadram dentro da envoltória são tidas como eficientes já as que se encontram fora da fronteira criada pela DEA, são consideradas ineficientes. A partir dessa análise, obteve-se a classificação quanto a eficiência, apresentada na Tabela 3:

De acordo com o estudo, as cidades de Uberlândia, Goiânia, Vitória da Conquista,

Franca e Cascavel foram 100% eficientes. As cidades de São José dos Campos e São José do Rio Preto apresentaram média eficiência, acima de 90% e as cidades de Anápolis, Maringá, Piracicaba, Santos e Niterói foram ineficientes, com desempenho abaixo de 90%.

Outra análise importante a ser feita é com relação à porcentagem de melhorias a serem realizadas em cada cidade, para que elas se tornem eficientes, como mostra a Tabela 4.

POSIÇÕES	CIDADES	DESEMPENHO	EFICIÊNCIA
1	UBERLÂNDIA – MG	100,00%	EFICIENTE
2	GOIÂNIA - GO	100,00%	EFICIENTE
3	VITÓRIA DA CONQUISTA – BA	100,00%	EFICIENTE
4	FRANCA – SP	100,00%	EFICIENTE
5	CASCADEL - PR	100,00%	EFICIENTE
6	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP	91,50%	MÉDIA EFICIÊNCIA
7	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO - SP	90,60%	MÉDIA EFICIÊNCIA
8	ANÁPOLIS - GO	89,50%	INEFICIENTE
9	MARINGÁ - PR	89,00%	INEFICIENTE
10	PIRACICABA – SP	71,50%	INEFICIENTE
11	SANTOS – SP	49,70%	INEFICIENTE
12	NITERÓI – RJ	34,90%	INEFICIENTE

TABELA 3 – Ranking com as porcentagens de desempenho gerado pelo software.

Fonte: Os autores.

Pode-se observar através que o software igualou as despesas de exploração, para então, através de um mesmo investimento realizado, se chegue à cidade que melhor atende com os serviços de saneamento e, ao mesmo tempo, dando os valores do quanto às outras cidades precisam melhorar em números para atingir o mesmo nível de eficiência.

CIDADES	AG002	AG005	ES002	ES004	FN015
ANÁPOLIS	11,70%	14,80%	88,00%	141,00%	0,00%
CASCADEL	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
FRANCA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
GOIÂNIA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MARINGÁ	12,40%	17,90%	23,80%	12,40%	0,00%
NITERÓI	194,00%	199,00%	186,60%	271,10%	0,00%
PIRACICABA	41,50%	103,00%	39,90%	86,80%	0,00%
SANTOS	151,00%	101,10%	158,00%	302,40%	0,00%
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	12,20%	50,00%	10,40%	28,20%	0,00%

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	9,30%	160,00%	11,70%	192,20%	0,00%
UBERLÂNDIA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
VITÓRIA DA CONQUISTA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

TABELA 4 – Percentual de melhorias a serem realizadas por indicador/cidade.

Fonte: Os autores.

Para que todas as cidades alcancem a eficiência total, é necessário que ocorra aumentos em alguns indicadores, um exemplo seria Anápolis, para que a prestação dos serviços de saneamento esteja próxima da máxima eficiência, é preciso que ocorra um aumento de 11,70% na quantidade de ligações ativas de água, assim como também 14,80% na extensão de rede de água, 88% no número de ligações ativas de esgotamento sanitário e 141% na extensão de rede de coleta de esgoto. A classificação de Anápolis foi a que apresentou maior discrepância na comparação realizada. De acordo com a DEA, foi a sétima colocada e ficou próxima do patamar das cidades eficientes com 89,5% de desempenho.

Um destaque importante é a cidade de Santos, que no *ranking* do ITB apareceu em 2º lugar e já no *Frontier Analyst* ficou em 11º, de acordo com a DEA, essa cidade apresentou desempenho bem abaixo do esperado, ocupando apenas a décima primeira posição com desempenho de 49,7%. Isso nos mostra o quão fora pode estar os resultados do Trata Brasil, visto que para Santos se tornarem de alta eficiência deveria ter aumentos significativos no número de ligações e extensão de rede, tanto para água quanto para esgoto, conforme apresentado na Tabela 4.

As divergências entre os métodos analisados ilustram a diferença no critério de avaliação das duas metodologias. A DEA realizada de acordo com uma adaptação dos indicadores selecionados por Castro (2013) apresenta caráter de desempenho. Esses são dados que representam principalmente a eficiência das operadoras de saneamento, principalmente quando submetidos a uma Análise Envoltória de Dados. O ITB utiliza indicadores com caráter de informações e a sua metodologia valoriza itens como melhorias, arrecadação e novas ligações, conforme os pesos indicados no Quadro 1 tal método pondera os seus indicadores fazendo com que a análise se torne uma mensuração de melhorias e não necessariamente de desempenho.

5 | CONCLUSÕES

Ao se comparar o *ranking* gerado a partir da DEA e o realizado pelo ITB nota-se a diferença quanto à classificação de algumas cidades. Muito se deve as distinções apresentadas pelas duas metodologias, DEA e o *ranking* do ITB. Porém, acredita-se que a maior influência no distanciamento dos *rankings* provém do uso de diferentes indicadores.

Tal fato põe em discussão quais seriam os indicadores mais eficientes para medir desempenho na área de saneamento. A seleção dos indicadores tem caráter decisivo na obtenção dos resultados. A partir deles, é possível chegar a diferentes conclusões e enriquecer ainda mais a busca por melhorias na prestação do serviço em pauta, tendo em vista a sua enorme importância social, de saúde e qualidade de vida.

Como o saneamento básico é um serviço diretamente ligado às realidades sociais, a análise de desempenho tem importante função fiscalizadora e por isso devem retratar a realidade vivida pelas pessoas em cada cidade. Só assim é possível identificar pontos que podem e devem ser melhorados para elevar a qualidade de vida de uma sociedade ainda carente de infraestrutura básica.

REFERÊNCIAS

AMBROZEWICZ, P. H. L. **Gestão da qualidade na administração pública: histórico, PBQP, conceitos, indicadores, estratégia, implantação e auditoria.** São Paulo: Atlas, 2015.

BARBOSA, R.; BASTOS, A. **Utilização da análise por envoltória de dados (DEA) na mensuração da eficiência das prestadoras de serviços de água e esgotamento sanitário: um enfoque no desempenho da companhia de saneamento do estado do Pará (COSANPA).** Belo Horizonte: Revista Economia e Gestão, 2014. v. 14, n. 35, p. 158-163.

BERG, S. V. **Water Utility Benchmarking: Measurement, Methodologies and Performance Incentives.** IWA Publishing. London, UK. 2010.

BLOKLAND, M.; SCHOUTEN, M.; SCHWARTZ, K. **Rejuvenating a Veteran Benchmarking Scheme: Benchmarking in the Dutch Drinking Water Sector.** Competition and Regulation in Network Industries, Volume 11, No. 2, 2010.

CAMP, R. C. **Benchmarking: o caminho da qualidade total; identificando, analisando e adaptando as melhores práticas da administração que levam à maximização da performance empresarial.** 3ª ed., São Paulo-SP, Ed. Pioneira Thomson Learning, 2002. 250 p.

CASTRO, C.E.T. **Avaliação da eficiência gerencial de empresas de água e esgotos brasileiras por meio da envoltória de dados (DEA).** Rio de Janeiro, 2013. p. 62.

CETRULO, T. B.; SANTIL, A. D.; MARQUES, R. D. R. C.; MALHEIROS, T. F. **Benchmarking de desempenho entre operadoras de água e esgoto em nível de bacia hidrográfica.** In book: Engenharia Ambiental e Sanitária: Interfaces do Conhecimento 2. Edition: 2nd, Chapter: 16, Publisher: Editora Atena, pp. 194-202, 2019.

COX, J. R. W.; MANN, L.; SAMSON, D. **Benchmarking as a Mixed Metaphor: disentangling assumptions of competition and collaboration.** Journal of Management Studies, Oxford, v. 34, n. 2, p. 285-314, mar. 1997.

GUIMARÃES, E; TEMÓTEO, T; MALHEIROS, T. **Benchmarking aplicado às Revisões Tarifárias do Saneamento.** Revista DAE. N. 192, p. 34-47, maio-agosto 2013.

ITB – INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento 2019**. Disponível em <http://www.tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/ranking-do-saneamento>. Acesso em: 15 de nov. 2019.

MARQUES, R.C.; BARG, S.; YANE, S. **Performance benchmarking analysis of japanese water utilities**. Conference, 2011. p. 6.

MARTINS, S.; SANTOS, A.; CARVALHO, L. **O benchmarking e sua aplicabilidade em unidades de informação: uma abordagem reflexiva**. Natal, RN. 2010.

PERTEL, M.; AZEVEDO, J. P.; JUNIOR, I. **Uso de indicadores de perdas para seleção de um benchmarking entre as companhias estaduais de serviço de distribuição de água no Brasil**. Revista Eng Sanit Ambient. V. 21, N. 1, p. 159-168, janeiro-março 2016.

POÇAS, V. M. A. **O contributo da inovação para a competitividade das organizações Estudo de caso**. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Porto, 2015.

RÉUS, G. M. **Benchmarking competitivo em uma empresa líder no segmento de temperos e condimentos do sul de Santa Catarina**. Criciúma, SC. 2016.

SCHWEMLEIN, S. M., CRONK, R., BARTRAM, J. **Indicators for Monitoring Water, Sanitation, and Hygiene: A Systematic Review of Indicator Selection Methods**. In: International Journal of Environmental Research and Public Health 13(3)· March, 2016.

SEIBEL, S. **Um modelo de benchmarking baseado no sistema produtivo classe mundial para avaliação de práticas e performances da indústria exportadora brasileira**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2004.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto 2017**. Disponível em <http://www.snis.gov.br>. Acesso em: nov, 2019.

SPENDOLINI, M. J. **Benchmarking**. 1ª ed. Makron Books do Brasil, São Paulo, 1994.

TEIXEIRA, G.; MACCARI, E.; RUAS, R. **Proposição de um plano de ações estratégicas para associações de alunos egressos baseado em benchmarking internacional e no Brasil**. Revista de Ciências da Administração. V. 16, N. 40, p. 208-220, dez, 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

AET 27, 28

Análise Fatorial 11, 84, 86, 88, 90, 91, 92, 100, 103

Análise SWOT 36, 41, 60, 64, 66

Aprendizagem 106, 122, 129, 135, 136, 145, 172

Assistência Social 11, 84, 85, 90, 92, 99, 100, 101, 102, 103

Aumento da lucratividade 183

Automação 3, 4, 6, 7, 8, 14, 23, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 185

B

Banco digital 60

BENCHMARKING 10, 47

C

Cadeia de Suprimentos 12, 20, 21, 24, 136, 139, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 150

Competências 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 19, 20, 24, 165, 167

Competitividade 9, 2, 3, 40, 41, 44, 49, 58, 122, 153, 159, 160, 161, 169, 170, 191

Configuração de Rede 139

Controle de nível 72, 73, 76, 77, 80, 81

Crise Hídrica 36, 39, 40, 44

Cultivo 12, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 203

D

Desempenho 8, 15, 16, 20, 41, 47, 48, 49, 50, 55, 56, 57, 58, 76, 115, 126, 127, 142, 143, 148, 149, 151, 157, 165, 180

E

Eficácia 9, 16, 28, 40, 50, 74, 143, 148, 169, 170, 171, 173, 176

Engenharia 2, 9, 10, 12, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 24, 45, 58, 82, 83, 103, 104, 111, 120, 122, 137, 139, 152, 153, 163, 166, 182, 183, 191, 204

Ergonomia 6, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34

Estatística Multivariada 84, 102

F

Ferramenta da qualidade 44, 183, 189, 190

Forças de Porter 60, 63, 67, 69

G

Gestão Colaborativa 139, 141, 148

I

Impactos 13, 14, 20, 21, 23, 24, 36, 50, 61, 84, 100, 139, 140, 141, 146, 148, 150

Indústria 4.0 10, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 69, 104, 145

Indústria Alimentícia 27, 184, 186, 187

Indústria Automotiva 12, 139, 140, 145, 149

Integração 8, 14, 17, 18, 19, 21, 74, 75, 76, 85, 96, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 149, 150, 165

Internet das Coisas 10, 3, 8, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

J

Jaula Flotante 193, 201, 203

L

Lucro 152, 153, 156, 158, 163, 165, 166, 186

M

MASP 12, 169, 170, 172, 181, 182

Matriz curricular 10, 1, 2, 3, 5, 8, 9, 11

Modelo de Negócio CANVAS 60, 69

P

Peces Marinos 192, 193, 194, 195, 196

Previsão de demanda 122, 123, 137, 164

Produção 2, 9, 10, 12, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 42, 43, 44, 45, 51, 74, 75, 82, 83, 103, 105, 120, 122, 123, 137, 139, 140, 142, 143, 145, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 183, 184, 185, 186, 187, 191, 204

Q

Qualidade 9, 1, 6, 7, 16, 17, 27, 28, 29, 36, 40, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 52, 57, 58, 61, 62, 65, 66, 67, 72, 74, 75, 82, 85, 99, 153, 156, 157, 159, 160, 161, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 176, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 189, 190

Quarta Revolução Industrial 1, 2, 3, 8, 12, 13, 14, 145, 149

R

Rede Neural 11, 115, 122, 123, 127, 129, 134, 135, 136

Redução de custos 3, 72, 73, 75, 157, 160, 161, 162, 163, 183

Resultado 3, 19, 24, 33, 34, 49, 55, 69, 73, 78, 89, 93, 106, 111, 112, 115, 130, 131, 134, 160, 169, 172, 175, 181

Rula 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35

S

Saneamento Básico 10, 47, 50, 57, 74, 82

Sistema Convencional 72, 73, 80, 81

Sustentabilidade 72, 190

T

Toyotismo 152, 153, 154, 156, 157, 159, 160, 166

V

Vitivinícola 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 46

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2021

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



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