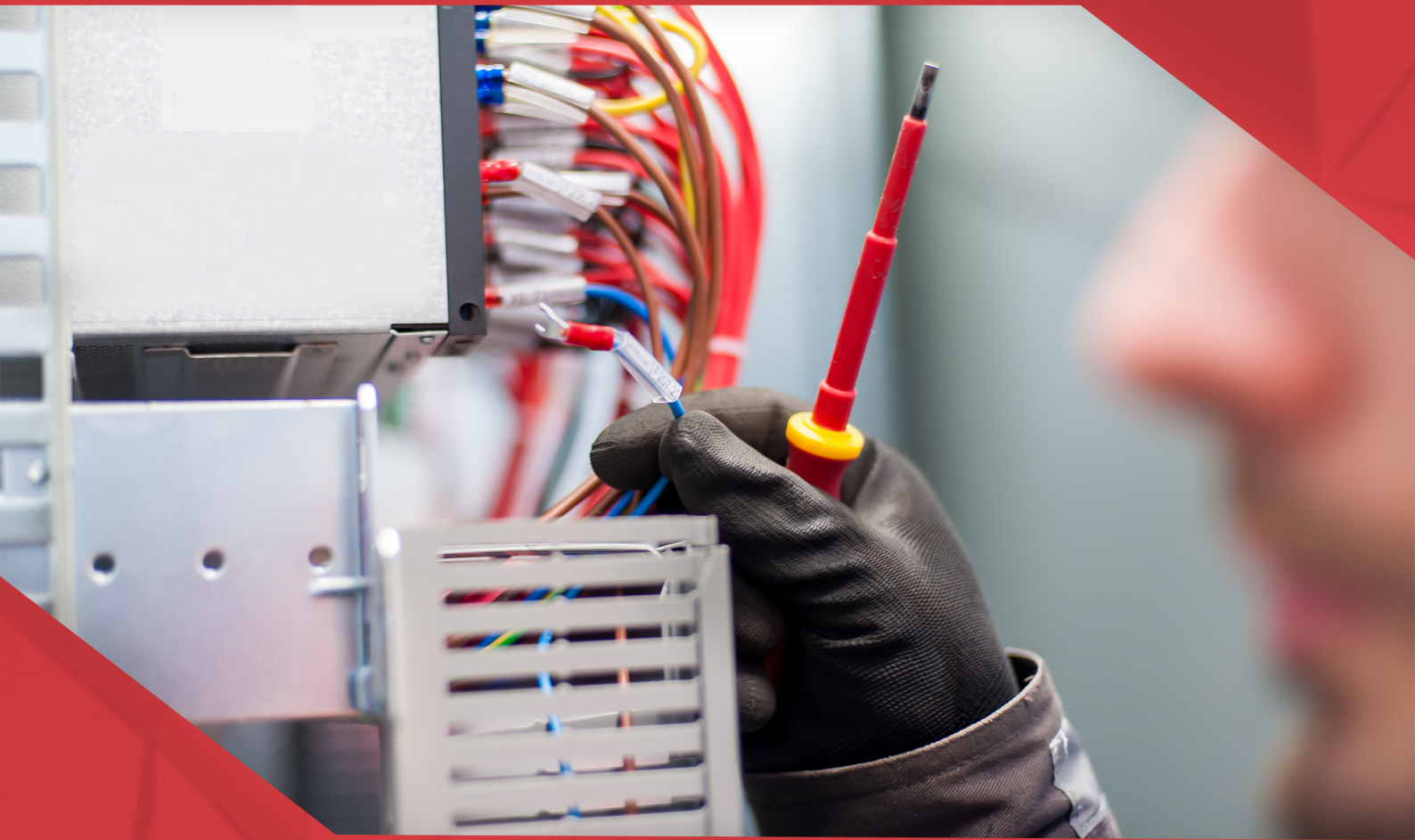


# A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Elétrica

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizadores)



# A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Elétrica

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizadores)



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:** Karine de Lima

**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. Eloí 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)**

A642 A aplicação do conhecimento científico na engenharia elétrica [recurso eletrônico] / Organizadores João Dallamuta, Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-932-5

DOI 10.22533/at.ed.325201701

1. Engenharia elétrica – Pesquisa – Brasil. I. Dallamuta, João.  
II. Holzmann, Henrique Ajuz.

CDD 623.3

**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](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A engenharia elétrica tornou-se uma profissão há cerca de 130 anos, com o início da distribuição de eletricidade em caráter comercial e com a difusão acelerada do telégrafo em escala global no final do século XIX.

Na primeira metade do século XX a difusão da telefonia e da radiodifusão além do crescimento vigoroso dos sistemas elétricos de produção, transmissão e distribuição de eletricidade, deu os contornos definitivos para a carreira de engenheiro eletricista que na segunda metade do século, com a difusão dos semicondutores e da computação gerou variações de ênfase de formação como engenheiros eletrônicos, de telecomunicações, de controle e automação ou de computação.

Produzir conhecimento em engenharia elétrica é portando pesquisar em uma gama enorme de áreas, subáreas e abordagens de uma engenharia que é onipresente em praticamente todos os campos da ciência e tecnologia.

Neste livro temos uma diversidade de temas, níveis de profundidade e abordagens de pesquisa, envolvendo aspectos técnicos e científicos. Aos autores e editores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

João Dallamuta  
Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PANORAMA ATUAL E CENÁRIO 2025 DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL	
Isabela Valpecovski Urbanetz Allana de Moura Netto Bruno Scolari Vicente Leite Jair Urbanetz Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3252017011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
GESTÃO EFICIENTE DAS ANUIDADES REGULATÓRIAS NA CEMIG DISTRIBUIÇÃO	
Rosane de Pinho Matos Viviane Fernanda de Aguiar Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3252017012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
DESAFIOS DA REVISÃO PERIÓDICA DE AJUSTES DE GRANDES SISTEMAS -NORMAS, PROCEDIMENTOS E FERRAMENTAS	
Rodrigo A. Benes Ferreira Mario Roberto Bastos Nilson José Francischetti Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3252017013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
AVALIAÇÃO ECONÔMICA E ENERGÉTICA DE UM SISTEMA INTEGRANDO MÁQUINA BIOPEIXES E REATOR MULTIFUNCIONAL PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
Francisco de Assis da Silva Mota Francisco Francielle Pinheiro dos Santos Paula Cristina de Amorim Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3252017014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>48</b>
ANÁLISE DE PERDAS TÉCNICAS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO	
Francisco Jeandson Rodrigues da Silva Ailson Pereira de Moura Adriano Aron Freitas de Moura Douglas Aurélio Carvalho Costa Obed Leite Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3252017015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>61</b>
CARACTERIZAÇÃO E ESTRATIFICAÇÃO DOS SFVCR NO BRASIL: CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS	
Diego Piazza Hilgert Jair Urbanetz Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3252017016</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>75</b>
GEOCORTE CEMIG D: SELEÇÃO ÓTIMA DE ALVOS DE CORTE USANDO GEORREFERENCIAMENTO: DESENVOLVIMENTO SAP/CCS	
Wellington Fazzi Cancian Andre Luiz Soares Charles Ramos Pimenta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3252017017</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>89</b>
ÍNDICES DE REFERÊNCIA PARA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA CABOS PARA-RAIOS ENERGIZADOS	
José Ezequiel Ramos Alexandre Piantini Ary D'Ajuz Valdemir Aparecido Pires Paulo Roberto de Oliveira Borges	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3252017018</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>96</b>
A EXPERIÊNCIA DA COPEL COM RELIGADORES MONOFÁSICOS	
Maurício Varassim Hernandes Oscar Kim Júnior Fausto Aurélio Portella Garcia Guilherme Fernandes Gonçalves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3252017019</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>108</b>
SISTEMA DE MONITORAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA COM VISTAS A MELHORIA DA QUALIDADE DE SERVIÇO	
Klendson Marques Canuto Avilez Batista de Oliveira Lima Paulo Roberto de Oliveira Braga Juraci Gomes de Aguiar Filho André Ribeiro da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32520170110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>122</b>
TÉCNICA DE RESGATE PARA TRABALHOS EM INSTALAÇÕES ENERGIZADAS – MÉTODO AO POTENCIAL	
Fernando César Pepe Wlademir Braido	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32520170111</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>128</b>
MONITORAMENTO DE DESGASTE DE CONTATOS DOS DISJUNTORES DA SUBESTAÇÃO ISOLADA À GÁS DA UHE BELO MONTE	
Davi Carvalho Moreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32520170112</b>	



**CAPÍTULO 13 ..... 139**

COMPARAÇÃO ENTRE TRANSFORMADORES A ÓLEO E A SECO

Marco Antonio Ferreira Finocchio  
Márcio Mendonça  
Lucas de Oliveira Antunes  
Jeferson Gonçalves Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.32520170113**

**CAPÍTULO 14 ..... 147**

OTIMIZAÇÃO POR ENXAME DE PARTÍCULAS APLICADA A CONTROLADORES DE CORRENTE PARA INVERSORES CONECTADOS À REDE

Lucas Cielo Borin  
Iury Cleveston  
Caio Ruviaro Dantas Osorio  
Gustavo Guilherme Koch  
Fabricio Moretto Bottega  
Vinicius Foletto Montagner

**DOI 10.22533/at.ed.32520170114**

**CAPÍTULO 15 ..... 161**

OTIMIZAÇÃO DA CONFIABILIDADE PELA ALOCAÇÃO DE CHAVES AUTOMÁTICAS E USO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM ILHAMENTO

Railson Severiano de Sousa  
Camilo Alberto Sepúlveda Rangel  
Criciéle Castro Martins  
Mauricio Sperandio  
Luciane Neves Canha

**DOI 10.22533/at.ed.32520170115**

**CAPÍTULO 16 ..... 175**

COMO SELECIONAR TRANSISTORES DE POTÊNCIA PARA APLICAÇÕES EM CONVERSORES ESTÁTICOS?

Edemar de Oliveira Prado  
Pedro Cerutti Bolsi  
Mateus José Tiburski  
Éder Bridi  
Hamiltom Confortin Sartori  
José Renes Pinheiro

**DOI 10.22533/at.ed.32520170116**

**CAPÍTULO 17 ..... 190**

METODOLOGIA DE PROJETO DE CONVERSORES BOOST PARA APLICAÇÕES DE ALTA EFICIÊNCIA E ELEVADO GANHO DE TENSÃO

Mateus José Tiburski  
Éder Bridi  
Edemar Oliveira Prado  
Pedro Cerutti Bolsi  
Hamiltom Confortin Sartori  
José Renes Pinheiro

**DOI 10.22533/at.ed.32520170117**

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>203</b>
INFLUÊNCIA DO PONTO DE OPERAÇÃO DE CONVERSORES ESTÁTICOS NO VOLUME E PERDAS DE DIFERENTES MATERIAIS MAGNÉTICOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pedro Cerutti Bolsi</li> <li>Edemar de Oliveira Prado</li> <li>Mateus José Tiburski</li> <li>Éder Bridi</li> <li>Hamiltom Confortin Sartori</li> <li>José Renes Pinheiro</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32520170118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>218</b>
WIRELESS CHARGER MANUFACTURING USING INDUCTIVE METHOD	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Maryam Liaqat</li> <li>Sulman Joseph</li> <li>Shamsa Maqsood</li> <li>Ali Raza</li> <li>Sana Aslam</li> <li>Waseem Imtiaz</li> <li>Muhammad Furqan Shoukat</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32520170119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>235</b>
TRANSFORMADOR DE ATERRAMENTO EM REDE DE DISTRIBUIÇÃO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Djair Pamplona dos Santos</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32520170120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>248</b>
OTIMIZAÇÃO DE CONVERSORES BOOST INTERCALADO DE ALTO GANHO DE TENSÃO E ALTA EFICIÊNCIA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Éder Bridi</li> <li>Mateus José Tiburski</li> <li>Edemar Oliveira Prado</li> <li>Pedro Cerutti Bolsi</li> <li>Hamiltom Confortin Sartori</li> <li>José Renes Pinheiro</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32520170121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>262</b>
DETERMINAÇÃO DE PROCEDIMENTO PARA AVALIAR A INCERTEZA NA PREVISÃO DE PRECIPITAÇÃO E VAZÃO AFLUENTE POR SISTEMAS HIDRO METEOROLÓGICOS PARA AUXÍLIO NA OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E PLANEJAMENTO HIDROENERGÉTICO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reinaldo Bomfim da Silveira</li> <li>Anderson Nascimento de Araujo</li> <li>Mino Viana Sorribas</li> <li>Camila Freitas</li> <li>Rafael Schinoff Mércio Pereira</li> <li>Ângelo Breda</li> <li>José Eduardo Gonçalves</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32520170122</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>276</b>



## GEOCORTE CEMIG D SELEÇÃO ÓTIMA DE ALVOS DE CORTE USANDO GEORREFERENCIAMENTO: DESENVOLVIMENTO SAP/CCS

Data de aceite: 03/01/2020

### Wellington Fazzi Cancian Andre Luiz Soares

CEMIG Distribuição S.A. CEMIG Distribuição S.A.  
CEMIG Distribuição S.A.  
wfcancian@cemig.com.br  
alsoares@cemig.com.br crp@cemig.com.br

### Charles Ramos Pimenta

CEMIG Distribuição S.A. CEMIG Distribuição S.A.  
CEMIG Distribuição S.A.

**RESUMO:** Com o crescimento do número de inadimplentes em função do cenário macroeconômico, redução da distribuição de orçamento para execução dessas atividades – definido pela incessante busca por eficiência operacional (tarifária) - e pelo interesse da sociedade/órgãos de proteção ao consumidor por atuação mais ágil e flexível na cobrança, é desejável que distribuidoras busquem gestão ótima da inadimplência, especialmente em sua atividade mais efetiva e comum: a suspensão de fornecimento por inadimplemento.

A agilidade, eficácia e flexibilidade da cobrança, demonstra aversão à inércia da distribuidora e inclusive, evitam surgimento de leis flexíveis que podem chegar a serem benéficas aos inadimplentes, como a vedação de execução

de corte para um determinado público ou idade do débito.

Este artigo visa propor funcionalidade SAP/CCS, denominada GEOCORTE, capaz de realizar seleção de agrupamentos geográficos ótimos, alvos de corte, o mais próximo possível da realidade de campo, considerando modelagem matemática e restrições como deslocamento de eletricitistas nas áreas (urbano e rural). Como resultado, espera-se uma seleção de alvos de corte mais apurada, que permita maior recuperação de receita para distribuidora, redução do crescimento de alvos, melhoria de produtividade e custo ótimo (segurança, combustível, manutenção e utilização da frota) de deslocamento das equipes executoras.

**PALAVRAS-CHAVE:** SAP/CCS, Corte de Energia Seleção de Alvos Data Mining, Clusterização (Agrupamento) Georreferenciada Otimização Combinatória

### 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, a emissão de serviços de suspensão de fornecimento (BRASIL, 1995, p. 1) - o famigerado “Corte de Energia - é baseada na seleção das instalações maiores inadimplentes de um determinado território (mesorregião, município, localidade ou até mesmo bairro), de forma ordenada decrescente, observando basicamente o montante envolvido

para cada uma destas.

Esta forma de seleção garante que os clientes maiores inadimplentes terão a emissão de notas de serviços de Corte, porém não necessariamente que tais instalações terão efetivamente o fornecimento de energia elétrica, tendo em vista os deslocamentos necessários para realização de cada serviço, - que compromete a produtividade das equipes executoras - especialmente nos grandes centros urbanos, áreas mais adensadas ou rurais.

Ou seja, no momento da execução, as equipes podem não conseguir realizar todas as notas de serviços programadas ou, num caso mais agravante, realizar aquelas de menor valor agregado (clientes com menor dívida).

Diante desse contexto, surge um questionamento: como selecionar os melhores alvos para suspensão de fornecimento, considerando a limitação de deslocamento de eletricitas nas cidades e aumentando sua produtividade?

Este artigo busca contribuir para solução deste questionamento, visando permitir maior recuperação de créditos através da otimização da seleção de alvos de suspensão de fornecimento.

## 2 | DESENVOLVIMENTO

A metodologia consiste na busca de um lote de serviços para execução de Corte - suspensão do fornecimento de energia elétrica – , que possibilite o menor deslocamento para o(s) eletricitista(s) executor(es) contendo os melhores alvos de recuperação de receita, esta última baseada no montante em dívida destes clientes, podendo ser dividido em 04 (quatro) etapas básicas:

- Conjunto de dados de Entrada e seu tratamento;
- Pré-Seleção dos alvos, através de agregação de dados;
- Execução da metodologia de otimização combinatória para seleção dos melhores clusters (agrupamentos);
- Exibição dos resultados e seleção dos alvos para aplicação prática nos sistemas comerciais da distribuidora.

A Figura 1 apresenta a representação simplificada da metodologia proposta neste trabalho para seleção dos melhores clusters de clientes em condição de suspensão de fornecimento de energia elétrica, visando a maior recuperação de receita:

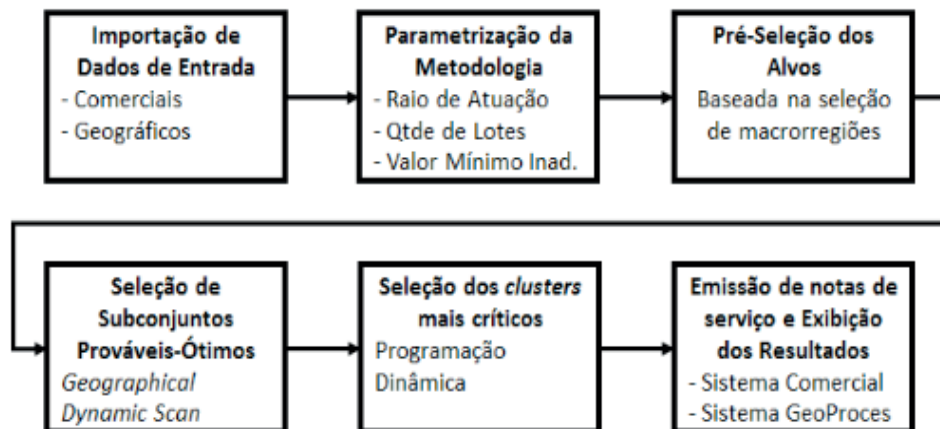


Figura 1 - Representação da metodologia para detecção ótima de agrupamentos espaciais, alvos de suspensão de corte.

A funcionalidade contemplou todos os clientes inadimplentes varejo (atendidos em Baixa Tensão) da área de concessão Cemig D, que atenderam aos critérios da regulação para suspensão de fornecimento de energia elétrica (ANEEL, 2010, p. 101).

As etapas são especificadas com maior ênfase nos tópicos seguintes.

## 2.1 Conjunto de dados de Entrada e seu tratamento

Os dados de entrada utilizados neste trabalho são aqueles dos sistemas comerciais (SAP/CCS) e GIS (*Geographic Information System*) das distribuidoras - no caso estudado da Cemig D, as informações georreferenciadas estão também disponíveis no SAP/CCS - sendo sugerido o seguinte conjunto básico pelo modelo :

### a. Sistema Comercial:

- Identificação e classificação da unidade consumidora - UC e do cliente;
- Procedimento de Advertência de Cobrança;
- Quantidade e montante em débitos pendentes;
- Razão e Rota de Leitura de Medidores;
- Localização da unidade consumidora (Urbano, Rural ou Povoado);
- Tipo de Medição (Direta ou Indireta).

### b. Sistema de Informações Geográficas - GIS:

- Dados geodésicos das unidades consumidoras ou elemento de rede (poste ou transformador) mais próximo e vinculado à UC.

Importante ressaltar que o conjunto de dados sugeridos são não-exaustivos, visto que dependem diretamente do interesse de estudo da distribuidora na qual a metodologia será aplicada, devendo ser devidamente adequadas para este fim,

bem como a forma de disponibilização destes dados nos bancos legados (exemplo: conceito de solvência; atuação prioritária em clientes que possuam parcelamentos ou que possuam débitos de consumo irregular).

Nesta fase também é realizada a higienização, conversão e enriquecimento da base de dados, caso necessário.

A atualização dos dados utilizados para este estudo tem a seguinte periodicidade mínima:

- a. Dados do Sistema Comercial: diária;
- b. Dados do Sistema de Informações Geográficas - GIS: trimestral e realizada por delta (inclusão somente de novas conexões).

## 2.2 A Parametrização da Metodologia

A funcionalidade dispõe da possibilidade de parametrização de critérios de seleção, forma de programação do corte e características de entrada, com o objetivo de atender aos anseios do programador da seleção, ou seja, o usuário parametriza no SAP/CCS as condições que devem ser utilizadas para que a seleção de corte contemple a estratégia da equipe gestora.

**Programação Georreferenciada de Corte - GEOCORTE**

**Filtros de Seleção**

Gerência	SM/MP	[Ícone]
Cód. Local	[Campo]	[Ícone]
Rota	[Campo]	[Ícone]
Razão	[Campo]	até [Campo] [Ícone]
Proc. Advertência	UB	[Ícone]

**Critérios de Seleção**

k-Vizinhos Mais Próximos

k-Maiores Val. Mais Próximos

**Forma de Programação**

Somente Físico

Físico e Corte Simbólico

Todos como Corte Simbólico

**Parâmetros de Entrada**

Data da Programação de Corte	20.05.2016
Qtd. Instal. por Cluster	30
Raio de busca (em km)	[Campo] 0,30
Qtd. Mínima de Débitos	1
<input checked="" type="checkbox"/> Verifica Condição de Corte	

Figura 2 - Tela inicial da funcionalidade SAP/CCS GEOCORTE - “Programação Georreferenciada de Corte”

- a. Forma de Programação: Estão disponíveis 3 tipos

- “Somente Corte Físico”: emissão de notas de serviço (NS) para corte na caixa, poste ou remoto (telecomandado);
- “Todos como Corte Simbólico”: emissão de NS para corte simbólico no disjuntor (corte com selo, geralmente executado por eletricitistas-motoqueiros);
- “Corte Físico e Simbólico”: emissão de NS de ambos tipos - depende do procedimento de advertência do cliente;

b. Características de entrada:

- “Quantidade de instalações por lote”: representa o número de NS que serão emitidas para cada eletricitista (critério de produtividade). Também é o parâmetro k do critério de seleção;
- “Raio de busca”: representa a distância máxima entre os alvos de suspensão, medida em quilômetros;
- “Verificação prévia da condição de corte”: identifica e filtra, já na pré-seleção, os alvos que estão em condição de corte, conforme estabelecido na Resolução Normativa nº 414/2010 (se débitos vencidos até 90 dias e o cliente recebeu notificação/aviso de suspensão, basicamente) e;
- Outras características como: “Quantidade Mínima de Débitos”, “Valor Mínimo por Gerência Regional” e “Valor Mínimo por tipo de equipe”;

c. Critérios de Seleção:

- “k-Vizinhos mais Próximos”: direcionar a funcionalidade para buscar os k vizinhos geograficamente mais próximos da instalação chamada “Ponto Focal” - maiores detalhes na seção 2.3 desse documento;
- “k-Maiores Valores mais Próximos”: direcionar a funcionalidade para buscar os vizinhos que possuam os maiores valores pendentes com a distribuidora, que estejam mais próximos da instalação “Ponto Focal” e dentro do raio de busca;

**Exibir visão "Limites para Cortes": síntese**

Nome da variável	Valor Limite	Limite ODSE	Limite ODES	Limite ODSS
ZARC_LIM_CORTE_LE	500,00	800,00	1.000,00	2.500,00
ZARC_LIM_CORTE_MQ	600,00	800,00	1.000,00	2.500,00
ZARC_LIM_CORTE_NT	600,00	800,00	1.000,00	2.500,00
ZARC_LIM_CORTE_OE	600,00	800,00	560,00	2.500,00
ZARC_LIM_CORTE_SU	600,00	800,00	1.000,00	2.500,00
ZARC_LIM_CORTE_TA	600,00	800,00	1.000,00	2.500,00
ZARC_LIM_CORTE_TELE	300,00	300,00	300,00	300,00

**Exibir visão "Tabela de parâmetros para Códigos de Nota de Corte": síntese**

PC	St.Inst	Tp.Inst	Inst.Agrup	Tipo Med.	Code	Rel.CortD	Relev.Cort	SL
UD	SUS	Suspensa	BT Baixa Tensão	S Sim	Não apl1	ODRA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
UE	SUS	Suspensa	BT Baixa Tensão	Não apl1	Não apl1	ODRE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UE	LIG	Ligada	BT Baixa Tensão	Não apl1	Não apl1	ODES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UE	SUS	Suspensa	MT Média Tensão	Não apl1	Não apl1	AP99	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
UE	LIG	Ligada	MT Média Tensão	Não apl1	Não apl1	AP04	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UF	LIG	Ligada	BT Baixa Tensão	S Sim	D Medição	ODSA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
UF	LIG	Ligada	BT Baixa Tensão	N Não	Não apl1	ODEE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
UF	LIG	Ligada	BT Baixa Tensão	Não apl1	I Medição	ODSB	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
UH	LIG	Ligada	BT Baixa Tensão	S Sim	D Medição	ODSA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
UH	LIG	Ligada	BT Baixa Tensão	N Não	Não apl1	ODEE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 3 - Tela para configuração: “Valor Mínimo por Regional”, “Valor Mínimo por tipo de equipe” e “Tipo de Corte”.



## 2.3 Pré-Seleção dos Alvos


Geralmente, a maior dificuldade de algoritmos para a detecção de agrupamentos georreferenciados (espaciais) é identificar dentre todos os subconjuntos de dados aquele que corresponda ao padrão ou solução desejada. E a avaliação de todos os subconjuntos é computacionalmente inviável para grande conjunto de dados (MOREIRA, 2011, p. 19), que enquadra adequadamente ao caso estudado.

Para contornar a dimensionalidade do problema sem interferir no resultado final, sugere-se a etapa de “Pré-Seleção dos alvos”. Esta etapa ocorre através da subdivisão do problema em pacotes menores, em processo semelhante ao tradicionalmente aplicado na programação de notas de corte, em zonas que não se sobrepõem (por exemplo: gerência regional, município, ou bairro).

Para cada subdivisão, a funcionalidade SAP/CCS prevê a disponibilização da valor global em dívida e a quantidade de unidades consumidoras vinculadas a esta região, bem como sua respectiva média de valor em dívida para cada uma.

Através destas informações, o tomador de decisão poderá selecionar sobre os subconjuntos a serem tratados na fase de execução do GEOCORTE. Esta decisão pode ser baseada no número de equipes disponíveis para execução das atividades, orçamento, regulação de mercado (evitar crescimento da inadimplência em determinada região) ou expectativa de maior recuperação de receita.

Os resultados apresentados neste artigo considerou, como decisão dos subconjuntos, exclusivamente o parâmetro “expectativa de maior recuperação de receita”.



Gerência Polo	Local	Município	Qtde Instal.	Qtd Lotes	Montante	Média
SM/MP	525 8011	BELO HORIZONTE	6.663	3	4.267.909,50	640,54
SM/MP	513 530	CONTAGEM	5.252	2	3.501.357,64	666,67
SM/MP	529 108	SANTA LUZIA	3.985	2	2.962.728,97	743,47
SM/MP	526 221	RIBEIRAO DAS NEVES	3.094	3	1.669.347,61	539,54
SM/MP	523 104	IBIRITE	3.170	1	1.562.483,69	492,90
SM/MP	526 220	RIBEIRAO DAS NEVES	2.952	2	1.445.264,47	489,59
SM/MP	513 101	CONTAGEM	2.427	3	1.260.646,20	519,43
SM/MP	530 128	LAGOA SANTA	1.542	2	992.830,39	643,86
SM/MP	528 119	CAETE	945	4	467.947,02	495,18
SM/MP	532 762	NOVA LIMA	304	1	410.596,54	1.350,65

Figura 4 - Tela de exibição da pré-seleção de alvos, considerando localidades (subdivisão de um município).

## 2.4 Seleção dos agrupamentos ótimos (melhores clusters)

A metodologia prevê a utilização de técnicas de otimização combinatória, visando a seleção dos melhores agrupamentos de unidades consumidoras, considerando como restrições a menor distância a ser percorrida pela equipe executora (“k- Vizinhos mais próximos”) ou maiores inadimplentes de uma área (“k-Maiores Valores mais próximos”)

– o que tende a ampliar a produtividade – e limitação da quantidade de serviços a serem executados diariamente, este último em função do tempo de execução e de disponibilidade da equipe (horário de trabalho).

A seleção ótima dos clusters inicia-se a partir de uma unidade consumidora qualquer (“Ponto Focal” ou centroide) - podendo ser ou não a mais inadimplente dentro do subconjunto – agrupando outras unidades consumidoras mais próximas da primeira e que possuam considerável valor em dívida pendente, respeitando as restrições definidas.

O grande propósito da rotina é obter um conjunto de potenciais candidatos a melhores agrupamentos/clusters para tomada de decisão do operador.

Tecnicamente, a funcionalidade SAP/CCS considerou a utilização dum algoritmo baseado no método de otimização Simplex (BAZARAA & SHERALI, 2008, p. 103) para solução de modelagem semelhante a um problemas clássicos de otimização combinatória (KARP, 1972, p. 95) denominado “Problema da Mochila” -Knapsack Problem (MARTELLO & TOTH, 1990, p. 13), utilizando o método de Varredura Geográfica Dinâmica - Geographical Dynamic Scan (MOREIRA, 2011, p. 19) para definição dos subconjuntos que comporão as restrições da modelagem.

Por ser algoritmo que demanda muitas iterações, nessa etapa a funcionalidade GEOCORTE considerou o paralelismo de execuções no ambiente SAP/CCS (emissão de vários JOBS para conclusão da tarefa).

**Programação Georreferenciada de Corte - Melhores Lotes**

Processar Lotes Selecionados Apres. Instalações dos Melhores Lotes

Local	Lote	Σ Montante	Σ Quantidade	Média	Selecciona
530	3002362900	113.597,93	30	3.786,60	<input checked="" type="checkbox"/>
530	3006800535	85.346,42	24	3.556,10	<input checked="" type="checkbox"/>
530		<b>198.944,35</b>	<b>54</b>		
8011	3001761200	137.460,36	30	4.582,01	<input checked="" type="checkbox"/>
8011	3001581686	59.821,98	30	1.994,07	<input checked="" type="checkbox"/>
8011	3003035603	54.445,17	30	1.814,84	<input checked="" type="checkbox"/>
8011		<b>251.727,51</b>	<b>90</b>		
		<b>450.671,86</b>	<b>144</b>		

(a)

Local	Lote	Σ Montante	Σ Quantidade	Média	Selecciona
530	3001457876	125.118,83	30	4.170,63	<input checked="" type="checkbox"/>
530	3005616986	116.001,90	30	3.866,73	<input checked="" type="checkbox"/>
530		<b>241.120,73</b>	<b>60</b>		
8011	3006585479	147.316,79	30	4.910,56	<input checked="" type="checkbox"/>
8011	3004937559	80.490,70	30	2.683,02	<input checked="" type="checkbox"/>
8011	3005467421	75.346,83	30	2.511,56	<input checked="" type="checkbox"/>
8011		<b>303.154,32</b>	<b>90</b>		
		<b>544.275,05</b>	<b>150</b>		

(b)

Figura 5 - Tela de resumo da da seleção dos melhores lotes/clusters, considerando os parâmetros iniciais. (a) Utilizando o critério de seleção “k-Vizinhos mais Próximos” e (b) utilizando o critério de seleção “k-Maiores Valores mais Próximos”.

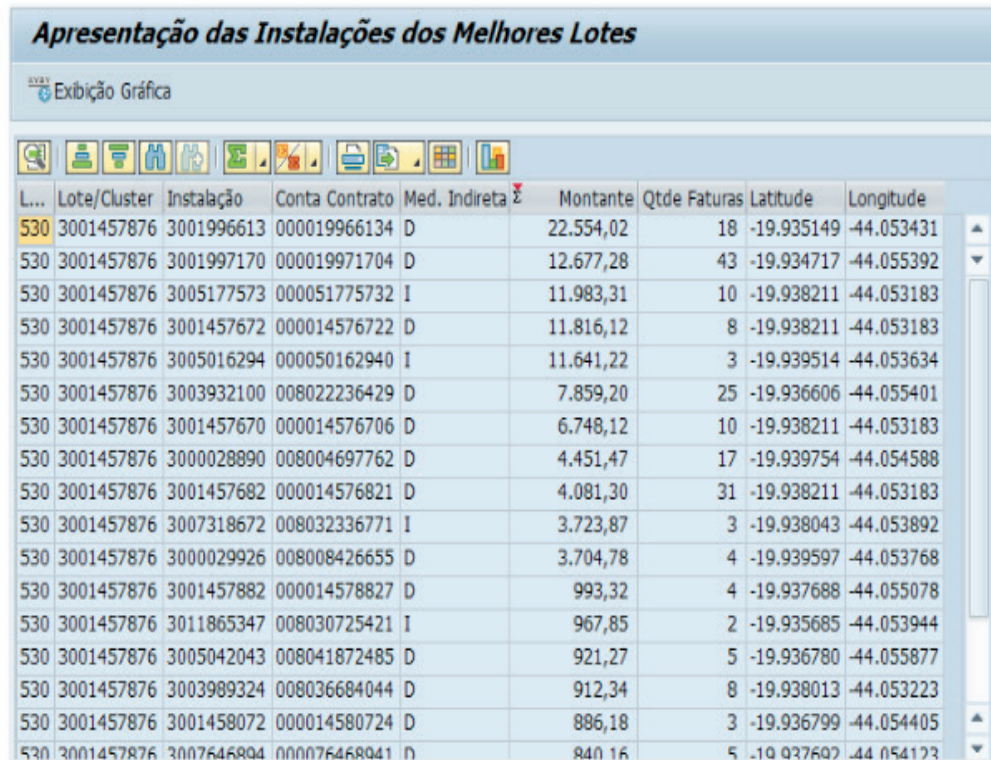
Assim como esperado, a utilização do segundo critério tende a buscar lotes com maior valor pendente.

Nesse ponto da funcionalidade, o GEOCORTE SAP/CCS exibirá ao tomador de decisão o resumo dos lotes selecionados para cada localidade, informando: o lote (instalação “Ponto Focal” ou centroide), o montante inadimplido desse lote, a quantidade de instalações encontradas mais próximas (por distância ou maior valor), a média em inadimplência do lote a a opção do tomador de decisão utilizar ou não esse cluster na programação de corte (efetiva emissão de Notas de Serviço).

## 2.5 Exibição dos resultados e seleção dos alvos para aplicação prática nos sistemas comerciais da distribuidora

### 2.5.1 Exibição dos resultados

Caso o usuário selecione um dos lotes, a funcionalidade GEOCORTE SAP/CCS ainda exibe as instalações contidas nesse lote, conforme apresentado na Figura 6, abaixo:



L...	Lote/Cluster	Instalação	Conta Contrato	Med. Indireta	Montante	Qtde Faturas	Latitude	Longitude
530	3001457876	3001996613	000019966134	D	22.554,02	18	-19.935149	-44.053431
530	3001457876	3001997170	000019971704	D	12.677,28	43	-19.934717	-44.055392
530	3001457876	3005177573	000051775732	I	11.983,31	10	-19.938211	-44.053183
530	3001457876	3001457672	000014576722	D	11.816,12	8	-19.938211	-44.053183
530	3001457876	3005016294	000050162940	I	11.641,22	3	-19.939514	-44.053634
530	3001457876	3003932100	008022236429	D	7.859,20	25	-19.936606	-44.055401
530	3001457876	3001457670	000014576706	D	6.748,12	10	-19.938211	-44.053183
530	3001457876	3000028890	008004697762	D	4.451,47	17	-19.939754	-44.054588
530	3001457876	3001457682	000014576821	D	4.081,30	31	-19.938211	-44.053183
530	3001457876	3007318672	008032336771	I	3.723,87	3	-19.938043	-44.053892
530	3001457876	3000029926	008008426655	D	3.704,78	4	-19.939597	-44.053768
530	3001457876	3001457882	000014578827	D	993,32	4	-19.937688	-44.055078
530	3001457876	3011865347	008030725421	I	967,85	2	-19.935685	-44.053944
530	3001457876	3005042043	008041872485	D	921,27	5	-19.936780	-44.055877
530	3001457876	3003989324	008036684044	D	912,34	8	-19.938013	-44.053223
530	3001457876	3001458072	000014580724	D	886,18	3	-19.936799	-44.054405
530	3001457876	3007646894	000076468941	D	840,16	5	-19.937602	-44.054123

Figura 6 - Apresentação das instalações contidas num dos melhores lotes.

Caso for ainda de interesse do tomador de decisão, a funcionalidade GEOCORTE SAP/CCS dispõe da apresentação gráfica da distribuição das instalações contidas num dos melhores lotes, integrada com a plataforma de geoprocessamento Google Earth™, conforme visto na Figura 7:



Figura 7 - Apresentação Gráfica das instalações, integrada com a plataforma de geoprocessamento Google Earth™.

Para efeitos de comparação, apresentamos também a distribuição das instalações quando o critério de seleção for “k- Vizinhos mais Próximos” ou “k-Maiores Valores mais Próximos”. Pecebemos que no método de “k-Maiores Valores mais Próximos”, a distribuição das instalações é mais dispersa se comparada à primeira, dispendo de instalações próximas ao limite do raio de atuação definido, entretanto não o ultrapassando.

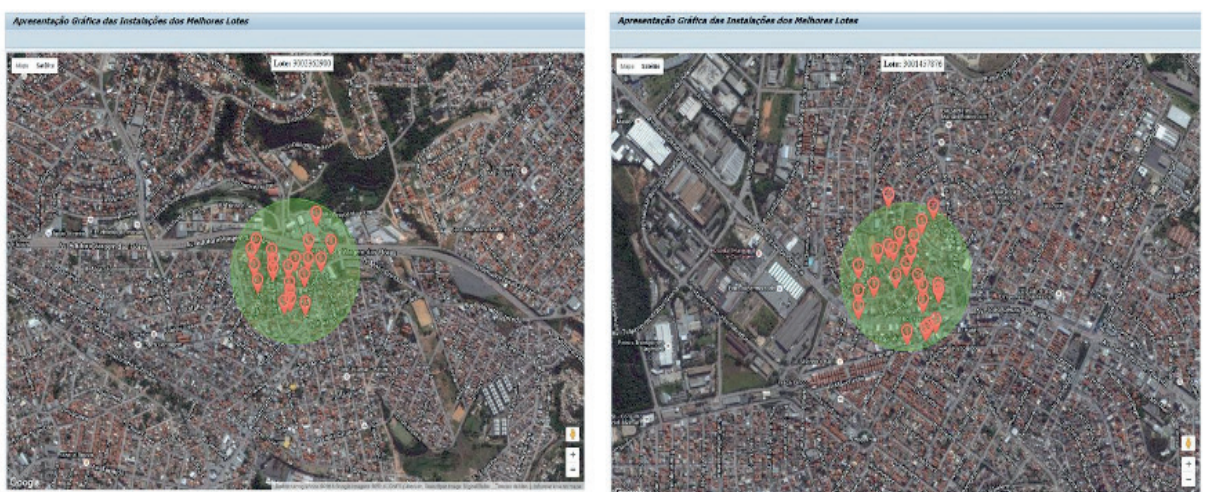


Figura 8 - Comparação entre os critérios de seleção “k-Vizinhos mais Próximos” e “k-Maiores Valores mais Próximos”.

## 2.5.2 Seleção dos alvos para emissão de NS's

O passo final de funcionalidade SAP/CCS GEOCORTE é a programação das notas de corte para a próxima janela Batch ou a efetiva emissão dessas NS's.

Para emissão/programação das notas, basta o tomador de decisão selecionar os lotes interessantes (como padrão/

default, todos os lotes são previamente selecionados pela funcionalidade) e clicar em “Processar Lotes selecionados”.

A funcionalidade avaliará ainda a situação e características de cada instalação para emissão da melhor nota de corte, indicando às equipes executoras o perfil do lote selecionado, conforme tabela de configuração apresentada na Figura 3 desse artigo. Dentre as características relevantes estão: valor do débito, tipo de medição (remota, indireta ou direta), seu tipo de agrupamento (individual ou conjunta: prédios, caixa 1/ caixa 2, etc), nível da atividade na régua de Dunning (Corte Simbólico ou Físico).



Figura 9 - Efetiva emissão de notas de serviço de corte no SAP/CCS. Módulo de exibição standard da IW53.

## 2.6 Aplicação da metodologia: Resultados e Discussão

Nesta seção, será apresentada a avaliação da aplicação da metodologia de detecção ótima de agrupamentos espaciais alvos de suspensão de fornecimento de energia elétrica proposta neste artigo em comparação com a programação convencional utilizado normalmente nas distribuidoras: Seleção dos melhores alvos dos mais inadimplentes para os menos inadimplentes, independentemente de sua proximidade.

Para a avaliação, foi considerada como amostragem as unidades consumidoras inadimplentes região do município de Belo Horizonte. A fim de preservar a integridade e confiabilidade dos dados comerciais da empresa, as informações de inadimplência aqui apresentadas são hipotéticas e foram geradas aleatoriamente, considerando o perfil real da amostra.

Como métrica de avaliação, para fins de comparação de resultados, foram

considerados seguintes parâmetros:

- Quantidade máxima de notas de serviço por equipe: 40;
- Distância (raio) máximo do centroide - programação convencional: Limitada somente à maior distância apurada dentre as instalações da amostra;
- Distância (raio) máximo do centroide – GEOCORTE: 1 km;
- Tempo de execução da tarefa: 8 horas (Tempo médio de execução por atividade: 15 minutos);
- Velocidade média de deslocamento no trânsito: 15 km/h;
- Taxa de arrecadação por unidade consumidora suspensa (hipotético): 95%.

O tempo global devido aos deslocamentos percorridos pela equipe executora no trânsito foi contabilizado e descontado do tempo global para execução da tarefa, equivalente a 8 horas. Com tudo, a métrica de avaliação considerará o seguinte resultado comparativo entre as metodologias:

$$ef = \frac{\text{Montante\_Dívida}_{\text{método\_proposto}}}{\text{Montante\_Dívida}_{\text{método\_convencional}}}$$

Caso o resultado da métrica tiver resultado superior a 1, significa que a metodologia proposta tem resultado melhor que a convencional.



Figura 10 - Comparação da distância a ser percorrida pela equipe executora utilizando o método convencional (azul) e o proposto (vermelho). Para o método convencional, deslocamento de 28,9km (máxima de 3,3km), atuando em 23 UC's.

Para o método GEOCORTE SAP/CCS, 18,0km (máxima de 1,9km), atuando em 26.

Aplicando a a funcionalidade SAP/CCS GEOCORTE no mercado estudado e a métrica supracitada adotada, observa-se resultados melhores que a utilização do método convencional, especialmente quando a quantidade de equipes executora se eleva, conforme apresentado nas figuras 10, 11 e 12:

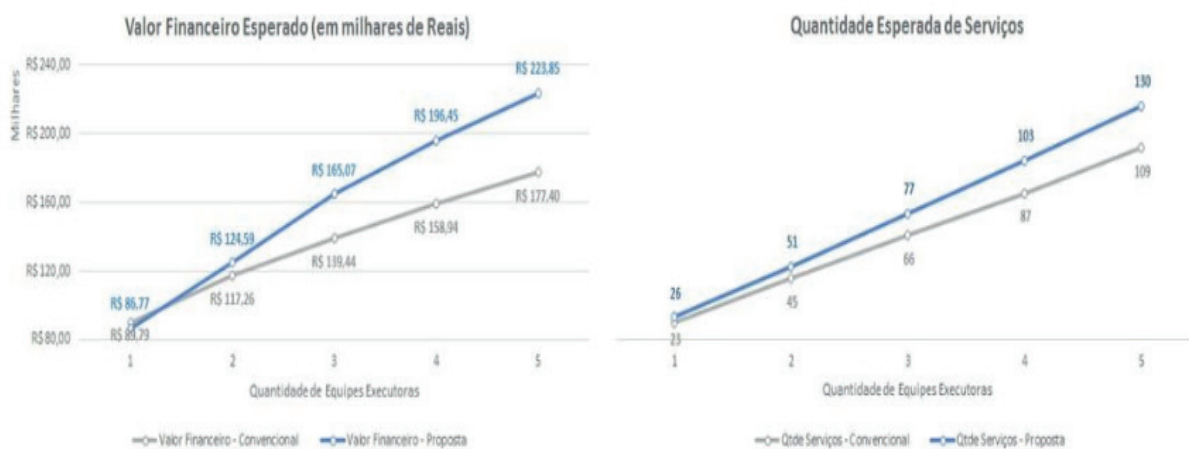


Figura 11 - Comparação das metodologias proposta e convencional na perspectiva de “Valor Financeiro Esperado” e “Quantidade Esperada de Serviços”.

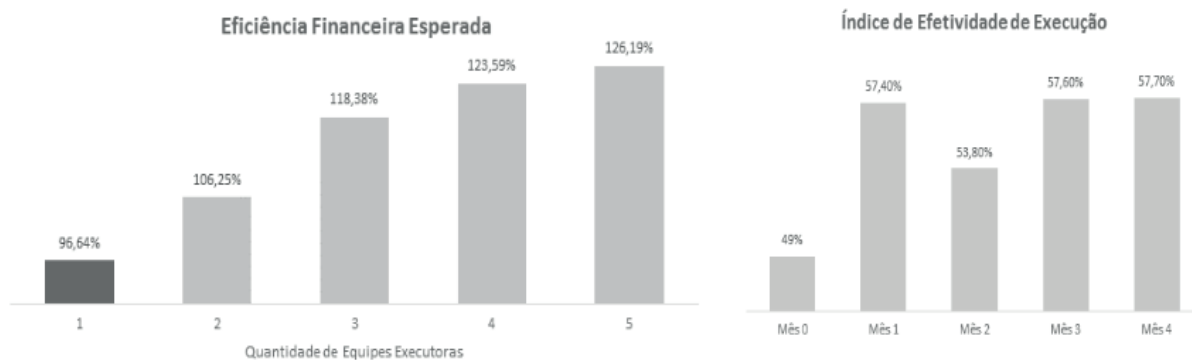


Figura 12 - Lado Esquerdo: Evolução do índice de Eficiência financeira esperada em função da quantidade de equipes executoras disponíveis. Lado Direito: evolução do índice de efetividade de execução apurado em 4 meses de utilização da metodologia no estudo de caso proposto.

No caso estudado, a eficiência da utilização do GEOCORTE SAP/CCS teve resultado próximo à convencional, sendo que, para as demais situações, obteve resultados superiores em aproximadamente 6% em cada etapa.

### 3 | CONCLUSÕES

Com a implantação da funcionalidade GEOCORTE SAP/CCS permitiu, além dos resultados apresentados na seção 2.5 deste artigo, eficiência operacional da equipe tomadora de decisões, a elevação da produtividade e a execução efetiva de suspensões de fornecimento (cortes) das equipes executoras em 16% em média (ver Figura 12).

Além dos ganhos de produtividade na execução e da maior recuperação de

receita, o GEOCORTE SAP/CCS permite também reduzir drasticamente o tempo de análise das equipes de programação corte (chamado nesse artigo de “tomador de decisão”), normalmente lotados nas gerências de cobrança das distribuidoras.

Para garantir a eficácia da metodologia e contribuir ainda mais com melhoria da produtividade das equipes executoras, é importante informações precisas e que reflitam a realidade em campo. Portanto pode ser classificado como indispensável a manutenção da base de dados comercial e geográfica, bem como a relação atualizada de equipes de executores em suas respectivas bases de atuação. De maneira análoga, a conclusão do mapeamento geográfico, com coordenadas, das áreas restritas para deslocamento (como cruzamento de grandes avenidas) também permitirá refinamento da funcionalidade SAP/CCS GEOCORTE.

Uma etapa complementar e subsequente ao último passo da metodologia que também poderia contribuir com a produtividade das equipes executoras, seria a roteirização interna dos clusters, permitindo aos executores percorrer o menor caminho possível. Tal funcionalidade pode ser implementada por algoritmos solucionadores da modelagem do “Problema do Caixeiro Viajante” – Travelling Salesman Problem.

Para trabalhos futuros, recomenda-se também a utilização de dado “Conceito de Solvência do Cliente (Qualidade Pagadora)”, de forma opcional para o modelo – especialmente aplicado à seção 2.1 deste artigo – o que poderia agregar à acurácia dos resultados.

Consideramos que a modelagem do problema da forma pretendida, utilizando o “Problema da Mochila” e as técnicas para sua solução, Geographical Dynamic Scan e método Simplex de Otimização, mostrou-se eficiente e suficientemente aplicável, o que pode despertar interesses por esta área de estudo em outros trabalhos. Qualquer manifestação, contribuição ou crítica para melhoria dos resultados e da metodologia são primordiais pra a evolução do trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa N°414/2010 – Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. Brasília, DF - Brasil. 2010.

BAZARAA, Mokhtar S.; JARVIS, John J.; Sherali, Hanif D.. Linear Programming and Network Flows – 4th Edition. Atlanta, GA – United States of America. 2008.

CORREIOS, Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos. Estrutura do CEP – Código de Endereçamento Postal. Brasília, DF – Brasil. 1971. Disponível em: [http://www.correios.com.br/servicos/cep/cep\\_estrutura.cfm](http://www.correios.com.br/servicos/cep/cep_estrutura.cfm). Acesso em: 26.Abr.2014.

KARP, Richard M.. Reducibility Among Combinatorial Problems. Berkeley, CA – United States of America. 1972.

BRASIL. Lei Federal N°8.987 de 13 de Fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Brasília, DF – Brasil. 1995.



MARTELLO, Silvano; TOTH, Paolo. Knapsack Problems – Algorithms and Computer Implementations. Bologna – Italia. 1990.

MOREIRA, Gladston Juliano Prates. The Detection of Spatial Clusters: Graph and Dynamic Programming Methods. Belo Horizonte, MG – Brasil. 2011.

\* : Este artigo é dedicado à memória de André Luiz Soares, mentor intelectual deste projeto.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

AIS 10, 13  
Ajustes de proteção 22, 28, 34, 103  
Alocação de Recursos 161  
Anarede 48, 49, 52, 54, 60  
Anuidades 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20

### B

BAR 10, 225  
Biodiesel 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47  
BRR 10

### C

CAIMI 10, 12, 13, 15, 19  
Capacidade Instalada 1, 2, 3, 8  
Célula combustível 190, 191, 192, 196  
Cenário Energético 1  
Chave fusível 96, 98, 110, 114  
Chaves Automáticas 161, 162, 163, 164, 167, 168, 171  
Comunidades isoladas 36, 38  
Confiabilidade 20, 22, 24, 27, 49, 50, 53, 60, 84, 90, 121, 130, 136, 139, 145, 161, 162, 163, 165, 166, 167, 171, 172, 174, 192, 243  
Continuidade do Fornecimento 108, 163  
Conversor Boost 190  
Conversores 147, 148, 175, 176, 190, 191, 192, 201, 203, 204, 209, 248, 249, 252, 258, 259, 260  
Conversores conectados à rede 147  
Custo operacional 15, 96, 102

### D

DEC 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 100, 101, 105, 106, 107, 111, 119, 164, 171  
Densidade de Corrente 193, 196, 197, 198, 200, 201, 203, 205, 211, 213, 214, 248, 252, 256  
Descargas atmosféricas 89, 90, 92, 93, 94  
Desgaste de Contatos 128, 131

### E

Energia Solar Fotovoltaica 1, 2, 3, 6, 7, 8, 61

### F

Filtro LCL 147, 148, 149  
Fluxo de Potência 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 148  
Frequência 90, 97, 140, 147, 148, 151, 156, 163, 164, 175, 176, 177, 178, 181, 184, 185, 187, 191, 193, 196, 200, 201, 203, 204, 205, 207, 208, 209, 212, 216, 250, 251, 252, 260

## G

Geração de energia 3, 36, 38, 43, 45, 46, 263

Geração Distribuída 2, 3, 4, 6, 9, 61, 62, 64, 65, 72, 73, 161, 162, 167, 172

## I

Ilhamento de Geração Distribuída 161

Indicadores de Qualidade de Serviço 108, 118

Índices operacionais 89, 94

Interrupções 89, 90, 91, 92, 93, 94, 105, 106, 108, 118, 120, 134, 135, 163

Isolamento 124, 130, 139, 144, 164, 206, 207, 235, 238, 245

## M

Manutenção Preditiva 128, 129, 136

Monitoramento de Disjuntor 128

Monitoramento Digital 108

Monitoramento On-line 128, 129

## N

NERC PRC-027-1 21, 22

Núcleos Magnéticos 203, 252, 253, 257

## O

Otimização por enxame de partículas 147, 148, 152

## P

Perdas 48, 49, 50, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 142, 146, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 249, 250, 251, 252, 254, 255, 256, 257, 258

Perdas Técnicas 48, 49, 50, 52, 53, 55, 57, 58, 60

Proteção de Sistemas Elétricos 21, 22

PSS Sincal 21, 22, 30, 31, 32, 35

## Q

Qualidade de Energia 96, 97, 107, 108, 109, 121

## R

Religador monofásico 96, 98, 99, 105

Rendimento 142, 143, 145, 176, 184, 186, 187, 190, 192, 193, 199, 200, 201, 248, 249, 252, 259

Resolução Normativa ANEEL N° 482/2012 61

## S

Siguard PSA 21, 22, 30, 31, 33

## T

Tecnologia PRE 89

Transformador a óleo 139, 141, 145

Transistores de potência 175, 177

## V

Vísceras de peixes 36, 43, 46

Volume 43, 57, 141, 188, 191, 193, 196, 199, 202, 203, 204, 207, 210, 211, 213, 214, 215, 216, 228, 250

