

**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO  
LUCIO MAURO BRAGA MACHADO  
(ORGANIZADORES)**



**RESULTADOS DAS PESQUISAS  
E INOVAÇÕES NA ÁREA  
DAS ENGENHARIAS**

**FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO  
LUCIO MAURO BRAGA MACHADO  
(ORGANIZADORES)**



**RESULTADOS DAS PESQUISAS  
E INOVAÇÕES NA ÁREA  
DAS ENGENHARIAS**

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:** Geraldo Alves

**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

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 di 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. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
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 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  
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. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

R436 Resultados das pesquisas e inovações na área das engenharias [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-21-8

DOI 10.22533/at.ed.218200303

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas.  
3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422**

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias” contempla dezoito capítulos em que os autores abordam as mais recentes pesquisas e inovações aplicadas nas mais diversas áreas da engenharia.

A constante transformação que a sociedade vem sofrendo é produto de um trabalho de desenvolvimento de pesquisas e tecnologia que aplicadas se tornam inovação.

O estudo sobre materiais e seu comportamento auxiliam na compreensão sobre seu uso em estruturas e eventualmente podem determinar o aparecimento ou não de patologias.

As pesquisas sobre a utilização de ferramentas computacionais permitem o aprimoramento da gestão de diversas atividades e processos de produção.

São abordadas também nessa obra as pesquisas sobre a forma de ensinar, utilizando as tecnologias em favor do processo de ensino e aprendizagem.

Diante disso, esperamos que esta obra instigue o leitor a desenvolver ainda mais pesquisas, auxiliando na constante transformação tecnológica que o mundo vem sofrendo, visando a melhoria da qualidade de vida na sociedade. Boa leitura!

Franciele Braga Machado Tullio

Lucio Mauro Braga Machado

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....   | <b>1</b>  |
| ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE JUNTAS SOLDADAS DISSIMILARES NA PROPAGAÇÃO DE TRINCAS  |           |
| Daniel Nicolau Lima Alves<br>Marcelo Cavalcanti Rodrigues<br>José Gonçalves de Almeida  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.2182003031</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....   | <b>13</b> |
| ANÁLISE DE ÍONS DE CLORETO E SUA INFLUÊNCIA NO PROCESSO DE ENVELHECIMENTO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO   |           |
| Ana Paula dos Santos Pereira<br>Danielle Cristina dos Santos Lisboa<br>Lucas Nadler Rocha<br>Alberto Nunes Rangel<br>Claudemir Gomes de Santana<br>Renata Medeiros Lobo Müller                            |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.2182003032</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....   | <b>25</b> |
| ANÁLISE DO SISTEMA CONSTRUTIVO E SEUS MATERIAIS CONSTITUINTES COM ENFÂSE NO AÇO COMO SOLUÇÃO PARA REFORÇOS ESTRUTURAIS  |           |
| Marcos Bressan Guimarães<br>Vinícius Marcelo de Oliveira Maicá<br>Diorges Carlos Lopes<br>Rafael Aésio de Oliveira Zaltron<br>Arthur Baggio Pietczak<br>Bianca Milena Girardi<br>Bruna Carolina Jachinski |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.2182003033</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....   | <b>38</b> |
| UTILIZAÇÃO DE SIG NA GESTÃO DOS IMPACTOS DA ÁGUA RESIDUAL DA ETE NO MUNICÍPIO DE CANDEIAS – BAHIA   |           |
| Gisa Maria Gomes de Barros Almeida.<br>Helder Guimarães Aragão.<br>Rodrigo Alves Santos.  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.2182003034</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....   | <b>47</b> |
| AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE INSTABILIDADE GLOBAL EM EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS EM CONCRETO ARMADO COM INCLUSÃO DE NÚCLEOS RÍGIDOS  |           |
| Thadeu Ribas Lugarini<br>Ana Carolina Virmond Portela Giovannetti   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.2182003035</b>  |           |

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 6 .....</b>   | <b>58</b>  |
| <b>APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS BIM NO ORÇAMENTO DE OBRA - ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO DASOS</b>  |            |
| Susan Pessini Sato  |            |
| Leonardo Padoan dos Santos  |            |
| Bruno Pscheidt Cenovicz   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.2182003036</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 7 .....</b>   | <b>69</b>  |
| <b>LOW-COST SUNLIGHT CONCENTRATORS TO IMPROVE HEAT TRANSFER DURING WATER SOLAR DISINFECTION</b>   |            |
| Bruno Ramos Brum  |            |
| Rossean Golin   |            |
| Zoraidy Marques de Lima   |            |
| Danila Soares Caixeta   |            |
| Eduardo Beraldo de Moraes   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.2182003037</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 8 .....</b>   | <b>81</b>  |
| <b>ESTUDOCOMPARATIVOUSANDODIFERENTESRESINASPARADETERMINAÇÃO DE ISÓTOPOS DE TÓRIO</b>  |            |
| Mychelle Munyck Linhares Rosa   |            |
| Maria Helena Tirollo Taddei   |            |
| Luan Teixeira Vieira Cheberle   |            |
| Paulo Sergio Cardoso da Silva   |            |
| Vera Akiko Maihara  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.2182003038</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 9 .....</b>   | <b>88</b>  |
| <b>DESENVOLVIMENTO EM LABORATÓRIO DE UM TUBO DE VENTURI ACOPLADO A UM RESERVATÓRIO PARA MEDIÇÃO DE PRESSÃO, VELOCIDADE E VAZÃO DE FLUIDOS</b> |            |
| Joilson Bentes da Silva filho   |            |
| Adalberto Gomes de Miranda  |            |
| José Costa de Macêdo Neto   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.2182003039</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 10 .....</b>  | <b>96</b>  |
| <b>PROPOSTADEDESIGNDOCOMPONENTETANQUEMODULARDECOMBUSTÍVEL PARA AERONAVE AS 350 ESQUILO</b>  |            |
| Abilio Augusto Corrêa   |            |
| Daniel Brogini de Assis   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.21820030310</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 11 .....</b>  | <b>107</b> |
| <b>OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA MICROEMPRESA DE DOCES ARTESANAIS DA AMAZÔNIA UTILIZANDO O PDCA</b>                               |            |
| Karla Josiane de Lima Baia  |            |
| Rita de Cássia Ferreira Xavier  |            |
| Maria Beatriz Costa de Souza  |            |
| David Barbosa de Alencar  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.21820030311</b>   |            |

|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 12</b> .....   | <b>118</b> |
| AUDITORIA INTERNA COMO PROVIMENTO À GESTÃO DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL  |            |
| Phelippe Moura da Silva  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.21820030312</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 13</b> .....   | <b>125</b> |
| APLICAÇÕES DE REDES DE SENSORES SEM FIO  |            |
| Arthur M. Barbosa  |            |
| Paulo Fernandes da Silva Júnior  |            |
| Ewaldo Eder Carvalho Santana   |            |
| Marcos Erike Silva Santos  |            |
| Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira  |            |
| Pedro Carlos de Assis Júnior   |            |
| Marcelo da Silva Vieira  |            |
| Rodrigo César Fonseca da Silva   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.21820030313</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 14</b> .....   | <b>145</b> |
| A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FÉRREO “CAXIAS DO SUL – PORTO DO RIO GRANDE”: UM ESTUDO DE PERSPECTIVA ECONÔMICO-LOGÍSTICO NO ESCOAMENTO DE CARGAS   |            |
| Giovanni Luigi Ferreira Schiavon   |            |
| Helenton Carlos da Silva   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.21820030314</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 15</b> .....   | <b>155</b> |
| CONTROLE DE SISTEMAS LINEARES BASEADOS EM LMIS   |            |
| Ana Flávia de Sousa Freitas  |            |
| Amanda Viera da Silva  |            |
| Wallysonn Alves de Souza   |            |
| Rafael Pimenta Alves   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.21820030315</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 16</b> .....   | <b>162</b> |
| APOIO À DECISÃO ASSOCIANDO A COMPOSIÇÃO PROBABILÍSTICA DE PREFERÊNCIAS AO MONTE CARLO AHP (CPP-MCAHP)  |            |
| Luiz Octávio Gavião  |            |
| Annibal Parracho Sant’Anna   |            |
| Gilson Brito Alves Lima  |            |
| Pauli Adriano de Almada Garcia   |            |
| Sergio Kostin  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.21820030316</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 17</b> .....   | <b>178</b> |
| EVOLUÇÃO DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS ACERCA DA APLICABILIDADE DAS METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: UMA ANÁLISE NOS PERIÓDICOS INDEXADOS PELA SCOPUS |            |
| Lucas Capita Quarto  |            |
| Sônia Maria da Fonseca Souza   |            |
| Cristina de Fátima de Oliveira Brum Augusto de Souza   |            |

Fabio Luiz Fully Teixeira  
Fernanda Castro Manhães

**DOI 10.22533/at.ed.21820030317**

**CAPÍTULO 18 ..... 192**

PROJETO DE DESIGN DE MASCOTE PARA JOGO MOBILE

Cristina Trentini  
Airam Teresa Zago Romcy Sausen  
Paulo Sérgio Sausen  
Maurício De Campos  
Fabiane Volkmer Grossmann

**DOI 10.22533/at.ed.21820030318**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 198**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 199**

## A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FÉRREO “CAXIAS DO SUL – PORTO DO RIO GRANDE”: UM ESTUDO DE PERSPECTIVA ECONÔMICO-LOGÍSTICO NO ESCOAMENTO DE CARGAS

*Data de aceite: 27/02/2020*

*Data de submissão: 03/12/2019*

### **Giovanni Luigi Ferreira Schiavon**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Programa de Pós Graduação em Engenharia de  
Produção

<http://lattes.cnpq.br/8217025528435589>

### **Helenton Carlos da Silva**

Universidade Estadual de Ponta Grossa -  
Departamento de Engenharia Civil  
Ponta Grossa – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/0177013067095996>

**RESUMO:** O desenvolvimento econômico do Brasil e sua crescente participação no comércio internacional determinam a importância e o papel fundamental dos portos brasileiros. Neste contexto, o Porto do Rio Grande está em permanente evolução e sintonia com a política nacional de portos, a fim de acompanhar e ser protagonista deste processo (LOPES, 2013). O transporte ferroviário, por sua vez, desempenha papel fundamental para a expansão das fronteiras produtivas, para o aumento das relações comerciais, além de possuir maior capacidade de escoamento de cargas. No Rio Grande do Sul, Caxias do Sul ocupa papel vital na economia sendo o 33º PIB nacional, o 5º sul regional e o 2º estadual

conforme dados do IBGE/2014, entretanto não dispõe de uma opção menos dispendiosa para o escoamento de carga ao Porto do Rio Grande que não tão somente o rodoviário. Desta forma faz-se necessária a implantação de um sistema ferroviário que contemple a rota “Caxias do Sul - Triunfo - Rio Grande” de forma a desenvolver e aperfeiçoar o trinômio produção/escoamento de carga/exportação, garantindo progresso e funcionamento íntegro e sólido do metabolismo econômico e logístico estadual e nacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ferrovias, economia sul rio-grandense, logística, infraestrutura

### THE IMPLEMENTATION OF A “CAXIAS DO SUL - PORTO RIO GRANDE” RAILWAY SYSTEM: A STUDY OF ECONOMIC-LOGISTIC PERSPECTIVE IN CARGO FLOW

**ABSTRACT:** Brazil’s economic development and its increasing participation in international trade determines the importance and fundamental role of Brazilian ports. In this context, the Rio Grande Port is constantly evolving and in consistency with the undefined fundamental role in expanding the productive borders, increasing trade relations, as well as having greater capacity for cargo flow. In Rio Grande do Sul, Caxias do Sul occupies a vital role in the economy being the 33rd national PIB, the 5th regional south and the 2nd state,

according to data from IBGE/2014, however it does not have a less expensive option for cargo flow to Rio Grande Port than road option. Thus, it is necessary to implement a rail system that includes the “Caxias do Sul - Triunfo - Rio Grande” route in order to develop and improve the production/outflow/export trio, ensuring progress and solid functioning of the state and national economic and logistic metabolism.

**KEYWORDS:** Railways, Rio Grande do Sul economy, logistics, infrastructure.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Atualmente, as empresas de diferentes segmentos procuram aprimorar seus processos buscando ter um diferencial competitivo. Nesse sentido percebe-se que os processos logísticos quando gerenciados de maneira correta conseguem atingir de maneira eficiente e eficaz melhores níveis de serviço.

Segundo Ballou (2001) "o transporte é um dos principais elementos que influenciam as composições dos custos logísticos e ainda a movimentação de fretes que absorve entre um a dois terços dos custos logísticos".

Nesse contexto, Islam e Blinge (2017) citam que o transporte ferroviário de carga desempenha um papel importante na criação de um mercado sustentável e competitivo, mas tem perdido espaço para outros modais concorrentes, principalmente o rodoviário. A qualidade do serviço de transporte ferroviário de cargas deve ser melhorada com um melhor planejamento, aplicação de sistemas TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) apropriados e com a adoção de uma abordagem integrada da cadeia de suprimentos.

No Rio Grande do Sul, o município de Caxias do Sul possui, segundo dados da Fundação de Economia e Estatística - FEE (2015), o segundo maior PIB do estado (5,4%), atrás somente da capital Porto Alegre e é dono do 40º PIB nacional. O município também se destaca por sua economia alicerçada na indústria metal mecânica (CICONET et al., 2014).

Em sintonia, o município de Triunfo faz parte do Polo Petroquímico do Sul o qual se constitui num empreendimento econômico e tecnológico de destaque no Rio Grande do Sul. É responsável, segundo a FEE (2015), por 2,0% do PIB estadual, sendo o oitavo PIB estadual e o primeiro PIB per capita no Rio Grande do Sul.

A FEE ainda mostra que, dos 10 maiores PIB's gaúchos, um é a capital Porto Alegre, três são municípios da região metropolitana de Porto Alegre, Triunfo e Caxias do Sul que são temáticas desse estudo, além de Pelotas e Rio Grande, essas duas últimas próximas ao Porto de Rio Grande. Por isso entende-se que é necessária a implantação de um sistema ferroviário que contemple ambos os municípios, Triunfo e Caxias do Sul, e que escoe grande parte de suas produções ao Porto do Rio Grande, diminuindo, assim, seus até então elevados custos de frete e aumentando

sua capacidade de carga.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

O modal ferroviário se faz importante para o desenvolvimento econômico por causa de suas vantagens econômicas comparativas em atender a certas formas e fluxos de frete. Os países com ferrovias em plena funcionalidade são mais competitivos e obtêm benefícios mais amplos de sistemas de transporte equilibrados, nos quais o frete certo se move de modo certo (WORLD BANK, 2009). Atualmente, o frete ferroviário é considerado o modal mais ecológico, com um papel importante no mercado de mercadorias. Isso contribui para o desenvolvimento da sociedade humana, combinando progresso econômico e social e respeitando o desenvolvimento (MESKO et al., 2016).

Existem muitas ofertas de vários modos de transporte no mercado, onde cada modo de transporte tem suas vantagens e desvantagens para o processo de transporte, sociedade e meio ambiente (SKRUCANY et al., 2015).

Para Aritua (2019), as ferrovias bem administradas fornecem capacidade e serviços necessários à indústria pesada, facilitando o comércio, a especialização e o crescimento econômico. A exemplo, algumas regiões da Ásia Central, Europa Oriental, Sul da Ásia, Sudeste Asiático e África Subsaariana, caracterizadas por agrupamentos de vários países pequenos, o frete ferroviário pode aumentar a integração econômica, fornecendo acesso aos mercados internacionais e regionais e conectando países não litorâneos.

Conforme o autor, as ferrovias também oferecem benefícios que são cada vez mais valorizados pelos formuladores de políticas, particularmente nas áreas de segurança e meio ambiente. Como resultado, os países incluem cada vez mais o transporte ferroviário de cargas no caminho crítico para descarbonizar e alcançar compromissos em direção ao desenvolvimento sustentável.

Segundo Santos et. al (2018), o transporte ferroviário é o segundo modal mais utilizado no Brasil devido seu baixo custo frente aos grandes volumes de carga transportada e grandes distâncias. Ainda assim, o Brasil está aquém do ideal se comparado com a distribuição das matrizes de cargas de outros países com porte territorial semelhante tal qual mostra a Figura 1.

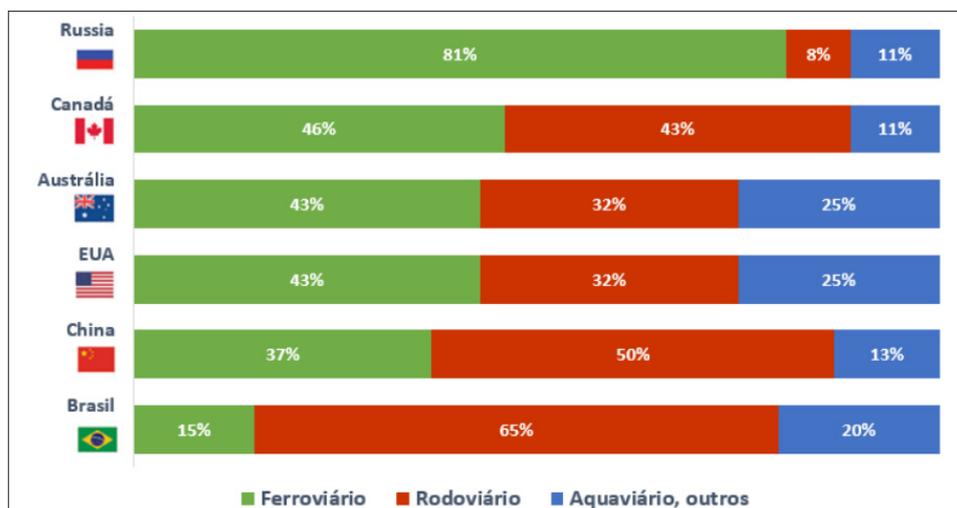


Figura 1 -Comparação de matrizes de transporte de carga - países de mesmo porte territorial

Fonte: ANTF (2017)

Para Benetti (2012), o crescimento da economia brasileira está ascendente e, portanto, será necessário reduzir os custos de transporte no país. No entanto, a maior parte da movimentação de carga brasileira se faz através do modal rodoviário por conta de políticas passadas que incentivaram e priorizaram esse modal.

Gonçalves (2018) enfatiza que, nos últimos anos, o modal ferroviário brasileiro tem aumentado sua participação no transporte de cargas devido o processo de concessão das malhas federais à iniciativa privada. Porém, apesar dessa evolução, os 13 corredores ferroviários brasileiros existentes (12 malhas concedidas, 11 exploradas pela iniciativa privada e uma pública) ainda carecem de investimentos em manutenção e ampliação.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Municípios em estudo

De modo a atender a demanda comercial/industrial dos municípios de Caxias do Sul e Triunfo (Figura 2) e, por consequência, avançar econômica e logisticamente, faz-se necessária a ampliação e readequação do sistema logístico hoje presente nessas regiões com o seu escoamento ao Porto do Rio Grande.



Figura 2 - Municípios de Caxias do Sul e Triunfo.

Fonte: Ministério dos Transportes, adaptado.

Caxias do Sul destaca-se por sua economia alicerçada na indústria, especialmente a do setor metal-mecânico. A cidade também é a maior produtora de hortifrutigranjeiros do Rio Grande do Sul, e possui um dos maiores PIB Agrícola do Estado. No intervalo de janeiro a julho deste ano, as vendas externas de Caxias do Sul totalizaram US\$ 412,6 milhões (Figura 3), um incremento de 7% na comparação a igual período de 2016, segundo dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) disponível no Jornal "O Pioneiro" de Caxias do Sul.

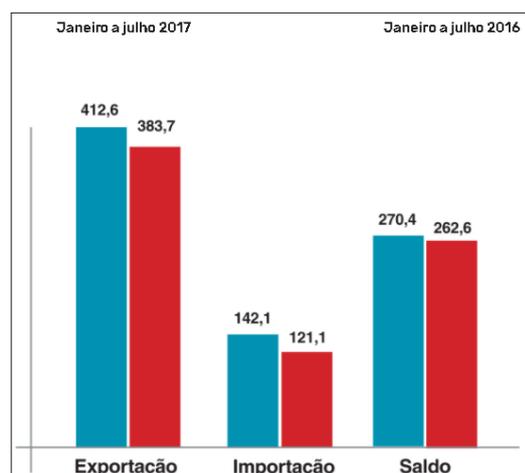


Figura 3 - Balança Comercial de Caxias do Sul em milhões de US\$.

Fonte: MDIC, APUD "O Pioneiro"

Já o município de Triunfo conta com o Polo Petroquímico Sul, um complexo industrial formado por seis empresas: Arlanxeo, Braskem, BRK Ambiental, Innova, Oxiteno e White Martins. Sua implantação contribuiu para o desenvolvimento da região, oferecendo novas oportunidades de trabalho e um crescimento econômico significativo. Esse crescimento é comprovado pela posição do município entre os

dez primeiros PIB's do Rio Grande do Sul no ano de 2015 conforme a Figura 4.

Municípios com maior Produto Interno Bruto (PIB)  
no Rio Grande do Sul — 2015

| POSIÇÃO DOS MUNICÍPIOS | PIB (R\$ 1.000) | PARTICIPAÇÃO % NO RS |
|------------------------|-----------------|----------------------|
| 1 Porto Alegre .....   | 68.117.224      | 17,8                 |
| 2 Caxias do Sul .....  | 20.637.192      | 5,4                  |
| 3 Canoas .....         | 16.244.021      | 4,3                  |
| 4 Gravataí .....       | 9.730.604       | 2,5                  |
| 5 Novo Hamburgo ...    | 8.122.336       | 2,1                  |
| 6 Passo Fundo .....    | 7.817.962       | 2,0                  |
| 7 Santa Cruz do Sul    | 7.764.848       | 2,0                  |
| 8 Triunfo .....        | 7.478.984       | 2,0                  |
| 9 Pelotas .....        | 7.389.940       | 1,9                  |
| 10 Rio Grande .....    | 7.274.580       | 1,9                  |

Figura 4 - Maiores PIB's gaúchos para o ano de 2015.

Fonte: FEE/2017

### 3.2. Perfil ferroviário no Estado do Rio Grande do Sul

Para Silveira (2003), as estradas de ferro, iniciadas na segunda metade do século XIX, indicam a necessidade de atender às atividades econômicas, políticas e estratégicas das diversas regiões gaúchas. Portanto, a ligação férrea da capital Porto Alegre ao porto de Rio Grande, passando pela região da Campanha, indicava a necessidade de favorecer, em primeira mão, os capitais pastoris dos campos de Bagé, Santana do Livramento, entre outros municípios (Figura 5).

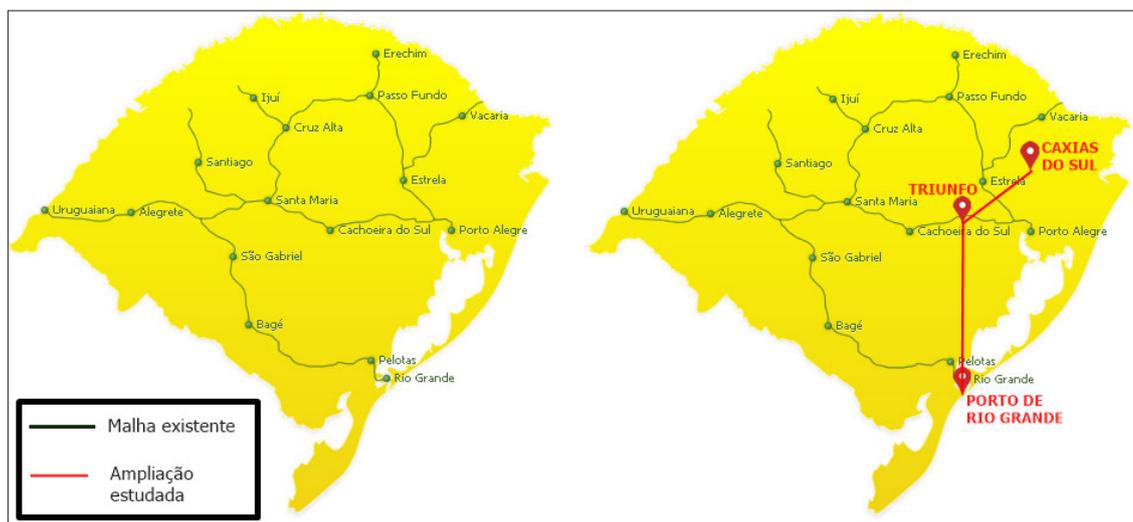


Figura 5 - Malha ferroviária gaúcha

Fonte: Refinaria de Petróleo Riograndense, adaptado

Gonçalves (2018) colabora ao dizer que a rede ferroviária gaúcha possui uma atuação relevante no sul do país. Segundo o autor, o modal contribui com 8,8% do total de cargas do Estado. Essa rede é denominada corredor do Rio Grande, tem início no município de Cruz Alta, possibilita acesso aos municípios de Cacequi e

Santa Maria e termina no Porto de Rio Grande, somando 738 km de extensão em bitola métrica sob administração da América Latina Logística (ALL).

No entanto, entende-se que o modal poderia ser mais e melhor explorado, essencialmente na ampliação da linha já existente próximo à cidade de Triunfo até o Porto de Rio Grande. A Figura 5 bem mostra o vazio entre a capital Porto Alegre e o município de Rio Grande. O Relatório de Inovação, Sustentabilidade e Desenvolvimento no Rio Grande do Sul (2017) contribui ao citar que o Estado possui cerca de 30% da malha ferroviária desativada, ainda que o transporte da maior parte dos bens produzidos no Estado seja mais rentável através desse modal. As ferrovias gaúchas cedem espaço para o modal rodoviário, "o qual é menos eficiente e mais oneroso quando se trata de grandes volumes, consequência de sua menor produtividade".

À medida que o país cresce, a demanda de carga exige mais que uma infraestrutura apenas rodoviária, e é neste contexto que o transporte ferroviário vem a somar e ser uma alternativa não apenas viável, mas essencialmente estratégica para suportar esse crescimento (PICHIOLI, 2005). O investimento neste modal também se faz necessário para corrigir distorções e seguir parâmetros iguais a países com dimensões semelhantes ao Brasil, pois a matriz de transporte deve ser equilibrada quando relacionada com os demais modais de transporte.

Outro fator de destaque é o tipo de relevo existente na região estudada. De acordo com a Figura 6, a faixa entre o Porto do Rio Grande e Triunfo (aproximadamente 380km em linha reta) está contemplada com altitude muito próxima ao nível do mar; em linha reta, de Triunfo à Caxias do Sul (aproximadamente 132km em linha reta), a faixa que contempla altitude entre 200 e 800m começa após 80km a partir de Triunfo. Essas são características de suma importância para a implantação do sistema férreo em estudo, visto que em regiões cujo relevo é muito acidentado, a instalação de vias férreas fica altamente comprometida, necessitando de grandes modificações no terreno de projeto. Oposto a isso, o trecho em estudo não se enquadra nesse caso.

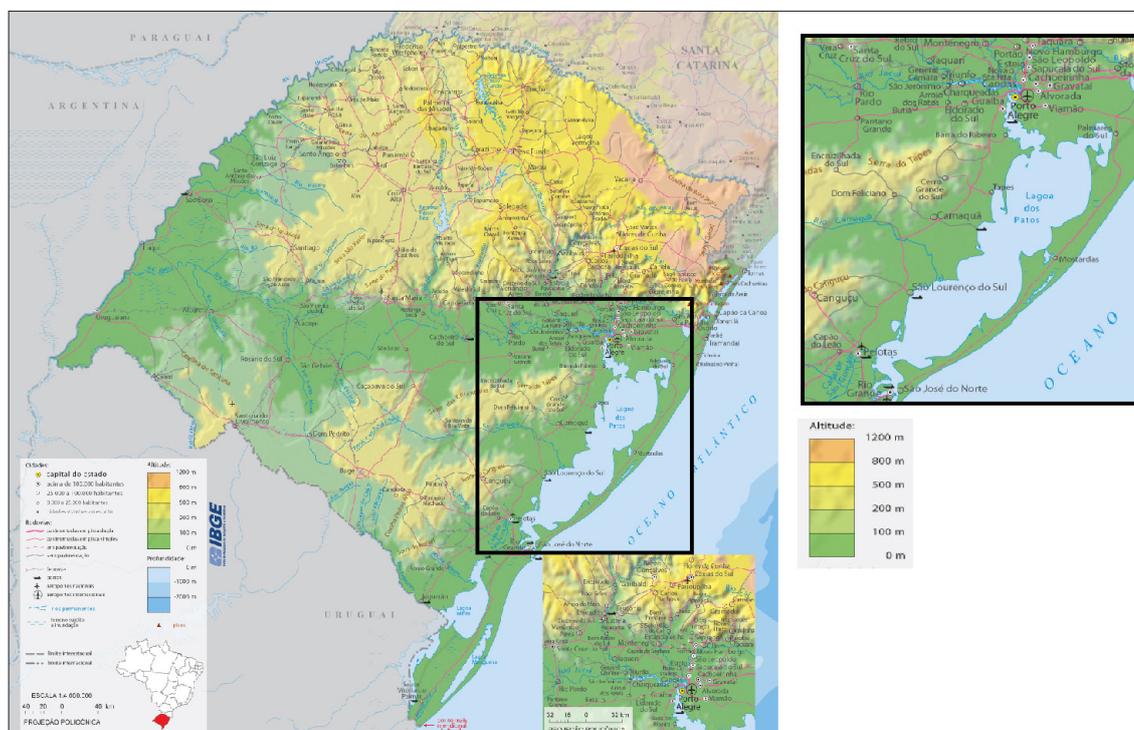


Figura 6 – Mapa fisiográfico do Rio Grande do Sul

Fonte: IBGE, adaptado

## 4 | CONCLUSÃO

As concepções referenciadas pelos autores possibilitaram a construção de uma fundamentação sólida para concluir que o modal ferroviário conta com diversas vantagens não tão somente econômicas ao exercer o transporte de cargas, mas também ambientais, políticas e no que tange a área de segurança.

Apesar de o transporte ferroviário ser o segundo modal mais utilizado no Brasil, o país ainda está aquém do ideal quando comparado com outros países de extensão territorial semelhante. Isso enfatiza a necessidade de investimentos em manutenção e ampliação no modal ferroviário para fluxos de frete.

Verificou-se que o município de Caxias do Sul ocupa posição de destaque em diversos ramos econômicos no Rio Grande do Sul, principalmente no setor metal-mecânico, possuindo um perfil exportador. O município de Triunfo também ocupa posição de destaque na economia gaúcha e contempla o Polo Petroquímico Sul, um complexo pluri industrial que fortalece a região ao oferecer oportunidades de trabalho e proporcionar crescimento econômico.

Constatou-se também que o Rio Grande do Sul possui uma malha ferroviária extensa, porém ela poderia ser melhor explorada, nesse caso, com sua ampliação contemplando os municípios de Caxias e Triunfo, conectando-os diretamente ao Porto de Rio Grande.

Logo, é possível afirmar que a ampliação da malha ferroviária interligando

Caxias do Sul, Triunfo e Rio Grande se faz necessária para o crescimento econômico do Rio Grande do Sul e para tornar esse Estado cada vez mais competitivo tanto no mercado interno como no mercado externo.

Por fim, é sugerido como estudo futuro um projeto de engenharia do presente trabalho, aprofundando detalhes de infraestrutura e delineando o melhor trecho para o traçado da ampliação da malha ferroviária.

## REFERÊNCIAS

Associação Nacional dos Transportes Ferroviários. Brasília - ANTF, 2017. Disponível em: <<http://www2.antf.org.br>>. Acesso em: Novembro, 2019.

ARITUA, B. **The Rail Freight Challenge for Emerging Economies: How to Regain Modal Share**. The World Bank, 2019.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 4ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2001.

CICONET, I., ANTUNES JR, J., A., V., RUFFONI, J. **Características das atividades para a geração da inovação no arranjo produtivo local metal mecânico automotivo da região de Caxias do Sul (RS)**. Revista Brasileira de Gestão e Inovação (Brazilian Journal of Management & Innovation), v. 1, n. 3, p. 1-26, 2014.

Fundação de Economia e Estatística. **PIB dos municípios do RS em 2015: municípios industriais foram os mais afetados em ano de crise**. Disponível em: <<https://www.fee.rs.gov.br/indicadores/pib-rs/municipal/destaques/>>. Acessado em: Novembro, 2019.

GONÇALVES, R. R., et al. **Avaliação de impactos econômicos de melhorias em transporte no rio grande do sul: uma abordagem com equilíbrio geral dinâmico**, 2018.

Inovação, sustentabilidade e desenvolvimento no RS. Organização de Maria Lucrecia Calandro, Alessandro Donadio Miebach e Augusto Mussi Alvim. - Porto Alegre : FEE, 2017.

ISLAM, D. M. Z., BLINGE, M. **The future of European rail freight transport and logistics**, 2017.

LOPES, D. S. **O Porto do Rio Grande e o avanço das políticas portuárias no Brasil**. Porto do Rio Grande, 2013. Disponível em: <[http://www.portoriogrande.com.br/site/noticias\\_detalhes.php?idNoticia=1461](http://www.portoriogrande.com.br/site/noticias_detalhes.php?idNoticia=1461)> Acesso em: Agosto, 2017.

MESKO, P., GASPARIK, J., GABOROVA, V. **Proceedings of the 20th International Scientific Conference Transport Means**, 2016.

PICHIOLI, G. G. **Maior Participação na Matriz de Transportes Nacional**. Logweb, out, 2005.

Refinaria de Petróleo Riograndense. **Modal ferroviário**. Disponível em: <[http://www.refinariariograndense.com.br/site/Pages/produtos/logistica/logistica\\_det.aspx?id=3](http://www.refinariariograndense.com.br/site/Pages/produtos/logistica/logistica_det.aspx?id=3)>. Acessado em: Novembro, 2019.

SANTOS, D. B. et al. **Infrastructure in rail transport in Brazil**. South American Development Society Journal, [S.l.], v. 4, n. 10, p. 38 - 51, mar. 2018. Disponível em: <<http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/134>>. Acesso em: Novembro. 2019.

SILVEIRA, M. R. **A importância geoeconômica das estradas de ferro no Brasil**. Tese de doutorado

em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual Paulista de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente - São Paulo, 2003.

SKRUCANY, T., KENDRA, M., SARKAN, B., GNAP, J., **Communications in Computer and Information Science**, 531, 2015.

WORLD BANK. **Freight Transport for Development Toolkit: Rail Freight**. Washington DC: World Bank, 2009.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

AHP estocástico 162

Aluminized tetra pak package 69

Análise 1, 2, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 20, 24, 25, 26, 27, 29, 37, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 56, 57, 64, 81, 102, 109, 110, 113, 118, 122, 123, 134, 155, 156, 160, 162, 163, 173, 177, 178, 181, 182, 183, 185, 189, 190, 191, 193

Auditoria 118, 119, 121, 122, 123, 124

Auditoria interna da qualidade 118, 119, 121

### B

Bim 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68

Bipartição do tanque 96

### C

Campo de deformação 1, 8, 9, 10

Campo de tensão 1, 10

Carro de competição 126, 134, 141

Colunas manométricas 88, 93, 94

Comparação 49, 55, 58, 61, 64, 65, 105, 132, 148, 149, 164, 171, 174, 193

Concreto 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 37, 47, 48, 49, 52, 56, 57, 62

Contaminação de combustível 96, 97

Controle de sistemas lineares 155, 160

Corrosão 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 24, 101

Cpp-mcahp 162, 163, 165, 166, 168, 174

### D

Dados geoespaciais 38, 40

Desigualdades matriciais lineares 155, 156

Desvios de trinca 1

Drinking water 69, 70, 78, 79, 80, 86

Durabilidade 13, 14, 15, 18, 19, 22, 23

### E

Edifícios de concreto armado 47, 57

Efluente 38, 39, 43, 44

Eletrodeposição 81

Envelhecimento 13, 14, 19, 22, 24

Equação de bernoulli 88, 90, 93, 95

Escherichia coli 69, 70, 71, 72, 79

Estruturas metálicas 5, 26, 32, 33, 37

Ete 38, 39, 40, 43, 44, 45

## F

Fabricação artesanal 107

Foil from beverage can 69

## G

Gerenciamento da produção 107

## I

Instabilidade global 47, 56

Isótopos de tório 81

## J

Juntas soldadas dissimilares 1, 2

## L

Lmis 155

## M

Microprecipitação 81

Mirror 69, 71, 72, 74, 77, 78

Monte carlo 162, 163, 164, 168, 175, 176, 177

## N

Núcleos rígidos 47, 49, 51, 55, 56

## O

Orçamento 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 198

Otimização de processos 107

## P

Pseudomonas aeruginosa 69, 70, 71, 72, 79, 101

## Q

Qgis 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45

Qualidade 16, 23, 39, 40, 41, 45, 67, 108, 111, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 146, 181, 182, 186

Qualidade ambiental urbana 125, 126

Quantitativos 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 184

## R

Redes de sensores sem fio 125, 126, 127, 143

Reforço estrutural 25, 26, 27, 29, 32, 37, 99

## S

Sig 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 197

Sistema bola-viga 155, 156, 158, 160

Sodis 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80

Subabastecimento 96, 97

## T

Tubo de venturi 88, 92, 93, 95

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**