

Atena  
Editora  
Ano 2021



*Carlos Augusto Zilli  
(Organizador)*

*A visão sistêmica e integrada  
das **engenharias**  
e sua **integração com a sociedade***

---

**Atena**  
Editora

Ano 2021



*Carlos Augusto Zilli*  
(Organizador)

***A visão sistêmica e integrada  
das engenharias  
e sua integração com a sociedade***

---

**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 Cremo

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 Internazionele 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 Rio de Janeiro  
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 Franca 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 Federac 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 Gonçalves 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 Miraniilde 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

A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua integração com a  
sociedade

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Carlos Augusto Zilli.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

V822 A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua  
integração com a sociedade / Organizador Carlos  
Augusto Zilli. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-404-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.044212508>

1. Engenharia. I. Zilli, Carlos Augusto (Organizador). II.  
Título.

CDD 620

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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

Esta obra, intitulada “A Visão Sistêmica e Integrada das Engenharias e sua Integração com a Sociedade”, em seu primeiro volume, apresenta 22 capítulos que abordam pesquisas relevantes que fazem emergir esta visão completa e abrangente típica das engenharias, revelando de que forma ela pode se integrar à sociedade para solucionar os desafios que surgem mundo afora, trazendo pesquisas relacionados à COVID, controle de segurança, saneamento básico, sismologia, interações socioespaciais, purificação de biogás, análise de vigas compósitas, pressão em estruturas, entre outros.

Desta forma, esta obra se mostra potencialmente disponível para contribuir com discussões e análises aprofundadas acerca de assuntos atuais e relevantes, servindo como base referencial para futuras investigações relacionadas às engenharias em suas mais diversas instâncias.

Deixo, aos autores dos capítulos, um agradecimento especial, e aos futuros leitores, anseio que esta obra sirva como fonte inspiradora e reflexiva.

Esta obra é indicada para os mais diversos leitores, tendo em vista que foi produzida por meio de linguagem fluída e abordagem prática, o que favorece a compreensão dos conceitos apresentados pelos mais diversos públicos, sendo indicada, em especial, aos amantes da área de engenharia.

Carlos Augusto Zilli

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

COVID-19 (SARS-COV-2): ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE TESTES DE DETECÇÃO DO CORONAVÍRUS EM HUMANOS

Paulo Cesar dos Santos Teixeira

Fábio dos Santos Teixeira

Carlos Alberto Machado da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125081>

### **CAPÍTULO 2..... 11**

DIFERENTES SUBSTRATOS E ADUBAÇÕES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE

Carolina Rafaela Barroco Soares

Alaide de Oliveira Carvalho

Deborah Regina Alexandre

Jairo Rafael Machado Dias

Laysa Teles Vollbrecht

Micheli Leite Zanchetta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125082>

### **CAPÍTULO 3..... 18**

ESTUDO DA PRESSÃO EFETIVA EM COBERTURAS COM PLATIBANDA CONFORME A NBR 6123 – FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES

Gean Henrique Sabino Freitas

Luiz Henrique Moreira de Carvalho

Nélison Ferreira Corrêa

Wilson Espindola Passos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125083>

### **CAPÍTULO 4..... 31**

METODOLOGIA PARA ENSINO DA CONCORRÊNCIA ENTRE PROCESSOS COM EMPREGO DE SEMÁFOROS EM SISTEMAS OPERACIONAIS PREEMPTIVOS

Marco Aurélio de Souza Birchal

Viviane Santos Birchal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125084>

### **CAPÍTULO 5..... 41**

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO: INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL

Luiz Roberto Santos Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125085>

### **CAPÍTULO 6..... 58**

APLICAÇÃO COMPUTACIONAL PARA O PLANEJAMENTO DE FLUXO DE POTÊNCIA

## REATIVA

Polianna Schneider Durigon  
Carlos Roberto Mendonça da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125086>

## **CAPÍTULO 7..... 69**

### **ANÁLISE DA ACELERAÇÃO LATERAL DE UM VEÍCULO EM UM SIMULADOR COM 9 GDL**

Elyton Elias Prado Naves  
Jánes Landre Júnior  
José Tomich Bosco Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125087>

## **CAPÍTULO 8..... 79**

### **ADEQUAÇÃO DE TRELIÇA EM AÇO FRENTE A UMA NOVA FINALIDADE**

Gustavo de Oliveira Dumas  
José Geraldo de Araújo Silva  
Lucas Teixeira Araújo  
Antônio Maria Claret de Gouveia  
Hisashi Inoue  
André Luiz Candian

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125088>

## **CAPÍTULO 9..... 86**

### **PURIFICAÇÃO DE BIOGÁS EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS NA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ, BRASIL**

Juan Carlos Alvarado Alcócer  
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto  
Ciro de Miranda Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125089>

## **CAPÍTULO 10..... 100**

### **ANÁLISE DE VIGAS COMPÓSITAS LAMINADAS DE TIMOSHENKO ATRAVÉS DO MÉTODO DE GREEN**

Leonardo Fellipe Prado Leite  
Fabio Carlos da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250810>

## **CAPÍTULO 11 ..... 114**

### **ESTRATÉGIAS INOVADORAS PARA PESQUISAS DE EVAPORAÇÃO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS NO NORDESTE BRASILEIRO**

Bárbara Hillary de Almeida Pinto  
Cecília Roberta Barbosa da Silva  
Maria Eduarda Medeiros Monteiro  
Heloysa Helena Nunes de Oliveira  
Efrain Pantaleón Matamoros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250811>

**CAPÍTULO 12..... 124**

**AMBIÊNCIA E ENTORNO: INTERAÇÕES SOCIOESPAIAIS ENTRE IDOSOS MORADORES DE UM CONDOMÍNIO E A VIZINHANÇA**

Luzia Cristina Antoniossi Monteiro

Vania Aparecida Gurian Varoto

Lucas Bueno de Campos

Ingrid Bernardinelli

Gabriely Grezele

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250812>

**CAPÍTULO 13..... 136**

**METODOLOGIA DE COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA ENCARGOS COMPLEMENTARES: EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL**

Guilherme Martins Pereira

Regina Maria Germânio

Tiago Silveira Gontijo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250813>

**CAPÍTULO 14..... 155**

**AVALIAÇÃO DE RISCOS E CONTROLE DE SEGURANÇA EM PEDREIRA**

Michael José Batista dos Santos

Suzi Cardoso de Carvalho

Irineu Antônio Schadach de Brum

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250814>

**CAPÍTULO 15..... 174**

**POTENCIAL INOVADOR DAS PESQUISAS DE SISMOLOGIA: ESTUDO DA APLICAÇÃO DA INTERFEROMETRIA SÍSMICA PARA IMAGEAMENTO 4D**

Julia Alanne Silvino dos Santos

Marcelo dos Santos Vieira

Lenise Souza Cardoso de Andrade

Heloysa Helena Nunes de Oliveira

Zulmara Virgínia de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250815>

**CAPÍTULO 16..... 184**

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DO FOSFATO DE CÁLCIO MONETITA PELA ROTA ÚMIDA DE NEUTRALIZAÇÃO RATHJE – HAYEK E NEWSELY**

Nataly Cristiane de Campos Amador Garcias

Carlos Pérez Bergmann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250816>

**CAPÍTULO 17..... 196**

**ESTUDOS DAS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO MONOFÁSICAS**

Emiliane Advincula Malheiros

Roberto Paulo Barbosa Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250817>

**CAPÍTULO 18.....203**

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE CALCINAÇÃO NA FASE DA HIDROXIAPATITA  
OBTIDA PELO MÉTODO SOL-GEL**

Marilza Aguiar

José Brant de Campos

Bruno Cavalcante Di Lello

Nataly Cristiane de Campos Amador Garcias

Vitor Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250818>

**CAPÍTULO 19.....209**

**REDISTRIBUIÇÃO DA VAZÃO AR EM MINA SUBTERRÂNEA PARA AUMENTO DE  
HORAS DISPONÍVEIS EM OPERAÇÃO DE LAVRA**

Alisson Brasil

Renan Collantes Candia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250819>

**CAPÍTULO 20.....225**

**ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DOS LIMITES DA CAVA FINAL ÓTIMA COM BASE NA  
VARIAÇÃO DO PREÇO DE MERCADO DA ROCHA FOSFÁTICA**

João Antônio da Silva Neto

Marcélio Prado Fontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250820>

**CAPÍTULO 21.....238**

**USO DA TECNOLOGIA DE MANUFATURA ADITIVA NA INDÚSTRIA AEROESPACIAL:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Allisson Régis dos Santos Maia

Maria Elizete Kunkel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250821>

**CAPÍTULO 22.....253**

**A IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES NA MANUTENÇÃO**

Alexandre Fernandes Santos

Heraldo José Lopes de Souza

Marcia Cristina de Oliveira

Sariah Torno

Darlo Torno

Sandro Adriano Zandoná

Tiago Rodrigues Carvalho

Natalia Tinti Ramos

Eliandro Barbosa de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250822>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>260</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>261</b>

## METODOLOGIA DE COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA ENCARGOS COMPLEMENTARES: EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

*Data de aceite: 02/08/2021*

### **Guilherme Martins Pereira**

Graduado em Engenharia da Produção pelo Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH)

<http://lattes.cnpq.br/6780533486689618>  
Belo Horizonte. MG

### **Regina Maria Germânio**

Graduada em Engenharia da Produção pelo Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH)

<http://lattes.cnpq.br/8999825158286660>  
Belo Horizonte. MG

### **Tiago Silveira Gontijo**

Mestre em Engenharia de Produção (UFMG), docente do Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH)

Belo Horizonte. MG  
<http://lattes.cnpq.br/2865658247618316>

**RESUMO:** O presente artigo teve como intuito propor uma metodologia de composição de custo, voltada aos encargos complementares de forma a contribuir para o aumento de competitividade de uma empresa construção pesada. Para tal utilizou-se princípios da engenharia de custo aliado a preceitos estatísticos e visão crítica de segurança do trabalho. A partir do estudo de caso, foi possível demonstrar como uma divergência na estimativa de consumação do insumo EPI pode influenciar no resultado econômico da obra. Neste caso em questão a divergência do custo mensal com EPI chegou a uma defasagem de

55% no estrato amostrado, o que resultou em uma defasagem acumulada de 87% projetada até o final da obra. Entretanto com adoção da solução proposta pode-se obter uma redução nesta defasagem de 66% se aplicada as futuras aquisições do insumo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Engenharia de Custo. Orçamento de obra. Encargos Complementares. Equipamentos de Proteção Individual-(EPI).

### **COST COMPOSITION METHODOLOGY FOR ADDITIONAL CHARGES: PERSONAL PROTECTION EQUIPMENT**

**ABSTRACT:** The purpose of this article was to propose a methodology of cost composition, focused on the additional costs in order to contribute to the increase of competitiveness of a heavy construction company. For this purpose we used the principles of cost engineering allied to statistical precepts and critical vision of work safety. From the case study, it was possible to demonstrate how a divergence in the consumption estimate of the PPE input can influence the economic result of the work. In this case the divergence of the monthly cost with PPE reached a 55% lag in the sampled stratum, which resulted in a cumulative lag of 87% projected until the final work. However, with the adoption of the proposed solution, a reduction in this gap of 66% can be obtained if future acquisitions of the input are applied.

**KEYWORDS:** Cost Engineering. Construction work. Complementary Charges. Personal Protection Equipment (PPE).

## 1 | INTRODUÇÃO

A crise econômica no Brasil atingiu a indústria da construção pesada de forma significativa, as margens de lucro ficaram cada vez menores colocando a sobrevivência das empresas desse segmento em risco de acordo com SICEPOT (2016). No início do ano de 2014 o setor acreditava que poderia crescer 1,6 % a mais do que o registrado em março de 2013, ano em que o PIB do setor mal ultrapassou os R\$ 221 bilhões de reais, entretanto, o primeiro semestre 2014 foi desanimador e o setor da construção pesada apresentou queda de 0,9% já no primeiro trimestre, aprofundando-se para 8,7% no trimestre seguinte, (MARCONDES, 2014).

Diante deste cenário adverso da economia brasileira, as empresas do setor de construção pesada se encontraram ainda mais pressionadas em serem competitivas, já que o número de licitações reduziram significativamente conforme SICEPOT (2016). E para obtenção de tal competitividade, as empresas desses seguimento recorrem as técnicas de engenharia de custos, que avaliam os dados físicos quantitativos, bem como os encargos incidentes, (TISAKA,2010); (DIAS,2011).

No que refere-se a encargos, fontes literárias como: Tisaka (2010), Dias (2011), CEF (2014) e o TCU (2014), afirmam existir na atual legislação trabalhista e contábil, uma diretriz orçamentária denominada “Encargos Complementares de Mão de Obra”, diretriz esta, onde são previstos custos com refeição, transporte, Equipamento de Proteção Individual - EPI, uniformes, ferramentas manuais, exames médicos, seguro de vida em grupo, entre outros, que compõe o preço de venda dos serviços.

Destaca-se que tais insumos existem por força de lei vinculadas a convenções coletivas e normas regulamentadoras, (BRASIL,1978b). Frisa-se ainda, que tais insumos não possuem caráter opcional de fornecimento ou de quantidade, em especial os EPIs, pois sua vida útil depende de inúmeros fatores ligados a questões de segurança do trabalho. Quando tais fatores são negligenciados, expõe o empreendimento ao risco de multa, embargo ou interdição por parte do Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, gerando assim custos adicionais impossíveis de se prever. Em casos mais graves como ocorrência de acidentes pela ausência deste insumo, corre-se o risco de indiciamento civil criminal, (SESI, 2008).

Diante dessa realidade, estimar a consumação de EPIs não é uma tarefa fácil, segundo Gonzalez (2008), o engenheiro orçamentista recorre a entidades de mercado que disponibilizam índices e referenciais para serem utilizados nas composições de custo. Os mais conhecidos são:

- O SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e índices da Construção Civil;
- A Fundação Getúlio Vargas - FGV;
- E a editora PINI.

Entretanto é importante que as empresas tenham sua própria base de dados e índices, já que entre as principais causas de orçamentos deficientes está o uso inadequado dos referenciais, sistema de banco de dados defasados e profissionais mal preparados em termos de engenharia de custos, (DIAS, 2011).

Diante da atual conjuntura, chega-se ao objetivo geral desse artigo, que é propor uma metodologia de composição de custo baseada em preceitos estatísticos utilizando uma obra de construção pesada como objeto de estudo. Desdobrando assim as seguintes ações:

- A. Diagnostico estatístico do volume de consumação dos principais EPIs, considerando grupos estratégicos da obra;
- B. Análise do impacto da metodologia sobre o processo de orçamentação utilizado pela empresa na fase licitatória;
- C. Análise de modalidade alternativa de aquisição do insumo EPI.

O presente artigo é composto desta introdução e outras quatro seções que se dividem em: contextualização, referenciais teóricos, resultados e conclusão.

## 1.1 Contextualização

Para o estudo de caso, analisou-se uma empresa prestadora de serviço que se encontra executando uma obra de duplicação de ferrovia iniciada em 2015 com término previsto para 2017. Essa duplicação de 559 km consiste dos serviços de terraplenagem, lançamento de lastro (Brita), instalação de dormente e trilhos, além da construção de pontes e viadutos de acesso.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Engenharia de Custos e Licitação

Segundo Dias (2011), a engenharia de custos é um conjunto de normas, critérios e experiências, utilizados para estimar custos de forma prévia, monitorando os mesmos na fase de construção. Já a CEF (2014), conceitua engenharia de custos como ramo da engenharia que se utiliza de técnicas de apropriação de custos para se estimar um empreendimento sob supervisão de um profissional habilitado.

Quanto a licitação, segundo Spinelli e Luciano (2012), trata-se de um processo administrativo para contratação de uma obra, visando escolher a proposta mais vantajosa a partir dos parâmetros previamente definidos, conforme a Lei n.º 8.666, Brasil (1993). Um desses parâmetros é a formação do preço de venda, o que segundo Dias (2011) é a soma do custo direto e indireto acrescido do lucro previsto, sendo este último computado no Benefício de Despesas Indiretas BDI (*Budget Difference Income*), conforme demonstrado na Equação 1.

$$\text{Preço de Venda (PV)} = \text{Custo Direto (CD)} + \text{BDI} \quad (1)$$

Este mesmo entendimento pode ser observado na equação 2 apresentada por Tisaka (2010):

$$\text{PV} = \text{CD} * \left[ 1 + \frac{\text{BDI}\%}{100} \right] \text{ ou } \text{PV} = \text{CD}(1+b) \quad (2)$$

Sendo:

PV = Preço de Venda ou Orçamento

CD = Custo Direto ou Despesa Direta

BDI = Benefício e Despesa Indireta expresso em percentual

## 2.2 Custos de obra: Custo Direto versus Custo Indireto

Para Dias (2011), o custo direto pode ser obtido pela soma dos insumos incorporados ao produto que dispõem de unidades de medidas facilmente mensuráveis, como: escavação, concretagem, formas, entre outros. O mesmo se atesta em Tisaka (2010) e no TCU (2014) ao definirem como a somatória de todos os custos de materiais, equipamentos e mão de obra que podem ser devidamente identificados e mensurados.

Quanto ao custo indireto, tanto Dias (2011) quanto o TCU (2014) definem como sendo um custo de difícil mensuração, como: mão de obra administrativa, contas das concessionárias (energia, água, correio, telefone e etc.), fazendo com que as empresas criem critérios apropriando-se da taxa de Benefícios e Despesas Indiretas - BDI, (TISAKA, 2010).

Na concepção Dias (2011), o Benefício de Despesas Indiretas - BDI, pode ser obtido através da Equação 3:

$$\% \text{BDI} = \frac{\text{Custo Indireto Total} + \text{Resultado Estimado}}{\text{Custo Direto}} \quad (3)$$

Quanto aos encargos que compõem o preço de venda abordou-se neste artigo o encargo social ou encargo complementar, o que segundo Dias (2011) e o TCU (2014) são aqueles estabelecidos por lei, geralmente expressos como um percentual incidente sobre os salários. Entretanto a CEF (2014), estabelece subdivisões para tais encargos, sendo eles:

**I. Grupo A** – Encargos Sociais Básicos, proveniente de legislação ou convenção coletiva de trabalho como: Previdência Social, Seguro Contra Acidente de Trabalho, entre outros.

**II. Grupo B** – Encargos Sociais que recebem incidência do Grupo A como: repouso semanal remunerado, férias gozadas, feriados e 13º salário.

**III. Grupo C** – Encargos Sociais sem a incidência do Grupo A, exemplo: Aviso prévio, férias vencidas (indenizadas), entre outras.

#### IV. Grupo D – Reincidências de um grupo sobre outro.

Encontra-se ainda na literatura um quinto grupo, ou seja, **Grupo E**, porém os encargos deste grupo, devem incidir sobre o custo direto do serviço, pois estes, não são pagos em função do salário, (TCU, 2014).

Na abordagem de Tisaka (2010) o **Grupo E**, pode ser obtido através da Equação 4:

$$EPI = \left[ \sum_{i=1}^n \frac{P1F1 + P2F2 + P3F3 + \dots PnFn}{N} \right] \frac{S}{S} \times 100 \quad (4)$$

Sendo:

N = número de empregados na obra;

S = salário médio mensal;

P1, P2, P3,.....Pn = Custo de cada um dos Equipamentos de Proteção Individuais (EPis) ou de ferramentas manuais;

F1, F2, F3,.....Fn = Fator de utilização dos EPis ou de ferramentas manuais, dado pela seguinte Equação 5:

$$F = \frac{t}{12 \times VU} \quad (5)$$

Sendo:

t = tempo de permanência do EPI ou da Ferramenta à disposição da obra;

VU = Vida útil do EPI ou Ferramenta manual em meses.

Considerando que o presente artigo não tem intuito de esgotar o entendimento sobre a engenharia de custo e suas metodologias, buscou-se identificar na literatura, trabalhos que abordem vertentes similares a este artigo, conforme demonstra-se no Quadro 1 abaixo:

Variáveis	Síntese	Autores
Composição de custo de obra	Divergências relevantes tanto no que se refere aos itens que devem compor a planilha de serviços de uma obra como custos diretos, inclusive os encargos sociais, e os que devem fazer parte do Bônus e Despesas Indiretas – BDI	Carbonero, (2010)
Gestão de Estoque	Refere-se a verificação através da curva ABC para analisar as condições e necessidades dos estoques em relação aos itens que demandam maior consumo e valor financeiro.	Oliveira, (2011)
Impactos	Baseia-se no estudo dos impactos positivos e negativos que a aplicação da engenharia de custos tem na orçamentação das obras de construção civil.	Taves, (2014)
Precisão orçamentária	Refere-se ao orçamento planejado de um empreendimento com o real praticado, sinalizando ferramentas de coleta confiáveis como notas fiscais do exercício anterior praticado no empreendimento.	Duarte, (2012)

Variáveis	Síntese	Autores
Viabilidade	Implica no acompanhamento de gestão das relações que as pessoas envolvidas no projeto estabelecem entre si, bem como suas tarefas, prazos e custos. Avaliando a partir desses parâmetros a gestão do projeto.	Rocha, (2009)

Quadro 1– Artigos com foco na Engenharia de Custos.

Fonte: Coletado pelos autores, (2016).

Indo além das vertentes, vislumbrou-se potenciais áreas de pesquisa que poderiam derivar do contexto deste artigo, como:

- Análise de eficiência dos EPIs, utilizando a técnica de análise envoltória de dados (durabilidade x marca x custo x modelo);
- Análise das modalidades de aquisição para o insumo EPIs;
- Desenvolvimento de *software* para gestão de EPI com foco na aplicação de ferramentas estatística para estimativas de custo.

### 3 | METODOLOGIA

O presente estudo de caso fundamentou-se em dados quantitativos, cujo foco foi a durabilidade dos equipamentos de proteção individual utilizados pela construtora objeto do estudo, obtendo-se assim um histórico referencial para empresa consolidado em formato de banco de dados, o qual poderá ser utilizado em processos licitatórios futuros, (BARROS E LEHFELD, 2000).

Quanto a pesquisa descritiva, apurou-se e identificou-se aspectos comportamentais nas frequências de substituição dos EPIs variando entre estratos, (GIL, 2002).

Quanto a pesquisa documental foi alicerçada nas “Fichas de Controle de Equipamento de Proteção Individual”, documento este, emitido individualmente para cada empregado, onde se registra os empréstimos individuais do EPIs com anuência assinada do colaborador que o recebe. E por se tratar de um documento cuja existência é assegurada por força de lei, entendeu-se ser uma ferramenta de grande credibilidade para o artigo, (SILVA, 2004).

A pesquisa aplicada, contribuiu para uma aplicação imediata dos resultados na construtora possibilitando ao empreendimento replanejar seus custos com o insumo EPI, (BARROS E LEHFELD, 2000).

A Figura 1 apresenta um resumo das pesquisas supracitadas, aplicadas neste estudo de caso.

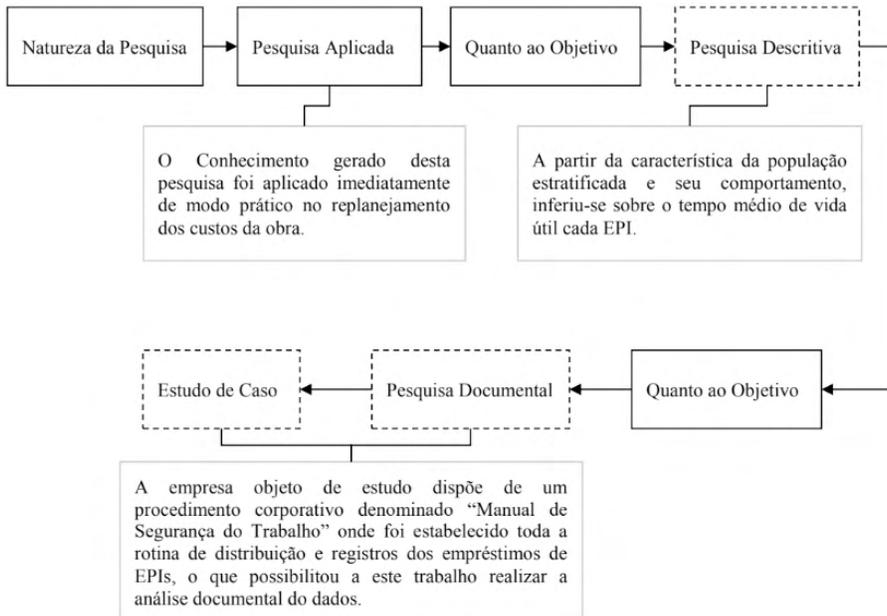


Figura 1 - Resumo da Caracterização da Pesquisa.

Fonte: Adaptado de Silva (2004).

### 3.1 Universo da pesquisa

Empregando a “Teoria da Curva de Agregação de Recursos”, conhecido na empresa como “Histograma de Mão de Obra”, concebido no ato do planejando da obra, foi possível identificar o comportamento sazonal da mão de obra no empreendimento, permitindo assim escolher o melhor período amostral significativo determinando assim o universo da pesquisa, observado no gráfico 1 abaixo, Kim e Ballard (2001)<sup>1</sup> citados por Kern (2005).

A leitura é feita da seguinte forma:

- O eixo X os meses de duração do empreendimento,
- O eixo Y o número de empregados.

<sup>1</sup> KIM, Y; BALLARD, G. **Earned value method and customer earned value**. 2001. Tradução

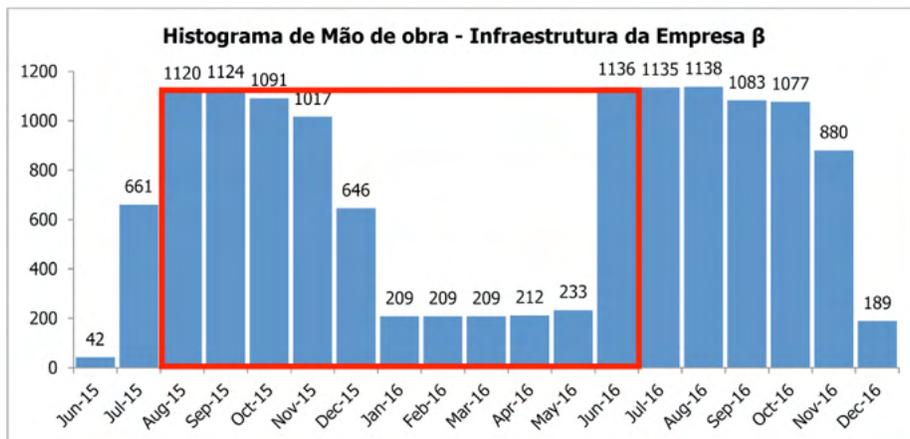


Gráfico 1 - Histograma de Mão de obra da etapa de Infraestrutura da duplicação da ferrovia da empresa β.

No período de junho de 2015 até novembro de 2016 já passaram por esta obra 2240 empregados. Com uma população finita é possível determinar o tamanho da amostra utilizando a Tabela 1 de Arkin e Colton (1995), a margem de erro adotada para este artigo foi de 10%, conforme demonstrado abaixo:

Amplitude da população (universo)	Amplitude da amostra com as margens de erro indicadas					
	1%	2%	3%	4%	5%	10%
-1.000	...	...	...	...	222	83
1.000	...	...	...	385	286	91
1.500	...	...	638	441	316	94
2.000	...	...	714	476	333	95
2.500	...	1.250	769	500	345	96

Tabela 1 - Relação para determinar a amplitude de uma amostra tirada de uma população finita com margens de erro de 1%, 2%, 3%, 4%, 5% e 10% com intervalo de confiança de 95%.

Fonte: Arkin e Colton, (1995).

### 3.2 Amostra

Definido o tamanho da amostra, inicia-se o processo de caracterização do tipo de amostra. Neste estudo optou-se pela amostragem proporcional estratificada, o que segundo Crespo (2002), é de grande interesse quando a população amostral se divide em subgrupos (estratos). Essa é uma subdivisão que ocorre em grupos de indivíduos que apresentam características semelhantes, compondo assim um estrato. Entretanto, os estratos apresentam comportamento diferentes uns dos outros, apesar de coexistirem no

mesmo ambiente.

Balizando no setor de segurança do trabalho da obra, tem-se informação de que apesar de haver as funções iguais lotadas em diferentes estratos, elas não apresentam o mesmo comportamento de consumação de EPI. Esta discrepância se justifica pelo tipo e intensidade diferente de risco que se encontram expostos os indivíduos dos estratos, confirmando assim, ser essa uma das variáveis determinantes do comportamento.

Partindo da premissa acima, realizou-se a distribuição populacional dos estratos existentes na obra, relacionando os mais significativos na Tabela 2. É importante destacar que os estratos são mutuamente exclusivos, ou seja, cada indivíduo da população esteve incluído em apenas um estrato, garantindo-se também que nenhum indivíduo da população ficasse de fora de um estrato.

Garantida as premissas supracitadas, determinou-se a participação de percentual dos indivíduos de cada estrato em relação a distribuição populacional amostral (N), também demonstrada na Tabela 2 abaixo, (ANTUNES, 2011).

Estrato	Ajudante	Funções								Total	
		Armador	Aux. de Topografia	Carpinteiro	Greidista	Montador	Motorista de Caminhão	Pedreiro	Topógrafo		
01 Montagem	Nº Absol.	-	-	-	-	-	10	-	-	-	10
	% Total	0	0	0	0	0	9,26	0	0	0	9,26
02 Transporte	Nº Absol.	-	-	-	-	-	-	6	-	-	6
	% Total	0	0	0	0	0	0	5,55	0	0	5,55
03 Topografia	Nº Absol.	-	-	9	-	2	-	-	-	3	14
	% Total	0	0	8,33	0	1,85	0	0	0	2,78	12,96
04 Manut. do Canteiro	Nº Absol.	-	1	-	2	-	-	-	1	-	4
	% Total	0	0,93	0	1,85	0	0	0	0,93	0	3,70
05 OAE – Obra de Arte Especial	Nº Absol.	17	14	-	20	-	-	-	20	-	74
	% Total	15,74	12,96	0	18,52	0	0	0	18,52	0	68,52
Total		17	15	9	22	2	10	6	21	3	108

Tabela 2 - Distribuição Populacional.

Fonte: Elaborado pelos autores (2016), Adaptado de Antunes (2011).

Para fins de demonstração acadêmica, optou-se por utilizar o estrato 05, sendo este o mais significativo em questões de frequência de substituição dos EPIs. Uma parte importante desta metodologia, está em manter o estrato e a amostra com tamanho proporcional a população, conforme demonstrado na Tabela 3, obtendo-se assim uma estratificação ótima, (FONSECA E MARTINS, 2008).

Estrato	Função	Setor	População		Amostra	
			N	%	n	%
1	Montador	Montagem	10	9,26	8	9,26
2	Motorista de Caminhão	Transporte	6	5,55	5	5,55
3	Auxiliar de Topografia	Topografia	9	8,33	8	8,33
3	Greidista	Topografia	2	1,85	2	1,85
3	Topografo	Topografia	3	2,78	3	2,78
4	Armador	Manutenção do canteiro	1	0,93	1	0,93
4	Carpinteiro	Manutenção do canteiro	2	1,85	2	1,85
4	Pedreiro	Manutenção do canteiro	1	0,93	1	0,93
5	Ajudante	OAE – Obra de Arte Especial	17	15,74	15	15,74
5	Armador	OAE – Obra de Arte Especial	14	12,96	12	12,96
5	Carpinteiro	OAE – Obra de Arte Especial	20	18,52	18	18,52
5	Pedreiro	OAE – Obra de Arte Especial	20	18,52	18	18,52
5	Soldador	OAE – Obra de Arte Especial	3	2,78	3	2,78
<b>Total</b>			<b>108</b>	<b>100</b>	<b>96</b>	<b>100</b>

Tabela 3 - População Amostral.

Fonte: Elaborado pelos autores (2016), Adaptado de Antunes (2011).

Caso o orçamentista não disponha do apoio de um setor de segurança do trabalho para lhe auxiliar na formação dos estratos, pode utilizar como recurso agrupar por funções da obra. Esta sugestão pode até mesmo ser uma opção de artigo, comparando o impacto financeiro entre ambas as metodologias.

### 3.3 Técnica de Coleta de dados

Definido o tamanho das amostras, criou-se uma relação no excel com o nome de todos os indivíduos pertencentes ao estrato. Posteriormente, com o uso da função aleatório realizou-se o sorteio dos registros a serem adotados na tabulação. Esse método é o mais simples meio de coleta de dados, onde são realizados sorteios sucessivos dentro de cada estrato até que se complete o tamanho da amostra n. Essa técnica permite que todas as fichas de equipamento de proteção individual tenham a mesma probabilidade de serem sorteadas. Caso o sorteio não ocorra via *excel*, deve-se ter o cuidado de não retornar com a ficha sorteada para dentro do estrato. (FONSECA E MARTINS, 2008).

## 4 | RESULTADOS

Após realizado os sorteios das fichas de EPIs, foi possível obter a relação dos

equipamentos de proteção individual utilizados na obra, descritos no Quadro 2 que se segue. Embora apurado a existência de 34 tipos diferentes de EPIs, adotou-se como ilustração para este trabalho apenas 06, os quais se encontram negritados no Quadro 2. A escolha se baseou no equipamentos que apresentaram maior volume de substituição dentro das amostras.

1.	Avental de Raspa com Manga	2.	<b>Luva Nitrílica</b>
3.	Bota de Borracha	4.	<b>Luva Pigmentada</b>
5.	<b>Botina de Segurança</b>	6.	<b>Luva Vaqueta</b>
7.	Calça Arco Elet. Classe I	8.	Máscara de Solda
9.	Calça de Seg. Motoserrista	10.	<b>Óculos de Segurança</b>
11.	Camisa Arco Elet. Classe I	12.	Óculos Maçariqueiro
13.	Camisa de Prot. Motoserrista	14.	Perneira de Raspa C/ Velcro
15.	Capa de Chuva	16.	Perneira Rígida
17.	Capacete de Segurança	18.	Protetor Auricular Tipo Concha
19.	Capuz de Soldador	20.	Protetor Auricular Tipo Plug
21.	Cinto Segurança Tipo Paraquedista	22.	Protetor Facial
23.	Colete Refletor com Velcro	24.	Protetor Solar FPS 30
25.	Conjunto Trevira	26.	Respirador Descartável PFF1 / PFF2
27.	Creme de Proteção (Luva Química)	28.	Sapato de Segurança
29.	Creme desengraxante	30.	Suspensão para Capacete
31.	<b>Luva de Raspa</b>	32.	Talabarte C/Absorvedor
33.	Luva de Seg. Baixa Tensão	34.	Talabarte S/ Absorvedor

Quadro 2 - Equipamentos de Proteção Individual utilizados na obra.

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

A técnica estatística que se segue consiste basicamente em construir uma tabela de frequências para todos os EPIs utilizados na obra, conforme os seguintes conceitos:

- Frequência absoluta, que refere-se ao número de vezes que o tempo de substituição aparece na amostra ou na classe.
- Frequência relativa, que representa o percentual das ocorrências de substituição dentro da classe em relação do total da amostra.
- Tendência Central: Tempo médio aritmético da classe, com maior representatividade percentual das ocorrências.

A partir dos conceitos acima, elaborou-se a Tabela 5, onde destaca-se apenas os intervalos de frequência mais e menos significantes, o intervalo mais significativo serviu de parâmetro de orçamentação.

Luva Vaqueta		Luva de Raspa		Luva Pigmentada	
IC	FR%	IC	FR%	IC	FR%
01 - 15	58,03%	01 - 15	68,57%	01 - 15	52,80%
64 - 306	< 2,00%	32 - 144	< 3,00%	64 - 264	< 3,00%

Luva Nitrílica		Botina Segurança		Óculos Segurança	
IC	FR%	IC	FR%	IC	FR%
01 - 15	34,62	16 - 47	< 5,00	1-15	19,67
48 - 79	< 4,00	64-191	< 10%	112-191	< 3,00
		192-306	23,81		

Legenda:  - Intervalo Significante, adotado como premissa de orçamentação.  
IC – Intervalo da Classe.  - Intervalos Insignificantes.  
FR - Frequência Relativa.

Tabela 4 - Tabulações Estatísticas dos EPIs.

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

A partir dos intervalos de classe significativos determinou-se a sua tendência central, adotando o resultado como parâmetro de temporalidade a ser aplicado no orçamento. Esta prática aumenta a confiabilidade da estimativa, devido ao fato de ser mais restritivo. Um comparativo deste parâmetros pode ser conferidos na Tabela 6, a seguir:

EPIs	Período de Substituição estimado em dias.	Período de Substituição adotado na licitação.	Período de Substituição das Amostras (Tendência Central)	Período de Substituição adotado para reorçamento.
Luva Vaqueta	15 dias	02 Semanas	08 dias	01 Semana
Luva Nitrílica	30 dias	01 Mês	08 dias	01 Semana
Botina de Segurança	180 dias	06 Meses	250 dias	10 Meses
Óculos de Segurança	90 dias	03 Meses	08 dias	01 Semana
Luva Pigmentada	08 dias	01 Semana	08 dias	01 Semana
Luva de Raspa	30 dias	01 Mês	08 dias	01 Semana

Tabela 5 - Parâmetros de temporalidade de substituição.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016).

Adotado os parâmetros da Tabela 6, copiou-se no Gráfico 2 que se segue, um segundo comparativo referente ao custo mensal de cada função do estrato 05. De acordo com o gráfico se faz necessário um reajuste médio de 55% no custo mensal de cada função do estrato, de forma a equilibrar o orçamento da obra em seu replanejamento.

A equação 06 abaixo, foi utilizada no *excel* para se compor a memória de cálculo do custo mensal.

$$CM1 = \left[ \sum \left( \frac{PF}{FS1} \times Cu1 \right) + \left( \frac{PF}{FS2} \times Cu2 \right) + \dots + \left( \frac{PF}{FSn} \times Cun \right) \times E \right] \quad (6)$$

Onde

CM1 = Custo mensal da função XXX (Reais)

PF = Permanência da função na obra (meses)

FS = Frequência de substituição do EPI (meses)

E = Quantidade de Empregados na função XXX

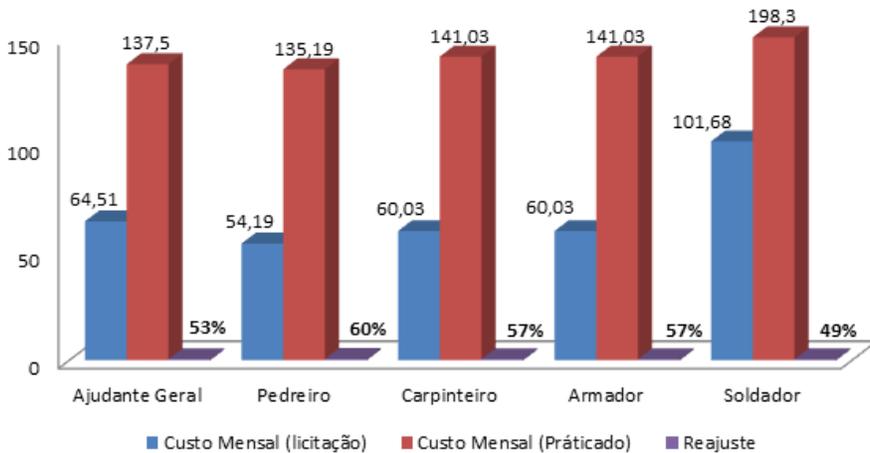


Gráfico 2 - Comparativo de custo mensal.

Fonte: Elaborado pelo Autores (2016).

Um segundo ponto relevante que impacta de forma significativa no custo dos EPIs, é o absenteísmo ou turn-over, no Gráfico 3 que se segue, copilou-se o tempo médio de permanência das funções do estrato na obra.

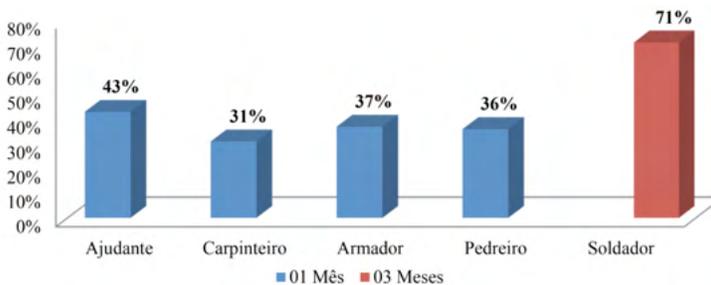


Gráfico 3 - Tempo de permanência da função no estabelecimento.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016).

Conforme observado, em 43% dos casos os empregados lotados na função Ajudante permanecem apenas 30 dias no estabelecimento, ocasionando a necessidade de reposição de mão de obra e assim gerando um impacto financeiro significativo com treinamento, exames médicos, alimentação e EPIs. Em contra partida a função de Soldador com maior nível de qualificação permanece mais tempo na obra, com 71% dos funcionários permanecendo no mínimo 90 dias. Esta informação implica no fato que alguns dos EPIs que estes funcionários recebem acabam sendo descartados na obra sem nenhum critério de avaliação ou possibilidade de higienização para reaproveitamento. Outros no entanto, nem mesmo possuem esta possibilidade como é o caso dos cremes de proteção e luvas mais frágeis (nitrílica ou pigmentada).

Uma solução para se atenuar tal custo é considerar o índice de turn-over, sobre o custo mensal, aplicando a equação 7, a seguir:

$$CR1 = CM1 \times Tx \text{ (turnover)} \quad (7)$$

Onde:

CR1 = Custo de reposição

CM1 = Custo mensal da função xxx com EPI;

Tx = Taxa de turnover da função xxx.

Apesar dos custos mensais se apresentarem com necessidade de reajuste significativos, é importante destacar que o cenário pode ser ainda mais preocupante, já que este estudo de caso apurou apenas 33% das funções do estabelecimento, conforme demonstrado no Gráfico 4 abaixo:

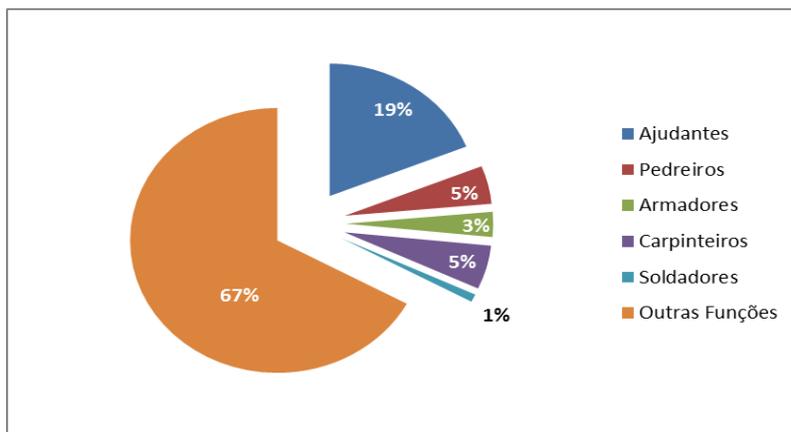


Gráfico 4 - Representatividade das funções no estabelecimento.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016).

Para análise do impacto financeiro, utilizou-se a Equação 8 para compor o custo

total com EPIs a partir de parâmetros de temporalidade adotados na licitação *versus* custo total obtido a partir da temporalidade apuradas neste artigo. Não se considerou nessa análise o custo de reposição. Os resultados foram copilados no Gráfico 5 a seguir:

$$\text{Custo Total} = \sum_{i=1}^n CM1 + CM2 + \dots + CMn \quad (8)$$

Onde :

CT = Somatório do custo mensal dos estratos

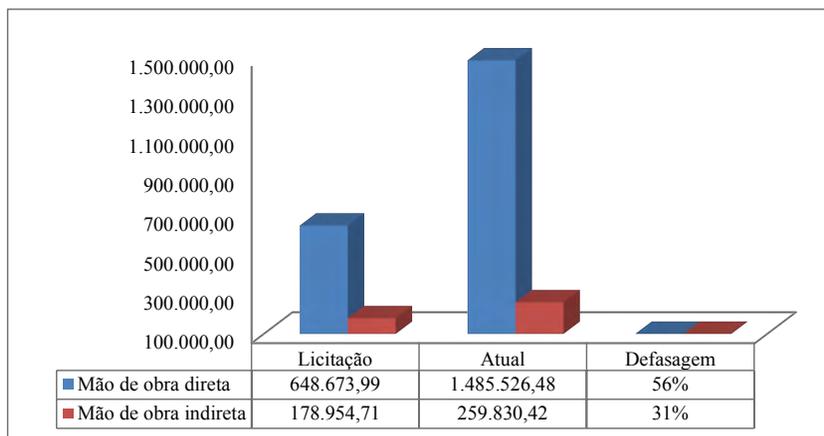


Gráfico 5 - Comparativo de Impacto Financeiro.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016).

Como visto o estabelecimento apresentou uma defasagem acumulada em despesas com EPIs de 87% o que gerou um impacto financeiro de R\$ 917.728,20 (somando recursos disponibilizados a mão de obra direta e indireta). Considerando que o estabelecimento se encontra em atividade este impacto tende a aumentar se nenhuma decisão estratégica for tomada.

Uma solução para tal cenário, seria a compra em grande escala, ou seja, negociar valores competitivos em função do grande volume previsto a ser consumido. Segundo o setor de suprimentos essa modalidade de aquisição não é praticada para este tipo de insumo, apenas a compra no varejo para reposição imediata. No entanto a Tabela 7 que se segue, demonstra como essa mudança de modalidade de aquisição pode ser vantajosa e auxiliar na redução de custo. Destaca-se que na elaboração da tabela foi considerado o horizonte de existência da obra conforme seu cronograma físico, além de tomar como parâmetro quantidade real de empregados nas funções do estrato até o mês de novembro de 2016 e assim simulou-se a consumação prevista, a partir dos parâmetros de temporalidade substituição dos EPIs apurados neste artigo.

EPIs	Consumação Prevista	Custo Unitário (R\$)	01º Custo Total (R\$)	Faixa de produção negociável	02º Custo Total (R\$)	Total (R\$)	% (Desconto)
Luva Nitrílica	6.340	7,40	46.916,00	> 3.000 Unid.	4,80	30.432,00	35,14%
Botina de Segurança	317	35,00	11.095,00	> 200 Pares	29,00	9.193,00	17,14%
Luva Vaqueta	6.340	7,50	47.550,00	> 3.000 Unid.	4,00	25.360,00	46,67%
Óculos de Segurança	6.340	4,20	26.628,00	> 3.000 Unid.	3,50	22.190,00	16,67%
Luva de Raspa	6.340	6,05	38.357,00	> 3.000 Unid.	4,00	25.360,00	33,88%
<b>Total</b>	<b>25.677</b>	<b>-</b>	<b>170.546,00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>112.535,00</b>	<b>-</b>
Desconto Acumul.							<b>66%</b>
Economia							<b>R\$58.011,00</b>

Tabela 6 - Análise de viabilidade econômica para aquisição de escala.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016)

Nota-se que enquanto a defasagem de orçamento do insumo EPIs no estabelecimento chega a 87% a modalidade proposta considerando apenas o estrato amostrado, permite uma economia acumulada de 66%, reduzindo consideravelmente o desvio orçamentário.

## 5 I CONCLUSÃO

O presente artigo teve como intenção propor uma metodologia de composição de custo, que pudesse ser aplicada como umas das técnicas da engenharia de custos, empregando-a na orçamentação dos encargos complementares, em especial, aos equipamentos de proteção individual. Esta metodologia se mostrou mais fundamentada do ponto de vista técnico, eliminando assim estimativas arbitrárias e subjetivas.

Ainda que este insumo represente uma despesa próxima a 2 milhões de reais, ele não recebeu a devida atenção dos orçamentista, por representar pouco mais de 0,5% do custo total da obra. Porém, o que se espera com este artigo é demonstrar que este insumo pode oferecer um diferencial competitivo ao se manipular os parâmetros de temporalidade de substituição dos EPIs, claro que sempre dentro das devidas margens de segurança estatística, podendo assim ser este um item que pode vir a contribuir nas etapas de leilões licitatórios.

Desse modo, conclui-se ser uma metodologia satisfatória do ponto de vista técnico, podendo a empresa, objeto de estudo deste artigo, adotar os parâmetros aqui estabelecidos como referência para futuros processos licitatórios. No entanto é de extrema importância o gerenciamento deste custo durante a execução da obra ajustando-o conforme realidade local. A opção de não fazê-lo mostrou-se arriscada ao se registrar uma defasagem de 87% do custo previsto para o realizado.

Por fim, a proposta no modelo de aquisição do insumo demonstrou-se eficiente, beneficiando a obra com uma economia acumulada significativa. Além é claro que a descoberta de um desvio orçamentário de forma prévia permite as lideranças estratégicas da obra, traçar planos de viabilidade econômica para ajustar as defasagem ao orçado.

Caso venha a sobrar equipamentos de proteção individual, este também possui a opção e retornar para o almoxarifado central da empresa, sendo redistribuído seu custo na próxima obra a ser iniciada.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, R. **Sondagens e Estudos de Opinião**. Amostragem aleatória estratificada. 2011. Disponível em: <<https://sondagenseestudosdeopinioa.wordpress.com/amostragem/amostras-probabilisticas-e-nao-probabilisticas/amostragem-aleatoria-estratificada/>> Acesso em: 16 jun. 2021.

ARKIN, Herbert.; COLTON, Raymond R.. **Tables for Statisticians**. 2.ed. Brasília: SEBRAE, 1995.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia**: um guia para a iniciação científica. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

BRASIL. Portaria n.º 3.214, 08 de junho de 1978b. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Disponível em < [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=9CFA236F73433A3AA30822052EF011F8.proposicoesWebExterno1?codteor=309173&filename=LegislacaoCitada+-INC+5298/2005](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=9CFA236F73433A3AA30822052EF011F8.proposicoesWebExterno1?codteor=309173&filename=LegislacaoCitada+-INC+5298/2005)> Acesso em: 16 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Lei n.º 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o Art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm)>. Acesso em: 16 jun. 2021.

CEF. Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil. **Manual de metodologias e conceitos**. 2 jun. 2014.

CARBONERO, Georgina. **Orçamentos de obras públicas**: Parâmetros de composições do bônus e despesas indiretas – bdi, incidentes sobre as despesas diretas e dos encargos sociais e trabalhistas, incidentes sobre a mão-de-obra, referentes às obras da secretaria de estado de obras públicas do Paraná – SEOP PR. Disponível em: <<https://silo.tips/download/universidade-federal-do-parana-programa-de-pos-graduacao-em-gestao-de-obras-publi> . Acesso em: 16 jun. 2021

CONSTRUTORA β. **Plano de Gestão de Obra**, 2016. Belo Horizonte, 2016.

CRESPO, Antônio Arnot. **Estatística Fácil**. São Paulo: Saraiva, 2002. Disponível em: <[https://www.academia.edu/15104473/Livro\\_Estat%C3%ADstica\\_F%C3%A1cil\\_Ant%C3%B4nio\\_Arnot\\_Crespo\\_Ed\\_Saraiva](https://www.academia.edu/15104473/Livro_Estat%C3%ADstica_F%C3%A1cil_Ant%C3%B4nio_Arnot_Crespo_Ed_Saraiva)> Acesso em: 16 jun. 2021.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de custos**: metodologia de orçamento para construção civil. 9. ed. Paraná: Copiare, 2011. Disponível em: <[paulorobertovileladias.com.br/wp/downloads/Engenharia%20de%20custos.pdf](http://paulorobertovileladias.com.br/wp/downloads/Engenharia%20de%20custos.pdf)> Acesso em: 16 jun. 2021.

DUARTE, Lucas Santos. **Desenvolvimento de planilha eletrônica genérica para orçamento de obras residenciais de pequeno porte**. Curitiba, 2012. Disponível em: < [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/1274/1/CT\\_GEOB\\_XVII\\_2011\\_18.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/1274/1/CT_GEOB_XVII_2011_18.pdf) > Acesso em: 28 de out de 2016.

FONSECA, Jairo Simon da; MARTINS, Gilberto de Andrade. **Curso de estatística**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONZALEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Ciências Exatas e Tecnológicas, São Leopoldo, 2008. Notas de aula. Disponível em: <[https://www.grancursospresencial.com.br/novo/upload/ORCAMENTO\\_PLANEJAMENTO\\_OBRAS\\_14\\_05\\_2010\\_20100514171559.pdf](https://www.grancursospresencial.com.br/novo/upload/ORCAMENTO_PLANEJAMENTO_OBRAS_14_05_2010_20100514171559.pdf)> Acesso em: 16 jun. 2021.

KERN, Andrea Parisi. Proposta de um planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção. Tese de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5722>> Acesso em: 16 jun. 2021.

MARCONDES, Fernando. As incertezas do cenário atual e o futuro do setor de construção e infraestrutura. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE O DIREITO DA CONSTRUÇÃO, 3., 1 nov. 2014, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília. Disponível em: <<https://www.revistafatorbrasil.com.br/imprimir.php?not=279228>> Acesso em: 16 jun. 2021.

OLIVEIRA, Carla Milanese de. Curva ABC na gestão de estoque. IN: III ENCONTRO CIENTÍFICO E SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO UNISALESIANO, 17 a 21 de out de 2011, Lins. **Anais eletrônicos...** Brasília. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/simpósio2011/publicado/artigo0075.pdf>> Acesso em: 28 de out de 2016.

ROCHA, Nelson Fernando Cabeda. **Análise de sensibilidade dos estudos de viabilidade na construção de empreendimentos**, 2009. Disponível em: < <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59301/1/000142432.pdf>>. Acesso em 16 jun. 2021.

SILVA, C. R. do. **Metodologia do trabalho científico**: guia prático. Fortaleza: Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, 2004.

SESI. Serviço Social da Indústria. Departamento Regional da Bahia. Legislação Comentada: **Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde do Trabalho**. Salvador, 2008.

SICEPOT. **Cenário da Construção Pesada em Minas Gerais**, marc 2016. Disponível em: <<http://www.sicepot-mg.com.br/imagensDin/arquivos/8295.pdf>> Acesso em: 16 jun. 2021.

SPINELLI, Mário Vinícius Claussen; LUCIANO, Vagner de Souza. **Apostila Licitação e contratos**. Controladoria Geral da União. Brasília: CGU, 2012. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/209930/Apostila-de-Licita%3%a7%c3%b5es-e-Contratos-Administrativos-CGU.pdf?sequence=1&isAllowed=y> > Acesso em: 16 jun. 2021.

TAVES, Guilherme Gazzoni. **Engenharia de custos aplicada à construção civil**. Disponível em: < <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011477.pdf> >. Acesso em: 16 jun de 2021.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil**: consultoria, projeto e execução. São Paulo: Pini, 2010.

TCU. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas**. Tribunal de Contas da União, Coordenação-Geral de Controle Externo da Área de Infraestrutura e da Região Sudeste. Brasília: TCU, 2014.

VALE. **O caminho onde passa a nossa riqueza**. 2016. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/pt/initiatives/innovation/carajas-railway/paginas/default.aspx>>. Acesso em: 16 de jun. 2021.

## ÍNDICE REMISSIVO

9GDL 70

### A

Algoritmos 31, 35, 36, 58, 226, 237

Ambiência 124, 126, 127, 129, 132, 133, 134, 135

Análise de sensibilidade 153, 225, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 236

### B

Biocombustível 86

Biodigestor 86, 88, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Biomaterial 184, 185, 194

Bowtie 155, 162, 166, 168, 169, 172

### C

Casca de ovos de galinha 184

Cava final 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 236

Confiabilidade 147, 240, 247, 249, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259

Coronavírus 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10

Covid-19 1, 2, 4, 9, 10, 256

### D

Data centers 253

Descarga atmosférica e ATPDraw 196

Dinâmica 20, 22, 24, 25, 26, 35, 69, 70, 71, 72, 74, 120, 133

Disponibilidade 39, 88, 115, 116, 120, 212, 222, 223, 239, 246, 249, 253, 255, 256, 258

### E

Encargos complementares 136, 137, 151

Engenharia de custo 136, 140

Equipamentos de proteção individual-(EPI) 136, 141, 146, 151, 152

Escalonamento 31, 32, 33, 39

Essências florestais 11, 12

Evaporação 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

### F

FCA 69, 70, 71, 72

Filtração 86

Física do solo 11

## **G**

Gestão de processos 209

## **I**

Idoso 132, 134

Índice de qualidade de Dickson 11, 13, 14

Indústria aeroespacial 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Integrado e sustentável 41, 47, 55

## **L**

Laminados 100, 102

Linhas de transmissão 196, 197, 199, 201

## **M**

Manufatura aditiva 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 251

Melhoria continua 209

Metano 86, 89, 90, 91, 95

Método das funções de Green 100

Monetita 184, 185, 189, 190, 191, 192

Moradia adequada 124, 126, 127, 133, 135

Motion cueing 70, 72, 73, 75, 77

## **N**

Nordeste 23, 114, 115, 116, 121, 123, 172, 214, 215, 217, 218

## **O**

Orçamento de obra 136

Otimização 58, 59, 183, 209, 226, 230, 235

## **P**

Pandemia 1, 4, 9, 10, 256, 259

Pedreira 155, 156, 157, 159, 161, 162, 168, 169, 172

Planejamento de lavra 225, 228

Planejamento participativo 41, 46, 47, 55

Plano municipal de saneamento básico 41, 47, 49, 50, 52, 54, 55, 56

Platibandas 18, 20, 25, 26

Políticas públicas 41, 42, 43, 45, 46, 54, 57, 132

Potência reativa 58, 59, 63, 64, 67

Preço da rocha fosfática 225, 228, 229, 233

Pressão efetiva 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27

Processos 8, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 79, 87, 89, 92, 93, 121, 128, 141, 151, 163, 164, 175, 193, 204, 209, 211, 223, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Projeto de cobertura 18

Prospecção 1, 3, 8, 116, 117, 174, 177, 178, 179, 182

## **Q**

Qualidade de mudas 11, 12, 15, 16

## **R**

Regiões críticas 31

Relações socioespaciais 124, 132, 133

Reservatórios superficiais 114, 116, 117, 119, 121, 122

Revisão sistemática da literatura 238, 240

Rota úmida 184, 187, 188

## **S**

Segurança de mina 155, 172

Semáforos 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39

Simulador 31, 36, 37, 38, 39, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 77

Síntese 134, 140, 184, 185, 186, 187, 194, 203, 204, 205, 206, 208

Sísmica 174, 175, 176, 177, 180, 181, 182, 183

Sistemas de potência 58

Substrato 11, 13, 14, 15, 88, 89

## **T**

Timoshenko 100, 101, 102, 103, 106, 107, 112, 113

## **V**

Ventilação de mina 209, 210, 213, 215, 222

Vigas 100, 101, 102, 103, 104, 106, 112

## **W**

WRAC 155, 156, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 172

**Atena**  
Editora

Ano 2021



-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

***A visão sistêmica e integrada  
das engenharias  
e sua integração com a sociedade***

---

**Atena**  
Editora

Ano 2021



-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

*A visão sistêmica e integrada  
das **engenharias**  
e sua **integração com a sociedade***

---