



Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria

Filipe Alves Coelho
Iara Lúcia Tescarollo
Vicente Idalberto Becerra Sablon
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2020



Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria

Filipe Alves Coelho
Iara Lúcia Tescarollo
Vicente Idalberto Becerra Sablon
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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
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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
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
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. 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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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 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 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 Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci 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 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. 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
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. 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
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Engenharia moderna: soluções para problemas da sociedade e da indústria

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Filipe Alves Coelho
Iara Lúcia Tescarollo
Vicente Idalberto Becerra Sablon

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

E57 Engenharia moderna [recurso eletrônico] : soluções para problemas da sociedade e da indústria / Organizadores Filipe Alves Coelho, Iara Lúcia Tescarollo, Vicente Idalberto Becerra Sablon. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-446-7
DOI 10.22533/at.ed.467202809

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. I. Coelho, Filipe Alves. II. Tescarollo, Iara Lúcia. III. Sablon, Vicente Idalberto Becerra.

CDD 620

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Enquanto esta obra era produzida, a humanidade via-se diante de uma de suas maiores crises recentes: a pandemia do novo coronavírus. Este cenário escancarou a importância da ciência como ferramenta e um dos pilares da evolução da sociedade. Ao lado da ciência, a engenharia implementa o conhecimento desenvolvido na forma de produtos e serviços, tornando real e sustentável o conhecimento científico.

Sem dúvida, o que tornou possível verdadeiras revoluções na ciência e na engenharia foram os conhecimentos desenvolvidos na interface entre distintas áreas do conhecimento. As ciências biológicas e a engenharia ambiental produziram equipamentos para tratamento de efluentes empregando microrganismos. A computação e a engenharia de processos permitem que um funcionário monitore e controle uma fábrica mesmo estando a quilômetros de distância. A medicina, física e engenharia elétrica produzem equipamentos que enxergam o interior do corpo humano em alta resolução.

Neste sentido, esta obra é uma coletânea de trabalhos de professores cientistas e engenheiros, com vasto conhecimento em suas áreas de atuação, que destaca como a ciência e a tecnologia são empregadas para resolver problemas da sociedade. Em comum, além dos esforços para tornar a sociedade e a indústria mais sustentáveis, está o fato de todos os trabalhos terem sido desenvolvidos na cidade de Campinas ou em cidades próximas.

A multidisciplinaridade presente nesta obra é reflexo de um trabalho em construção no sentido de agregar o conhecimento acumulado e condensá-lo em produtos e serviços ou mesmo um fim em si, visando informar a sociedade de que temos pesquisa de boa qualidade sendo feita no Brasil.

Com o compromisso de incentivar a pesquisa acadêmica, divulgar e disseminar o conhecimento, a Editora Atena, através dessa obra, traz um rico material pelo qual será possível atender aos anseios daqueles que buscam ampliar seus estudos nas temáticas aqui abordadas. Boa leitura!

Dilnei Giseli Lorenzi
Pró-Reitor de Ensino Pesquisa e Extensão
Universidade São Francisco
Filipe Alves Coelho
Iara Lúcia Tescarollo
Vicente Idalberto Becerra Sablón
Organizadores

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

GENERAL ASPECTS OF TELEMEDICINE: FROM EMERGENCE TO USE IN THE COVID PANDEMIC 19

Ana Carolina Borges Monteiro

Reinaldo Padilha França

Giulliano Paes Carnielli

Yuzo Iano

Rangel Arthur

DOI 10.22533/at.ed.4672028091

CAPÍTULO 2..... 14

DISAGGREGATION OF LOADS IN THE SMART GRID CONTEXT

Jézer Oliveira Pedrosa

Júlio Cesar Pereira

Ana Carolina Borges Monteiro

Reinaldo Padilha França

Yuzo Iano

Rangel Arthur

DOI 10.22533/at.ed.4672028092

CAPÍTULO 3..... 26

COMPUTAÇÃO DE ALTO DESEMPENHO EDINÂMICA MOLECULAR

Fábio Andrijauskas

Glaucilene Ferreira Catroli

DOI 10.22533/at.ed.4672028093

CAPÍTULO 4..... 39

DISPOSITIVO PARA AUXÍLIO À PESSOAS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA

Vicente Idalberto Becerra Sablon

Bruno Penteado Evangelista

Annete Silva Faesarella

DOI 10.22533/at.ed.4672028094

CAPÍTULO 5..... 53

FATURAMENTO PRÉ-PAGO DE ENERGIA ELÉTRICA: PANORAMA DA MODALIDADE E ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA BRASILEIRA

Annete Silva Faesarella

Amanda de Oliveira Ferri

Ednan Ferreira da Silva

Vicente Idalberto Becerra Sablon

DOI 10.22533/at.ed.4672028095

CAPÍTULO 6..... 66

EXPRESSÕES ANALÍTICAS DO CAMPO ELETROMAGNÉTICO NO DOMÍNIO DO TEMPO PROVOCADO POR TRANSITÓRIOS DE CORRENTE ELÉTRICA

Geraldo Peres Caixeta

DOI 10.22533/at.ed.4672028096

CAPÍTULO 7..... 83

DESEMPENHO DE MICRORREACTORES FABRICADOS POR MANUFATURA ADITIVA EM REAÇÃO DE SAPONIFICAÇÃO DO ACETATO DE ETILA

Katherine Oliveira Alves

Vanessa de Souza Rocha

Filipe Alves Coelho

DOI 10.22533/at.ed.4672028097

CAPÍTULO 8..... 95

AVALIAÇÃO DA BIODEGRADAÇÃO E ENVELHECIMENTO ACELERADO POR RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA BLENDAS PBAT/TPS

Fernanda Andrade Tigre da Costa

Marcelo Augusto Gonçalves Bardi

DOI 10.22533/at.ed.4672028098

CAPÍTULO 9..... 116

ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA REMOÇÃO DA PRATA SOLÚVEL EM EFLUENTES UTILIZANDO FIBRA DE COCO IN NATURA E ATIVADA

Jaqueline Cristina de Souza

Núbia de Moura Dias Sousa

Pollyanna Oliveira Coutinho

Danielle Matias Rodrigues

Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena

André Augusto Gutierrez Fernandes Beati

DOI 10.22533/at.ed.4672028099

CAPÍTULO 10..... 137

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS EMULSIONADOS FORMULADOS COM ÓLEO DE BURITI

Jeane Caroline Oliveira

Ludmila de Oliveira Maia

Iara Lúcia Tescarollo

DOI 10.22533/at.ed.46720280910

CAPÍTULO 11..... 152

EMBALAGEM CARTONADA: METODOLOGIA PARA SEPARAÇÃO E RECICLAGEM DE SEUS COMPONENTES

Mayara Elizabeth Pereira

José Fernando Marin Junior

Roberta Martins da Costa Bianchi

DOI 10.22533/at.ed.46720280911

CAPÍTULO 12.....	168
DESAFIOS DA DRENAGEM URBANA NO ESTADO DE SÃO PAULO	
Ana Caroline Ross Mateo	
Angélica Sampaio dos Santos	
Renata Lima Moretto	
DOI 10.22533/at.ed.46720280912	
CAPÍTULO 13.....	180
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE FILTRAÇÃO PARA MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA DE RIBEIRINHOS	
Gabriela Consoline Pires	
Liliani Alves da Silva	
Monica Tais Siqueira D'Amelio Felipe	
DOI 10.22533/at.ed.46720280913	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	192
ÍNDICE REMISSIVO.....	194

CAPÍTULO 5

FATURAMENTO PRÉ-PAGO DE ENERGIA ELÉTRICA: PANORAMA DA MODALIDADE E ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA BRASILEIRA

Data de aceite: 26/08/2020

Annete Silva Faesarella

Universidade São Francisco
Itatiba – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/8546620295718065>

Amanda de Oliveira Ferri

Universidade São Francisco
Itatiba – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/2363434164556248>

Ednan Ferreira da Silva

Universidade São Francisco
Itatiba – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/9698786489714752>

Vicente Idalberto Becerra Sablon

Universidade São Francisco
Itatiba – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/6350047853320576>

RESUMO: O sistema pré-pago de energia elétrica consiste em uma modalidade de faturamento em que a aquisição de créditos de energia, contabilizados em quilowatt-hora, deve ser realizada pelos usuários da rede de distribuição antecipadamente ao consumo. Este modelo foi apresentado no início dos anos 1980 no Reino Unido e, desde então tem sido adotado por vários países. O pré-pagamento de energia é justificado pelos benefícios que proporcionam aos consumidores de energia e empresas de distribuição. Para os consumidores, permite que o consumo de energia seja melhor planejado e consciente e que as faturas sejam pagas de

acordo com a capacidade dos usuários. As vantagens para as concessionárias de energia são a redução de custos operacionais, maior controle sobre o faturamento e controle de perdas não técnicas. Desde a implantação de projetos precursores ao redor do mundo o modelo tem sido controverso, principalmente por questões sociais e de regulamentação. No Brasil, apesar de ser regulamentado desde 2014, não teve aderência das concessionárias de energia e consumidores. Este trabalho visa estudar o histórico do pré-pagamento de energia no mundo, as vantagens e desvantagens desta modalidade de faturamento e a experiência brasileira no quesito de regulamentações e projetos-piloto. Como resultado serão apresentadas as principais causas do estado estacionário do tema no país e as possíveis soluções para o aumento da adesão da energia pré-paga pelas concessionárias de energia e consumidores no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Pré-pagamento de energia, energia pré-paga, consumo consciente, faturamento de energia.

ELECTRICITY PREPAID BILLING: METHOD OVERVIEW AND ANALYSIS OF BRAZILIAN EXPERIENCE

ABSTRACT: Prepaid electricity system consists in a billing modality in which the acquisition of energy credits, in kilowatt hour, must be made by the users of the distribution network before the consumption. This model was introduced in the early 1980s in the United Kingdom and has been adopted by many countries ever since. The energy prepayment is justified by the benefits that it provides to energy consumers and utilities.

For consumers, it enables energy consumption to be better planned and conscious and bills to be paid according to users' capabilities. The advantages for utilities are reduction of operational costs, greater control over billing and non-technical losses control. Since the implementation of precursor projects around the world, the model has been controversial, mainly due to social and regulatory issues. In Brazil, despite being regulated since 2014, it was not embraced by energy utilities and consumers. This paper aims to study the historic of energy prepayment in the world, the advantages and disadvantages of this billing modality and the Brazilian experience in regulations and pilot projects. As a result, it will be presented the main causes of the steady state of this theme in the country and the possible solutions for the increase of the prepaid energy adoption by the electric utilities and consumers in Brazil.

KEYWORDS: Electricity pre-payment, prepaid electricity, conscious consumption, energy distribution, energy billing.

INTRODUÇÃO

A matriz energética brasileira possui um conjunto de diferentes recursos para suprir a demanda de energia do país, e é composta majoritariamente pela geração hídrica, que em 2017 representou 62,9% da geração de energia país, de acordo com a IEA – *International Energy Agency* [1]. Em 2017 a matriz energética brasileira teve uma representatividade de 42,9% de fontes renováveis, muito maior que na matriz mundial, de 13,7% em 2015 [2].

O SEB – Setor Elétrico Brasileiro, remodelado em 2004 pelo Governo Federal, é a estrutura administrativa e operacional que garante a execução de tratativas relacionadas ao SEP – Sistema Elétrico de Potência, que é o conjunto dos subsistemas que garantem o suprimento de eletricidade ao país por meio da geração, transmissão, distribuição e utilização de energia elétrica.

A distribuição de energia é o segmento do SEP dedicado à entrega de energia elétrica aos consumidores e é regulado e fiscalizado pela ANEEL, que garante a padronização e funcionamento adequado do sistema. O PRODIST – Procedimentos de Distribuição é o documento que normatiza as atividades técnicas referentes ao sistema de distribuição de energia elétrica. Esse sistema possui algumas deficiências devido a forma pela qual é realizada. Um notório problema do sistema são as perdas de energia. As chamadas perdas globais, são o resultado de toda a diferença entre a energia gerada e a entregue às UCs – Unidades Consumidoras. Elas são divididas em perdas técnicas, relacionadas às características técnicas de materiais e equipamentos da rede, e as perdas não técnicas, relacionadas à distribuição. Existem várias causas de perdas não técnicas, como por exemplo furtos, fraudes, erros de medição nas UCs ou de faturamento.

A medição de consumo e o faturamento de energia elétrica são

regulamentados pela ANEEL. A medição é majoritariamente realizada através de medidores eletromecânicos, os quais, nos últimos anos, têm sido gradativamente substituídos por modelos digitais devido a implantação das REIs – Redes Elétricas Inteligentes ou *Smart Grids*.

O método de faturamento convencional no Brasil é o pós-pago, no qual a cobrança é feita após o consumo de energia, que é apurado conforme a diferença de leituras realizadas entre determinados períodos e o pagamento é efetuado através de fatura. Também são regulamentadas as modalidades de pós-pagamento eletrônico, na qual as informações relativas ao consumo são armazenadas e consolidadas em dispositivo eletrônico que viabilize o pagamento posterior, e a de pré-pagamento, em que um montante de energia elétrica é comprado anteriormente ao seu consumo. Esta última modalidade é regulamentada no país desde 2014, entretanto não obteve adesão das concessionárias de energia e consumidores.

Este artigo tem como objetivo mostrar o panorama internacional da utilização do pré-pagamento de energia, as vantagens e desvantagens desta modalidade de faturamento e a experiência brasileira no quesito de regulamentações e projetos-piloto. Como resultado é apresentada uma análise sobre o estado estacionário do tema no país, contemplando as possíveis soluções para o aumento da adesão da energia pré-paga pelas concessionárias de energia e consumidores no Brasil.

REFERENCIAL TEÓRICO

Tarifação, medição e faturamento de energia elétrica

A tarifa de energia elétrica representa o valor pago pelos consumidores finais para remuneração aos serviços referentes aos processos de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, e é definida pela ANEEL. O pagamento destas tarifas viabiliza o funcionamento da estrutura do SEP.

Existem dois grupos para diferenciação das tarifas de energia: o grupo A e o grupo B, contemplados pelos consumidores de alta e média tensão, e os de baixas tensão, respectivamente.

O grupo B é formado pelos consumidores de até 2300 V, e engloba, tipicamente, residências, lojas, edifícios comerciais, e imóveis rurais. Este grupo é subdividido em 4 categorias de tarifas distintas: B1, para UCs – Unidades Consumidoras- residenciais e residenciais de baixa renda; B2 para UCs rurais e cooperativas de eletrificação rural; B3 para as demais classes; e B4 para iluminação pública. O faturamento convencional do grupo B tem um único valor para a energia consumida, independente do posto tarifário. No custo da tarifa de consumo está embutido o custo com demanda. As tarifas desta modalidade variam de acordo com as bandeiras tarifárias, que são: bandeira verde, amarela, vermelha patamar 1 e

vermelha patamar 2. Estas variam de acordo com o custo da geração de energia, por conta do acionamento de termelétricas.

As concessionárias de energia mensuram o consumo nas UCs através de equipamentos eletromecânicos ou eletrônicos chamados medidores de energia. Estes equipamentos, foram desenvolvidos pioneiramente em 1888 pelo engenheiro e inventor americano Oliver Blackburn Shallenberger [4].

No medidor eletromecânico, o faturamento da energia será determinado pela diferença dos valores na qual o leiturista coleta nos ponteiros de medição, entre os períodos das faturas.

Os medidores eletrônicos, em comparação aos eletromecânicos, garantem maior segurança tanto para a concessionária quanto para o consumidor, pois promovem uma maior exatidão na leitura, podendo gerar informações mais detalhadas e fiéis do consumo e não existe a necessidade de enviar um funcionário para fazer a leitura do medidor. O medidor eletrônico pode possuir a tecnologia de monitoramento de dados à distância via *modem*, ou *internet*, dependendo do modelo a ser utilizado.

Atualmente o grande entrave para a larga escala de comercialização de medidores eletrônicos é o alto custo de aquisição por parte da concessionária, apesar que em grandes centros e cidades a troca de medidores eletromecânicos por eletrônicos já está ocorrendo.

Com os medidores eletrônicos tem se iniciado uma nova fase no setor elétrico brasileiro e mundial, pois eles são fundamentais para a comunicação já que com estes tipos de medidores é possível realizar a chamada Medição Inteligente, para composição das REIs – Redes Inteligentes, gerando assim uma grande conexão entre a concessionária de energia elétrica e o consumidor. No Brasil, foi criado um Grupo de Trabalho do MME com a finalidade de estudar as REIs. Esse grupo define que cinco funcionalidades devem estar presentes para se caracterizar uma rede como inteligente: mensurar grandezas; transmitir os dados medidos; processar as informações recebidas; tomar decisões de forma automática, ou ajudar o operador na tomada de decisões; e atuar de forma remota na rede [5]. É exatamente através das redes inteligentes que é possível implementar a cobrança pré-paga aos consumidores.

A tarifação de energia elétrica brasileira é considerada complexa, no qual muitos consumidores têm dúvidas de compreender a própria conta de energia, alguns destes apenas tem a informação que existe um leiturista no qual coleta dos dados do relógio medidor, e após um período recebe e a sua fatura e realiza o pagamento da mesma. Para a concessionária que fornece a energia elétrica o processo também é complexo, principalmente quando se trata dos inadimplentes, que terão sua fatura impressa com o consumo e de demanda de energia elétrica,

bem como o valor a ser pago em no intervalo de tempo, e assim segue este fluxo durante os meses.

Quando há um consumidor que não consegue realizar o pagamento da fatura a concessionária tem a obrigação de emitir novamente a conta daquele mês, para que o mesmo possa efetuar o pagamento, e o fornecimento de energia é mantido normalmente. Para a concessionária interromper o fornecimento de energia é necessário emitir um aviso prévio com pelo menos 15 dias de antecedência. A instalação estará sujeita a suspensão de fornecimento até 90 (noventa) dias corridos, contados da data do documento mais antigo vencido e não pago sucessivamente.

Com a energia pré-paga os consumidores e as concessionárias de energia elétrica, seria possível evitar alguns dos problemas existentes no sistema atual o pós-pago, como por exemplo o erro dos leituristas, a eliminação dos inadimplentes para as concessionárias, entre outros benefícios possíveis.

Pré-pagamento de energia elétrica

O pré-pagamento de energia elétrica consiste em uma modalidade de faturamento fundamentada na aquisição de créditos, contabilizados em kWh, pelos usuários de um sistema de distribuição para pagamento antecipado ao uso de energia em sua UC – Unidade Consumidora. Para que esta modalidade de faturamento de energia conforme a figura 2 seja implementada é necessário que a distribuidora de energia local disponibilize aos consumidores uma infraestrutura para compra de créditos e também os equipamentos necessários para que o sistema de faturamento pré-pago seja viabilizado.

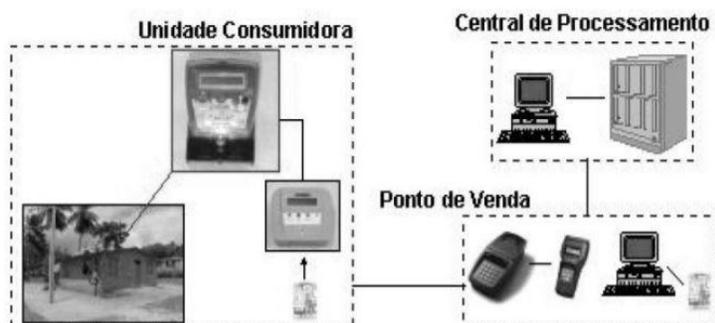


Figura 2: Diagrama de funcionamento do sistema pré-pago [15]

Os medidores de pré-pagamento são os elementos principais de um sistema de faturamento antecipado, e existem vários tipos de tecnologias aplicadas a eles,

das quais algumas serão apresentadas a seguir [6].

- Medidores com Cartões Magnéticos (Figura 3). Operados pela inserção de um cartão, com uma faixa magnética, contendo uma quantidade pré-definida de créditos.



Figura 3: Medidores com Medidores com Cartões Magnéticos [13]

- Medidores com *Smart Cards* (Figura 4). Operados pela inserção de um cartão reutilizável que possuem *chips* que armazenam informações do consumo. Estes são recarregados em pontos de venda de créditos, e os dados coletados através do medidor são enviados à concessionária de energia em cada evento de recarga.



Figura 4: Medidores com *Smart Cards* ou chaves eletrônicas [13]

- Medidores com Teclado (Figura 5). Operados pela inserção de um código diretamente no medidor. Nesta modalidade, a recarga é feita pela obtenção do código como mostra a figura 5, e pode ser realizada presencialmente em pontos de venda, pela *internet*, por telefone ou em totens de autoatendimento.



Figura 5: Medidores com teclados [13]



Figura 6: Recibo de compra de energia pré-paga [14]

Em relação aos usuários, a energia pré-paga é uma forma de possibilitar que o consumo de energia elétrica seja adequado à sua capacidade de pagamento, permitindo maior inclusão financeira. Este método de pagamento também é eficiente em situações em que o consumo não é contínuo, como por exemplo em imóveis que são alugados ou imóveis que são utilizados em temporadas específicas, bem como pode ajudar na percepção para o consumo consciente e economia de energia, uma vez que os usuários se tornam capazes de monitorar de forma mais detalhada o uso de eletricidade para se manter no orçamento estabelecido.

Evidenciando a economia de energia do método, dados da SRP – *Salt River Project*, uma concessionária de serviços públicos do estado do Arizona nos EUA – Estados Unidos da América, mostra que na última década o programa *M-Power*, possibilitou uma redução de 12% no uso de energia de seus clientes [7].

Segundo a *Texas ROSE – Texas Ratepayers' Organization to Save Energy*, uma organização sem fins lucrativos dos EUA dedicada à eletricidade acessível, as pessoas consomem menos porque não têm dinheiro, e por isso vivem sem eletricidade por algum período de tempo [7]. No Brasil, o IDEC – Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor, apoia a ideia de que a possibilidade de corte imediato de

energia vai contra a noção de essencialidade do serviço [8].

O maior suporte que o método de faturamento possui vem de grupos de especialistas relacionados a fornecimento de energia, que destacam as vantagens desta modalidade em contextos em que o país possui infraestrutura precária e pobreza, e sugerem que a energia pré-paga expande o acesso à toda população [10].

Experiências de pré-pagamento de energia elétrica no mundo

No início dos anos 1980 o Reino Unido foi pioneiro no método de pré-pagamento de energia, introduzindo a tecnologia de medidores pré-pagos [8], os quais funcionavam a moeda e conforme os avanços tecnológicos foram substituídos por medidores a chave eletrônica ou cartões [11].

Na vanguarda dos países em desenvolvimento, esteve a África do Sul em 1988, quando a ESKOM – *Electricity Supply Commission*, uma companhia pública de serviços de eletricidade, iniciou um projeto de instalação de medidores pré-pagos [8], que teve como foco o fornecimento de energia para uma população de baixa renda e geograficamente dispersa [12].

Na Índia, ele foi utilizado, inicialmente, por companhias de distribuição com o intuito de reduzir furtos de energia e atrasos nos pagamentos de faturas [8]. Hoje, planeja trocar todos os medidores para medidores inteligentes de pré-pagamento até 2022 [6]. Na Argentina, os medidores pré-pagos começaram a ser implantados em 1993, quando a EMSE – *Energía Mendoza Sociedad del Estado* teve a iniciativa de instalar medidores em algumas lojas da Estação Central de Ônibus de Mendoza, experiência que logo foi estendida para comunidades do país [12].

Em Moçambique, o pré-pagamento foi introduzido em 1995, em um projeto-piloto realizado na cidade de Maputo, conectando quinhentos clientes [1]. No Haiti, o serviço pré-pago foi lançado em 2012 e ajudou famílias a deixar velas e lâmpadas a querosene para trás [7].

Faturamento pré-pago de energia elétrica no Brasil

De acordo com a ANEEL, através da Resolução Normativa nº 610 de 1º de abril de 2014 [3], que regulamenta as opções de faturamento do consumo de energia elétrica, o tipo de faturamento deverá ser opcional, e sua adesão feita por solicitação à concessionária de energia.

No modelo pré-pago, fica a cargo da distribuidora, a definição da tecnologia a ser utilizada no sistema de medição, que deverá minimamente fornecer a visualização da quantidade de créditos disponíveis e possuir alarme visual e sonoro para avisos sobre o consumo ao usuário.

A distribuidora deverá disponibilizar os meios adequados para compra de créditos ou créditos de emergência, permitindo a compra de qualquer valor igual ou superior a 5 kWh. O consumidor ficará sujeito à suspensão do fornecimento após o esgotamento dos créditos, porém a distribuidora deverá disponibilizar ao consumidor a opção de utilização de um crédito de emergência de no mínimo 20 kWh, mediante solicitação do usuário.

O pré-pagamento pode abranger apenas UCs do Grupo B. Não poderão aderir a modalidade UCs que demandem corrente elétrica superior a 100 A, e que sejam classificadas como iluminação pública, possuam sistema de microgeração ou minigeração, sejam enquadradas na tarifa horária branca ou possuam descontos tarifários relacionados à irrigação e agricultura.

Apesar de existir uma regulamentação da ANEEL para a implantação da modalidade pré-paga de faturamento de energia elétrica, esse assunto está em pauta desde 2012, quando, em julho do mesmo ano a ANEEL abriu a Audiência Pública nº 48/2012 para discutir a regulamentação do pré-pagamento de energia elétrica [4]. Em 01/04/2014 a ANEEL aprovou a Resolução Normativa nº 610 de 1º de abril de 2014 contemplando a regulamentação. Neste mesmo ano foi publicada a Portaria INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia nº 545, de 12 de dezembro de 2014 [5], que estabelece considerações técnicas que devem ser aplicadas aos equipamentos pertencentes ao sistema de faturamento pré-pago.

Além dos entraves técnicos, este modelo de faturamento, tem sido alvo de fortes críticas dos órgãos de defesa do consumidor. O IDEC, por exemplo, alega que o modelo pode deixar os usuários vulneráveis a ficar sem energia elétrica, que, conforme dispõe a Lei no 7.783/1989 [6] é um serviço essencial, e também que os consumidores de baixa renda são notadamente os mais vulneráveis ao corte de energia [7].

Em defesa a estas críticas, a ANEEL garante que o pré-pagamento será opcional para os consumidores [3]. Tendo em vista a baixa adesão da modalidade e a pressão dos órgãos de defesa do consumidor, a ANEEL abriu em 2017 a Consulta Pública nº 16/2017 na qual recebeu contribuições e opiniões dos consumidores até 19/3/18[8]. O assunto voltou à tona em fevereiro de 2019 quando foi apresentado o Projeto de Lei 151/19 [9], que estuda a sua implementação [10].

Iniciativas para implantação do pré-pagamento de energia no Brasil

Segundo a Nota Técnica nº 014/2012 da ANEEL [11], o primeiro experimento de pré-pagamento de energia no SEB reconhecido pela ANEEL ocorreu em 2005, por solicitação da concessionária AMPLA – Ampla Energia e Serviços S.A.

(atualmente, Enel Distribuição Rio), que através da Resolução Autorizativa nº 391, de 22/12/2005, foi autorizada a implantar o sistema em locais predefinidos de sua área de concessão. Em março de 2005, a AMPLA encerrou o projeto por enfrentar dificuldades na implementação do sistema pela falta de regulamentação. Em 2009 outras duas autorizações de implantação do sistema em caráter experimental foram concedidas pela ANEEL. A Resolução Autorizativa nº 1.822, de 3/3/2009, autorizou a empresa CELPA – Centrais Elétricas do Pará S.A. a implantar dois projetos piloto para o atendimento das comunidades isoladas de Araras e Santo Antônio, nos Municípios de Curralinho e Breves. A resolução Autorizativa nº 2.150, de 4/11/2009, autorizou a empresa Amazonas Energia a implantar o sistema para o atendimento de 13 comunidades isoladas no Estado do Amazonas. A figura 7 mostra a implementação do sistema



Figura 7: Residências no estado do Amazonas com energia pré-paga [14]

A solução implantada no Amazonas consiste na utilização de energia de maneira pré-paga oriunda de mini usinas fotovoltaicas em comunidades isoladas, constituídas por, em média, por 20 residências. Anteriormente, estas comunidades não eram atendidas pela distribuidora local, e o acesso à eletricidade era limitado à utilização de geradores à óleo diesel. Os moradores investiam aproximadamente R\$25,00/mês, além de uma cota gratuita fornecida pelas prefeituras e um custo de R\$15,00 a R\$30,00, referente ao deslocamento para compra de diesel. Já com o sistema de pré-pagamento, os usuários passaram a investir entre R\$5,00 e R\$10,00/mês para usufruir da eletricidade 24h por dia, podendo adquirir créditos a qualquer momento nas redondezas das comunidades. O sistema foi vistoriado pela ANEEL em 2012 para verificar a eficiência do modelo de pré-pagamento e aprovação da população atendida e o grau de satisfação dos consumidores com o sistema de pré-pagamento foi unânime. Também foi constatado que a população adequou seus hábitos de consumo ao preço da energia e à sua capacidade de pagamento. Não houve relatos sobre a sinalização visual e sonora de esgotamento de crédito,

pois nenhum dos usuários entrevistados teve o fornecimento suspenso por falta de pagamento e nem deixaram que o consumo chegasse ao limite que emite os sinais. Neste projeto a distribuidora firmou convênios com as prefeituras, e agentes de saúde ou professores das comunidades ficaram responsáveis pela venda dos créditos [15].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa aqui realizada revela que a energia pré-paga foi uma proposta inovadora para a prestação de serviços de distribuição de energia e viabilizou a acessibilidade à eletricidade em muitas regiões.

Para as concessionárias de energia, o pré-pagamento auxilia na redução de custos operacionais, como a não necessidade de leitura física nos medidores, evitando despesas de deslocamento de colaboradores ou erros humanos na leitura, na emissão das faturas em papel, desconexão e reconexão de UCs. A inadimplência dos usuários também diminui, pois só é adquirido o montante de energia que o consumidor pode pagar no momento, implicando na melhoria da arrecadação da concessionária. O gerenciamento do consumo por parte da distribuidora é mais eficiente, pois com medidores inteligentes, o monitoramento é feito em tempo real e as perdas não técnicas, devido furtos e fraudes, são identificadas e mitigadas com mais facilidade.

Para os usuários finais, a energia pré-paga permite que a aquisição de créditos seja realizada em conformidade com sua capacidade de pagamento, concedendo ao consumidor maior flexibilidade e autonomia em suas despesas com eletricidade e promovendo a conscientização da população no que se refere à mudança de hábitos para economia de energia.

Em contrapartida, algumas desvantagens também podem ser identificadas, e estas são base para a controversialidade do tema, como a alegação de que a população de baixa renda teria seu acesso privado e deixariam de utilizar energia por não poderem arcar com os custos de compra de créditos. Também há debates sobre a desconexão imediata dos usuários que tiverem seus créditos totalmente consumidos. O custo de implantação do sistema de energia pré-paga é argumento mais forte por parte das distribuidoras.

No Brasil esta modalidade, apesar de regulamentada pela ANEEL em 2014, não foi implantada em caráter definitivo. Antes da regulamentação houve alguns projetos-pilotos pela Agência, entretanto apenas um experimento, no Amazonas teve continuidade. Desde então algumas concessionárias de energia planejam implementar a modalidade, uma vez que atualmente há um movimento de melhorias e inovação no setor, com o surgimento das Redes Elétricas Inteligentes.

No quesito regulatório, é possível elucidar alguns itens importantes que não são abrangidos pela norma vigente: não apresenta um cronograma que determine um prazo para a disponibilização do serviço pelas concessionárias de energia, falta de clareza no processo para desconexão de uma UC que consumir todos seus créditos adquiridos, não é especificado o método de incidência de impostos em diferentes regiões na compra de créditos.

Algumas soluções para a aceitação do o pré-pagamento de energia no Brasil pelos consumidores, concessionárias e órgãos de defesa do consumidor, seriam: adequação da resolução existente conforme experiências internacionais que são bem aceitas; implantação do sistema em pequenas regiões ou comunidades para apresentação do modelo a uma maior parcela da população e possibilidade das distribuidoras conhecerem as melhores práticas do método; incentivos financeiros do governo às distribuidoras para implementação da modalidade; desenvolvimento, por parte das concessionárias, de fornecedores de equipamentos que atendam os regulamentos técnicos metrológicos do INMETRO e requisitos da ANEEL; permissão da utilização do sistema em sistemas de mini ou microgeração; e a sinergia e aproveitamento dos investimentos referentes às inovações para *smart grids* com a troca de medidores existentes para medidores que atendam também o pré-pagamento de energia caso o método seja solicitado pelos consumidores.

CONCLUSÕES

De acordo com as informações coletadas neste trabalho conclui-se que a modalidade de faturamento pré-paga possui um grande potencial para obter bom desempenho no Brasil, mas para isso alguns obstáculos precisam ser superados. Sugere-se que a resolução vigente carece de melhorias que contornem deficiências identificadas e esclareçam o método proposto. Estas melhorias deverão contemplar o detalhamento dos procedimentos de desconexão. Em outros países, por exemplo, a desconexão não pode ser realizada durante a noite e a disponibilização de créditos de emergência é realizada imediatamente e o pagamento é feito na próxima aquisição. Este método também é fortemente criticado no sentido de que os consumidores de baixa renda serão prejudicados por poderem não ter capacidade financeira de adquirir créditos, porém a modalidade adotada atualmente apenas mascara o problema, uma vez que a legislação vigente, possibilita que o usuário final tenha um período de tempo, antes do desligamento para conseguir quitar sua dívida.

REFERÊNCIAS

- [1] IEA, Int. Energy Agency. Statistics data browser. **Electricity generation by source, Brazil 1990-2017**. Disponível em: <<https://www.iea.org/data-and-statistics>> Acesso 1/7/2019.
- [2] EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Relatório Síntese - ano base 2017. **Balço Energético Nacional 2018**. Rio de Janeiro, 2018.
- [3] ANEEL. A Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil 3ª edição**. Brasília, 2008.
- [4] PAULA, Gilberto José. **Medidor de demanda de energia elétrica residencial com acesso remoto**. UNICEUB. Brasília, 2013.
- [5] EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2020**. Brasília, 2019.
- [6] TOLEDO, Fábio. **Desvendando as Redes Elétricas Inteligentes: Smart Grid Handbook**. Rio de Janeiro: Brasport, 2012.
- [7] GARTHWAITE, Josie. National Geographic. **Prepay Plans for Electricity Offer Alternative to the Usual Monthly Power Bill**. 2014. Disponível em: <<https://www.nationalgeographic.com/news/energy/2014/06/140604-pre-paid-electricity-billing-plans-help-or-hurt-consumers/>> Acesso 23/8/2019.
- [8] IDEC, Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. **Energia pré-paga: boa pra quem**. 2012. Disponível em: <<https://idec.org.br/em-acao/revista/atendimento-ruim/materia/energia-pre-paga-boa-para-quem>> Acesso 23/8/19.
- [9] ESTEVES, Gheisa R. T. **An overview of electricity prepayment experiences and the Brazilian new regulatory framework**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Rio de Janeiro, 2015.
- [10] BAPTISTA, Idalina. **Everyday Practices of Prepaid Electricity in Maputo, Mozambique**. Institute for Science, Innovation and Society (InSIS) University of Oxford. Oxford, 2013.
- [11] OWEN, Gill; WARD, Judith. **Smart pre-payment in Great Britain**. Sustainability First. Londres, 2010.
- [12] CASARIN, Ariel A. e NICOLLIER, Luciana. **Prepaid Meters in Electricity. A Cost-Benefit Analysis**. IAE Business School. B. Aires, 2008.
- [13] DARLAN, Régis. **Implantação De Um Medidor Pré-Pago De Energia Elétrica Com Comunicação Via Rede Móvel**. UNIJUÍ. Ijuí, 2015.
- [14] LAMIM, Hugo. Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição. **Pré-pagamento de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 610/2014**. Brasília, 2015.
- [15] BARBOSA, C. Pinho, J. GALHARDO, M. Cruz, D. **Implementação e Operação do Primeiro Sistema de Pré-Pagamento de Eletricidade no Brasil, Instalado em uma Localidade Isolada na Região Amazônica**

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acessibilidade 41, 63
Aguapé 180, 181, 184, 185, 187, 188, 190, 191
Águas Pluviais 176, 177, 178, 179
Amido 95, 97, 98, 99, 104, 107, 115
Auditiva 39, 40, 41, 42, 51, 52

B

Bacia hidrográfica 169, 177
Balanço hídrico 169
Biodegradação 95, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115
Biofiltros 183
Blenda 95, 99, 100, 102, 104, 110, 112
Buriti 137, 138, 139, 140, 141, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 151

C

Campo Eletromagnético 66, 67, 68, 79, 80, 81
Coliformes 180, 182, 189, 190
Computadores 27, 32, 33, 34, 35, 86
Computer 1, 2, 14, 26, 33, 37, 85
Condutividade 180, 185, 187
Contaminada 182
Corrente elétrica 61, 66, 67, 80, 81, 152, 164
COVID-19 1, 8, 9, 13

D

Dados demográficos 172
Deep Learning 2, 11, 12
Deficiência 39, 40, 41, 42, 50, 51, 52
Degradação 95, 97, 99, 100, 102, 104, 108, 109, 113, 114, 152, 155, 162, 175, 177
Dermocosméticos 138, 139, 150, 151
Desempenho 26, 29, 30, 32, 33, 34, 64, 68, 83, 88, 89, 91, 92, 93, 124, 126, 127, 184
Dinâmica Molecular 26, 27, 28, 30, 31, 34, 36

Disaggregation of loads 14, 24
Dispositivo 39, 40, 41, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 55
Drenagem 168, 170, 171, 172, 175, 176, 177, 178, 179

E

Embalagem 152, 154, 155, 156, 159
Emulsão 137, 142, 143, 144, 147
Estabilidade 137, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150
Experiências 40, 60, 64

F

Faturamento 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 64
Filtração 122, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191

H

Health 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 149, 181

I

Internet 2, 3, 5, 6, 11, 15, 25, 56, 58

M

Machine Learning 2, 10
Manufatura 83, 85, 87, 92, 93
Medidores 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64
memória 29, 31, 32, 33, 34, 35, 48
Microrreatores 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

N

Neural Networks 2, 14, 15, 24

O

Órteses 41

P

Pandemic 1, 8, 9, 10
Polímeros 97, 98, 115, 167
Processos 25, 30, 33, 34, 35, 55, 84, 85, 86, 97, 102, 116, 118, 121, 128, 132, 165, 177, 183, 192
Protótipo 39, 50, 51, 83, 86, 155, 156, 160, 165

R

Reciclagem 118, 152, 153, 154, 155, 159, 165, 166, 167

S

Saponificação 83, 88, 89, 94

Simulação 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 81, 134, 192

Smart Grid 14, 15, 24, 25, 65

T

Tecnologia assistiva 39, 40, 51

Telecommunications 1, 2, 4

Telemedicine 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

U

Urbana 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179

V

Viscosidade 137, 143, 147, 148, 149

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

Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria

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

Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria