
A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO NA ENGENHARIA ELÉTRICA

Jancer Destro
João Dallamuta
Marcelo Granza
(Organizadores)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Jancer Destro
João Dallamuta
Marcelo Granza
(Organizadores)

A produção do Conhecimento na Engenharia Elétrica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de
Oliveira Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a 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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P964	A produção do conhecimento na engenharia elétrica [recurso eletrônico] / Organizadores Jancer Destro, João Dallamuta, Marcelo Granza. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-365-1 DOI 10.22533/at.ed.651192905 1. Engenharia elétrica – Pesquisa – Brasil. I. Destro, Jancer. II. Dallamuta, João. III. Granza, Marcelo. CDD 623.3
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

www.atenaeditora.com.br

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 eletricitista 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, científicos e humanos. Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura.

Jancer Destro
João Dallamuta
Marcelo Granza

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	
Frank Wesley Rodrigues	
Joel Adelaide Medeiros	
Kaique Rhuan de Azevedo Albuquerque	
Diego Henrique da Silva Cavalcanti	
Rafael Pereira de Medeiros	
Jean Torelli Cardoso	
Hugo Rojas Espinoza	
DOI 10.22533/at.ed.6511929051	
CAPÍTULO 2	13
AVALIAÇÃO ENERGÉTICA PREDIAL DO BLOCO I DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PATOS DE MINAS	
Bruna Maria Pereira de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.6511929052	
CAPÍTULO 3	30
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EM ESTABELECIMENTO DE ENSINO LOCALIZADO EM TERESINA-PI	
Cristiana de Sousa Leite	
Emerson Ribeiro Rodrigues	
Hericles Araújo Lima	
Marcus Vinicius Sampaio de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.6511929053	
CAPÍTULO 4	40
TARIFA BINÔMIA PARA CONSUMIDORES DO GRUPO B: UMA PROPOSTA ADERENTE AO ATUAL ARCABOUÇO REGULATÓRIO BRASILEIRO	
Lorena Cardoso Borges dos Santos	
Cristiano Silva Silveira	
Rafael de Oliveira Gomes	
Carlos Cesar Barioni de Oliveira	
Denis Antonelli	
Jairo Eduardo de Barros Alvares	
DOI 10.22533/at.ed.6511929054	
CAPÍTULO 5	52
NOSTANDBY – ELIMINAÇÃO DO CONSUMO STAND BY EM APARELHOS ELETRÔNICOS	
Tiago Terto de Oliveira	
Marcony Esmeraldo de Melo	
Odailton Silva de Arruda	
Lucas Félix Magalhães	
Eveni Pereira Cosme	
DOI 10.22533/at.ed.6511929055	

CAPÍTULO 6	65
RESSARCIMENTO DE DANOS ELÉTRICOS CARIMBO DO TEMPO COMO FERRAMENTA PARA MITIGAÇÃO DO RISCO DE TRANSGRESSÃO DE PRAZOS REGULADOS	
Alex Calvo Vieira Neiva Beatriz Ferreira Silva Vicentin	
DOI 10.22533/at.ed.6511929056	
CAPÍTULO 7	72
PROJETO DE OUVIDORIA DA DISTRIBUIÇÃO DA EDP SÃO PAULO – ANÁLISE DE DEMANDA DE MAIOR IMPACTO	
Márcia Lúcia Lopes de Souza Jesus	
DOI 10.22533/at.ed.6511929057	
CAPÍTULO 8	80
SOOA – SISTEMÁTICA OTIMIZADA DE OPERAÇÃO DE ATIVOS	
Edcarlos Andrade Amorim Lorenzo Zandonade Carnielli Mikaelle Lucindo do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.6511929058	
CAPÍTULO 9	89
SISTEMA GESTOR DE AJUSTES DE MEDIÇÕES DE FRONTEIRA – COPEL DISTRIBUIÇÃO	
Frank Toshioka	
DOI 10.22533/at.ed.6511929059	
CAPÍTULO 10	102
FERRAMENTA PARA AUXILIAR EQUIPE DE CAMPO NA LOCALIZAÇÃO DE ESTRUTURAS DE LINHAS DE ALTA TENSÃO	
Mariana Spadetto Leão Helion da Silva Porcari	
DOI 10.22533/at.ed.65119290510	
CAPÍTULO 11	111
APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA PRÉ-FABRICADA EM SUBESTAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO COMPACTAS DA ELEKTRO	
José Augusto Ferraz Gabriel Vinicius Caciatore de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.65119290511	
CAPÍTULO 12	119
EFICIÊNCIA DAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO LIMITES AOS PESOS PARA DEA E REA	
Lorena Cardoso Borges dos Santos Rafael de Oliveira Gomes Luana Medeiros Marangon Lima Anderson Rodrigo de Queiroz Giulia Oliveira Santos Medeiros José Wanderley Marangon Lima	
DOI 10.22533/at.ed.65119290512	

CAPÍTULO 13	133
ANÁLISE E PROPAGAÇÃO DAS INCERTEZAS NA ESTIMAÇÃO DO TEMPO DE TRÂNSITO ULTRASSÔNICO BASEADO NO MÉTODO DE SIMULAÇÃO MONTE CARLO VISANDO A MEDIÇÃO DE VELOCIDADE DO VENTO	
Felipe Augusto Oliveira dos Santos Juan Moises Mauricio Villanueva	
DOI 10.22533/at.ed.65119290513	
CAPÍTULO 14	149
DIVERSIDADE E INCLUSÃO: GESTÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA NO AMBIENTE DO TRABALHO	
Ana Paula Pinheiro de Azambuja Amaral Ligia Regina Pauli Regina Maria Joppert Lopes Yvy Karla Bustamante Abbade	
DOI 10.22533/at.ed.65119290514	
CAPÍTULO 15	161
ROTAS INTELIGENTES - UTILIZAÇÃO DE GPS DE NAVEGAÇÃO PARA GEOLOCALIZAÇÃO DE ATIVOS E CONSUMIDORES DA ENERGISA A PARTIR DE PONTOS DE INTERESSE _POI_	
Cleyson Cloves do Carmo	
DOI 10.22533/at.ed.65119290515	
CAPÍTULO 16	164
ENGAJAMENTO DE ESTUDANTES DE ESCOLAS PÚBLICAS NA ÁREA DAS GRANDES ENGENHARIAS: UMA PROPOSTA DE MOTIVAÇÃO E REDUÇÃO DA DISPARIDADE NA PRESENÇA DE ESTUDANTES DE ESCOLAS PÚBLICAS NO ENSINO SUPERIOR	
Anyelle Keila F. de Queiroz Rayanna Maria de O. Francklim Raimundo Carlos S. Freire	
DOI 10.22533/at.ed.65119290516	
SOBRE OS ORGANIZADORES	174

A TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Frank Wesley Rodrigues

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Elétrica
João Pessoa – Paraíba

Joel Adelaide Medeiros

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Elétrica
João Pessoa – Paraíba

Kaique Rhuan de Azevedo Albuquerque

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Elétrica
João Pessoa – Paraíba

Diego Henrique da Silva Cavalcanti

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Elétrica
João Pessoa – Paraíba

Rafael Pereira de Medeiros

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Elétrica
João Pessoa – Paraíba

Jean Torelli Cardoso

Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Elétrica
Campina Grande – Paraíba

Hugo Rojas Espinoza

Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Mecánica y Mecánica Eléctrica
Rímac – Lima

demanda de energia e a preocupação com o meio ambiente, surgiu à necessidade de desenvolver tecnologias de geração de energia elétrica, principalmente renováveis, com menor índice de emissão de poluentes, como as fontes eólicas, maremotriz, solar entre outras. Inserido nessa linha de pesquisa, a energia solar fotovoltaica apareceu como uma boa opção, tendo em vista que é considerada uma fonte de energia inesgotável e que possui um baixo potencial poluidor em sua geração. Logo, nos últimos anos, esta fonte de energia vem apresentando crescimentos constantes, o que vêm a destacando entre as fontes de energias renováveis. Em alguns países como China, Alemanha, Estados Unidos da América e Japão esta já se encontra como realidade, devido aos altos investimentos tecnológicos neste tipo de geração e das políticas de incentivos adotadas nestes países. Já no Brasil, a energia solar fotovoltaica começa a crescer de maneira relevante, devido ao surgimento dos seus primeiros leilões e do conceito de geração distribuída, estimando, assim, que em 2020 o país assuma a 9º colocação mundial entre os países com maior capacidade instalada desta forma de energia.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar Fotovoltaica. Crescimento. Capacidade Instalada.

RESUMO: No cenário de crescimento da

ABSTRACT: In the scenario of growing energy demand and concern for the environment, there was a need to develop electricity generation technologies, mainly renewable, with a lower rate of emission of pollutants, such as wind, tidal, solar and other sources. Inserted in this line of research, photovoltaic solar energy appeared as a good option, considering that it is considered an inexhaustible source of energy and has a low polluting potential in its generation. Therefore, in recent years, this source of energy has been showing steady growth, which has come to stand out among the sources of renewable energy. In some countries such as China, Germany, the United States of America and Japan this is already a reality due to the high technological investments in this type of generation and the incentive policies adopted in these countries. In Brazil, photovoltaic solar energy begins to grow significantly, due to the appearance of its first auctions and the concept of distributed generation, thus estimating that in 2020 the country will assume the 9th position among the countries with the highest installed capacity of this form of energy.

KEYWORDS: Photovoltaic Solar Energy. Growth. Capacity Installed.

1 | INTRODUÇÃO

A geração de energia solar é um termo que se refere à energia proveniente da luz e do calor do sol. A forma mais simples de aproveitar essa energia é através de soluções de arquitetura que privilegiem a iluminação solar ou o controle natural da temperatura. Há também a possibilidade de utilizar sistemas de captação dessa energia para convertê-la em energia térmica e depois utilizá-la para aquecer outro meio, geralmente a água. Hoje são três os principais tipos de sistema de energia solar: Sistema Solar Térmico, Sistema Solar Fotovoltaico e Sistema Termosolar (GUST, MOORE e MOORE, 2009).

Dentre os tipos de geração de energia solar se destaca a solar fotovoltaica, como fonte de energia alternativa e renovável, esse tipo de geração está sendo cada vez mais difundido no Brasil e no mundo. Porém temos que a sua contribuição ainda é de pouca expressão, menos de 1% de toda a energia gerada no mundo (IRENA, 2018).

Em países como China, Alemanha, Estados Unidos da América (EUA) e Japão esse tipo de geração já se encontra como realidade e com maiores perspectivas de crescimento para o futuro, isso devido ao avanço tecnológico e as políticas e ações adotadas por esses países, o que vem melhorando a eficiência e diminuindo o custo relacionado à implementação dessa fonte energética.

No Brasil este mercado vem crescendo de forma expressiva nos últimos anos, chegando a uma representação de 1,4% da matriz energética nacional (ANEEL, 2018), através das novas normas e resoluções adotadas para a produção de geração

distribuída fotovoltaica e pelos primeiros leilões de energia fotovoltaica de grande porte. Mesmo com este crescimento é possível notar que o Brasil está bem atrás dos países com maior geração.

Dentre as características que foram apresentadas a respeito da energia fotovoltaica é possível observar que esse tipo de produção de energia elétrica esta em constante crescimento desde tecnologias associadas a sua fabricação às políticas públicas adotadas para a sua inserção na matriz energética. Neste contexto, pretende-se expor ao longo deste trabalho a tendência de crescimento associado a este tipo de geração.

2 | ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (efeito fotovoltaico), sendo a célula fotovoltaica, um dispositivo fabricado com material semicondutor, a unidade fundamental desse processo de conversão (PINHO e GALDINO, 2014).

Os sistemas fotovoltaicos podem ser implantados em qualquer localidade desde que esta possua radiação solar suficiente. Uma das vantagens dos sistemas fotovoltaicos é que não utilizam combustíveis fósseis, não possui partes móveis, e por serem dispositivos de estado sólido, requerem menor manutenção. A sua alta confiabilidade faz com que possam ser instalados em locais inóspitos como: regiões desertas, selvas, regiões remotas, espaço, etc.

Segundo Reis (2015), os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados em dois tipos principais de aplicações: Sistemas Fotovoltaicos Isolados e Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede.

2.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ISOLADOS

Os sistemas isolados são os sistemas que não estão conectados à rede de distribuição de eletricidade das concessionárias. São utilizados na maioria das vezes em lugares remotos ou de difícil acesso a energia elétrica. Esse tipo de sistema funciona armazenando a energia excedente em baterias e não na rede elétrica. Essas baterias garantem o abastecimento em período noturno ou com baixa incidência solar (GAZOLLI e VILLALVA, 2015). Na Figura 1 possível observar os componentes do sistema fotovoltaico isolado.

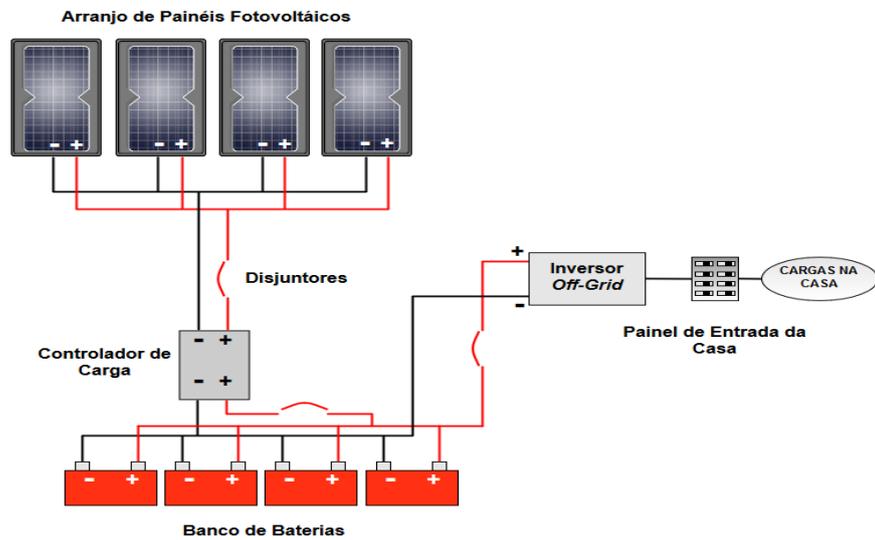


Figura 1 – Sistema *off grid*.

2.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE

Os Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Rede são aqueles que trabalham juntamente com a rede elétrica da distribuidora de energia. De forma sucinta, o painel fotovoltaico gera energia elétrica em corrente contínua e, após convertê-la para corrente alternada, é injetada na rede de energia elétrica (PEREIRA e OLIVEIRA, 2011). Na Figura 2 é possível notar os componentes de um sistema fotovoltaico conectado a rede.

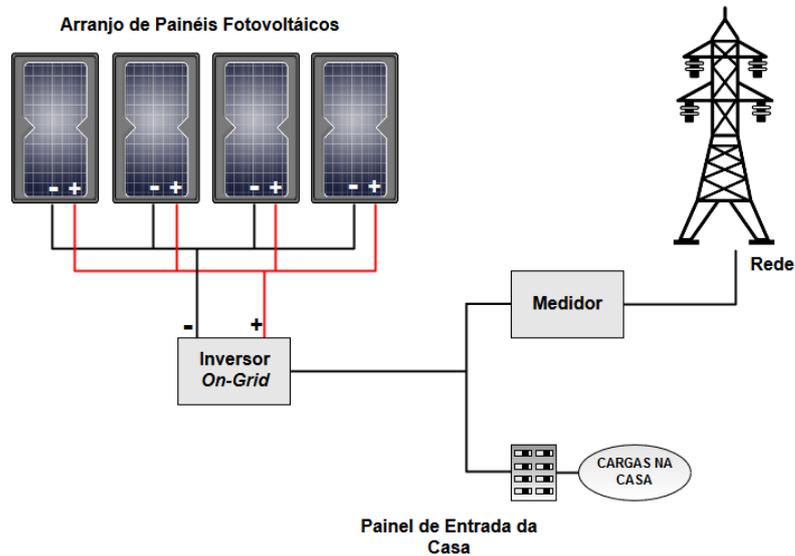


Figura 2 – Sistema *on grid*.

Este pode ser dividido em duas configurações distintas: os sistemas fotovoltaicos distribuídos e os sistemas fotovoltaicos centralizados (RÜTHER, 2005). Este primeiro pode ser chamado de geração distribuída, no qual se divide em microgeração e minigeração distribuída.

A geração distribuída é definida como a geração realizada por unidades geradoras de pequeno porte conectadas ao sistema de distribuição localizado próximo a unidade

de consumo. Já os sistemas centralizados conectados à rede executam a função de estações centralizadas de energia. A fonte de alimentação desse sistema não é associada com um cliente particular da eletricidade. Estes sistemas são tipicamente instalados em terrenos ou campos e funciona normalmente a certa distância do ponto de consumo.

3 | EVOLUÇÃO DO MERCADO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Energia solar fotovoltaica é um tipo de energia alternativa que vem se expandindo ao redor do mundo. Existe uma predisposição para que surjam cada vez mais dispositivos de captação e armazenamento, com preços mais acessíveis como forma de estímulo ao comércio e ao uso consciente dessa energia. Por isso, é importante conhecer as tendências de crescimento desta.

3.1 INDÚSTRIAS

O setor industrial tem vindo a evoluir a um ritmo muito acelerado, acompanhando ou mesmo antecipando o mercado. Atualmente, praticamente todas as semanas surgem notícias de novas fábricas. No início, apenas as grandes empresas energéticas (como a BP e a Shell) ou as de electrónica (Sharp, Kyocera e Sanyo) marcavam presença no mercado.

Embora a produção continue a concentrar-se maioritariamente na China, Japão, Alemanha, EUA, países como a Espanha, Coreia do Sul, Egito, Arábia Saudita e outros têm visto a sua importância aumentar consideravelmente, fazendo com que o negócio assuma proporções mundiais. O China produz 50% das células do mundo, sendo que a sua produção é destinado ao seu mercado interno e externo. Nos EUA, a exportação continua a ser o destino da maioria dos produtos, com um mercado interno ainda pouco significativo. A Europa tem uma balança comercial equilibrada, com as exportações a igualarem sensivelmente as importações. No diagrama da Figura 3 é possível verificar as etapas industriais do processo de construção dos sistemas fotovoltaicos.



Figura 3 - Etapas indústrias da produção dos sistemas fotovoltaicos.

Os fabricantes do setor podem ser divididos em duas categorias: aqueles que compram células já feitas e constroem módulos, e os que controlam todo o processo produtivo, por integração vertical. No caso específico dos fabricantes de silício amorfo, as linhas de produção são quase sempre integradas verticalmente, visto que as células e os módulos são montados no mesmo processo (SINTON, 1985).

Pode-se verificar na Tabela 1, os dez principais fabricas de módulos fotovoltaicos do mundo. O posto de maior fabrica de módulos painéis fotovoltaicos é da Chinesa Jinko Solar.

Nome do Fabricante	Sede Principal	Início da Produção
JinkoSolar	China	2006
TrinaSolar	China	1997
Canadian Solar	Canadá	2001
JA Solar	Xangai	2001
Hanwha Q-CELLS	Correia do Sul	1999
GCL	China	1996
LONGI Solar	China	2000
Risen Energy	China	2002
Shufeng	China	2005
Yingli Green	China	1998

Tabela 1 - Principais fabricantes de painéis fotovoltaicos (SOLAR, 2018).

Nos últimos anos o Brasil tem anunciado o recebimento de muitas fábricas de módulos fotovoltaicos, como as que estão a ser instalada no Ceara, Piauí, Alagoas e entre outros estados. O que nota que estas fábricas utilizam tecnologias desenvolvidas internacionalmente, o que fica evidente a falta tecnologia brasileiro a respeito dessa geração. Mas uma das etapas para o financiamento destas é justamente que com o passar os anos a tecnologia empregada no processamento de fabricação dos módulos e dos componentes sejam todo brasileiro.

3.2 CAPACIDADE INSTALADA

A tecnologia fotovoltaica conquistou seu espaço a tal ponto que a capacidade total instalada deste tipo de energia no mundo superou 404,5 GW em 2017. Na Figura 4 é possível observar a evolução do crescimento da capacidade instalada de energia fotovoltaica no mundo, desde os anos 2000 até 2017.

Em 2017, foram instalados 99,1 GW isso levou a uma capacidade de energia solar global total de mais de 400 GW. A capacidade de energia solar fotovoltaica acumulada cresceu em 32% em 2017. Em apenas 10 anos, a capacidade mundial total de PV aumentou em mais de 4.300% - de 9.2 GW em 2007 para 404.5 GW em 2017.

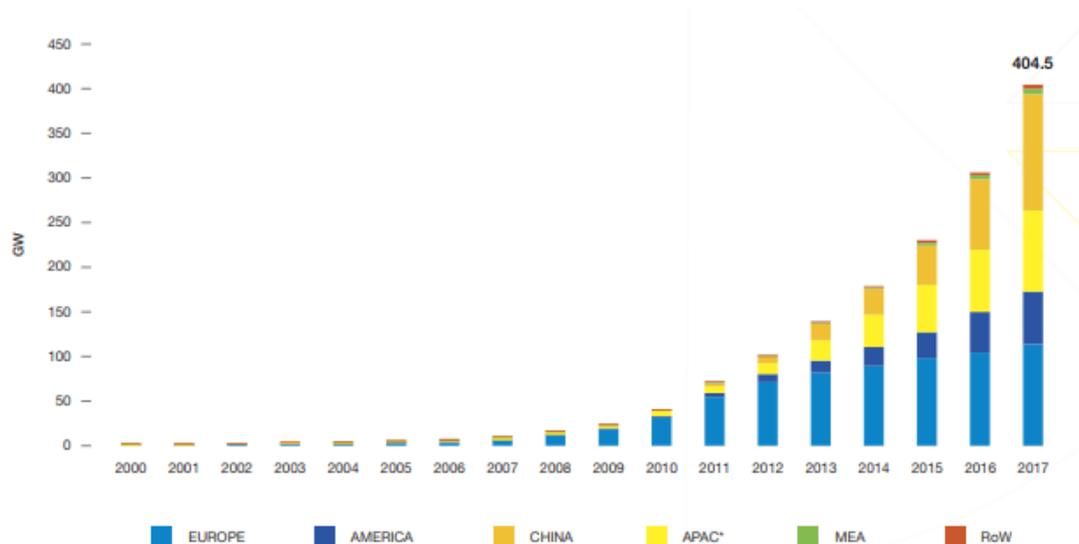


Figura 4 – Evolução da capacidade de energia fotovoltaica instalada no mundo 2000-2017 (Global Market Outlook, 2018).

No ano de dos de capacidade instalada, os países da Ásia-Pacífico (APAC) representam mais do que da capacidade fotovoltaica. Os pioneiros, os países Europeus ainda estão em segundo lugar, mas a sua parcela caiu para com base na capacidade fotovoltaica acumulada de Já o continente americano permaneceu na terceira posição com uma capacidade total instalada de e de da parcela mundial.

Com relação aos países com maior capacidade instalada a China representa quase 1/3 da capacidade de geração de energia solar do mundo. Este é um forte aumento de , quando a participação da China foi de e tinha tomado conta da posição como o país que hospeda maior frota de geração de energia solar do mundo. Como no ano , a China foi seguida pelo EUA e Japão. Enquanto os EUA ultrapassaram o Japão, ambos perderam quotas de mercado em .

Já o Brasil vem apresentando bastante crescimento com relação à capacidade fotovoltaica instalada, em 2017 alcançou de capacidade instalada. Esse número histórico indica o vasto potencial da energia solar fotovoltaica no país, bem como a crescente competitividade da tecnologia entre fontes de eletricidade disponíveis. Até o final de 2018, Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) projeta que a capacidade instalada de energia solar fotovoltaica vai mais do que duplique e que possa atingir de capacidade instalada. A ABSOLAR estima que um total de 1,25 GW será instalado em 2018, com 1.100 MW provenientes de centrais fotovoltaicas centralizadas e de 150 MW de projetos distribuídos.

Na Tabela 2 é possível observar os 10 países com maior potência instalada de energia fotovoltaica, pela primeira vez o Brasil figura nesta lista.

	País	Produção Solar
1	China	53 GW
2	USA	10,6 GW
3	Índia	9,1 GW

4	Japão	7 GW
5	Turquia	2,6 GW
6	Alemanha	1,8 GW
7	Austrália	1,25 GW
8	Coreia do Sul	1,2 GW
9	Reino Unido	0,9 GW
10	Brasil	0,9 GW

Tabela 2 - Top 10 de países com maior potência instalada em 2017 (SAUAIA, 2018).

3.3 CUSTO DE PRODUÇÃO

Impulsionado pelos avanços da tecnologia e o aumento da escala de produção, os custos da energia fotovoltaica tem diminuído de forma constante ano após ano. Em 2015 esta forma de geração atingiu os seus menores preços históricos chegando ao patamar de U\$ 0,30/Watt.

Uma das formas que fizeram com que o preço da energia solar fotovoltaica apresente a característica observada na Figura 5 foi à queda do preço dos módulos fotovoltaicos. Isso se deu por conta do aperfeiçoamento das técnicas de produção e descobertas de novas células e tecnologias na fabricação destas. O mercado de módulos solares é dominado pela China e Taiwan, que correspondem a mais de 90% dos módulos do mercado.

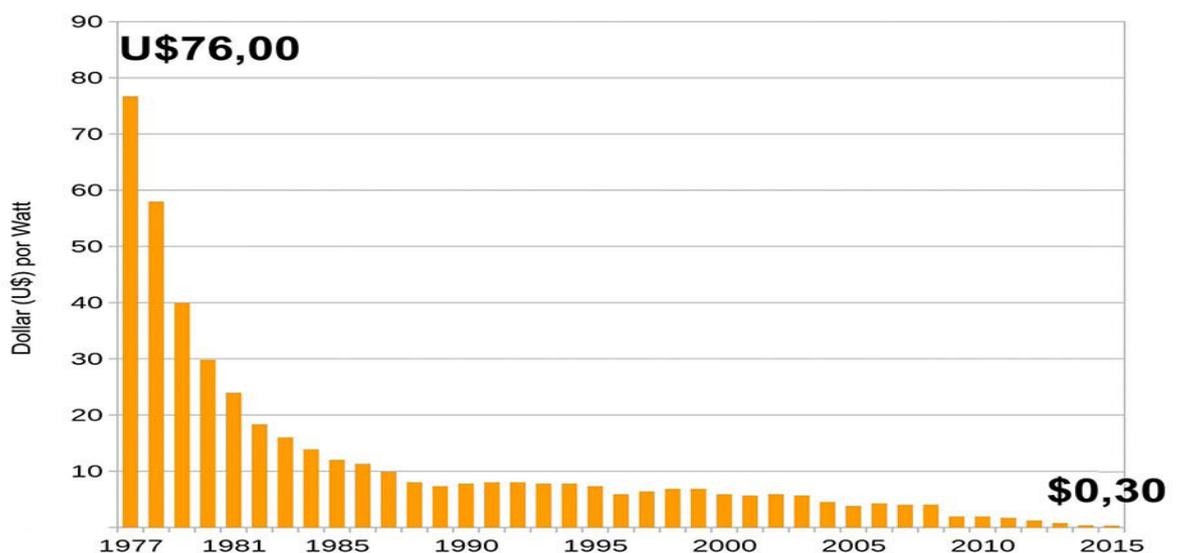


Figura 5 – Queda do preço da energia fotovoltaica de 1977 a 2015 (FINANCE, 2013).

São duas as razões que tem impulsionado a redução dos preços de oferta para a energia solar fotovoltaica: o avanço da sua tecnologia e a concorrência criada pelos leilões. Pode-se ver na Figura 6 a evolução dos preços da energia solar fotovoltaica em escala industrial no mundo.

É possível verificar que em países como: EUA, México, Peru, Chile, Arábia Saudita, Argentina e Emirados Árabes Unidos o preço da energia fotovoltaica em

escala industrial já e menor que , nota-se que esse gráfico é descendente o que indica que novos países podem acrescentar esta lista em breve.

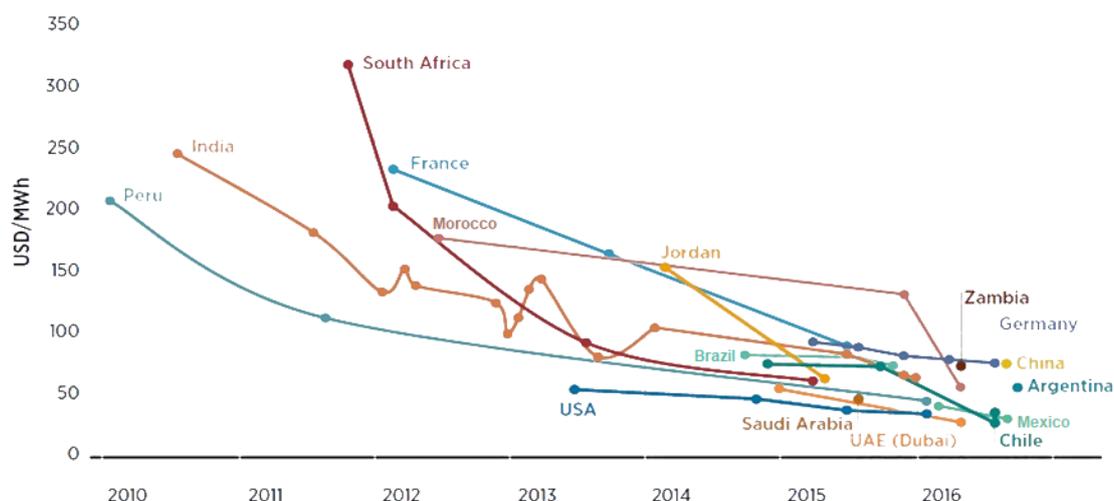


Figura 6 – Evolução do preço da energia fotovoltaica em escala industrial no mundo (SAUAIA, 2018).

Já no Brasil o preço do MWh de energia fotovoltaica vêm diminuindo de acordo com as realizações de leilões, como mostra a Tabela 3. No ultimo leilão realizado em 2018 o preço da energia fotovoltaica foi de 38US\$/MWh.

Leilão	Preço-Médio (US\$ / MWh)	Redução de Preço (%)
Leilão 2014	88,0	-
1º LER 2015	85,0	4,6
2º LER 2015	78,0	8,3
LEN A-4 2017	44,3	43,3
LEN A-4 2018	35,2	20,5

Tabela 3 – Evolução do preço da energia fotovoltaica com a realização dos leilões (SAUAIA, 2018).

3.4 GERAÇÃO DE EMPREGO

Como se pode observar na Figura 7, a fonte de energia renovável que gerar o maior número de emprego no mundo é a solar. Até , ela foi responsável pela geração de 3,1 milhões de empregos no mundo, dos 9.8 milhões que as energias renováveis geraram o que representa uma fração de da geração de empregos, ou seja, em cada três empregos gerados pelas energias renováveis um está relacionado com a solar fotovoltaica.

No Brasil em 2017 foram gerados mais de 20 mil novos empregos diretor e indiretos, e a expectativa é de que este número se repita até o fim de 2018, sendo que a cada MW de energia solar fotovoltaica instalados, são gerados de 25 a 30 postos de

trabalho.

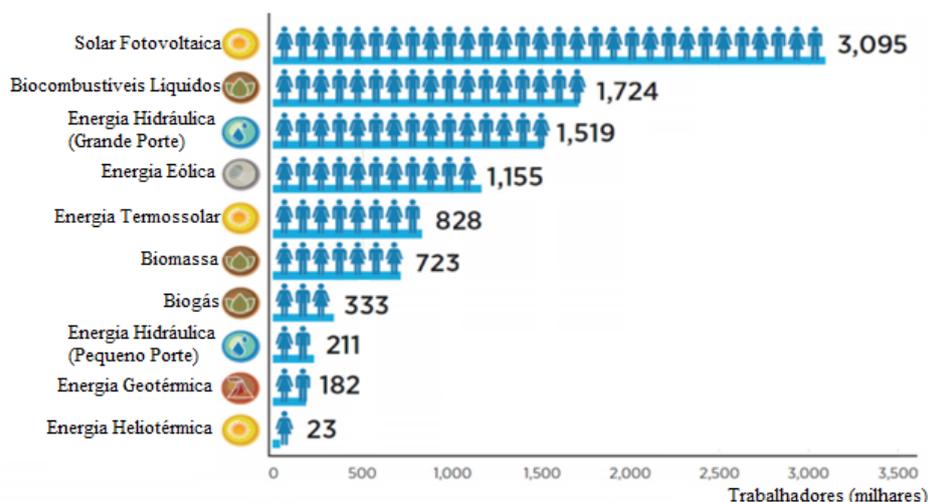


Figura 7 – Número de emprego por fonte de geração (SAUAIA, 2018).

3.5 FUTURO

Com base nos dados anteriores, observa-se que os mercados de todo o mundo estão crescendo, como se pode verificar nos gráficos de capacidade instalada, custo de produção e na geração de emprego. Projeta-se que a energia solar fotovoltaica se consolidará juntamente à eólica, como fonte renovável barata e eficiente. Para isto, a energia fotovoltaica ainda precisa vencer algumas barreiras, como o custo de produção e sua eficiência.

Já na Figura 8 pode-se ver a projeção de crescimento da capacidade instalada no mundo, de 2018 a 2022. Em 2017 foi registrada uma capacidade de 404,5 GW de potência instalada, se observar o gráfico no ano de 2017, esperava-se que no melhor cenário essa capacidade seria em torno de 400GW o que se aproxima bastante do valor atualmente registrado. Se o gráfico se comportar nos próximos anos assim como se comportou para o ano de , pode-se esperar que em a capacidade instalada se triplique.

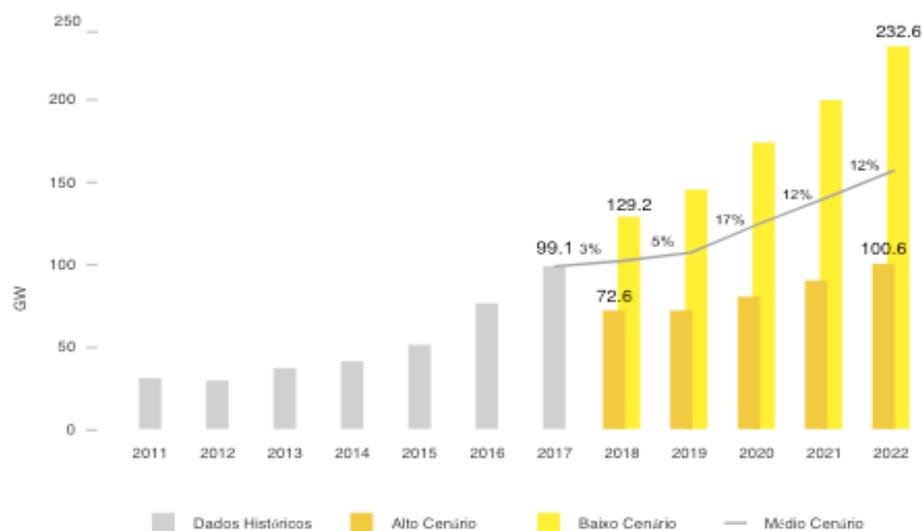


Figura 8 – Projeção da capacidade instalada de energia solar fotovoltaica 2018-2022. (Global Market Outlook, 2018)

4 | CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi observada a tendência de crescimento da energia solar fotovoltaica no Brasil e no mundo com base na evolução do seu mercado ao longo dos últimos anos, onde se pôde notar este crescimento por meio das projeções da sua capacidade instalada, custo e a geração de emprego.

Fica evidente que nos países ricos os incentivos fiscais e as políticas públicas adotadas visam desenvolver e consolidar a penetração da energia fotovoltaica na matriz energética e sustentar suas indústrias de células.

Percebe-se que o crescimento da capacidade instalada de energia solar fotovoltaica no mundo nos últimos anos, foi motivado principalmente pelo crescimento da China, que tem investido bastante neste tipo de fonte de geração. Já o continente europeu vem apresentando taxa de crescimento baixa, isso devido à crise enfrentada na Europa.

Constata-se com a queda dos custos internacionais dos sistemas fotovoltaicos, o Brasil vem apresentando decréscimo quanto ao seu custo, chegando a apresentar um preço mínimo de leilão, . O que se espera é que esse preço continue seguindo as projeções e diminuído fazendo com que a energia solar se torne mais competitiva com as outras fontes de energia renováveis.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Calendário e resultado dos processos tarifários de distribuição**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2018.

FINANCE, B. N. E. **Sustainable Energy in America**. Factbook. [S.l.]. 2013.

GAZOLLI, J. R.; VILLALVA, M. G. **Energia Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações - Sistemas Isolados**

e Conectados à Rede. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

GLOBAL Market Outlook. **Solar Power**, 2018. Disponível em: <<http://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2018/09/Global-Market-Outlook-2018-2022.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

GUST, D.; MOORE, T. A.; MOORE, A. L. **Solar fuels via artificial photosynthesis**. [S.l.]: Accounts of chemical research, v. 42, 2009. 1890-1898 p.

IRENA. Renewable Energy Topic, 2018. Disponível em: <<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/index.html?topic=4&subTopic=17>>. Acesso em: 13 Agosto 2018.

PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. **Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica**. [S.l.]: Porto: Publindústria, 2011.

PINHO, J.; GALDINO, M. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Cepel-Cresesb, 2014.

REIS, L. B. D. **Geração de energia elétrica**. 2. ed. Barueri: Editora Manole, 2015. 482 p.

RÜTHER, R. E. A. Avaliação do impacto da geração distribuída utilizando sistemas solares fotovoltaicos integrados à rede de distribuição. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, São Leopoldo, 2005.

SAUAIA, R. L. ABSOLAR, 2018. Disponível em: <<http://ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/02-Setor-Dr.RodrigoLopesSuaia-Absolar.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

SINTON, R. A. E. A. Silicon point contact concentrator solar cells. **Proceedings 18th IEEE PVSC**, Las Vegas, 1985. 61.

SOLAR, P. Os 10 maiores fabricantes de painel solar do mundo, 2018. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/os-10-maiores-fabricantes-de-celulas-fotovoltaicas-no-mundo-2018.html>>. Acesso em: 17 Agosto 2018.

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA PREDIAL DO BLOCO I DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PATOS DE MINAS

Bruna Maria Pereira de Sousa

Centro Universitário de Patos de Minas,
Departamento de Engenharia Elétrica
Patos de Minas – Minas Gerais

RESUMO: Na sociedade atual, não falar de energia elétrica é extremamente incomum, ao passo que a maioria das atividades humanas necessitam dela para serem executadas. Diante à imprescindibilidade da energia elétrica surge um assunto de fundamental importância: a eficiência energética. A fim de verificar o nível de envolvimento do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) com a eficiência energética, foi proposto para o primeiro período de Engenharia Elétrica na componente curricular Projeto Integrador um estudo energético no bloco I da instituição baseado no mapeamento das cargas para o conhecimento do atual consumo e na aplicação de propostas visando à diminuição deste consumo, propostas estas apoiadas em novas tecnologias e normas técnicas. Com isso, o objetivo deste projeto é implantar formas eficientes de consumir energia elétrica na instituição para que o consumo de energia seja minimizado e, conseqüentemente o gasto do UNIPAM com energia elétrica seja diminuído.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética, Energia Elétrica, Avaliação Energética Predial,

Engenharia Elétrica.

ABSTRACT: In today's society, not talking about electric power is extremely uncommon, whereas most human activities require it to run. Faced with the indispensability of electric energy, a subject of fundamental importance emerges: energy efficiency. In order to verify the level of involvement of the University Center of Patos de Minas (UNIPAM) with energy efficiency, an energetic study was proposed for the first period of Electrical Engineering in the curricular component Integrator Project in the block I of the institution based on the mapping of the loads for the knowledge of the current consumption, in the application of proposals aimed at the reduction of this consumption, proposals based on new technologies and technical standards. Therefore, the objective of this project is to implement efficient ways to consume electric energy in the institution so that energy consumption is minimized and, consequently, UNIPAM's energy expenditure is reduced.

KEYWORDS: Energy Efficiency, Electricity, Energy Assessment of buildings, Electrical Engineering.

1 | INTRODUÇÃO

O Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) tem como intuito maior o desenvolvimento profissional dos alunos, com isto, a grade curricular contém em sua constituição, além de disciplinas inflexíveis, um componente curricular que visa o aperfeiçoamento prático dos alunos, denominado Projeto Integrador (P.I.).

A estrutura da componente curricular P.I. é apoiada em táticas que têm principal linha de estudo aulas práticas realizadas em grupo de tal forma a preparar os alunos para a vida profissional que os espera. Os trabalhos realizados no Projeto Integrador são viabilizados por empresas que confiam seus problemas aos alunos participantes e ao professor coordenador do projeto. (GONTIJO et al., 2015)

Sendo assim, é proposto para o primeiro período do curso Engenharia Elétrica do ano de 2017 do UNIPAM um projeto cuja principal abordagem é a eficiência energética.

A eficiência energética é a relação entre a quantidade de energia elétrica utilizada por um aparelho para realizar suas tarefas e a quantidade de energia que esse mesmo aparelho consome, ou seja, a energia que chega ao aparelho não é totalmente usada na execução de sua(s) função(ões) específica(s), o que significa que a quantidade de energia que não é utilizada é desperdiçada.(FARIA, [entre 2006 e 2017]) Em consequência disso, é importante destacar que a utilização de aparelhos com baixa eficiência energética provoca consumo desnecessário de energia.

Com isso, o objetivo desse projeto é priorizar aparelhos de iluminação e climatização que possuam melhor eficiência energética, para maximizar a utilização da corrente elétrica consumida por estes equipamentos, propiciando menor custo referente à energia elétrica para o UNIPAM.

Nesse sentido, o componente curricular P.I. faz com que o curso Engenharia Elétrica do UNIPAM prepare os alunos desde o início da formação acadêmica, proporcionando a experiência de trabalhar em grupo, quesito extremamente importante para o sucesso profissional, além de apresentar ao aluno, durante a realização do projeto, um ambiente propício à área que ele exercerá ao término do curso. Além destas experiências, o P.I. contribui para o desenvolvimento intelectual, social e profissional dos alunos, ao passo que durante o curso o discente adquire grande bagagem de conhecimento, trabalha em grupo aprendendo a conviver com ideias distintas e/ou análogas e, com isso, ao decorrer do curso se torna um ótimo profissional.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Na geração atual, são incomuns atividades que não utilizem energia elétrica, em contrapartida, gerações do século passado, possuíam nada mais do que algumas lâmpadas elétricas. Entretanto, apesar de o uso de energia elétrica ter se propalado apenas recentemente, as descobertas acerca da energia elétrica começaram com o estudo da atração elétrica na Grécia Antiga – século VIII a.C. – com a revelação, por Tales de Mileto, do potencial de atração magnética do Âmbar (em grego *Elektron* –

origem da palavra “elétrico”). A partir de então, vários estudos foram desenvolvidos até chegar à energia elétrica usada de forma exacerbada na atualidade.



Figura 1 – Âmbar

Fonte: TommyIX (2016).

A energia elétrica pode ser definida como uma forma de realização de trabalho, sendo resultante tanto da energia mecânica quanto da energia química. Para obter a energia elétrica é necessária a transformação das energias mecânica e química através de geradores e turbinas. Esse processo só é viável devido a uma diferença de potencial aplicada entre dois pontos de um condutor que por sua vez gera uma corrente elétrica entre seus terminais. (CURSOS IPED, [21-?]) Para calcular a quantidade de energia elétrica consumida em um determinado período de tempo é usada a equação $E = P \times \Delta t$, onde E é a quantidade de energia elétrica consumida em *Watts/h* (W/h), P é a potência nominal do aparelho analisado em *Watts* (W) e Δt é a variação de tempo em horas (h). (HEWITT, 2011)

Correlacionados à temática energia elétrica estão os conceitos de circuito elétrico, corrente elétrica, diferença de potencial e potência elétrica.

Circuito elétrico refere-se a um conjunto de componentes elétricos ligados entre si, formado por uma fonte de tensão, um condutor cíclico e os dispositivos elétricos que irão utilizar essa tensão. (MEIRELES, 2007)

A corrente elétrica (I), medida em *Ampères* (A), é definida como o fluxo de carga elétrica através de uma seção transversal de um condutor, (TIPLER; MOSCA, 2006) sendo que para haver esse fluxo faz-se necessária a aplicação de uma diferença de potencial (d.d.p) ou tensão elétrica (V) entre os terminais de um elemento de circuito qualquer.

A tensão elétrica advém da interação entre dois polos com cargas elétricas de sinais opostos, sendo um carregado com cargas positivas e outro com cargas negativas. A tensão é medida em *Volts* (V).

Dentre os meios de produzir a d.d.p (fontes de tensão) destacam-se as baterias e geradores elétricos, fontes elétricas capazes de manter o fluxo de corrente em um circuito. Dentre os exemplos de fontes de tensão, o mais simples é a pilha.

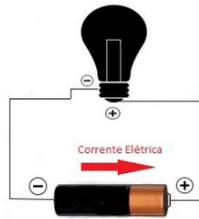


Figura 2 - Diferença de potencial gera corrente elétrica

Fonte: Do autor.

A pilha possui um polo negativo e outro positivo (potenciais elétricos distintos) e ao conectar um equipamento (uma lâmpada no exemplo) nessa pilha a d.d.p faz com que se origine um fluxo de elétrons do polo positivo para o polo negativo da pilha.

A potência elétrica se refere a capacidade que um aparelho possui para realizar sua função específica e, está relacionada ao consumo de energia. Com isso, um ventilador, por exemplo, que possui uma potência nominal de 170W tem maior capacidade e consome mais energia (170W/h) do que um ventilador que possui uma potência nominal de 130W e consome de 130W/h. Com isso, pode-se dizer que a potência elétrica é a taxa com que a energia elétrica está sendo transformada em outra forma de energia – luminosa, térmica ou mecânica - em uma unidade de tempo respeitando a equação $P = \Delta E / \Delta t$. (HEWITT, 2011)

Mas, é possível também calcular a potência elétrica em dispositivos elétricos através da equação que relaciona os conceitos já vistos nesta seção, calculando o produto da tensão elétrica (V) pela corrente elétrica (I) de acordo com a equação $P = V \times I$.

2.1 LUMINOTÉCNICA (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1)

Todo estabelecimento, seja doméstico, comercial ou institucional, necessita de iluminação para que qualquer atividade possa ser realizada nestes locais, no entanto, essa iluminação deve respeitar à normas com o intuito de propiciar boa iluminação aos ambientes. Com isso, a norma brasileira ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 começou a valer a partir de 21 de março de 2013 para estabelecer parâmetros para iluminação. Essa norma estabelece certa quantidade de iluminação (lux) para ambientes distintos visando o conforto visual das pessoas. Para isso, encontra-se nesta norma uma tabela baseada nesta prerrogativa.

TIPO DE AMBIENTE, TAREFA OU ATIVIDADE	LUX
Salas de aula, salas de aulas particulares	300
Salas de aula noturnas, classes e educação de adultos	500
Salas de desenhos técnicos	750
Salas de aplicação e laboratórios	500
Salas de ensino de computador	500
Salas de professores	300

Circulação	100
Banheiros	200

Tabela 1 - Quantidade de iluminação para ambientes presentes no bloco I do UNIPAM

Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013).

3 | EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Juntamente com os avanços tecnológicos advindos da Revolução Técnico-Científica a demanda de energia elétrica teve aumento acentuado, ao passo que, a maioria dos equipamentos e máquinas tecnológicos necessitam de energia elétrica para possuir funcionalidade, além da imprescindibilidade de iluminação para todas as atividades agora pertencentes à sociedade moderna.

A expansão em nível exponencial do consumo de energia, apesar de proporcionar maior conforto às pessoas, produz discussões extensas sobre as perdas de energia presentes em todas as suas formas de utilização, as quais possuem como tema principal a Eficiência Energética.

A Eficiência Energética tem como principal meta racionalizar o uso das fontes de energia, utilizando a energia de modo eficiente com o intuito de ampliar o aproveitamento da corrente elétrica que chega aos aparelhos elétricos e de preservar o meio ambiente mudando os costumes das pessoas e tornando acessível novos equipamentos eficientes energeticamente. (LIGHT, 2015)

No Brasil, o estímulo ao uso consciente de energia elétrica começou a se fundamentar a partir de 1985, com a criação, pelo Ministério de Minas e Energia (MME), do Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) coordenado pela Eletrobrás e com influência nacional. (ANEEL, 2008)

Assim, possui inúmeras maneiras de consumir energia conscientemente, dentre elas destaca-se a troca de aparelhos que possuem baixa eficiência energética por aparelhos que possuem maior eficiência energética, como por exemplo a proposta deste projeto, que consiste na troca de condicionadores de ar antigos por novos modelos e de lâmpadas que possuem maior porcentagem de perda de energia por lâmpadas com maior porcentagem de aproveitamento de energia.

3.1 CLIMATIZAÇÃO

O condicionador de ar foi criado em 1902 pelo jovem engenheiro norte-americano Willy Carrier. Este equipamento funciona com o propósito de trocar o ar do ambiente através da passagem do ar por uma serpentina que por contato resfria o ar e depois o lança ao ambiente. Entretanto, apesar de o condicionador de ar proporcionar ótimo conforto térmico, ele possui alto consumo de energia. Uma forma de utilizar o condicionador de ar eficientemente é optar por aparelhos que consumam menos energia, isso é possível optando-se pela tecnologia *Inverter*.

Essa nova tecnologia proporciona uma redução de até 40% no consumo de energia, além de utilizar gás ecológico não ofensivo à camada de ozônio para o resfriamento do ar (gás R-410A ao invés dos CFC's) e tornar os aparelhos mais eficientes e silenciosos do que a tecnologia convencional. (CLIMASTER, [21-?])

Ao analisar o consumo entre um condicionador de ar que possui tecnologia convencional (consumo 2.260W/h) e outro condicionador de ar que possui a tecnologia *Inverter* (consumo de 815W/h), ambos de 9.000 BTU's, é possível observar que o condicionador de ar que utiliza a tecnologia *Inverter* consome apenas 36% da energia que o condicionador de ar com tecnologia convencional consome, gerando economia de, aproximadamente, 1.445W/h, o equivalente a 289.000W/h por mês considerando utilização de 10 horas diárias, 20 dias por mês.

3.2 ILUMINAÇÃO

Em consequência ao racionamento de energia elétrica ocorrido no Brasil no ano de 2001, começou-se a instalar uma “revolução” na cultura energética do país, que teve como principal ponto a troca de lâmpadas incandescentes (responsáveis pela luminosidade amarela) por fluorescentes compactas (lâmpadas eletrônicas) e, mais recentemente, está se desenrolando a troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED (*light emitting diode*, ou diodo emissor de luz – luz branca).

A iluminação é responsável por 19% de todo o consumo de energia do mundo. No Brasil é estipulado um crescimento de 55% na demanda de iluminação até 2020, o que torna imprescindível o crescimento eficiente energeticamente dos produtos destinados à iluminação. (PESSOA; GHISI, 2015)

A troca por lâmpadas LED vem sendo a melhor opção para melhorar a eficiência energética brasileira e do mundo, pois esse tipo de iluminação possui vida útil longa (cerca de 100.000 horas, o equivalente a 22 anos se utilizada por 12 horas diárias), não polui o meio ambiente por não conter metais pesados em sua constituição, oferece a mesma quantidade de luz, além de consumir menos energia em relação às lâmpadas incandescentes e fluorescentes. Com isso, de acordo com o diretor comercial da Lâmpadas Golden, Arnaldo Ribeiro Cruz (2016), uma lâmpada incandescente de 60W consome por mês R\$5,40, ao passo que, a fluorescente compacta de 15W consome R\$1,35, e uma lâmpada LED de 10W consome apenas R\$0,90, analisando um período de 5 horas e considerando lâmpadas equivalentes (possui mesma iluminância).

Ao fazer a comparação da porcentagem de consumo entre lâmpadas incandescentes, fluorescentes e LED equivalentes, é evidente a economia que lâmpadas LED proporcionam. Levando em consideração a porcentagem de consumo entre uma lâmpada incandescente de 60W e uma lâmpada fluorescente equivalente de 15W, a economia é de 75% de energia, o equivalente a 45W/h, o que corresponde a 9.000W/h por mês, considerando utilização de 10 horas diárias durante 20 dias ao mês. Ao analisar a relação entre as porcentagens de consumo entre uma lâmpada

incandescente de 60W e uma lâmpada LED equivalente de 10W, a economia de energia alcança 83,34%, o que corresponde a 50W/h, evidenciando 10.000W/h mensais, cálculo baseado na utilização por 10 horas diárias ao decorrer de 20 dias mensais. Ao considerar a porcentagem de consumo entre uma lâmpada fluorescente de 15W e uma lâmpada LED equivalente de 10W, a taxa de consumo gira em torno de 33,34%, correspondendo a 5W/h, o equivalente a 1.000W/h mensais, considerados 10 horas diárias por 20 dias ao mês.

4 | METODOLOGIA DE ESTUDO

Realizou-se uma pesquisa de campo, apoiada nos conceitos definidos nos itens da seção 2, desta forma, a metodologia possibilita contato direto com o problema proposto no presente projeto. Outro ponto presente nesse tipo de estudo, é a coleta de dados, na qual foi feito o recolhimento das potências nominais de todos os aparelhos do bloco I do UNIPAM, a fim de calcular seus consumos separadamente e posteriormente o consumo total do prédio e, a medição da iluminância presente nos ambientes da instituição para a adequação com a norma da ABNT.

Para a confirmação da hipótese, dois instrumentos foram de fundamental importância: pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo em forma de coleta de dados e entrevistas com funcionários dos laboratórios do UNIPAM. A pesquisa bibliográfica visou o entendimento dos conceitos necessários para solucionar o problema. Para a pesquisa de campo em forma de coleta de dados foi feito uso do luxímetro para a medição da quantidade de iluminação, da planta baixa do bloco (figuras 3, 4, 5 e 6) e do *software Office Excel* para organização dos dados coletados. A pesquisa de campo através de entrevistas com funcionários dos laboratórios teve como principal objetivo o conhecimento dos períodos de funcionamento dos equipamentos presentes nos laboratórios.

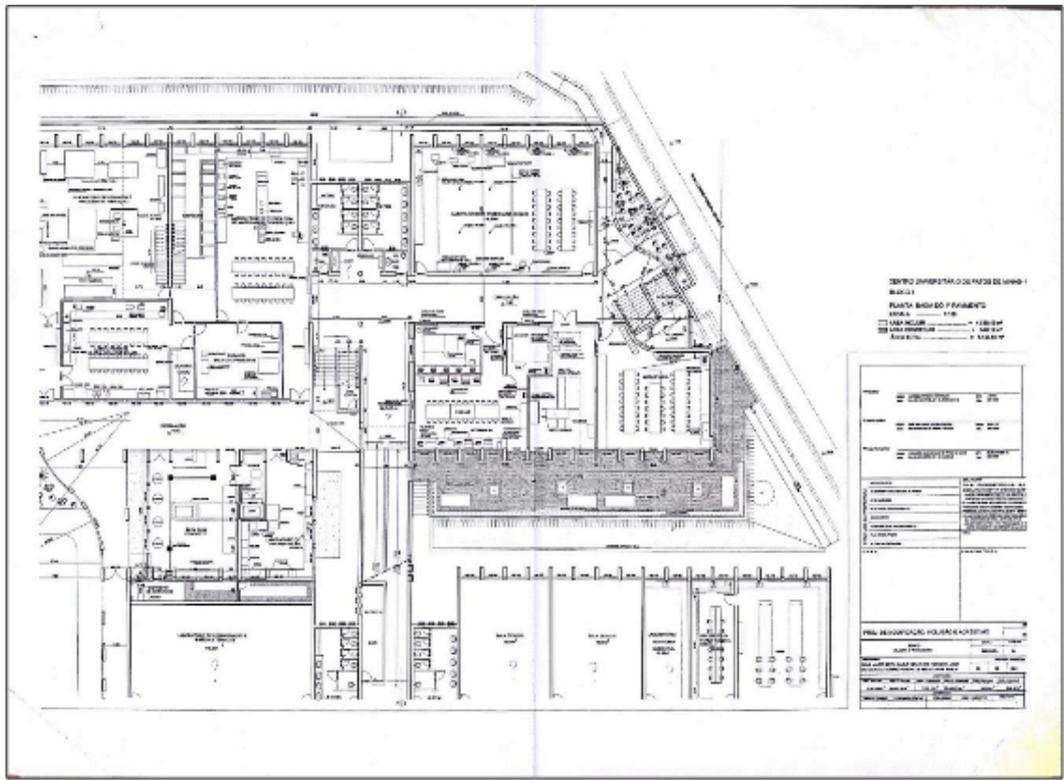


Figura 3 - Planta baixa do 1º pavimento do bloco I do UNIPAM

Fonte: UNIPAM (2017).

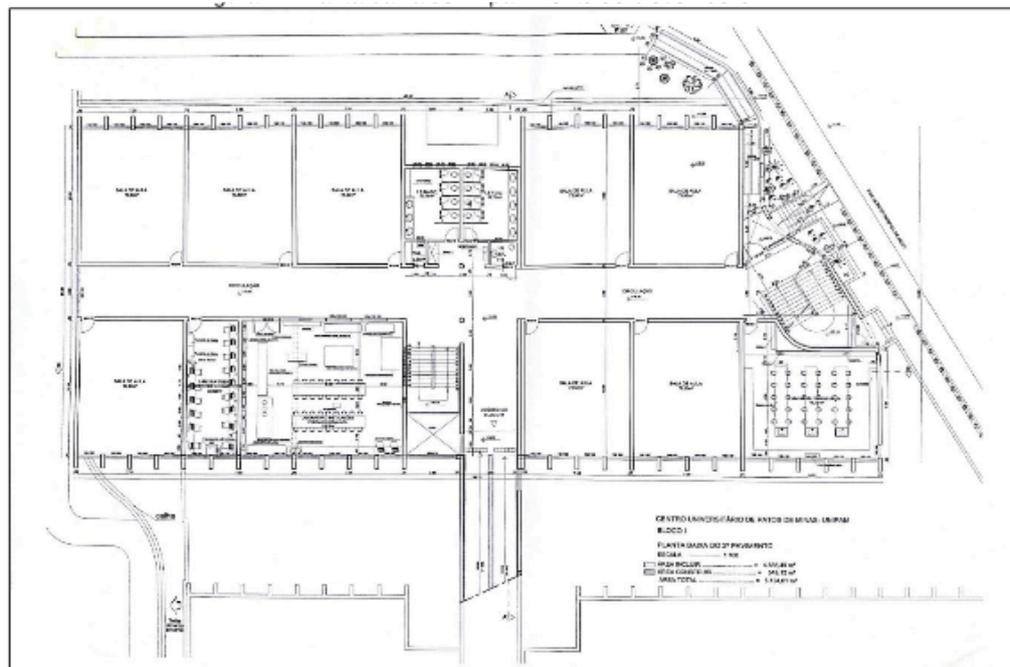


Figura 4 - Planta baixa do 2º pavimento do bloco I do UNIPAM

Fonte: UNIPAM (2017).

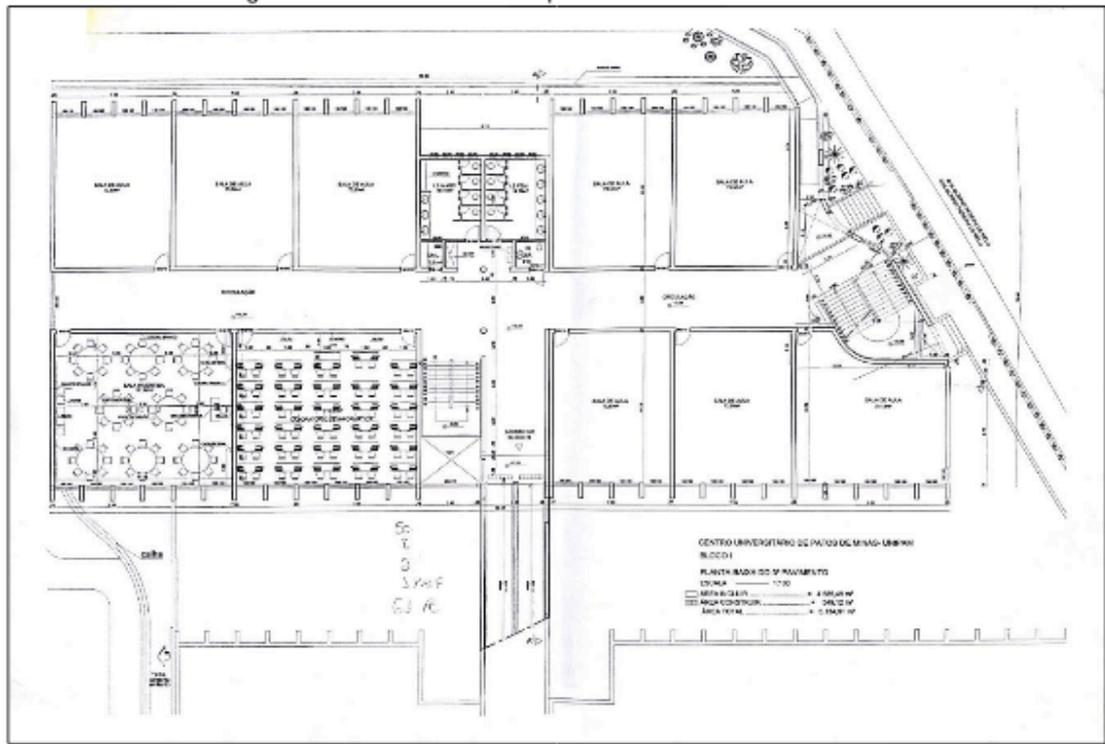


Figura 5 - Planta baixa do 3º pavimento do bloco I do UNIPAM

Fonte: UNIPAM (2017).

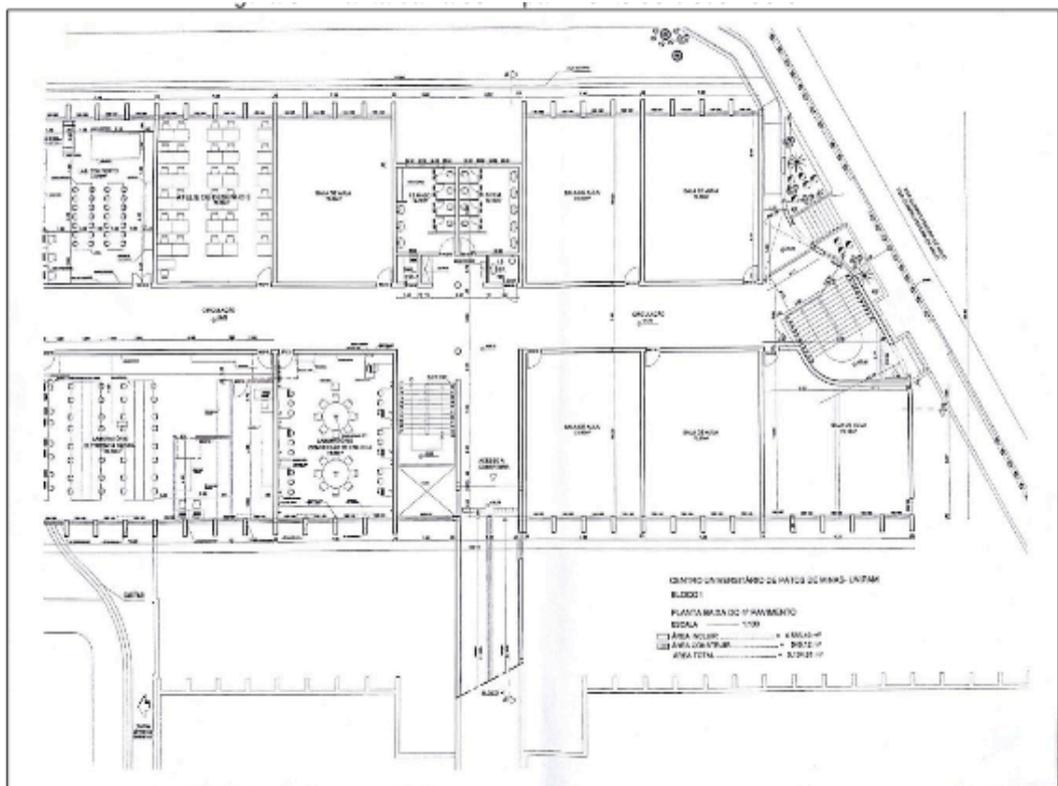


Figura 6 - Planta baixa do 4º pavimento do bloco I do UNIPAM

Fonte: UNIPAM (2017).

5 | CRONOGRAMA

TAREFAS /PERÍODO	01/03 À 04/03	06/03 À 18/03	20/03 À 25/03	27/03 À 08/04	10/04 À 15/04	17/04 À 22/04	24/04 À 26/04	01/05 À 13/05	15/05 À 29/05	30/05 À 17/06
Conhecer o Bloco	X									
Pesquisa de campo: coletar potência das cargas.		X								
Verificar tempo de uso e calcular o consumo			X							
Pesquisa bibliográfica				X						
Identificar erros					X					
Consolidar fundamentação teórica						X				
Revisar a fundamentação teórica							X			
Resultados e discussões								X		
Conclusões									X	
Revisão completa										X

Quadro 1 - Cronograma do projeto

Fonte: Do autor.

6 | PESQUISA DE CAMPO

A coleta de dados foi realizada no bloco I do UNIPAM, entre os dias 6 e 18 de março de 2017, e é constituída pelo consumo mensal de cada categoria de equipamento, sendo elas, equipamentos de laboratório, iluminação, climatização, ventilação, equipamentos de informática e bebedores e secadores de mão, e pelo

consumo mensal total do bloco. Realizou-se individualmente o cálculo do consumo de cada equipamento de acordo com a equação apresentada na seção 2, porém adotou-se a exposição dos dados de forma simplificada, demonstrando apenas a potência instalada e o consumo por categoria de equipamento

CATEGORIA	POTÊNCIA INSTALADA (KW)	CONSUMO DE ENERGIA (KWHmês)
Equip. Laboratórios	38,50	3291,38
Iluminação	17,99	2498,42
Climatização	33,74	4474,30
Ventilação	12,92	1700,27
Equip. de Informática	48,93	4895,55
Bebedores e Secadores de mão	19,04	583,07
CONSUMO TOTAL	171,12	17442,99

Tabela 2 – Potência instalada e consumo mensal total do bloco I do UNIPAM por categoria de equipamento

Fonte: Do autor.

Após isto, realizou-se medição da quantidade de iluminação (lux) em todos os ambientes do bloco I do UNIPAM, porém, adotou-se, novamente, a exposição dos dados de forma simplificada, demonstrando apenas a média de iluminação por categoria de ambientes, categorias estas baseadas na norma ABNT presente na seção 2.1.

TIPO DE AMBIENTE, TAREFA OU ATIVIDADE	LUX
Salas de aula, salas de aulas particulares	141
Salas de aula noturnas, classes e educação de adultos	177,38
Salas de desenhos técnicos	161
Salas de aplicação e laboratórios	162,2
Salas de ensino de computador	226
Salas de professores	241,5
Circulação	89,6
Banheiros	249,08

Tabela 3 - Quantidade de iluminação média (lux) dos ambientes do bloco I do UNIPAM

Fonte: Do autor.

7 | ANÁLISE DOS DADOS

Após conhecimento da potência instalada e do consumo de energia por categoria de equipamentos presente no bloco I do UNIPAM é possível determinar quais cargas têm maior impacto no consumo de energia (cargas críticas).

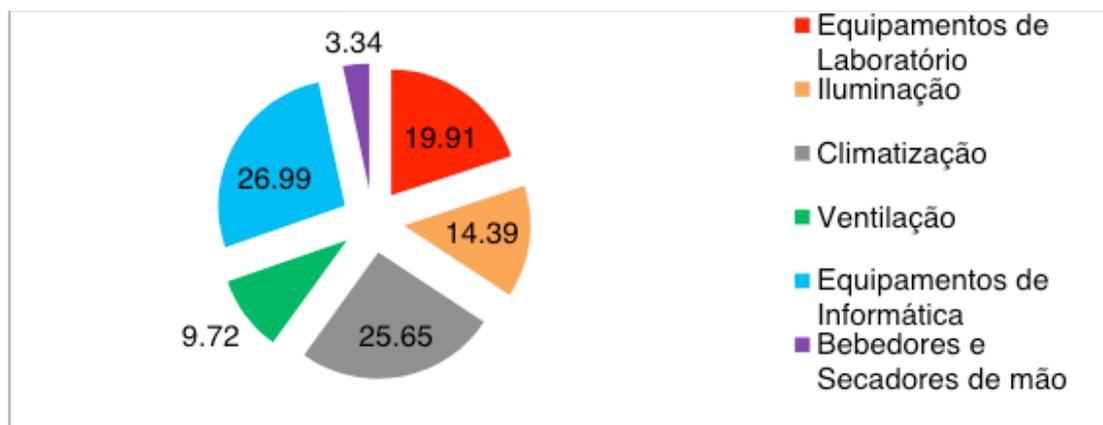


Gráfico 1 – Porcentagem (%) de consumo mensal do bloco I do UNIPAM por categoria de equipamento

Fonte: Do autor.

De acordo com o gráfico acima, os equipamentos de laboratório são responsáveis por 19,90% do consumo, a iluminação por 14,39%, a climatização por 25,65%, a ventilação por 9,72%, os equipamentos de informática por 26,99% e os bebedores e secadores de mão por 3,34%.

Com isso, as cargas críticas do bloco I do UNIPAM são os equipamentos de informática, a climatização e os equipamentos de laboratório, porém serão consideradas como cargas críticas a climatização e a iluminação pelo motivo de ambas significarem aproximadamente 40% da energia consumida pelo bloco.

Posterior a isto, observa-se que, a partir dos dados luminotécnicos apresentados na seção 6, em todos os ambientes do bloco I da instituição a quantidade de iluminação não está de acordo com a norma NBR ISO CIE 8995 1.

8 | PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Após exposição e análise dos dados coletados, faz-se necessário a substituição de dados visando a comprovação da hipótese presente neste projeto. Com isso, a tabela a seguir terão os condicionadores de ar com tecnologia tradicional trocados por condicionadores de ar com tecnologia *Inverter* e as lâmpadas fluorescentes tubulares trocadas por lâmpadas LED tubulares de modo a respeitar a norma de iluminância, mantendo-se os mesmos valores de potência instalada e consumo de energia referentes aos equipamentos que não pertencem à categoria de iluminação e climatização.

CATEGORIA	POTÊNCIA INSTALADA (KW)	CONSUMO DE ENERGIA (KWHmês)
Iluminação	10,28	1444,20
Climatização	12,09	1600,46
Restante	119,39	10470,26
TOTAL	141,76	13514,92

Tabela 4 – Potência instalada e consumo mensal total do bloco I do UNIPAM após proposta de solução

Fonte: Do autor.

A partir dos dados apresentados e comparando-os aos dados expostos na seção 6, houve diminuição significativa de 5.870,72 KWh no consumo de energia mensal do bloco I do UNIPAM, o equivalente a 33,66%, como é apresentado a seguir.

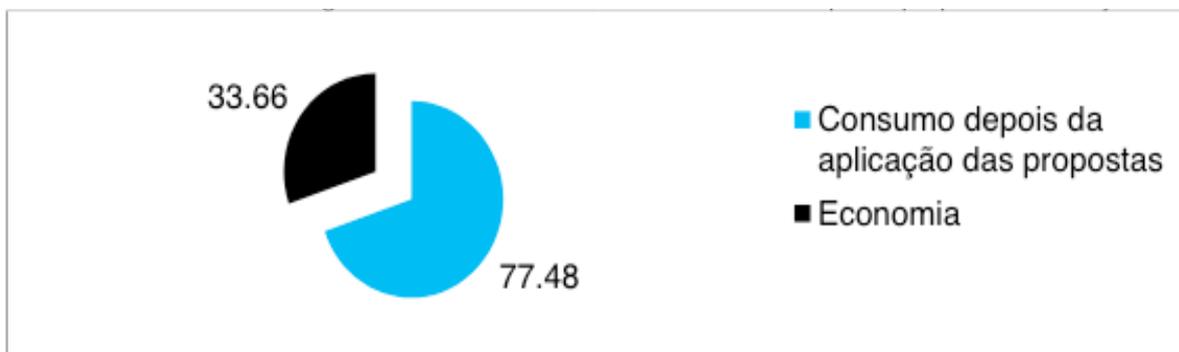


Gráfico 2 - Porcentagem de economia no bloco I do UNIPAM após a proposta de solução

Fonte: Do autor.

9 | ANÁLISE FINANCEIRA

Para que seja possível prever qual será o resultado financeiro da economia para o UNIPAM, fez-se necessária a análise financeira do consumo energético do bloco I da instituição. Esta análise se fundamentou sobre a prerrogativa de o UNIPAM comprar energia da concessionária por dois valores distintos:

- em horário de pico o KWh custa o equivalente a R\$1,12;
- em horário fora de pico o KWh custa o equivalente a R\$0,46.

Com isso, as tabelas a seguir apresentam o valor pago pelo UNPAM pela energia consumida no bloco I antes da aplicação da proposta deste projeto, especificando o valor pago fora do horário de pico, no horário de pico e total referente aos dados de consumo de energia apresentados na seção 6.

CATEGORIA	Valor pago (Fora do horário de pico)	Valor pago (No horário de pico)	VALOR PAGO
Equip. Laboratórios	R\$ 1.181,71	R\$ 844,64	R\$ 2.026,34
Iluminação	R\$ 650,35	R\$ 1.740,47	R\$ 2.390,82
Climatização	R\$ 877,40	R\$ 1.580,75	R\$ 2.458,14
Ventilação	R\$ 347,29	R\$ 1.006,36	R\$ 1.353,65

Equip. de Informática	R\$ 1.656,69	R\$ 1.542,53	R\$ 3.199,22
Bebedores e Secadores de mão	R\$ 141,58	R\$ 427,53	R\$ 569,11
TOTAL	R\$ 4.855,02	R\$ 7.142,26	R\$ 11.997,29

Tabela 5 - Valor pago pelo UNIPAM pela energia consumida no bloco I da instituição antes da aplicação da proposta de solução

Fonte: Do autor.

A partir dos dados apresentados, infere-se que o custo energético do bloco I do UNIPAM antes da proposta de solução se equivale à R\$11.997,29.

Utilizando os dados da proposta de solução apresentada na seção 8, faz-se o mesmo procedimento adotado na tabela acima.

CATEGORIA	Valor pago (Fora do horário de pico)	Valor pago (No horário de pico)	VALOR PAGO
Equip. Laboratórios	R\$ 1.181,71	R\$ 844,64	R\$ 2.026,35
Iluminação	R\$ 405,17	R\$ 1.028,72	R\$ 1.433,89
Climatização	R\$ 440,57	R\$ 773,52	R\$ 1.214,09
Ventilação	R\$ 347,29	R\$ 1.006,37	R\$ 1.353,66
Equip. de Informática	R\$ 1.656,69	R\$ 1.542,53	R\$ 3.199,22
Bebedores e Secadores de mão	R\$ 141,58	R\$ 427,53	R\$ 569,11
TOTAL	R\$ 4.173,01	R\$ 5.623,31	R\$ 9.796,32

Tabela 6 - Valor que o UNIPAM pagará pela energia consumida no bloco I da instituição após a proposta de solução

Fonte: Do autor.

Com base nos dados apresentados, observa-se que após a proposta de solução o UNIPAM pagará R\$9.796,32.

Após a análise desses dados, conclui-se que posterior à proposta de solução a instituição terá redução de R\$2.200,97 no valor referente ao consumo de energia do bloco I, como demonstrado nos gráficos a seguir.

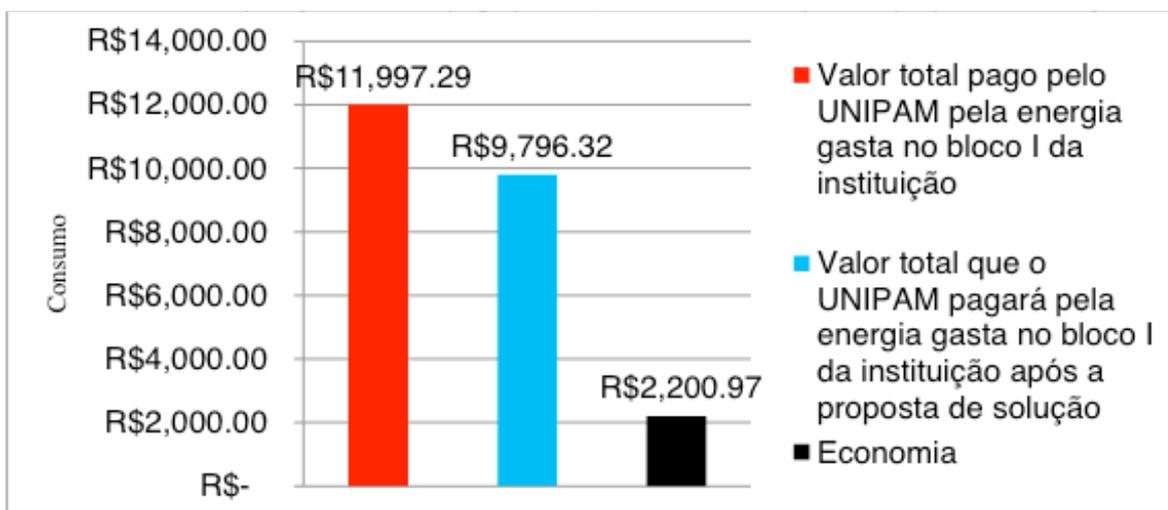


Gráfico 3 - Comparação do valor pago pelo UNIPAM antes e depois da proposta de solução

Fonte: Do autor.

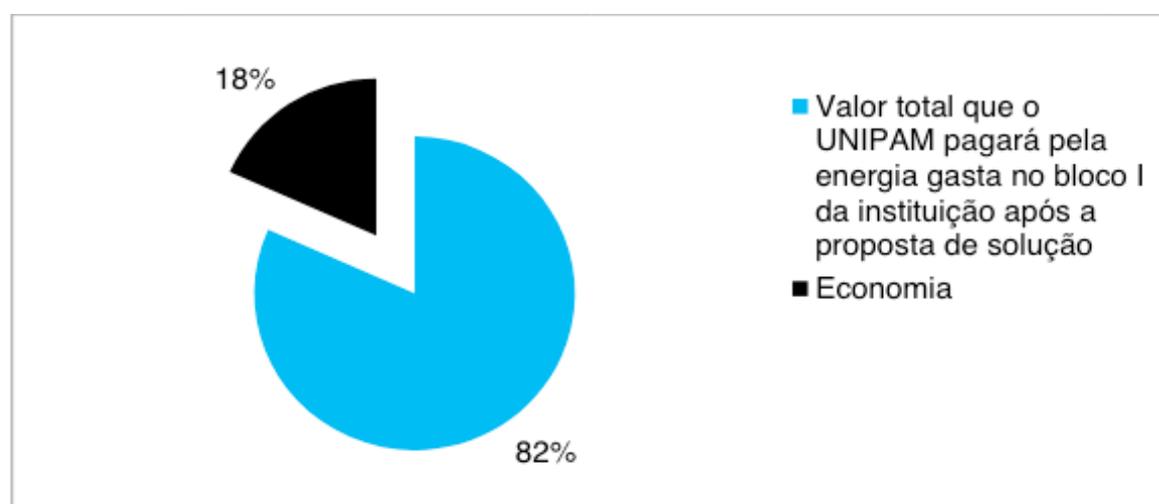


Gráfico 4 - Porcentagem de economia no bloco I do UNIPAM após a proposta de solução

Fonte: Do autor.

Com a comparação dos valores pagos antes e depois da proposta de solução o UNIPAM economizará R\$2.200,97, o equivalente a 18% da despesa energética do bloco I.

10 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a metodologia tomada como ponto de partida para a implantação da proposta deste projeto, alcançou-se o objetivo proposto, o qual consiste na redução dos gastos energéticos através do aumento da eficiência energética dos equipamentos de iluminação e climatização, gerando redução de 33,66% no consumo mensal de energia (KWhmês) do bloco I do UNIPAM, o equivalente a 5.870,72 KWhmês, e redução de R\$2.200,97 no valor pago pela instituição, o equivalente à 18% de economia financeira.

Durante a execução do projeto foram encontradas dificuldades referentes à

adequação dos resultados quantitativos à realidade do UNIPAM. Devido à instituição comprar energia (KWh) por dois valores distintos – fora do horário de pico e no horário de pico (18h00 às 22h30) – o consumo de energia mensal total do bloco I do UNIPAM precisou ser calculado minuciosa e cautelosamente até a maior aproximação possível do valor real pago mensalmente.

A partir disso, pode-se concluir que com a implantação deste projeto o UNIPAM terá economia no consumo mensal de energia e conseqüentemente haverá redução no valor pago pela instituição.

Posterior a este projeto, pode ser de grande importância o investimento em automação predial, para minimizar ainda mais o custo de energia elétrica para o UNIPAM, pois com isso a iluminação será poupada quando seu uso não é necessário.

11 I ORÇAMENTO

Para que o presente projeto possa ser implantado serão necessários investimentos tanto em climatização quanto em iluminação, de acordo com a tabela a seguir:

EQUIP.	MARCA	POTÊNCIA (W)	QUANT.	PREÇO	TOTAL
Lâmpada LED T8	Philips	18	388	R\$ 35,00	R\$ 13.580,00
Lâmpada LEDT8 HO	AIHA	65	12	R\$ 89,90	R\$ 1.078,80
Cond. De Ar 9000 btu's	LG	815	11	R\$ 1.379,00	R\$ 15.169,00
Cond. De Ar 11500 btu's	LG	1040	3	R\$ 1.498,99	R\$ 4.496,97
TOTAL					R\$ 34.324,77

Tabela 7 - Orçamento do projeto

Fonte: Do autor.

De acordo com a tabela acima será necessário investimento inicial de R\$34.324,77, sendo R\$14.658,80 para a implantação das 400 lâmpadas LED's e R\$19.665,97 para a implantação dos 14 ares-condicionados.

12 I PAYBACK

Diante o investimento inicial de R\$34.324,77 e a economia mensal de R\$2.200,97 proporcionada pelo presente projeto, faz-se necessário o cálculo do *payback*, que consiste no tempo necessário para que o investimento inicial gere lucros e é calculado dividindo-se o investimento inicial pela economia. (MARQUES, 2016)

Segue a baixo o cálculo do *payback*:

INVESTIMENTO INICIAL	ECONOMIA/MÊS	PAYBACK
R\$ 34.324,77	R\$ 2.200,97	15,60

Tabela 8 - *Payback* do projeto

Fonte: Do autor.

A partir disso, infere-se que o projeto começará a render lucros para a instituição após 15,6 meses, o equivalente a 1 ano 3 meses e 18 dias, o que fará com que o UNIPAM tenha um lucro de R\$18.510,15 a decorrer de 2 anos.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Atlas de energia elétrica no Brasil**. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2017.

CLIMASTER. **Tecnologia Inverter**. [S. l.], [21-?]. Disponível em: <http://www.climaster.com.br/blog-cat/tecnologia-inverter>. Acesso em: 22 abr. 2017.

CURSOS IPED. **Conceitos da energia elétrica**. [S. l.], [21-?]. Disponível em: <https://www.iped.com.br/materias/cotidiano/conceitos-energia-eletrica.html>. Acesso em: 17 abr. 2017.

FARIA, C. **Eficiência Energética**. [S. l.], [entre 2006 e 2017]. Disponível em: <https://www.infoescola.com/ecologia/eficiencia-energetica/>. Acesso em: 2 mar. 2017.

GONTIJO, F. B. *et al.* **Avaliação qualitativa da componente curricular de projeto integrador no curso de engenharia de produção do Centro Universitário de Patos de Minas**. In: ENEGEP, 2015, Fortaleza. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_215_270_27064.pdf. Acesso em: 3 abr. 2017.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. São Paulo: BOOKMAN, 2011.

LIGHT. **Economia para uma conta mais light**. [S. l.], 2015. Revista de Eficiência Energética da Light.

MARQUES, J. R. **O que é e como calcular o PayBack?**. [S. l.], 2016. Disponível em: <http://www.ibccoaching.com.br/portal/o-que-e-e-como-calcular-o-payback/>. Acesso em: 23 jun. 2017.

MEIRELES, V. C. **Circuitos Elétricos**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

É tempo de fazer mais... usando menos. São Paulo, 2016. Revista Potência.

PESSOA, J. L.; GHISI, E. **Nota Técnica: Eficiência luminosa de produtos LED encontrados no mercado brasileiro**. Florianópolis, 2015. Disponível em: <http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/20150505-NotaTecnicaLed.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2017.]

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros: eletricidade e magnetismo, ótica**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EM ESTABELECIMENTO DE ENSINO LOCALIZADO EM TERESINA-PI

Cristiana de Sousa Leite

Centro Universitário Santo Agostinho – UniFSA,
Teresina-PI

Emerson Ribeiro Rodrigues

Centro Universitário Santo Agostinho – UniFSA,
Teresina-PI

Hericles Araújo Lima

Centro Universitário Santo Agostinho – UniFSA,
Teresina-PI

Marcus Vinicius Sampaio de Sousa

Centro Universitário Santo Agostinho – UniFSA,
Teresina-PI

RESUMO: A batalha ao acúmulo e a procura do consumo efetivo das muitas formas de energia, precisam ser incentivados, uma vez que, levam à racionamento de recursos, ocasionando o retardo de aplicações em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica e preservam o meio ambiente. Por causa disso, o entendimento da maneira que a energia elétrica é utilizada na instalação, a orientação do custo e o uso da energia elétrica por produto e serviço gerado, mantendo um acompanhamento atencioso, é de grande valia para a execução deste projeto de eficiência energética. Este projeto tem por objetivo um diagnóstico energético de um estabelecimento de ensino da cidade Teresina-PI, realizado com embasamento teórico de eficiência energética e

gestão ambiental com o conhecimento prático. Ao longo do estudo será utilizado literaturas, históricos de medição e faturamento, visitas técnicas e elaborações de planos de gestão de energia. Para atingir os objetivos citados, a metodologia aplicada irá abordar ao longo do texto, os seguintes passos: identificação do consumo, entendimento das necessidades de iluminação e a procura pelo melhor material de lâmpadas para implementação, cálculos da nova demanda e resultados finais com investimento feito e a economia que teremos no final do projeto. Concluindo assim, que um plano de efficientização do consumo de energia elétrica pode impactar de forma benéfica o corpo financeiro de uma empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão energética. Energia. Diagnóstico. Gestão Ambiental

ABSTRACT: The battle to accumulate and demand effective consumption of the many forms of energy need to be encouraged, since they lead to resource rationing, causing the delay of applications in systems of generation, transmission and distribution of electric energy and preserve the environment. Because of this, the understanding of the way that the electric energy is used in the installation, the orientation of the cost and the use of the electric energy by product and service generated, keeping a close watch, is of great value for the execution

of this energy efficiency project . This project has the objective of an energy diagnosis of a Teresina-PI school, based on theoretical knowledge of energy efficiency and environmental management with practical knowledge. Throughout the study will be used literatures, measurement and billing history, technical visits and elaboration of energy management plans. In order to achieve the mentioned objectives, the applied methodology will address the following steps along the text: identification of consumption, understanding of lighting needs and the search for the best lamp material for implementation, calculations of new demand and final results with investment made and the savings we will have at the end of the project. In conclusion, a plan to efficiently use electric energy can have a beneficial impact on a company's financial body.

KEYWORDS: Energy management. Energy. Diagnosis. Environmental management

1 | INTRODUÇÃO

A eficiência no uso da energia entrou na agenda mundial a partir dos choques no preço do petróleo dos anos 1970, quando ficou claro que o uso das reservas de recursos fósseis teria custos crescentes, seja do ponto de vista econômico, seja do ponto de vista ambiental. Logo se reconheceu que um mesmo serviço poderia ser obtido com menor gasto de energia e, conseqüentemente com menores impactos econômicos, ambientais, sociais e culturais. Equipamentos e hábitos de consumo passaram a ser analisados em termos da conservação da energia tendo sido demonstrado que, de fato, muitas iniciativas que resultam em maior eficiência energética são economicamente viáveis, ou seja, o custo de sua implantação é menor do que o custo de produzir ou adquirir a energia cujo consumo é evitado (EPE, 2010).

Mais recentemente, a busca pela eficiência energética ganhou uma nova motivação. Em relação à perspectiva de custos mais elevados da energia gerada a partir de combustíveis fósseis, a preocupação com aquecimento global do planeta, aquecimento este atribuído, em grande medida, à produção e ao consumo de energia, trouxe argumentos novos e definitivos que justificam destacar a eficiência energética quando se analisa em perspectiva a oferta e o consumo de energia (EPE, 2010).

Após a estabilização da economia do Brasil nos anos 90, houve um aumento da renda familiar como também do aumento do poder aquisitivo das famílias. Uma consequência disto foi o aumento do consumo de energia elétrica causada pela compra de mais eletrodomésticos e aumento das edificações. Hoje em dia é essencial o uso de energia elétrica em qualquer estabelecimento seja ele industrial, comercial ou residencial (VARGAS, 2015).

Essa preocupação se justifica mesmo em um país como o Brasil, cuja participação de energia renováveis na matriz energética corresponde a 81,7% (BEN,2016).

O Projeto de Eficiência Energética é o conjunto de medidas bem definidas que, quando implantadas, levarão a uma redução, previamente determinada, dos custos

de consumo de energia de uma empresa ou empreendimento, mantendo-se os níveis de produção e da qualidade do produto final. O PEE deve ser viável técnico e economicamente, desta maneira, além de ajudar na preservação do meio ambiente ainda poderá diminuir os gastos com energia no estabelecimento.

Grande parte das grandes empresas hoje adotam um Sistema de Gestão Ambiental baseados na ISO 50001:2011. A norma ainda não é obrigatória, mas como a maioria destas empresas poluem bastante o meio ambiente, adotar medidas de políticas ambientais ajuda a melhorar a imagem da empresa na sociedade.

Segundo Krause e Maia (2002), a maioria dos projetos luminotécnicos estão em desconformidade por uma série de motivos: mau hábito de uso, níveis de luminância em desconformidade da normalização, aplicação de equipamentos de baixa eficiência, dentre outros.

Observando tais pontos este projeto visa uma melhor utilização do sistema elétrico, uma redução significativa no valor do faturamento anual e elaboração de um plano de gestão de energia elétrica, através de um diagnóstico energético de um estabelecimento de ensino.

Para análise foi utilizado um complexo escolar localizado na R. Arêa Leão, 410 – Centro, Teresina-PI, sua atividade de mercado é voltada para ensino fundamental. É composta por três unidades consumidoras:

Unidade 1: principal composto pelas salas de aulas e administração,

Unidade 2: Quadra poliesportiva,

Unidade 3: Tecnologia da informação.

A quadra e o centro de tecnologia da informação são faturados em tarifa comercial de baixa tensão e o prédio de ensino é tarifário horário verde.

2 | METODOLOGIA

Para elaboração da pesquisa foram levantadas características do sistema de iluminação, avaliação de histórico de consumo e faturamento, condições de instalações e acesso a memórias de massa. Utilizando a plataforma Excel elaborou-se tabelas e gráficos para facilitar comparações e analisar perdas de energia.

Foi necessário para o estudo, o cálculo estimado do consumo do sistema de iluminação. Que é representado pela fórmula abaixo onde Ql é a quantidade de lâmpadas, P potência das lâmpadas e h quantidade de horas de funcionamento.

$$C_{lum} = \frac{Ql * P * h}{1000} (KWh)$$

Equação 1 :Cálculo do consumo Iluminação

Fonte: Elaborada pelos próprios autores

A maioria das cargas das unidades consumidoras consome energia reativa indutiva, tais como: motores, transformadores, reatores para lâmpadas de descarga, fornos de indução, entre outros. As cargas indutivas necessitam de campo eletromagnético para seu funcionamento, por isso sua operação requer dois tipos de potência: Potência ativa e Potência Reativa.

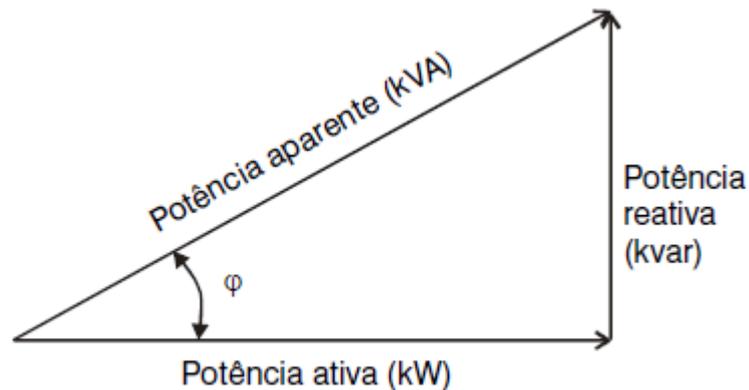


Figura 1: Triângulo retângulo de potência.

Fonte: WEG, 2017

Um triângulo retângulo é frequentemente utilizado para representar as relações entre

kW, kvar e kVA, conforme a figura 1.

Utilizando os parâmetros adquiridos no histórico de medição observou-se que existia um consumo de energia reativa 550kvarh e uma demanda reativa 96kvar gerando um custo mensal R\$ 132,00.

$$FP = \frac{kW}{KVA} = \cos \varphi = \cos \left(\text{arc tg} \frac{kvar}{kW} \right)$$

Equação 2: Cálculo fator de potência

Fonte: WEG, 2017

Considerando as observações descritas, apresentamos um dimensionamento de capacitores para correção do fator de potência 0,95 e que não tenha interferência significativa de harmônicas.

$$C = \frac{\text{Pot. Reat. Capacitiva (kvar)}}{(V_{FF}^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot 10^{-9})} (\mu F)$$

Equação 3: Cálculo da Capacitância do Capacitor

Fonte: WEG, 2017

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise Financeira atual das Unidades

Avaliando o histórico de medição e faturamento das unidades construiu-se uma curva de consumo, onde curva mais acentuada nos períodos chuvosos, uma queda nos meses junho e dezembro referente ao período de férias, e um pico maior de agosto a novembro que representam os períodos de maior temperatura do ano, de acordo com o gráfico 1.



Gráfico 1: Curva de Consumo anual

Fonte: Elaborada pelos próprios autores

Das três unidades a que apresentou o estado mais crítico foi a unidade principal, devido a mesma possuir o maior consumo de reativos, detalhando o seu faturamento anual foram identificadas variáveis que contribuiriam para um maior valor de fatura, onde poderiam ser controlados com um plano de gerenciamento de energia.

Foram pagos no ano de 2016 R\$1.901,64 com demanda de ultrapassagem, R\$ 1.749,21 de energia reativa na ponta, R\$ 225,85 de energia reativa fora ponta, o que totalizaram R\$ 3.876,71 de perdas no presente ano de acordo com o gráfico 2.

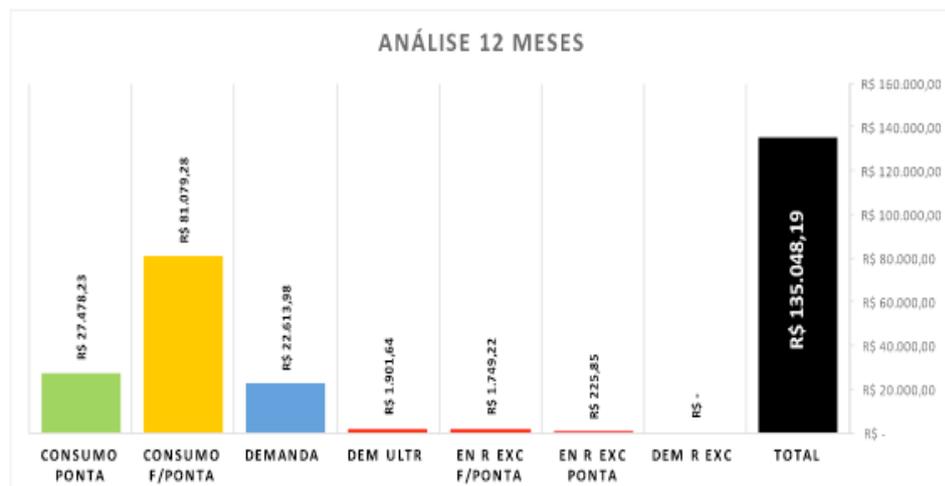


Gráfico 2 – Análise detalhada de faturamento de 12 meses

Contabilizando os cinco anos anteriores, essa falta gerenciamento representou perdas de cerca de R\$ 29.099,60 de acordo com o gráfico 3.

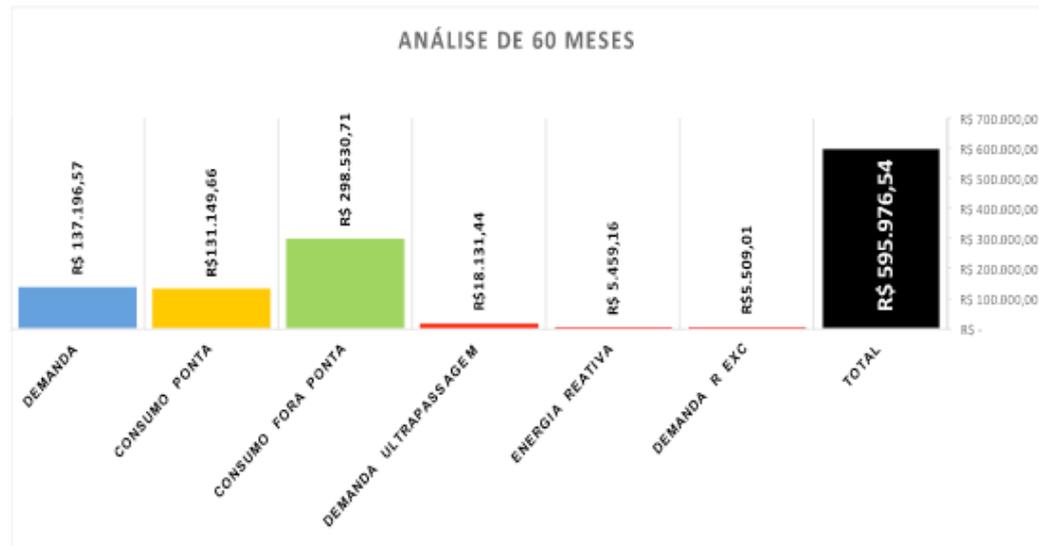


Gráfico 3 – Análise detalhada de faturamento de 60 meses

Fonte: Elaborada pelos próprios autores

De acordo com a equação 1 estimamos que o sistema de iluminação representava 11% do consumo total da unidade. Foi identificado que o estabelecimento ainda usava lâmpadas fluorescente, sugeriu-se a troca por lâmpadas de LED e o desligamento das lâmpadas de um vão que possuía luz natural e as lâmpadas eram mantidas acesas. A implementação das ações de imediato impactaria em 60% de redução no consumo do sistema de iluminação e aproximadamente 6% no consumo total.

4 | AÇÕES CORRETIVAS

As três unidades consumidoras apesar de se encontrar no mesmo lugar são medidas e faturadas de forma diferentes. Como identificou-se que o centro de tecnologia da informação funcionava apenas no horário fora ponta, sugere-se que unissem suas instalações com a unidade principal para que seja faturado em tarifa horaria verde, passando de uma tarifa de R\$ 0,62 para R\$ 0,34.

Em relação a quadra sugeriu-se manter a tarifa de baixa tensão uma vez que sua maior utilização é horário de ponta.

Acrescentamos na proposta um projeto para instalação de bancos de capacitores visando a correção de fatores de potência e demanda reativa, como também solicitação junto a concessionária um novo contrato de demanda.

Vantagens para Empresa

- 1- Redução significativa do custo de energia elétrica;
- 2- Aumento da eficiência energética da empresa;
- 3- Melhoria da tensão;
- 4- Aumento da capacidade dos equipamentos;
- 5- Aumento da vida útil das instalações e equipamentos;
- 6- Redução do efeito Joule;
- 7- Redução da corrente reativa na rede elétrica.

Obteríamos uma diferença no faturamento de R\$ 24.245,73 se as medidas tivessem sido implantadas em 2016 nas 3 unidades, que teve um faturamento de R\$ 148.326,05 de acordo com o gráfico 4.



Gráfico 4 – Previsão de ganho com implementação do projeto

Fonte: Elaborada pelos próprios autores

5 | ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Tratando da parte econômica, o valor do investimento para a implantação do projeto é de R\$ 35.387,05, que representa o custo total dos itens da tabela 1 precificado através do SINAPI-PI julho 2017 desonerado e ORSE julho desonerado.

CÓDIGO SINAPI/ORSE	ITEM	UND	QTD	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
	CONSULTORIA DE EFICIENCIA E PEE	UND	1	R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
73857/4	TRANSFORMADOR DISTRIBUICAO 225KVA TRIFASICO 60HZ CLASSE 15KV I MERSO EM ÓLEO MINERAL FORNECIMENTO E INSTALACAO	UND	1	R\$ 17.065,34	R\$ 17.065,34
11857/ORSE	Lâmpada tubular led T8, 16w, bivolt	UND	40	R\$ 26,34	R\$ 1.053,60
	BANCO CAPACITOR	UND	1	R\$ 3.523,25	R\$ 3.523,25
91933	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM2, ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV, P ARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	500	R\$ 8,45	R\$ 4.225,00
74131/008	QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA DE EMBUTIR, EM CHAPA METALICA, PARA 50 DISJUNTORES TERMOMAGNETICOS MONOPOLARES, COM BARRAMENTO TRIFASICO E NEUTRO, FORNECIMENTO E INSTALACAO	UND	1	R\$ 945,21	R\$ 945,21
93656	DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 25A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2016	UND	50	R\$ 10,19	R\$ 509,50
	DISJUNTOR TRIPOLAR 200A A 300A	UND	1	R\$ 2.065,17	R\$ 2.065,17
TOTAL					R\$ 35.387,07

Tabela 1- Orçamento do projeto

Fonte: Elaborada pelos próprios autores

Estima-se um retorno do investimento em 1 ano e 2 meses. E trazendo para valores presentes em 5 anos que seria o período de acompanhamento da consultoria teríamos um ganho de R\$ 107.195,70, considerando um a taxa de desconto de 6% a.a. de juros bancário, e uma TIR (Taxa interna de Retorno) de 85% anual, muito acima da inflação e um índice de custo e benefício de 0,21, conforme tabela 2 temos o fluxo de caixa.

ANO	FLUXO DE CAIXA	SALDO	TIR	VPL	PAYBACK	Custo/Beneficio
0	R\$ (35.387,07)	R\$ (35.387,07)				
1	R\$ 29.662,57	R\$ (5.724,50)				
2	R\$ 31.738,95	R\$ 26.014,45				
3	R\$ 33.960,68	R\$ 59.975,13	85%	R\$ 107.195,70	1,2	0,21
4	R\$ 36.337,92	R\$ 96.313,05				
5	R\$ 38.881,58	R\$ 135.194,63				

Tabela 2 – Fluxo de Caixa

Fonte: Elaborada pelos próprios autores

Para fim de melhor visualização construímos também um gráfico de *Payback* simples utilizando o fluxo de caixa de acordo com o gráfico 5.

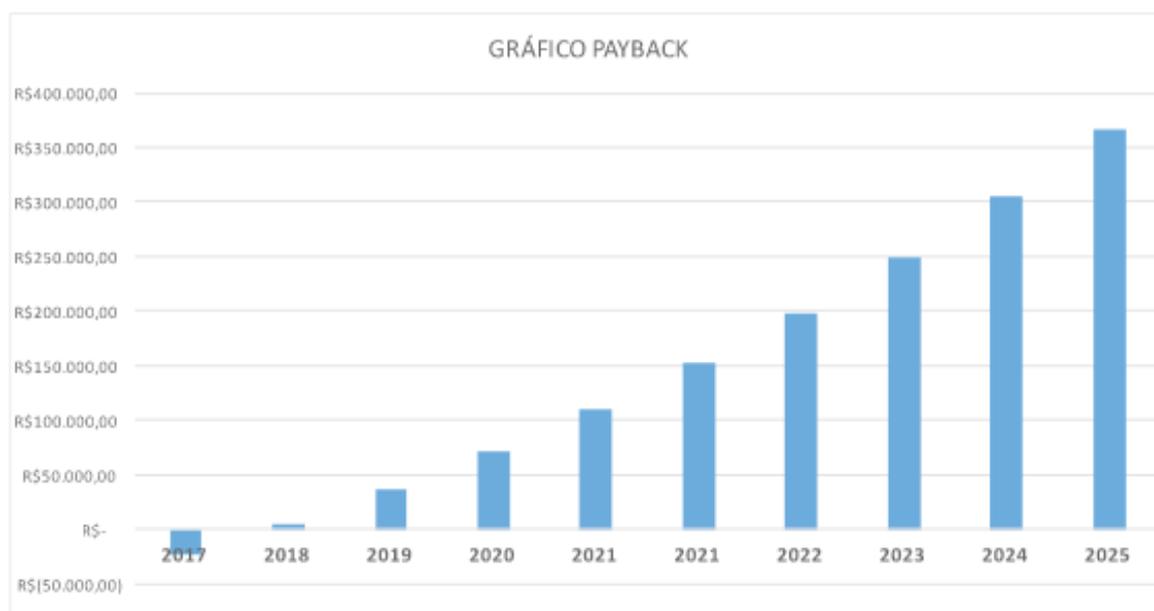


Gráfico 5 – Payback simples

Fonte: Elaborada pelos próprios autores

6 | CONCLUSÃO

Os benefícios oriundos deste projeto através de um pré-diagnóstico do estabelecimento de ensino formado por três unidades consumidoras foram a melhoria significativa no consumo de reativo, multas por ultrapassagem de demanda e mal utilização dos sistemas de iluminação e distribuição de cargas o que se estimou um ganho médias de 14% ao ano. Fazendo uma perspectiva dos próximos 5 anos a soma desses ganhos anuais podem chegar a R\$135.194,63 o que representa um ganho significativo no faturamento de energia e garante sua viabilidade técnico-econômica.

Destacamos ainda outros benefícios técnicos e econômicos do PPE, tais como:

- Redução das despesas com consumo de energia para a escola eficientizada;
- Redução significativa e homogeneização da carga em W/m²
- Sensibilização dos responsáveis pelos estabelecimentos escolares pela divulgação dos resultados, de forma a transformar esta iniciativa numa ação generalizada;
- Sensibilização dos usuários pelo uso racional de energia elétrica;

Com analogia à proteção ambiental, as metodologias de eficiência da energia elétrica, prolongar a necessidade investimentos em novos sistemas de geração de energia elétrica, impedindo dessa maneira, a emissão de gases que colaboram para intensificar o efeito estufa na atmosfera. A colaboração destes gases no aquecimento global costuma ser avaliado em termos de dióxido de carbono compatível. Assim sendo,

a eficiência da energia elétrica propiciada por esse projeto contribui também, para diminuir a emissão de dióxido de carbono na atmosfera, atendendo as prescrições do Protocolo de Kyoto.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei N°. 10.295, 17 de outubro de 2001. **Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 de out. 2001. Seção 1, pt 1.

EPE. **Eficiência energética na indústria e nas residências**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

GCCE. **Plano Anual de Aplicação de Recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. 2017. Disponível em: < <http://www.mme.gov.br/documents/>>. Acesso em: 12 abr 2017.

HORDESKI, M. **Dictionary of Energy Efficiency Technologies**. Lilburn, GA (Estados Unidos): The Fairmont Press, 2005.

IEA – International Energy Agency. **Mind the Gap: Quantifying Principal-Agent Problems in Energy Efficiency**. Paris (França): IEA, 2007.

PATTERSON, M. **What is Energy Efficiency?** - Concepts, Indicators and Methodological Issues. Energy Policy v. 24, n.5, p. 377-390, 1996.

VARGAS, M. C. (2015). **Eficiência Energetica em edificações residenciais: Iluminação e Refrigeração**. FORTALEZA: ENEGEP.

TARIFA BINÔMIA PARA CONSUMIDORES DO GRUPO B: UMA PROPOSTA ADERENTE AO ATUAL ARCABOUÇO REGULATÓRIO BRASILEIRO

Lorena Cardoso Borges dos Santos

Companhia Paulista de Força e Luz, Gerência de
Regulação Estratégica
Campinas – SP

Cristiano Silva Silveira

Daimon Engenharia e Sistemas
São Paulo – SP

Rafael de Oliveira Gomes

Companhia Paulista de Força e Luz, Gerência de
Regulação Estratégica
Campinas – SP

Carlos Cesar Barioni de Oliveira

Daimon Engenharia e Sistemas
São Paulo – SP

Denis Antonelli

Daimon Engenharia e Sistemas
São Paulo – SP

Jairo Eduardo de Barros Alvares

Companhia Piratininga de Força e Luz, Gerência
de Regulação Estratégica
Campinas – SP

RESUMO: Este trabalho apresenta uma proposta de construção de tarifas na modalidade tarifária binômica para consumidores de baixa tensão do Brasil. As novas tarifas têm o objetivo de garantir uma alocação justa dos custos com a rede de distribuição, reduzindo os possíveis subsídios cruzados existentes, além de introduzir um efeito estabilizador da receita de

parcela B das distribuidoras frente a cenários de forte redução de mercado e evitar distorções tarifárias hoje existentes na atual estrutura monômica. A proposta idealizada é norteada pelas seguintes premissas: i) simplicidade e razoabilidade, almejando-se total transparência e reprodutibilidade dos cálculos; ii) impacto mínimo nos procedimentos regulatórios vigentes garantindo total aderência ao atual arcabouço regulatório brasileiro; iii) manutenção da modicidade, equidade e responsabilidade de uso da rede na definição de tarifas de fornecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Tarifa binômica; estrutura tarifária; distribuição de energia; consumidores do Grupo B.

ABSTRACT: This paper presents a proposal for the construction of tariffs in the binomial tariff modality for low voltage consumers in Brazil. The new tariffs have the objective of guaranteeing a fair allocation of costs with the distribution network, reducing possible existing cross subsidies, as well as introducing a stabilizing effect of distribution companies CAPEX and OPEX revenue related to the use of their power grid in the face of strong market reduction scenarios and avoiding distortions today in the current monomial structure. The idealized proposal is guided by the following premises: i) simplicity and reasonableness,

aiming total transparency and reproducibility of calculations; ii) minimal impact on the current regulatory procedures, guaranteeing full adherence to the current Brazilian regulatory framework; iii) maintaining the modicity, fairness and responsibility of using the network in the definition of supply tariffs.

KEYWORDS: Binomial tariffs; tariff structure; energy distribution; low voltage consumers.

1 | INTRODUÇÃO

A construção de uma estrutura tarifária adequada está fundamentada no equilíbrio das relações dos agentes econômicos envolvidos, seja pela garantia de retorno financeiro às empresas monopolistas, seja pela definição de tarifas eficientes e módicas aos consumidores. Uma correta sinalização tarifária permite o melhor uso dos sistemas elétricos nos horizontes de curto e médio prazo, permitindo o mapeamento de tendências, no longo prazo [6]. Por outro lado, estruturas tarifárias deficientes podem ocasionar diversos prejuízos para a sociedade e agentes do setor, como a ocorrência de subsídios cruzados, taxa efetiva de retorno inadequada para as empresas monopolistas, sobretaxação de determinados segmentos do mercado e inserção de subsídios cruzados e desincentivo ao uso eficiente dos sistemas elétricos [1], [2] e [3].

Lévêque [6] aponta que a construção de tarifas constitui um desafio ao regulador, pois ele deve conciliar uma estrutura de fácil compreensão ao consumidor sem sacrificar os objetivos da eficiência econômica decorrentes de tais simplificações.

El Hage, Couto e Ferraz [4] destacam também o papel do órgão regulador no estabelecimento de tarifas simples e transparentes, cujos resultados não refletem apenas ganhos de eficiência do sistema, mas também torna suas decisões mais defensáveis perante a sociedade.

Segundo Pindyck e Rubinfeld [8], a respeito das relações entre os consumidores e a concessionária, a partir do momento em que os aqueles não obtêm informações exatas a respeito das novas tarifas ou da qualidade do serviço ou do produto oferecido, o sistema de mercado ou a proposta oferecida não consegue operar eficientemente. No entanto, as ineficiências decorrentes de falhas de informação podem ser eliminadas por meio de uma melhor comunicação e de negociação entre as partes envolvidas.

Já North [7] diz que, em um contexto de informação assimétrica, a regulação tarifária assume o papel crucial de tentar coibir eventuais abusos do poder de monopólio, resolver as tensões entre a eficiência alocativa, distributiva e produtiva, introduzir mecanismos de indução de eficiência, transparência e oferta de benefícios aos consumidores que decidirem se voluntariar a um novo programa de tarifas.

Sob a ótica da regulação, uma tarifação bem-sucedida é aquela que, de maneira geral, tem os seguintes objetivos principais:

- evitar que os preços fiquem abaixo dos custos (incluindo o retorno);
- evitar o excesso de lucros;
- viabilizar a agilidade administrativa no processo de definição e revisão das tarifas;
- impedir a má alocação de recursos e a produção ineficiente;
- estabelecer preços não discriminatórios entre os consumidores.

No contexto atual de uma recente regulamentação do setor elétrico brasileiro, que permitiu ao consumidor de energia elétrica de baixa tensão (BT) gerar sua própria energia para abatimento de seu consumo por meio de um mecanismo de compensação, deu-se início a um novo paradigma no contexto operativo das redes de distribuição. E por assim se apresentar, estudos de impactos devem ser analisados na forma de custos ao negócio da distribuidora e na antecipação de riscos dos agentes envolvidos.

Por certo, a criação de uma tarifa binômia, idealizada por John Hopkinson [5], por si só (e mais recentemente posta em discussão na Consulta Pública nº 33, de 05/07/2017, do Ministério de Minas e Energia – MME e na Consulta Pública nº 002/2018, de 09/03/2018, da Agência Nacional de Energia – ANEEL), voltada para os consumidores do grupo B, se faz pertinente uma vez que um consumidor que opte pela instalação de um sistema de geração distribuída e usufrua de benefícios financeiros a partir do mecanismo de compensação a ele ofertado, tornando-se um prosumidor, deve conhecer de antemão, ainda quando no papel de consumidor, quais são os custos de sua responsabilidade na utilização das redes da distribuidora em que ele está conectado.

É fato que este mesmo consumidor continuará dependente de sua conexão à rede da distribuidora, seja para aqueles instantes cuja geração será maior que o seu próprio consumo ou simplesmente quando não houver geração. Além disso, o consumidor continuará fazendo uso de um equipamento de medição, de uma central de atendimento e de tantos outros serviços que possibilitam atender às suas necessidades de consumo de energia. Mesmo consciente da existência de um consumo mínimo como um valor fixo a ser pago mensalmente, deve ficar claro ao consumidor que a forma volumétrica de cobrança deste consumo mínimo, em kWh, não garante a receita necessária para as empresas de distribuição fazerem frente aos seus custos de capacidade.

Diante desta questão, a sugestão mais sensata para um ajuste seria retirar do cálculo volumétrico do preço de energia custos que dizem respeito à capacidade e operação dos sistemas. Uma análise prévia de como proceder tais ações deve se fundamentar nas possibilidades reais de rápida e simples efetivação de novas tarifas, sem qualquer vínculo à realização de troca de medidores ou novas alterações legislativas.

Com relação às diferenças entre níveis de tensão, tem-se que os consumidores

conectados em média tensão já são faturados por demanda e, portanto, não representam obstáculo à cobrança de novas tarifas voltadas à cobertura de custos de capacidade e operação. Diferentemente dos consumidores de baixa tensão que, apesar de não possuírem mais impedimento à cobrança por demanda, seus medidores para fins de geração continuam não oferecendo tal opção, apesar da revogação do art. 13 do Decreto nº 62.724, de 17 de maio de 1968, conforme Decreto nº 8.828, de 02 de agosto de 2016, dar permissão à cobrança de tarifas binômias.

Portanto, considerando que a maior parte do parque de medidores existente no Brasil não permite que o ajuste citado seja estendido a todos os consumidores de baixa tensão, ação esta encarada como solução mais aderente à estrutura de custos das empresas, e que os medidores dos novos prosumidores somente têm a obrigatoriedade de registrar os dados de energia consumida e gerada e não de demanda (kW), considerado outro limitador, sugere-se que uma nova estrutura de preços seja oferecida.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A estrutura tarifária adotada no Brasil foi construída a partir da Teoria Marginalista que preconiza que o ótimo econômico para a sociedade ocorre quando a aquisição do serviço ou bem seja valorada pelo custo marginal. Desta forma, a implementação das tarifas horo-sazonais em 1982 buscou sinalizar aos acessantes qual é o impacto destes na expansão do sistema elétrico. Os sucessivos ajustes na metodologia de determinação das tarifas ocorridos nos últimos anos não retiraram o viés da Teoria Marginalista da estrutura tarifária, especialmente quanto às tarifas de transporte de transmissão e de distribuição.

As receitas relativas ao serviço de distribuição (Parcela B) são rateadas entre os subgrupos tarifários com base nos custos marginais de capacidade. Segundo a NT 311_2011-SRE-SRD_ANEEL, de 17 de novembro de 2011, a Estrutura Vertical (EV) da Parcela B é determinada com base no Custo Marginal de Capacidade (CMC) e no mercado de referência das distribuidoras. A determinação do CMC utiliza o Custo Marginal de Expansão, a Proporção de Fluxo de Potência numa representação simplificada do sistema de distribuição, os Fatores de Perdas de Potência e Responsabilidade de Potência.

OCMC, ou simplesmente custo de capacidade, é definido como a “responsabilidade nos custos de desenvolvimento de capacidade dos diversos elementos, que compõem o sistema elétrico, situados a montante do seu ponto de conexão de um consumidor-tipo”. O custo de capacidade exprime a responsabilidade na expansão do sistema de distribuição. Cada consumidor-tipo terá um custo de capacidade por posto tarifário dado pela soma dos custos de capacidade do posto em cada nível de tensão à

montante do seu ponto de conexão. Com estes custos de capacidade e a demanda máxima por posto pode-se determinar uma receita “teórica” que cada consumidor-tipo seria responsável. A EV da Parcela B é dada na proporção da “receita teórica” de cada nível de tensão no total de todos os consumidores-tipo.

A estrutura tarifária das empresas concessionárias de energia elétrica no Brasil é definida pela Aneel por meio de um conjunto de tarifas e regras aplicadas ao faturamento do mercado de distribuição de eletricidade.

Em linhas gerais, tem-se uma tarifa de fornecimento de energia composta pela soma de uma tarifa de energia (TE) e uma tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD).

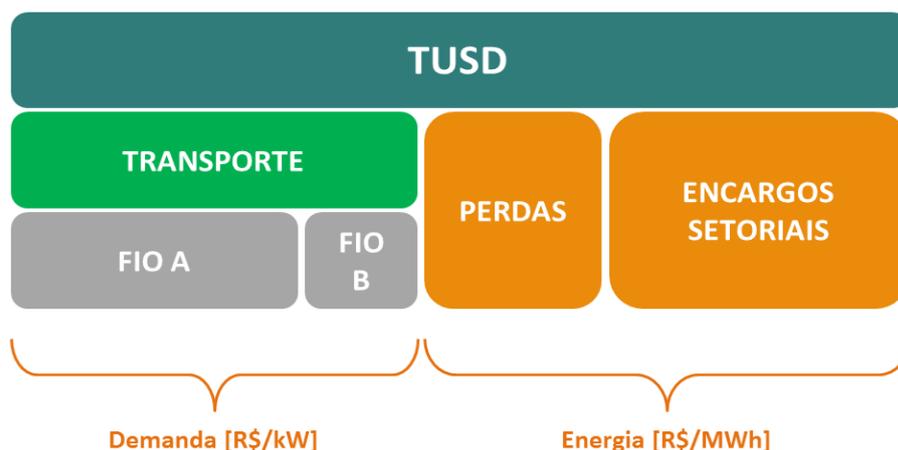
A parcela da TE não pressupõe que a distribuidora tenha lucro neste processo de compra e repasse da energia para o consumidor final. Ademais, as obras de expansão, renovação e melhoria não impactam diretamente no preço da compra de energia dos geradores.

A TUSD é definida, no referido documento, como sendo o valor monetário unitário determinado pela Aneel, em R\$/MWh ou em R\$/kW, utilizado para efetuar o faturamento mensal de usuários do sistema de distribuição de energia elétrica pelo uso do sistema. A TUSD é composta por três parcelas: TUSD Encargos; TUSD Perdas; TUSD Transporte.

A parcela TUSD Transporte, por sua vez, é composta pelas seguintes parcelas:

- TUSD FIO A – formada por custos regulatórios pelo uso de ativos de propriedade de terceiros, compreendida por: i) uso dos sistemas de transmissão da Rede Básica; ii) uso dos sistemas de transmissão da Rede Básica de Fronteira; iii) uso dos sistemas de distribuição de outras distribuidoras; e, iv) conexão às instalações de transmissão ou de distribuição, quando aplicáveis.
- TUSD FIO B – formada por custos regulatórios pelo uso de ativos de propriedade da própria distribuidora, compreendida por: i) remuneração dos ativos; ii) quota de reintegração decorrente da depreciação; e, iii) custo de operação e manutenção.

A Figura 1 ilustra a composição de itens da TUSD.



Segundo o Submódulo 7.2 do PRORET, “a EV é a proporção relativa entre os agrupamentos tarifários, definidos por níveis de tensão (grupos e subgrupos tarifários) utilizada na construção da componente tarifária TUSD-D, referente aos custos de Parcela B da receita requerida de distribuição: remuneração dos ativos, quota de reintegração e custos operacionais”.

Dado que o sistema elétrico é dimensionado para o atendimento da potência máxima exigida pelas cargas, a metodologia se propõe a buscar qual a responsabilidade que cada consumidor-tipo tem em relação às demandas máximas das redes-tipo.

A determinação dos CMC dos consumidores-tipos de cada nível de tensão, dados em R\$/kW, permite o cálculo da receita teórica que fornecerá a estrutura vertical preliminar da Parcela B. Esta receita é obtida multiplicando-se a demanda máxima de cada consumidor-tipo por seu CMC, por posto tarifário, totalizando-se os valores por nível de tensão. Assim, cada nível de tensão será responsável por uma parcela da receita teórica, e os percentuais de receita por nível de tensão em relação à receita teórica total estabelecem a estrutura vertical preliminar.

Inicialmente, para determinação das tarifas binômias do grupo B, cabe mencionar que a proposta idealizada pelos autores é norteadas em algumas premissas:

- i. Simplicidade e razoabilidade: as regras de cálculo devem ser o mais simplista possível, de modo que qualquer agente do setor, e, inclusive, da sociedade comum, possam compreender. Com essa premissa, almeja-se também total transparência e reprodutibilidade nos cálculos efetuados.
- ii. Impacto mínimo nos procedimentos regulatórios vigentes: com vistas a uma rápida implementação, e maior aceitação por parte do órgão regulador, consumidores e sociedade, optou-se por manter inalterada a maior parte do procedimento de cálculo já efetuado pela ANEEL nos processos de revisão tarifária das distribuidoras, mais especificamente na metodologia de cálculo definida no módulo 7 do PRORET e implementada nos arquivos “PCAT” – Arquivos no formato Excel divulgados pela ANEEL a cada processo de revisão ou reajuste tarifário contendo os cálculos das tarifas de fornecimento.
- iii. Modicidade tarifária: manutenção da modicidade, equidade e responsabilidade de uso da rede na definição de tarifas de fornecimento, assim como já objetivado pela atual metodologia.

Conforme mencionando anteriormente, as componentes tarifárias das tarifas de fornecimento podem ser segregadas em duas grandes componentes: TUSD e TE. As componentes da TUSD, alvo das propostas deste artigo, correspondem principalmente aos custos envolvidos no transporte da energia, desde a rede básica (TUSD FIO A) até o sistema de distribuição (TUSD FIO B), englobando também as componentes de

perdas e encargos.

Destas quatro componentes da TUSD, a TUSD TRANSPORTE (Fio A + Fio B) são as únicas componentes que são cobradas dos consumidores horossazonais do Grupo A na parcela de demanda. Já os consumidores do Grupo B são cobrados em unidades volumétricas, tanto na TUSD TRANSPORTE quanto nas demais componentes da TUSD. Assim, fica o desafio em como calcular tarifas de demanda para consumidores de baixa tensão.

O que se propõe é que sejam definidas tarifas de referência de demanda para a baixa tensão, de tal modo que se mantenha a estrutura vertical já definida para a tarifa de referência de energia. Em outras palavras, o desafio consiste em definir uma tarifa de referência de demanda, em R\$/kW, equivalente à de energia, em R\$/MWh. Para isto, adota-se a seguinte premissa básica de equivalência:

$$\text{Fatura BT}_{\text{monômia}} = \text{Fatura BT}_{\text{binômia}} \quad (1)$$

$$E \cdot TUSD_{en(transp+per+enc)} = D_{\text{máx}} \cdot TUSD_{dem(transp)} + E \cdot TUSD_{en(per+enc)} \quad (2)$$

$$E \cdot TUSD_{en(transp)} = D_{\text{máx}} \cdot TUSD_{dem(transp)} \quad (3)$$

Onde:

E = energia consumidor BT, em R\$/MWh

$D_{\text{máx}}$ = demanda máxima consumidor BT, em R\$/kW

$TUSD_{en(transp.+per+enc)}$ = tarifas de energia TUSD Transporte, TUSD Perdas e TUSD Encargos

$TUSD_{dem(transp)}$ = tarifas de demanda TUSD Transporte

Uma vez que não se sabe ao certo a demanda máxima registrada devido à indisponibilidade de medidores, com essas grandezas, instalados nas unidades consumidoras, o que se propõe é que ela seja determinada com base no fator de carga do respectivo subgrupo e faixa de consumo, obtido nos estudos de caracterização da carga no momento da revisão tarifária.

Assim, tem-se que:

$$fcarga = \frac{D_{\text{média}}}{D_{\text{máx}}} = \frac{E}{D_{\text{máx}} \cdot \Delta t} \rightarrow D_{\text{máx}} = \frac{E}{fcarga \cdot \Delta t} \quad (4)$$

Substituindo $D_{\text{máx}}$ da Equação (4) na Equação (3) tem-se que a tarifa de referência de demanda da TUSD TRANSPORTE será:

$$TUSD_{dem(transp)} = TUSD_{en(transp)} fcarga \cdot \Delta t \quad (5)$$

Deste modo, tarifas de referência de demanda serão calculadas para cada

faixa e subgrupo tarifário do nível BT, assim como para cada componente da TUSD TRANPORTE. A premissa básica de construção desta tarifa apresentada na Equação (1) permite afirmar que a estrutura vertical de cada componente continuará sendo respeitada.

De posse das novas tarifas de referência, segue-se normalmente o fluxo de cálculo já adotado pela ANEEL nos processos revisionais e definidos no submódulo 7.3 do PRORET – Procedimentos de Revisão Tarifária.

Logo, a proposta de simplicidade e impacto mínimo na metodologia atual de estrutura tarifária para definição da tarifa binômica para o grupo B é atendida, restando, portanto, analisar se os valores calculados são passíveis de aplicação, tanto da ótica da fatura do consumidor quanto da arrecadação da distribuidora. Essa verificação é feita na seção de resultados.

2.2 Resultados

Para verificação dos primeiros resultados do estudo iniciado e ainda em curso, a aplicação da nova tarifa binômica foi realizada junto a uma pequena parcela dos consumidores de baixa tensão da CPFL Paulista: 100 mil consumidores de baixa tensão subdivididos nos três subgrupos tarifários B1, B2 e B3 proporcionalmente às suas participações quanto à totalidade do número de consumidores nestes estratos. Objetivando-se analisar seus impactos no primeiro ano de sua aplicação, foi escolhido o período entre abril de 2015 e março de 2016.

Por hipótese, sendo 2015 o ano de início de vigência das novas tarifas, os valores aplicados aos consumidores da CPFL Paulista foram calculados segundo o processo construtivo apresentado em item anterior.

A **Tabela 1** mostra os valores reais das tarifas de uso estruturadas na forma monomial e efetivamente aplicadas aos consumidores da CPFL Paulista entre os meses de abril de 2015 e março de 2016.

Subgrupo tarifário	TUSD Energia Monômia (R\$/MWh)	TUSD Fio A Monômia (R\$/MWh)	TUSD Fio B Monômia (R\$/MWh)	TUSD Encargos Monômia (R\$/MWh)	TUSD Perdas Monômia (R\$/MWh)
Subgrupo B1	167,94	10,09	71,89	61,04	24,92
Subgrupo B2	167,94	10,09	71,89	61,04	24,92
Subgrupo B3	159,54	9,59	68,30	57,98	23,67

Tabela 1: PCAT 2015 (tarifas monômias).

E a **Tabela 2** mostra os valores calculados para as tarifas de uso estruturadas na forma binomial e os dados de fatores de carga utilizados necessários para os cálculos.

Subgrupo Tarifário / Faixas	TUSD Fio A Binômia (R\$/kW) [A]	TUSD Fio B Binômia (R\$/kW) [B]	TUSD Demanda Binômia (R\$/kW) [C]=[A]+[B]	TUSD Energia Binômia (R\$/MWh) Perdas + Encargos	Fator de carga da campanha de medidas
Subgrupo B1					
0-100	2,85	20,34	23,19	85,96	0,393
100-220	2,96	21,07	24,03	85,96	0,407
220-500	3,10	22,12	25,22	85,96	0,427
500-1000	3,49	24,84	28,33	85,96	0,480
> 1000	4,24	30,23	34,48	85,96	0,584
Subgrupo B2					
0-300	2,93	20,88	23,82	85,96	0,403
300-1000	3,18	22,64	25,82	85,96	0,437
1000-5000	4,04	28,80	32,85	85,96	0,556
> 5000	5,11	36,42	41,53	85,96	0,704
Subgrupo B3					
0-2500	3,72	26,53	30,26	81,66	0,540
2500-5000	4,36	31,06	35,41	81,66	0,632
5000-10000	4,83	34,39	39,22	81,66	0,699
> 10000	5,56	39,65	45,21	81,66	0,806

Tabela 2: PCAT 2015 (tarifas binômias).

A nova estrutura tarifária proposta em bases binomiais, além do cálculo de suas tarifas propriamente dito, apresenta como principal avanço a concepção de um valor mínimo de demanda a ser cobrado de cada consumidor em virtude de sua conexão às redes da distribuidora, aqui denominado de Demanda Contratada (DC). Este valor mínimo deve ser responsável pela recuperação de toda a receita de Fio B e sua forma de cobrança foi concebida de maneira a responsabilizar cada consumidor de acordo com o perfil de carga que ele possui (representado pelo fator de carga) e pelo peso que ele e seus pares têm na utilização do sistema da distribuidora (número de consumidores e seu mercado de energia vinculado).

Lembrando-se que, na metodologia regulatória atual de cálculo de responsabilidade de potência, o número de pontas observado nas redes-tipo pode ser maior que um, o critério adotado para a definição de uma ponta considera que qualquer demanda horária superior a 90% da demanda máxima de uma curva de rede-tipo é avaliada como uma ponta.

Diante disso, os valores de uma DC igual a 90% da demanda máxima, o fator de carga e a TUSD Fio B Binômia para os 100 mil consumidores da CPFL Paulista do estudo por faixa dos subgrupos tarifários B1, B2 e B3 são apresentados na **Tabela 3**.

Faixas por subgrupo tarifário (kWh)	Número de unidades consumidoras [A]	Fator de carga [B]	DC a 90% (kW) [C]	TUSD Fio B Binômia (R\$/kW) [D]
Subgrupo B1				
0-100	21.682	0,393	0,2118	20,34
100-220	41.830	0,407	0,4733	21,07
220-500	25.274	0,427	0,8627	22,12
500-1000	2.511	0,480	1,6842	24,84
> 1000	503	0,584	3,9723	30,23
Subgrupo B2				
0-300	740	0,403	0,4815	20,88
300-1000	759	0,437	1,6055	22,64
1000-5000	281	0,556	4,3320	28,80
> 5000	20	0,704	14,5226	36,42
Subgrupo B3				
0-2500	5.831	0,540	1,1020	26,53
2500-5000	381	0,632	6,8010	31,06
5000-10000	158	0,699	11,8444	34,39
> 10000	30	0,806	20,1945	39,65
TOTAIS	100.000			

Tabela 3: Receita mínima com DC a 90% da demanda máxima.

Por sua vez, na **Tabela 4** é mostrado o efeito médio percebido pelo conjunto de 100 mil consumidores analisado. Tal efeito representa um aumento médio de 3,25% na fatura, o que corresponde a R\$ 3,14.

Faixas por subgrupo tarifário (kWh)	Efeito médio (R\$)	Efeito médio (%)
Subgrupo B1		
0-100	0,05	0,11
100-220	1,37	2,19
220-500	3,21	2,93
500-1000	8,26	3,53
> 1000	43,63	7,35
Subgrupo B2		
0-300	-0,32	-0,45
300-1000	12,89	7,46
1000-5000	61,60	11,03
> 5000	187,41	6,07
Subgrupo B3		
0-2500	13,01	6,93
2500-5000	28,56	2,17
5000-10000	48,97	1,97
> 10000	225,79	5,04

Faixas por subgrupo tarifário (kWh)	Efeito médio (R\$)	Efeito médio (%)
B1	1,98	2,55
B2	17,00	7,61
B3	15,82	4,77
GERAL	R\$ 3,14	3,25 %

Tabela 4: Efeito médio para o conjunto de 100 mil consumidores analisados.

3 | CONCLUSÕES

A fim de demonstrar a viabilidade de implementação das novas tarifas junto aos consumidores de baixa tensão, estudos mais abrangentes estão sendo realizados, tais como: a aplicação da metodologia proposta em mais de uma distribuidora e em eventos tarifários consequentes.

De toda forma, os primeiros resultados se mostram promissores no cumprimento dos objetivos perseguidos, sendo eles: garantir uma alocação justa dos custos com a rede de distribuição, reduzindo os possíveis subsídios cruzados existentes, além de introduzir um efeito estabilizador da receita de parcela B das distribuidoras frente a cenários de forte redução de mercado e evitar distorções tarifárias hoje existentes na atual estrutura monômnia.

Dado o aspecto inovador de uma cobrança via tarifas binômias cuja construção é bastante simples e objetiva, podendo ser facilmente compreendida pelo consumidor, e considerando que esta nova estrutura tarifária pode ser encarada como a pedra fundamental para o setor elétrico brasileiro se adaptar às novas tecnologias disruptivas, os efeitos médios na fatura dos consumidores de baixa tensão, até o momento, são consideravelmente baixos, não se apresentando como impeditivos para sua real efetivação.

Uma vez vencida a barreira do primeiro ano de aplicação da tarifa binômnia, e tendo-se o conhecimento do mercado de demanda faturada, restaria determinar os novos valores de tarifas binômias a serem aplicados ao mercado como um todo para os próximos 12 meses considerando um novo patamar de receita requerida de Fio B.

Assim, esta receita estaria preparada para uma nova realidade do setor elétrico, com benefícios para os consumidores, que passam a usufruir de um sistema elétrico melhor adaptado a receber as atuais e futuras transformações tecnológicas, proporcionando um ambiente seguro para novos negócios pelo lado da carga; e para as distribuidoras, quanto à diminuição de seu risco de exposição às variações de mercado com garantias robustas de obtenção da receita necessária à prestação do serviço de fio.

REFERÊNCIAS

- BARTUSCH, C., WALLIN, F., ODLARE, M., VASSILEVA, I., & WESTER, L. (2011). **Introducing a Demand-based Electricity Distribution Tariff in the Residential Sector: Demand Response and Customer Perception**. *Energy Policy*, 39, 5008-2025.
- BENTZEN, J., & ENGSTED, T. (Janeiro de 1993). **Short and Long-Run Elasticities in Energy Demand**. *Energy Economics*, 9-16.
- BRAITHWAIT, S., HANSEN, D., & O'SHEASY, M. (2007). **Retail Electricity Pricing And Rate Design In Evolving Markets**. Washington, D.C.: Edison Electric Institute.
- F.S. El Hage, L. P. Ferraz, & M. A. Delgado, **“A Estrutura Tarifária de Energia Elétrica”**, Ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2011.
- Hopkinson, John, **“The Cost of Electric Supply: Presidential Address to the Joint Engineering Society”**. November 4, 1892. Appears in *Original Papers by the Late John Hopkinson, Volume 1, Technical Papers*, edited by B. Hopkinson, Cambridge University Press, 1901.
- F. Lévêque, **“Transport Pricing of Electricity Networks”**. Ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003, p. 175-177.
- D. North. **“Custos de Transação, Instituições e Desempenho Econômico”**. Instituto Liberal, 1992.
- R. S. Pindyck, D. L. Rubinfeld. **“Microeconomia”**. 5. Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

NOSTANDBY – ELIMINAÇÃO DO CONSUMO STAND BY EM APARELHOS ELETRÔNICOS

Tiago Terto de Oliveira

Enel Distribuição Ceará
Fortaleza – Ceará

Marcony Esmeraldo de Melo

Enel Distribuição Ceará
Fortaleza – Ceará

Odailton Silva de Arruda

Enel Distribuição Ceará
Fortaleza – Ceará

Lucas Félix Magalhães

Enel Distribuição Ceará
Fortaleza – Ceará

Eveni Pereira Cosme

ViaSoluTI
Fortaleza – Ceará

Programa de Eficiência Energética – PROPEE, aprovados pela Resolução nº556/2013 e atualizados pela Resolução nº830/2018, como projeto piloto pertencente ao Programa de Eficiência Energética – PEE das distribuidoras Enel Ceará e Enel Rio, com o objetivo de instalar 2000 (duas mil) unidades em consumidores residenciais dos estados do Rio de Janeiro e Ceará. Os resultados alcançados demonstram o potencial de redução do consumo e demanda no horário de ponta para clientes residenciais, quando aliado às práticas de uso consciente da energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: Baixo Consumo, Eficiência Energética, Inovação, *Stand-by*

ABSTRACT: This article presents an Energy Efficiency action based on the installation of specialized equipment in the elimination of energy consumption in standby mode, of electronic devices that have such a characteristic, such as televisions, DVD players and television receivers. The No-StandBy equipment is an electric extension of six outlets in the ABNT standard (NBR 14136/02). Of these, four sockets have the functions of line filter and smart filter and two have only line filter. The project was elaborated according to Procedures of the Energy Efficiency Program - PROPEE, approved by Resolution n ° 556/2013 and updated by Resolution n ° 830/2018, as a pilot

RESUMO: O presente artigo apresenta uma ação de Eficiência Energética baseada na instalação de equipamentos especializados na eliminação do consumo de energia no modo de espera (função stand by), de aparelhos eletrônicos que possuam tal característica, como televisores, aparelhos de DVD e receptores de televisão. O equipamento No-StandBy é uma extensão elétrica de seis tomadas no padrão ABNT (NBR 14136/02). Destas, quatro tomadas possuem as funções de filtro de linha e filtro inteligente e duas possuem apenas filtro de linha. O projeto foi elaborado conforme Procedimentos do

project belonging to the Energy Efficiency Program - PEE of the distributors Enel Ceará and Enel Rio, with the objective of installing 2000 (two thousand) units in residential consumers in the states of Rio de Janeiro and Ceará. The results show the potential of reducing consumption and demand at peak hours for residential customers, when combined with the practices of conscious use of electric energy.

KEYWORDS: Energy Efficiency, Low Consumption, Standby, Pilot Project, Innovation

1 | INTRODUÇÃO

Temos hoje uma sociedade cada vez mais moderna e cercada de conforto e comodidade. Com isso, muitos destes avanços da modernidade são trazidos por equipamentos eletroeletrônicos, tais como: Micro-ondas, Condicionadores de Ar, Aparelhos de conexão de televisor à cabo, uso de controle remotos, entre outros. Com a evolução desses equipamentos, surge a tecnologia do Stand by ou modo de espera (função modo de espera dos equipamentos que agiliza o acionamento por manter parte de seus circuitos energizados). Assim, o stand by, que por um lado é aliado na comodidade do consumidor, por outro, é um agente de desperdício de energia, gerando um aumento do valor na conta de energia causado por esse consumo adicional que o stand by necessita. Assim, visando a redução no desperdício de energia elétrica nas instalações residenciais, o programa de Eficiência Energética das distribuidoras Enel Ceará e Enel Rio desenvolveu um projeto piloto, no qual um filtro inteligente denominado No Standby é responsável por desconectar da rede convencional de energia elétrica os aparelhos que estão em modo Standby. O fluxograma que rege o princípio de funcionamento da lógica elétrica do filtro inteligente é demonstrado abaixo na Figura 1.

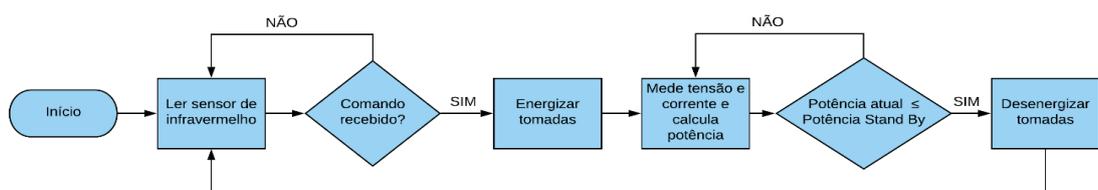


Figura 1 - Fluxograma de funcionamento do equipamento NoStandby.

O filtro de linha inteligente NoStandby monitora continuamente o consumo total dos equipamentos conectados às suas tomadas e tem a capacidade de detectar quando todos estão em modo *stand-by*. Após essa detecção, o filtro desliga da rede elétrica todas as tomadas conectadas à linha inteligente para desativar o modo de espera destes equipamentos. Para o acionamento de um dispositivo conectado à linha inteligente basta ativar qualquer botão de qualquer controle remoto com infravermelho, pois o filtro possui um sistema de detecção de comandos infravermelhos que religa todas as tomadas à rede elétrica, reativando o modo *stand-by* dos aparelhos para que

o usuário possa utilizá-lo normalmente através de seu controle remoto. A Tabela 1 apresenta o quadro resumo do referido projeto.

Quadro Resumo do Projeto	
Título do projeto	NoStandby – Eliminação do Consumo <i>Stand-by</i> em Equipamentos Eletrônicos
Empresa	ENEL Distribuição Ceará e ENEL Distribuição Rio
ESCO	ViaSoluTI
Cliente	Área de concessão da ENEL Distribuição Ceará e ENEL Distribuição Rio
Valor investido	R\$ 728.957,56
Valor da Contrapartida	Sem contrapartida
Modalidade	Recursos não reembolsáveis
Tipo	Projeto Piloto
RCB	Previsto CE e RJ (1,69) Realizado CE (1,21) Realizado RJ (1,33)

Tabela 1- Quadro com Resumo das informações principais do projeto.

O Programa de Eficiência Energética – PEE busca expandir os benefícios da energia economizada e da demanda evitada para o setor elétrico através da transformação do mercado de eficiência energética, estímulo do desenvolvimento de tecnologias inovadoras e criação de boas práticas racionais de uso da energia elétrica, contribuindo para formação de consumidores engajados no combate ao desperdício de energia.

No âmbito da Enel Distribuição Ceará, o PEE prospecta e promove ações voltadas à eficiência energética nos consumidores da sua área de concessão por meio de projetos voltados à todas as classes de fornecimento, dentre estes vários, estão os projetos pioneiros, aqueles considerados promissores, inéditos ou inovadores na área de eficiência energética, ao passo que o objetivo é a busca de experiência para ampliar sua escala de execução, sendo este, portanto, o enquadramento na qual o Projeto NoStandby está inserido.

O intuito deste capítulo é mostrar a tecnologia que fundamenta o produto NoStandby, bem como os resultados de sua aplicação em nível de teste como projeto piloto pelo Grupo Enel no estado do Ceará. O projeto NoStandby é fruto de uma parceria entre o Grupo Enel e as empresas ViaSoluTI e DPM Engenharia, onde a ViaSoluTI é uma ESCO – do inglês *Energy Services Company* - especializada em projetos de eficiência energética e gestão de projetos de PD&I com mais de 10 anos de experiência, a DPM Engenharia é a desenvolvedora e fabricante do produto inovador e o Grupo Enel é responsável pela implantação do projeto, realizando registros e estudos de viabilidade técnica e financeira com vista a promoção do projeto piloto no âmbito do PEE.

2 | A TECNOLOGIA NOSTANDBY

A inserção da tecnologia NoStandby – no mercado de eletrodomésticos residenciais em geral trouxe uma inovação no setor de eficiência energética no que tange a economia para clientes residenciais. O NoStandby, além de um avanço intermediário, propõe uma solução ao modo de espera e traz em si um conceito de fomentar um consumidor de energia mais consciente. Recentemente os fabricantes de televisores vem adequando seus produtos para que tenham um consumo mínimo em *stand-by* devido à exigência do mercado. Apesar deste avanço, alguns fabricantes de outros equipamentos não seguem a mesma linha e a substituição dos aparelhos menos eficientes é lenta devido a vida útil relativamente alta e ao baixo poder aquisitivo dos consumidores brasileiros. Portanto, pode-se assumir que a média de *stand-by* destes aparelhos no país ainda é bastante alta.

Grande parte dos equipamentos eletroeletrônicos possuem a opção de operarem no estado de *stand-by* para executarem sua função principal com mais rapidez através de algum comando vindo de um controle remoto ou botão. Apesar de não exercer sua função principal, o equipamento está ligado e, conseqüentemente, consome energia através de componentes eletrônicos como: sensores, LED's indicadores, fonte de energia e microprocessadores.

O consumo *stand-by* de cada equipamento é relativamente baixo, porém, quando somados numa residência e num período significativo, cerca de 20 horas diárias, resultam numa percentagem considerável do consumo total ao final do mês. Segundo o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor em 2008, o gasto de energia por *stand-by* é responsável por até 15% do consumo mensal de uma residência. As potências do modo de espera variam com o modelo, fabricante e ano de montagem do equipamento.

Dados de estudos de Dantas (2014) e Telles (2013), que totalizam uma amostra de cerca de 15 mil domicílios, indicam que os aparelhos eletroeletrônicos mais comuns nas residências na região nordeste e sudeste são os televisores, seguidos pelos DVDs e aparelhos de som. Nestes estudos também foram calculados o consumo médio de cada tipo de aparelho eletroeletrônico através de uma medição de uma amostra significativa e através da consulta aos manuais de instrução de alguns deles, de acordo com a Tabela 1, os dados de tempo de utilização foram obtidos na base de dados do PROCEL.

Equipamento	Potência em Standby (W)	Utilização/ Mês (horas)	Standby/ Mês (horas)	Consumo Médio Mensal em StandBy(kWh)	Valor (R\$)
Televisor	6	150	570	3,42	2,39
DVD	2,1	16	704	1,48	1,03
Aparelho de som	6,6	60	660	4,36	3,05
Decodificadores de TV por assinatura	8,2	150	570	4,67	3,27
Impressora	3,2	30	690	2,21	1,55
Videogame	2	60	660	1,32	0,92
Microondas	2,3	7,5	712,5	1,64	1,15
Ar condicionado	9	240	480	4,32	3,02
Custo mensal					16,39

Tabela 2 - Consumo de equipamentos em modo stand-by.

Com estas informações, pode-se assumir algumas combinações mais comuns de equipamentos e realizar estimativas de consumo e custo mensais de energia elétrica destes equipamentos nas residências da região Nordeste, conforme mostrado na Tabela 2.

	Equipamento				Valor mensal (R\$)
	Televisor	DVD	Aparelho de som	Decodificadores de TV/Parabólica	
Residência 1	X	X			3,42
Residência 2	X	X	X		6,47
Residência 3	X	X	X	X	9,74
Residência 4	X			X	5,67
Residência 5	X		X		5,44

Tabela 3 - Exemplo de despesas em residências devido ao modo de espera.

Estes valores podem variar de acordo com o modelo dos equipamentos, ano de fabricação e pela quantidade de equipamentos que a residência possui, já que esta estimativa é de apenas 1 unidade de cada equipamento. Todos os cálculos foram efetuados utilizando valores médio de *stand-by* de vários aparelhos e fabricantes, ou seja, existem situações em que o prejuízo causado por este consumo é ainda maior.

2.1 DETALHAMENTO DO PRODUTO NOSTANDBY

O equipamento NoStandby consta de uma régua de seis tomadas no padrão ABNT (NBR 14136/02). Quatro das tomadas possuem as funções de filtro de linha e filtro inteligente, enquanto uma delas somente o filtro de linha. No que se refere às especificações do produto, o filtro possui capacidade máxima de corrente de 10 A, podendo ser utilizado nas tensões de 127 V a 240 V em corrente alternada,

possui ainda, proteção contra surto de tensão e interferência. O NoStandby monitora continuamente o consumo total dos aparelhos conectados às suas tomadas e tem a capacidade de detectar quando todos estes entram em modo de standby. Após esta detecção, o equipamento desliga da rede elétrica todas as tomadas conectadas à linha inteligente para desativar o modo standby destes aparelhos. Quando um aparelho é ligado, o NoStandby reconhece e mantém todas as tomadas da linha inteligente ligadas. A Figura 2 mostra o esquema ilustrativo de configuração e uso do equipamento. Para realizar a parametrização do filtro inteligente, é necessária a realização dos seguintes passos:

1. Conectar os equipamentos com característica de stand by nas 4 tomadas inteligentes;
2. Conectar o filtro à rede elétrica, através do cabo de alimentação, ligando a chave liga/desliga;
3. Desligar todos os equipamentos em questão, mantendo-os em modo stand by;
4. Com a ponta de uma caneta, pressionar o pequeno botão lateral do filtro, até que o LED pisque 3 vezes, neste momento, o filtro detecta o nível de potência em stand by do conjunto, sendo o valor de referência para a atuação do equipamento;
5. Esticar o cabo do sensor de infravermelho, posicionando-o de modo a permitir a recepção dos comandos do controle remoto com facilidade.

Após o procedimento acima, o equipamento estará em correto funcionamento dentro de 30 segundos, o LED desligado indica que o consumo stand by dos equipamentos conectados nas tomadas inteligentes está sendo evitado. Após a correta parametrização do filtro, o funcionamento do mesmo se dá como o mostrado no fluxograma da Figura 1.

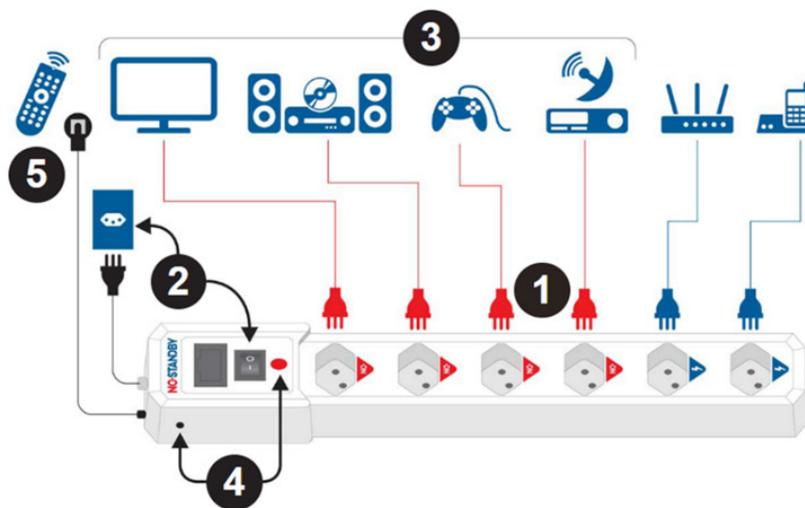


Figura 2 - Esquema ilustrativo do equipamento NoStandby.

Para o acionamento de um aparelho conectado à linha inteligente, basta ativar qualquer botão de qualquer controle remoto com IR (Infravermelho), de qualquer aparelho eletrônico, pois o equipamento possui um sistema de detecção de comandos IR que religa todas as tomadas à rede elétrica, reativando o modo de *stand-by* dos equipamentos para que o usuário possa utilizar normalmente o equipamento através de seu controle remoto. A Figura 3 se trata de uma imagem real do equipamento e a Figura 4 se trata de destaques de benefícios do NoStandby.



Figura 3- Imagem do equipamento NoStandby.



Figura 4 - Destaques de benefícios do NoStandby.

2.2 ESTRATÉGIA DE M&V PARA PROJETO PILOTO DA ENEL DISTRIBUIÇÃO CEARÁ

Conforme modelo do consumo de referência para clientes residenciais, temos a composição do Plano de Medição e Verificação dos Resultados – Módulo 8, realizando a medição da energia consumida no ponto de funcionamento do equipamento, com curva de consumo, aplicando a extrapolação e anualização dos valores de consumo.

Diante as características do projeto, resolveu-se utilizar a Opção B do PIMVP, com a medição de todos os parâmetros elétricos, através de um medidor com memória de massa instalado na tomada principal que alimenta os aparelhos eletrônicos. Decidiu-se explorar um pouco mais o processo de M&V, realizando medições em um período maior do que, tradicionalmente, se pratica, passando para 02 (dois) meses de medição, em cada cliente, registrando os valores totais consumido durante um mês antes da instalação e um mês depois.

Pressupondo um número considerável de unidades medidas muito próximas às de toda a população, consideraremos como amostra, estatisticamente significativa, o número de 90 instalações medidas, em todos seus parâmetros elétricos (opção B). Os resultados apresentados a seguir se baseiam no processo de M&V realizado no grupo de consumidores da Enel Distribuição Ceará.

2.3 RESULTADOS ALCANÇADOS

Além dos benefícios energéticos oriundos da utilização do NoStandby, o processo de M&V foi realizado com vistas a identificar parâmetros que afetariam diretamente o desempenho e os resultados do equipamento, como já mencionado, o aparelho tem seus resultados potencializados se utilizado em consonância à prática de consumo consciente.

Foram obtidos os seguintes valores a partir da média dos valores medidos (correspondendo ao valor médio de cada equipamento NoStandby instalado), sendo mostrados na Tabela 4.

GRANDEZA	PERÍODO		ECONOMIA
	LINHA DE BASE	DETERMINAÇÃO	
POTÊNCIA TOTAL (W)	45,3	35,7	9,2
DEMANDA PONTA (W)	54,4	47,7	6,7
CONSUMO (kWh/ano)	396,5	312,4	80,8

Tabela 4 - Resultados alcançados para o Projeto no Ceará (valores médios).

Projetando-se os valores médios para o universo do projeto, igual a 1000 equipamentos NoStandby fornecidos e instalados, os seguintes resultados são obtidos:

- Energia economizada: **80,8 MWh/ano**

- Demanda retirada na ponta: **6,7 kW**

A curva de carga correspondente à média dos valores medidos está representada na Figura 5.

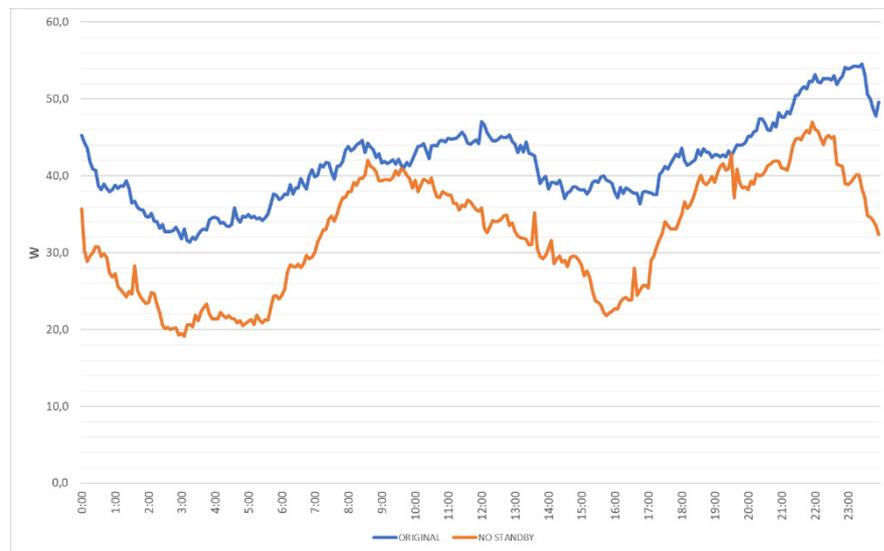


Figura 5 - Curva de carga média para os consumidores medidos no Ceará, antes e depois da AEE.

Pela curva de carga mostrada na Figura 5, observa-se que para toda a amostra de consumidores medidos, a curva de carga média pós-instalação do NoStandby se manteve abaixo da curva de carga média no período pré-instalação do equipamento.

2.3.1 RELAÇÃO CONSUMO X EMISSÃO DE CO₂

Tomando-se a energia economizada de 80,7MWh/ano pode-se fazer uma estimativa da compensação da emissão de CO₂ proveniente a utilização do filtro de linha inteligente, NoStandby. Fazendo-se a conversão dos 80,7MWh/ano em toneladas de CO₂ obtém-se as seguintes relações:

- 80,8 MWh/ano equivale a 10,94 toneladas CO₂ por ano

E essa emissão é de toneladas de CO₂ é semelhante ao desmatamento de 70 árvores. Ou seja, ao utilizar o NoStandby deixa-se de emitir mais de 10 toneladas de CO₂ e com isso percebe-se que além da vantagem da diminuição no valor da conta de energia, contribui-se diretamente com o objetivo 12 da ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – que busca o consumo sustentável e indiretamente com o objetivo 15 da ODS que tem por meta a proteção, recuperação e uso sustentável dos ecossistemas terrestres.

2.3.2 EXEMPLIFICAÇÃO DO TEMPO DE CONSUMO EM STAND-BY

O processo de Medição & Verificação realizado analisou o tempo de uso dos equipamentos conectados ao NoStandby. Os valores medidos, embora não permitam discriminar o uso individualizado de cada equipamento, mostram utilização bastante superior. A Figura 6 ilustra medição em um ponto específico, e uso intenso dos equipamentos. O período de *stand-by* vai de 01:00 a 11:00, havendo uso de pelo menos um equipamento no restante do tempo.

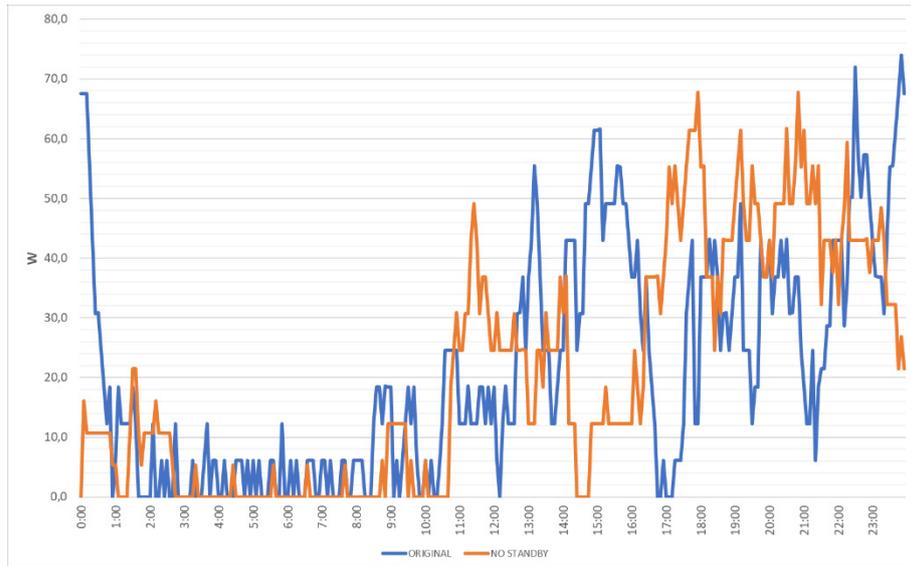


Figura 6 - Exemplo de medição para o tempo de consumo em stand-by.

2.3.3 POTÊNCIA EM STAND-BY

Como já mencionado, o equipamento é projetado para desligar totalmente os aparelhos consumindo em modo *stand-by*. A potência neste estado pode ser significativa, como visível na Figura 7.

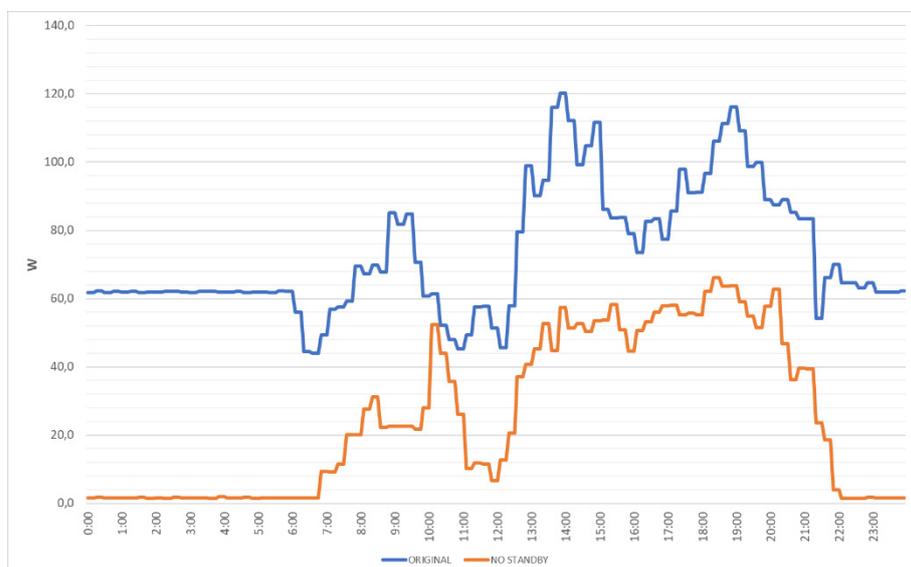


Figura 7 - Potência ao longo do dia para a amostra medida.

2.3.4 PADRÕES DE USO DE EQUIPAMENTOS

O uso de equipamentos em consumidores residenciais apresenta grande variação. Em alguns casos foi verificada variação no tempo de uso entre os períodos original e após instalação do NoStandby – ou seja, entre semanas consecutivas. A Figura 8 ilustra o padrão de consumo para os usuários medidos em valores médios.

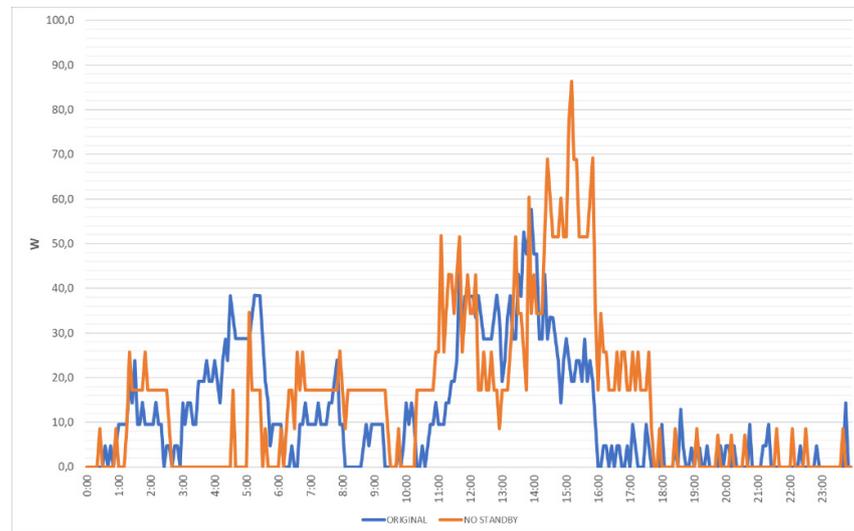


Figura 8 - Padrão de consumo ao longo do dia para os usuários medidos.

Pode ser visto na Figura 8 que o consumidor passa a utilizar equipamentos entre 16:00 e 18:00, após instalação do NoStandby. Também é visível que os maiores valores de potência ocorrem após instalação do equipamento, indicando que o consumidor passou a utilizar simultaneamente equipamentos (o que não fora verificado no período original).

2.4 BENEFÍCIOS ADICIONAIS ESPERADOS

Para o Cliente:

- Eficiência Energética na sua residência, através do uso efetivo da energia;
- Práticas de consumo adequadas da energia, contribuindo para a sustentabilidade do meio ambiente;
- Economia na conta de energia.

Para a comunidade:

- Construção de uma nova consciência de consumo a partir do uso de equipamentos voltados ao consumo eficiente, pautados na conscientização e na preservação ambiental, garantindo a conservação dos recursos naturais

para as futuras gerações.

- Teste efetivo do nível de aderência de consumidores às novas tecnologias, ainda em amadurecimento no setor elétrico brasileiro, sinalizando, através de estímulos econômicos, o consumo em efetivo.

Para a concessionária:

- Redução do desperdício de energia elétrica;
- Disseminação da cultura de preservação da energia elétrica;
- Satisfação do cliente com a inserção de novas tecnologias

2.5 PARTICIPAÇÕES DO NOSTANDBY

O NoStandby participou do evento SENDI 2018 – Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica que ocorre com periodicidade de 2 anos que teve sua primeira edição em Fortaleza no ano de 2018. Contava com mais de 250 trabalhos técnicos, dentre eles o NoStandby, que recebeu premiação de melhor pôster.

Ele também vem sendo anexado em outros projetos de eficiência energética – PEE – da Enel Brasil, que são o programa Luz Solidária e o Enel Compartilha Troca Eficiente. O Luz Solidária é um programa de incentivo de troca de eletrodomésticos usados por outros mais eficientes. A motivação para isso é desconto de 50% na compra de equipamentos mais eficientes. Esse programa é válido em toda área de concessão da Enel. Já o Enel Compartilha Troca Eficiente, é um programa no qual equipamentos são doados a comunidades carentes.

3 | CONCLUSÕES

É perceptível, portanto, um grande desperdício de energia elétrica nas residências por conta do modo de espera dos equipamentos eletroeletrônicos que ficam continuamente ligados à rede elétrica mesmo quando não necessitam. Com a utilização do produto NoStandby, pode-se evitar este consumo economizando energia elétrica e consequentemente reduzindo os gastos com energia de cada usuário.

O custo final do equipamento gira em torno de R\$140,00 assim, o cliente pode recuperar seu investimento em menos de 1 ano, pois a economia mensal pode facilmente chegar a mais de R\$10,00. Ao mesmo tempo, o produto apresenta também a função de filtro de linha, superando assim os produtos existentes no mercado, que possuem preços que variam entre R\$30,00 e R\$120,00, porém não atuam de forma inteligente sobre o consumo dos aparelhos e a grande maioria não possui o circuito de filtro proposto.

Vale salientar que a utilização correta do equipamento NoStandby torna-se

mais eficiente quando ele é utilizado com a sua capacidade máxima de agrupamento de aparelhos eletroeletrônicos conectados entre 3 (três) a 4 (quatro) das tomadas inteligentes existente no referido equipamento. E os resultados econômicos tendem a melhorar com a redução do custo do equipamento em função da produção em maior escala na indústria, tornando o custo mais competitivo no varejo.

Os resultados obtidos e o impacto do desenvolvimento do sistema de eliminação de consumo *stand-by* demonstram a eficiência deste projeto como uma ação de eficiência energética ao se observar que houve redução considerável de consumo de energia e de demanda na ponta para o sistema elétrico, levando em consideração que o sucesso do projeto depende da manutenção das boas práticas de consumo pelos usuários da instalação, que por meio do NoStandby, podem proporcionar comodidade e eficiência no uso de seus equipamentos. Ademais, os ganhos com a implantação deste tipo de tecnologia sobressaem os convencionalmente encontrados, uma vez que os ganhos obtidos são direcionados ao cliente e a distribuidora, além do fato de que a promoção de projetos piloto incentiva o mercado, fomentando o desenvolvimento de novas tecnologias, fortalecendo os setores industrial e de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANEEL. Módulo 5 – **Tipologias de projeto - PROPEE**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/zip/PROPEEv1.zip>>.

ANEEL. Módulo 7 – **Cálculo da viabilidade - PROPEE**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/zip/PROPEEv1.zip>>.

DANTAS, B. F., **Estimativa do impacto no consumo de energia causado pelo standby dos aparelhos eletroeletrônicos**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR - IDEC. **Energia desperdiçada**. Disponível em: <http://www.idec.org.br/uploads/revistas_materias/pdfs/2008-07-ed123-capa-standby.pdf>. Acesso em: 11/08/2015.

TELLES, F. M., **Estimativa do consumo advindo dos aparelhos com stand by nos domicílios brasileiros**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2013.

RESSARCIMENTO DE DANOS ELÉTRICOS CARIMBO DO TEMPO COMO FERRAMENTA PARA MITIGAÇÃO DO RISCO DE TRANSGRESSÃO DE PRAZOS REGULADOS

Alex Calvo Vieira

Companhia Paulista de Força e Luz
Campinas – SP

Neiva Beatriz Ferreira Silva Vicentin

Companhia Paulista de Força e Luz
Campinas – SP

RESUMO: O processo de ressarcimento de danos elétricos é regulamentado pelo Módulo 9 do PRODIST e REN ANEEL 414/2010 em seus artigos 203 a 211, sendo um dos maiores desafios o cumprimento dos prazos regulados estabelecidos para suas três etapas Verificação, Resultado e Pagamento.

Este trabalho versa sobre a utilização da tecnologia como forma de viabilizar maior agilidade na realização de comunicações com consumidores através do serviço de carimbo do tempo desenvolvido pelo Observatório Nacional, ligado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, que possibilita ganhos para as distribuidoras que serão apresentados e discutidos.

PALAVRAS-CHAVE: Anexo III, correspondências, E-mail, prazos, ressarcimento, carimbo do tempo.

ABSTRACT: The process of reimbursement of electrical damages is regulated by Module 9 of PRODIST and REN ANEEL 414/2010 in articles

203 to 211, one of the biggest challenges being compliance with the established deadlines established for its three stages Verification, Result and Payment.

This work deals with the use of technology as a way to enable greater agility in the conduct of communications with consumers through the service of time stamp developed by the National Observatory, linked to the Ministry of Science and Technology, which allows gains for the distributors that will be presented and discussed.

KEYWORDS: Annex III, correspondence, E-mail, deadlines, reimbursement, time stamp.

1 | INTRODUÇÃO

A CPFL Paulista e CPFL Piratininga são responsáveis pelo fornecimento de energia elétrica a 6,1 milhões de consumidores distribuídos em 261 municípios no estado de São Paulo, conforme pode ser observado no mapa a seguir.

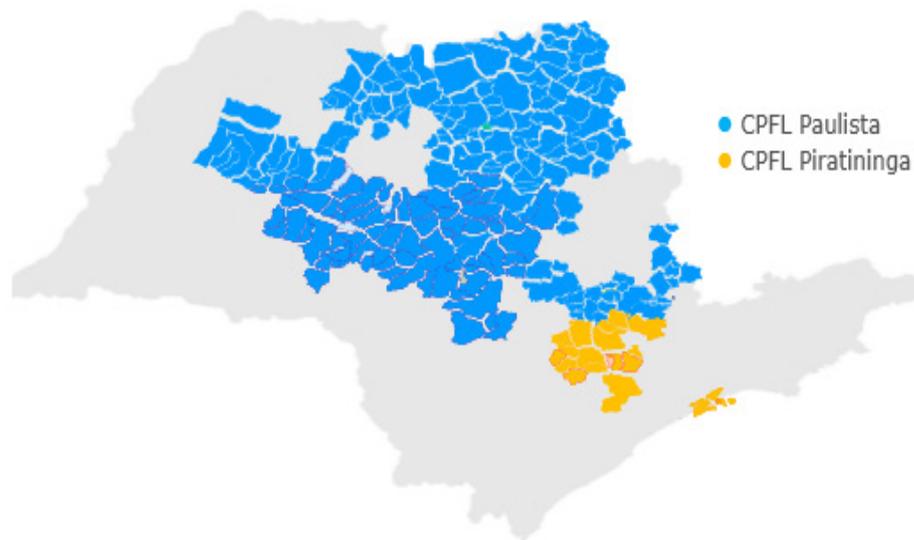


Figura 1 – Mapa da área de concessão das empresas CPFL Paulista e CPFL Piratininga.

Entre os anos de 2015 e 2017 foram tratadas 121 mil solicitações de ressarcimento de danos elétricos somados os pedidos das empresas CPFL Paulista e CPFL Piratininga.

O processo de ressarcimento de danos elétricos é extremamente complexo devido aos diversos prazos envolvidos, em todas as suas etapas de análise, inclusive o prazo para entrega das comunicações é imputado a distribuidora, sendo o maior ofensor no desafio de diminuir a transgressão dos prazos legais. Os prazos são contados excluindo-se o dia do início e computando-se o da data do vencimento, sendo 10 (dez) dias para analisar a ocorrência do evento, do nexos causal com a reclamação e executar a vistoria; 15 (quinze) dias para dar a resposta ao consumidor; 20 (vinte) dias para consertar o equipamento ou pagar o ressarcimento.

Atrasos no cumprimento do prazo geram compensações aos consumidores e no caso do prazo de pagamento também a correção monetária através do IGP-M, além de estar passivo de eventual multa aplicada pelas agências fiscalizadoras.

O trabalho pretende apresentar alternativas de melhorias dos procedimentos adotados, tendo como foco a utilização do carimbo do tempo nas comunicações via e-mail do processo de ressarcimento de danos elétricos, diante aos desafios enfrentados pelas distribuidoras, onde atualmente encaminham as correspondências aos consumidores requerendo o envio de laudos e orçamentos para fins de análise do nexos de causalidade. Destaca-se que esses prazos regulamentares acima mencionados são interrompidos ou suspensos somente se houver pendência de resposta por parte do consumidor e não em decorrência do tempo procedimental incorrido pela Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos no envio de comunicações endereçadas ao consumidor, o que acaba deixando as distribuidoras subjugadas ao monopólio daquela Empresa que também enfrenta seus desafios, como por exemplo, recorrentes greves e paralisações realizadas por seu funcionários.

Neste contexto o trabalho vem analisar e apresentar as alternativas às distribuidoras mediante o cenário atual, onde os consumidores estão cada vez mais conscientes de seus direitos e a maior divulgação de canais de atendimento ofertados pela distribuidora, somadas ao aumento de aquisição de eletroeletrônicos e as projeções de modernizações e novas tecnologias, que tem relação direta com o crescimento do volume de solicitações de ressarcimento de danos elétricos, cabendo as distribuidoras o desafio de receber analisar e gerir os diversos prazos regulados associados aos pedidos.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 A ferramenta de comunicação com selo certificado pelo observatório nacional.

A evolução tecnológica na comunicação, em que gradualmente o papel tem sido substituído por bits e bytes, trouxe o desafio sobre como evidenciar quando exatamente uma transação foi realizada, além do risco da perda da confiabilidade do conteúdo dos documentos transitados por meio eletrônico.

A mitigação deste risco se deu pelo desenvolvimento de sistemas que criptografam as mensagens, bem como infraestruturas de chaves públicas (ICP), que são adotadas e reconhecidas tanto no Brasil como internacionalmente e tem por objetivo permitir a visibilidade do real conteúdo e autoria do documento. A ferramenta Carimbo de Tempo, certificada pelo Observatório Nacional, órgão do Ministério da Ciência e Tecnologia, assegura a data hora em que os documentos são enviados pelo remetente e recebidos pelos destinatários de forma segura e auditável.

Um dos maiores avanços quando analisamos o uso da tecnologia na gestão empresarial é a possibilidade de integração entre o cumprimento da legislação vigente com o uso da tecnologia nas comunicações com os consumidores com tramites ágeis, de forma segura transformando o que seria um e-mail comum em uma comprovação com validade jurídica.

O uso do Carimbo do tempo permitiu à CPFL ofertar a opção de corresponder-se por e-mail aos consumidores que registram solicitação de ressarcimento de danos elétricos e com isso foi possível reduzir significativamente o tempo de trânsito das correspondências.

2.2 Vantagens

A ferramenta além de proporcionar segurança no envio e recebimento das informações, pois acresce os elementos técnicos protocolados através do carimbo do tempo, garante inúmeras vantagens em relação ao serviço de envio de cartas via correspondência, tais como:

- **Rastreabilidade** – As distribuidoras não dependem da ECT para obter a

informação dos objetos encaminhados, o acesso e consulta é online e a disposição integralmente da CPFL, vinte quatro horas por dia e sete dias por semana.

- **Comprovação de leitura dos anexos encaminhados** – para o processo de ressarcimento de danos não existe a necessidade de comprovação de leitura dos anexos, mas esta informação pode ser usada de forma complementar para comprovações nas esferas Ouvidoria, PROCON e Jurídico.
- **Cumprimento de regulação** – De acordo como o Art. 207 da resolução normativa nº 414/2010 da ANEEL, a distribuidora deve informar o resultado da solicitação de ressarcimento respeitando as regras e prazos conforme abaixo:

“A distribuidora deve informar ao consumidor o resultado da solicitação de ressarcimento, por meio de documento padronizado, disponibilizado em até 15 (quinze) dias pelo meio de comunicação escolhido, contados a partir da data da verificação ou, na falta desta, a partir da data da solicitação de ressarcimento.

§ 1º O prazo a que se refere este artigo fica suspenso enquanto houver pendência de responsabilidade do consumidor, desde que tal pendência tenha sido informada por escrito e observadas as seguintes condições:

I – Inicia-se a pendência a partir da data de recebimento pelo consumidor do documento que solicita as informações, comprovada por meio documental;

A entrega das comunicações via e-mail com comprovação através do selo do observatório nacional, atende completamente a exigência regulatória, o que serve de comprovação futura para qualquer perícia ou auditoria necessária e resguarda a CPFL através das provas documentais que são inseridas nos processos específicos e a partir do momento que a carta foi entregue o prazo de responsabilidade da distribuidora fica suspenso, o por consequência inicia-se o prazo imputado ao consumidor.

- **Redução de custos operacionais associados ao processo** - A migração das correspondências físicas para eletrônicas, além de mitigar o risco de transgressão dos prazos regulados, reduziu o custo operacional do processo, pois o preço e-mail com carimbo do tempo representa aproximadamente 10% do valor pago em correspondência com registro, além de não ter o custo de impressão e envelopamento.
- **Segurança jurídica** – assegura a confiabilidade do conteúdo das correspondências encaminhadas, através da criptografia por meio das chaves públicas e o carimbo do tempo que atesta data e hora dos eventos envio e recebimento do e-mail.

Outro ponto muito favorável é o fato de o processo ser muito simples para o usuário, conforme pode ser observado no fluxo abaixo:



Figura 2 – Fluxo do processo de envio de comunicações via e-mail com entrega comprovada através do selo do tempo do observatório nacional.

2.3 Implantação e análise dos resultados obtidos.

Mediante os desafios enfrentados e o foco na redução dos prazos de atendimento do processo de ressarcimento de danos, realizou-se a prospecção e contratação de empresa especializada que fornece o serviço e foi implantada e estruturada a utilização da ferramenta de comunicação por e-mail com entrega comprovada em 24 de novembro de 2016, onde foram realizados diversos treinamentos com as áreas de atendimento ao cliente, reciclagem com os colaboradores da área de ressarcimento de danos, mudanças nos scripts de atendimento para oferta e coleta dos dados de e-mail, ajustes sistêmicos para registro e armazenamento das informações para execução do novo processo.

A utilização da nova forma de comunicação com os consumidores, proporcionou uma grande evolução e melhoria de resultados na busca de redução do percentual de transgressões de prazo do anexo III, passando a ser fundamental para o cumprimento das obrigações regulatórias e melhorias da percepção e satisfação dos consumidores.

Tendo em vista as novas metodologias adotadas pela ANEEL e as metas estipuladas, o resultado dos indicadores comerciais é um dos pontos considerados no monitoramento para definição da inclusão de uma distribuidora no novo processo de fiscalização estratégica, desta forma se torna imperiosa a busca pela redução das transgressões de prazos.

Conforme explicitado no gráfico a seguir, nota-se expressivos avanços no resultado consolidado (CPFL Paulista e CPFL Piratininga). A redução do percentual de transgressão ao compararmos os resultados do primeiro semestre de 2017 com os resultados do segundo semestre foi de 5,1 pontos percentuais, já a comparação com os dados prévios do primeiro bimestre de 2018 demonstram redução de 8,5 pontos percentuais evidenciando ainda mais a tendência de melhoria e manutenção dos resultados obtidos.

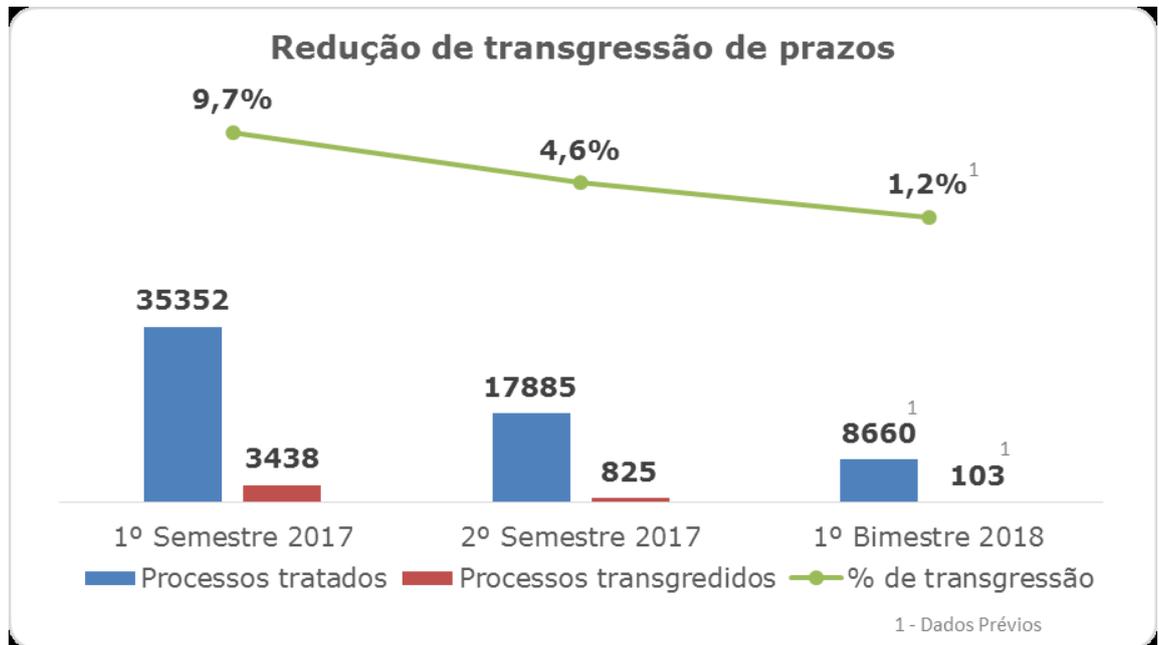


Figura 2 – Gráfico comparativo da redução de transgressões de prazo de forma consolidada (CPFL Paulista e CPFL Piratininga).

3 | CONCLUSÕES

O cumprimento do rito regulatório do processo de ressarcimento de danos elétricos, dada sua complexidade e engessamento das normas vigentes, representa um grande desafio para as distribuidoras de energia, desta forma torna-se fundamental a busca constante do aprimoramento do modo de se trabalhar. Encontrar a oportunidade minimizar os impactos causados por uma entidade externa, que detém o monopólio postal, porém não atende às necessidades das distribuidoras foi um divisor de águas para a CPFL.

Conforme demonstrado neste trabalho, a utilização do e-mail com carimbo do tempo, representa significativa evolução no modo de se relacionar com consumidor, contribuindo para comunicação mais ágil e eficiente, redução de custos, além de garantir o cumprimento às disposições regulamentares em razão da segurança jurídica assegurada pelo Observatório Nacional, órgão do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Adicionalmente foi observada redução do tempo médio para finalização da fase de Resultado de 5,17 dias em janeiro de 2017 para 4,11 dias em dezembro de 2017. Com isso, os consumidores que tiveram suas solicitações procedentes foram beneficiados com a antecipação do ressarcimento, favorecendo maior satisfação com o serviço prestado pela distribuidora.

REFERÊNCIAS

Carimbo de Tempo – Benefícios. Acesso em 15/03/2018, disponível em: <https://www.documentoeletronico.com.br/carimbo-de-tempo.asp>

Carimbo de Tempo: Por que ele dá mais confiabilidade à certificação?. Acesso em 15/03/2018, disponível em: <http://blog.validcertificadora.com.br/?p=7991>

Qualidade do Atendimento Comercial (Anexo III). Acesso em: 14/03/2018, disponível em: <http://www.aneel.gov.br/indicadores-da-distribuicao>

Resolução Normativa N° 414/2010. Acesso em: 16/03/2018, disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>

Tempo e Frequência. Acesso em: 14/03/2018, disponível em: <http://www.on.br/index.php/pt-br/tempo-e-frequencia.html>

PROJETO DE OUVIDORIA DA DISTRIBUIÇÃO DA EDP SÃO PAULO – ANÁLISE DE DEMANDA DE MAIOR IMPACTO

Márcia Lúcia Lopes de Souza Jesus

Ouvidoria e Qualidade EDP SP Distribuição de
Energia S.A – Mogi das Cruzes/ São Paulo.

RESUMO: O artigo visa apresentar o projeto ADMI – Análise de Demanda de Maior Impacto, realizado pelas Ouvidorias das Distribuidoras do Grupo EDP no Brasil. Ele identifica e avalia minuciosamente a causa fundamental da demanda de Ouvidoria com maior impacto, considerando volumetria ou criticidade, bem como, impactos ao consumidor e à organização. O plano de ação é desenvolvido em parceria com a gestão de Qualidade do Serviço e do Sistema, e as áreas de negócios envolvidas. Através da metodologia o ciclo do PDCA, aplicado as reclamações de **prazos comerciais** na Ouvidoria da EDP Distribuição SP. Após a implantação do plano de ação tivemos como resultado a redução da demanda de reclamações no canal, de custo, de prazo de análise da manifestação ao cliente e a melhoria da qualidade do serviço, alinhado à Visão do Grupo, Valores, Propósito, Princípios e Pilares Estratégicos.

PALAVRAS-CHAVE: Cliente, ADMI, Satisfação, Ouvidoria, Prazos Serviços Comerciais

INTRODUÇÃO

Após o processo de reestruturação do setor em 1995, uma das principais consequências foi a desverticalização de toda a cadeia produtiva: geração, transmissão, distribuição e comercialização tornando segmentos de negócios diferentes. Os setores de transmissão e distribuição continuaram sendo tratados como serviços públicos regulados (considerados monopólios naturais), enquanto a competição foi incentivada nos segmentos de geração e comercialização. Esse fato abriu caminho para que a energia elétrica passasse a ser tratada como uma mercadoria passível de negociação, seguindo uma tendência mundial.

Entretanto, o processo de abertura do setor elétrico não ocorreu de forma completa, de maneira que coexistem hoje no Brasil dois mercados distintos de energia: o Mercado Cativo e o Mercado Livre.

O Mercado Cativo é o ambiente de contratação de energia elétrica no qual o papel do consumidor é totalmente passivo. A energia é fornecida exclusivamente pela distribuidora local, com o preço e as demais condições de fornecimento reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

Já o Mercado Livre é o ambiente no qual o consumidor pode comprar montantes de

energia de comercializadores e/ou geradores em condições livremente pactuadas entre as partes. A principal vantagem desse ambiente de contratação é a possibilidade de negociar produtos customizados, com prazos, volumes, preços e índices de reajustes que atendam às expectativas do comprador.

Atualmente, aproximadamente 27% da energia produzida no Brasil é negociada no Mercado Livre, que movimentava anualmente negócios em torno de R\$ 30 bilhões. Sendo um ambiente em contínua evolução, os agentes que nele atuam precisam estar constantemente atualizados das regras e procedimentos de mercado, para que tenham o conhecimento e o profissionalismo necessários no processo de tomada de decisões.

As distribuidoras estão em constante mudanças, a fim de atender a demanda do mercado e suas tendências atuais, como a liberalização parcial do mercado e as fontes alternativas de energia.

Um exemplo de fonte de energia alternativa, é o crescimento do uso da micro e mini geração distribuída como fontes alternativas de energia e a proximidade delas com os consumidores finais também tem sido crescente e algo fundamental para o crescimento energético e sustentável, alinhado a três pilares: ambiental, econômico e social. Dentre as fontes mais utilizadas pelos chamados “consumidores geradores” estão a solar, eólica e a biomassa.

Regulamentada pela ANEEL desde 2012, a micro geração distribuída tem crescido fortemente nos últimos anos. No fim do ano passado, a ANEEL aprovou aperfeiçoamentos na regulamentação, que passou a vigorar em março/2017. As novas regras possibilitam a instalação de geração distribuída em condomínios. Nessa configuração, a energia gerada poderia ser repartida entre os condôminos em porcentagens definidas pelos próprios consumidores. Foi criada também a “geração compartilhada”, na qual diversos interessados se unem em um consórcio ou cooperativa.

Desde a publicação da Resolução em 2012 até o fim do ano passado, já foram instalados cerca de 12 mil novas centrais geradoras.

“A ANEEL prevê que até 2024 perto de 1,2 milhão de unidades consumidoras produzam sua própria energia em um total de 4,5 gigas watts de potência instalada.”

Trazendo estes fatores para o nosso dia a dia, entendemos que para a sustentabilidade do negócio, além das alterações do segmento, é importante considerar também os inputs relacionados às demandas oriundas do consumidor.

O Grupo considera ser primordial a satisfação dos nossos clientes com os serviços que prestamos.

No projeto, além do contexto regulatório, são considerados a qualidade na prestação do serviço, satisfação e valorização do consumidor final à organização. Também os impactos nos indicadores estratégicos e custos ao negócio.

Nas seções seguintes deste artigo, apresentam as principais etapas do desenvolvimento deste projeto, que inicia através das manifestações recebidas pelo

canal de Ouvidoria, a qual é uma instituição que representa os legítimos interesses dos cidadãos dentro da organização, na busca de soluções definitivas alinhadas às estratégias do Grupo.

O Grupo EDP possui 12 mil Clientes pelo mundo, está presente em 14 países. Atua nos segmentos de Geração, Distribuição, Transmissão, Comercialização e Serviços de energia elétrica e renováveis.

DESENVOLVIMENTO

Sobre o projeto

O ADMI tem por objetivo, fomentar internamente as áreas sobre a demanda recepcionada pelo canal Ouvidoria, como uma oportunidade estratégica, buscando atender as expectativas de nossos clientes e revertendo a sua insatisfação inicial manifestada através do canal é uma atividade de rotina e estratégica da área.

Mais recentemente, facilitada pela nova estrutura organizacional ocorrida em 2016, por meio de reestruturação, com foco no fortalecimento da estratégia da organização, a Ouvidoria foi alocada na Gestão Executiva de Excelência ao Cliente, juntamente a Gestão de Qualidade do Sistema e Gestão de Qualidade dos Serviços ao Cliente, fortalecendo e facilitando o aprimoramento dos processos da distribuidora, decorrentes da análise das manifestações dos clientes acolhidos pelo canal de Ouvidoria. Estrutura que, possibilita a formação de equipes multifuncionais, foi implementado o projeto ADMI – Análise de Demanda de Maior Impacto.

Impacto ao negócio

No decorrer da aplicação do Projeto ADMI, ao recebimento da demanda de reclamações pela Ouvidoria, além da preservação do direito do consumidor e da organização, imparcialidade e isonomia na apuração, foram observados outros aspectos relevantes para aprofundamento das análises com visão estratégica e considerando os impactos para as partes.

Tais como:

- Insatisfação do cliente;
- Valor intangível e tangível, como o resultado pesquisas de satisfação oficiais segmentadas, valoração na percepção do cliente;
- Custos elevados com as tratativas de reclamações e compensações financeiras ao consumidor;
- Resultados nos indicadores estratégicos;
- Risco regulatório, considerando o cenário de serviço público de atividades com base no que determina a Regulamentação do setor elétrico;

- Dentre as questões citadas, a insatisfação do cliente fere diretamente o valor e um dos princípios da organização;
- Visto o pilar estratégico e a missão da Ouvidoria, já citados.

Demandas avaliadas pelo projeto

No decorrer de 2016 foram objetos de análise as manifestações registradas sobre os temas: cobrança de consumo irregular; faturamento; atendimento ao cliente e, por último, manifestações sobre prazo de execução de serviços, para o qual passaremos a demonstrar a seguir as etapas percorridas e resultados obtidos.

O foco da análise, que a princípio se mostrou necessária pela elevada demanda de reclamações na Ouvidoria, demonstrando criticidade face à insatisfação e vulnerabilidade da empresa em virtude de descumprimento dos prazos para execução de serviços, contou com grupo de trabalho envolvendo colaboradores da Ouvidoria, Qualidade do Serviço, Atendimento 1º nível - SAC – Serviço de Atendimento ao Consumidor e o COI – Centro de Operação Integrado.

Após análise das causas fundamentais, restou elaborado plano de ação, com vistas à redução desta demanda - implementada em dez/16.

O resultado foi à redução da demanda de reclamações na ouvidoria e, conseqüentemente, reflexo na redução de custos com tratamento de reclamações, na satisfação do cliente com a redução do prazo e oportunidade de melhoria de processo.

Aplicação do método PDCA às reclamações de Prazo de Serviço Técnico Comercial

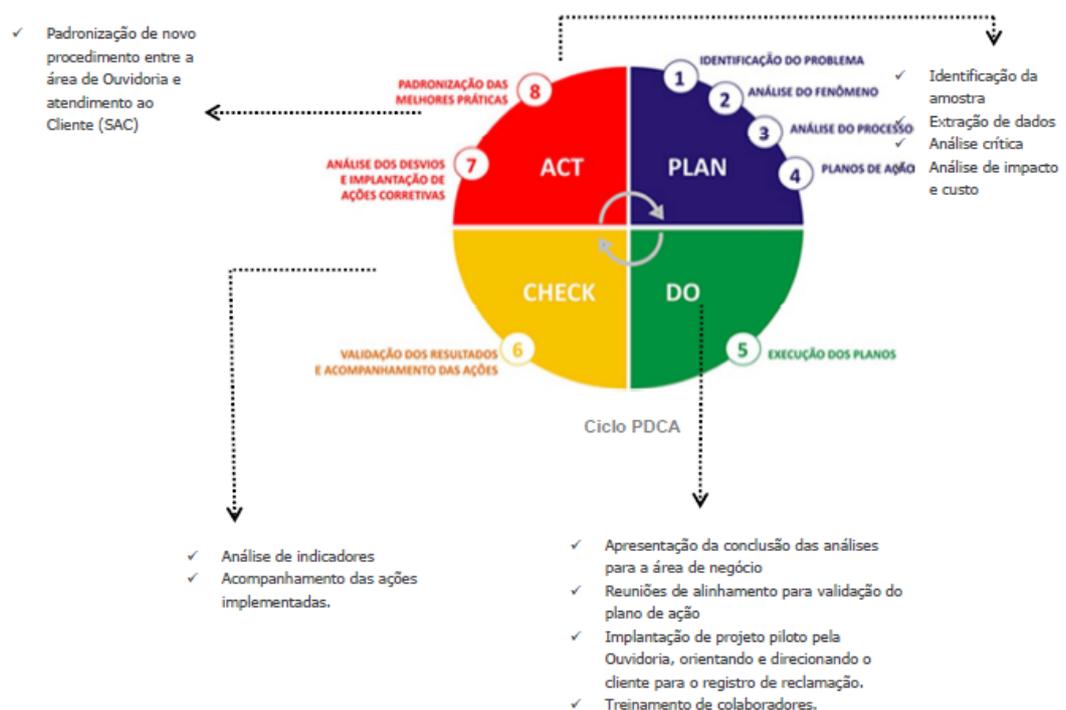


Figura 1 – Etapas do ciclo de gestão PDCA

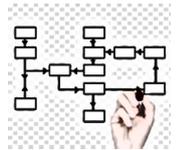
Etapas percorridas pelo projeto

Análises:

- Análise crítica da causa raiz da tipologia de prazo de serviços técnicos comerciais: ligação nova, alteração de carga/modificação de padrão e religação de fornecimento
- Avaliação do cenário atual do canal de atendimento e demanda na Ouvidoria
- Avaliação do caminho do atendimento até a reclamação na Ouvidoria
- Avaliação dos custos com a reclamação no canal de Ouvidoria
- Avaliação dos custos com pagamento de transgressão
- Avaliação de cases
- Avaliação da solução dadas para atendimento ao consumidor

Plano de ação: Implantado em dezembro/16.

- Alteração de fluxo de atendimento das reclamações dos consumidores
- Alteração de procedimentos no Canal de Atendimento ao Cliente
- Treinamento de Colaboradores
- Implantação de projeto piloto para o atendimento das necessidades
- Medição do plano



Resultados:

- Redução de 78% de reclamações na demanda de reclamações na Ouvidoria
- Redução de 70% de reclamações no órgão regulador, demonstrando a melhoria da satisfação do cliente, maximizando o valor intangível da concessionária
- Redução de 77% no custo de reclamações no Canal de Ouvidoria
- Redução do prazo de atendimento à reclamação/Serviço
- Melhoria da qualidade do serviço prestado ao cliente

Medição dos principais resultados – Prazos Técnicos Comerciais

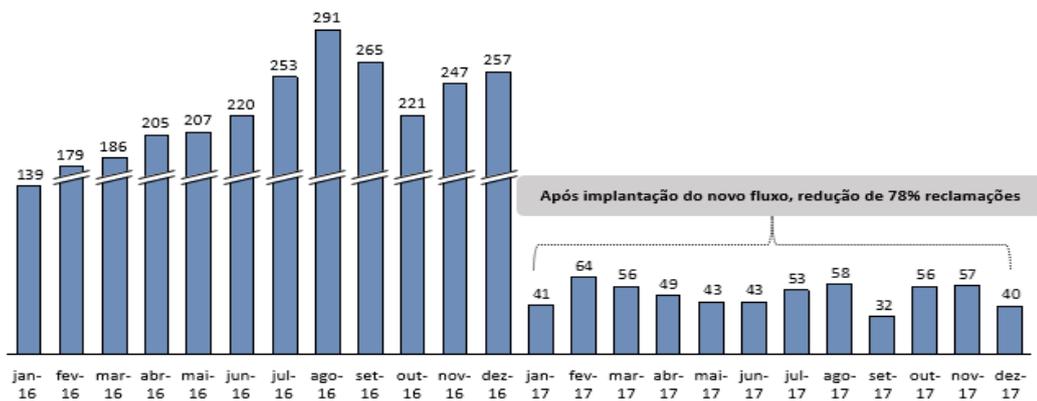


Figura 2 – Gráfico da Redução do Cenário de Reclamações de Ouvidoria

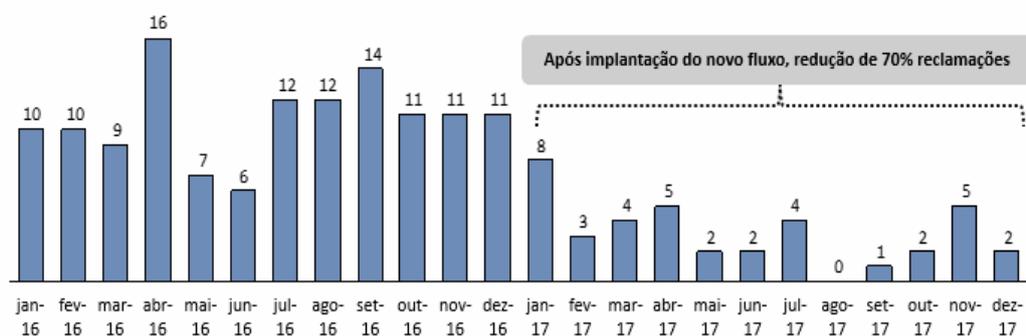


Figura 3 – Gráfico da Redução do Cenário de Reclamações ANEEL

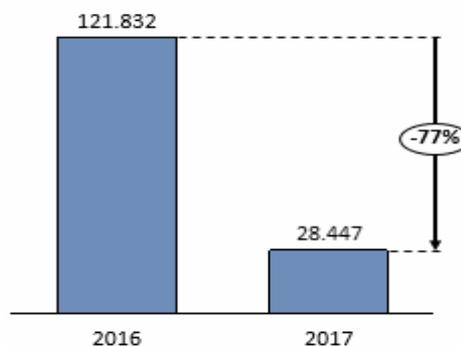


Figura 4 – Gráfico da Redução de Custo de Reclamação no Canal de Ouvidoria

CONCLUSÃO

A metodologia do projeto, aplica-se aos processos da Distribuição e outros do setor, que avalia minuciosamente as causas fundamentais do problema, considerando o cenário em que o processo está alocado, bem como, seus impactos para a organização e o Cliente. A **satisfação do cliente** está relacionada com o sentimento na realização no momento que o cliente recebe o serviço. A satisfação resulta em clientes encantados e altamente satisfeitos. Sendo assim, a retenção dos clientes torna-se fundamental para o sucesso e sustentabilidade da empresa.

A aplicabilidade nas reclamações de prazos técnicos comerciais possibilitou um maior conhecimento sobre o caminho do atendimento ao consumidor tanto para a Ouvidoria, quanto para os responsáveis direto dos processos e deliberação de ações assertivas e eficientes, melhorando o serviço prestado ao consumidor final, nossos **Clientes.**

Resultados do projeto para a EDP Distribuição SP:

- Melhoria na qualidade dos processos da UND;
- Melhoria da percepção do cliente quanto à prestação de serviços, refletindo nas pesquisas oficiais;
- Redução com o custo de reclamações na Ouvidoria e órgão regulador;
- Redução de risco regulatório;
- Adequação às tendências de mercado (exigências do consumidor);
- Sustentabilidade do negócio;
- Sinergia entre as áreas.

Resultados do projeto para o Cliente

Primeiramente, fazendo –se cumprir a missão da Ouvidoria: acolher o cliente de forma humanizada e, como representante dos seus direitos, tratar suas manifestações de maneira imparcial e justa, internalizando suas expectativas junto à organização, alinhados com o nosso princípio 12 da Cultura EDP que é Cliente: nossa razão de ser, entre outros:

- Melhoria da eficiência na prestação de serviço pela EDP;
- Melhoria dos prazos de atendimento à demanda na distribuidora;
- Voz dentro da organização;
- Representação de seus direitos dentro da organização;
- Atendimento humanizado.

A prática foi reconhecida pelo **Prêmio Ouvidorias Brasil 2017**, criado pelo comitê de Ouvidores da Abrarec (Associação Brasileira das Relações Empresa Cliente) em parceria com a ABO (Associação Brasileira de Ouvidores). O objetivo da premiação é “reconhecer e premiar organizações e Ouvidores que trabalham para fortalecer o instituto da Ouvidoria no Brasil e no mundo”.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos aos colaboradores da Distribuição EDP SP, que

atuaram para que esse projeto fosse implementado.

Em especial, ressaltar o envolvimento de toda equipe da Ouvidoria da EDP SP para que pudéssemos colher os melhores resultados, com foco na satisfação dos nossos Clientes, zelando por um serviço isonômico e de qualidade.

REFERÊNCIAS

<http://www.valor.com.br/empresas/5204137/abraceel-reforma-do-setor-de-energia-pode-gerar-economia-de-r-2-bi>

<http://www.abradee.org.br/>

<https://www.cartacapital.com.br/especiais/infraestrutura/tendencia-do-setor-energiasolar-deve-ser-aposta-do-governo>.

http://abrarec.com.br/wp-content/uploads/2015/07/Vs_pb.pdf

https://www.google.com.br/search?safe=active&sa=X&rlz=1C1GGRV_enBR756BR756&q=conceito%20de%20satisfa%C3%A7%C3%A3o%20do%20cliente&ved=0ahUKEwiE06KbqcLZAhVMxVkKHY46CMAQsKwBCKMBKAewDA&biw=1366&bih=598

SOOA – SISTEMÁTICA OTIMIZADA DE OPERAÇÃO DE ATIVOS

Edcarlos Andrade Amorim

Energisa Sergipe – Distribuidora de Energia S/A
Aracaju – Sergipe

Lorenzo Zandonade Carnielli

Energisa Sergipe – Distribuidora de Energia S/A
Aracaju – Sergipe

Mikaelle Lucindo do Nascimento

Energisa Sergipe – Distribuidora de Energia S/A
Aracaju – Sergipe

RESUMO: A Sistemática Otimizada de Operação de Ativos - SOOA é um priorizador de zonas de proteção da rede de distribuição, que foi desenvolvido na ENERGISA e que é direcionada por critérios de desempenho. Esta sistemática avalia 100% das zonas de proteção, provendo uma visão rápida e precisa para localização e solução de problemas da rede de distribuição.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência, Eficácia, Operação, Priorização, Qualidade

ABSTRACT: The Optimized Asset Management System - SOOA is a priori of protection zones of the distribution network, which was developed at ENERGISA and is driven by performance criteria. This system evaluates 100% of the protection zones, providing a fast and accurate vision for locating and solving problems in the

distribution network.

KEYWORDS: Efficiency, Availability, Operation, Prioritization, Quality

1 | INTRODUÇÃO

Na era do conhecimento, globalização e informação, a sociedade e o mundo dos negócios vem pedindo soluções mais efetivas e de menor custo possível.

As exigências do mercado, sejam clientes, fornecedores ou acionistas, e a conjuntura econômica nacional, demandam que as pessoas e as empresas sejam mais ágeis e estratégicas, de modo a direcionar os esforços para situações em que sejam capazes de obter melhores resultados, alinhando qualidade, necessidades dos clientes, expectativas de recuperação de investimentos e cumprimento das exigências apresentadas pelo órgão regulador, como é o caso do setor elétrico.

Nestes aspectos, analisar as variáveis correlacionadas para que as tomadas de decisões sejam mais eficazes é um dos fatores primordiais para serem alcançados os objetivos.

A ENERGISA Sergipe é compreendida por 20.015 (vinte mil e quinze) zonas de proteção as quais precisam ser assistidas para a melhoria da qualidade do serviço prestado. Desta maneira,

é preciso destacar os principais critérios que serão adotados para priorização dessas zonas, de modo que possamos atuar em regiões mais críticas que envolvam retornos técnicos e financeiros.

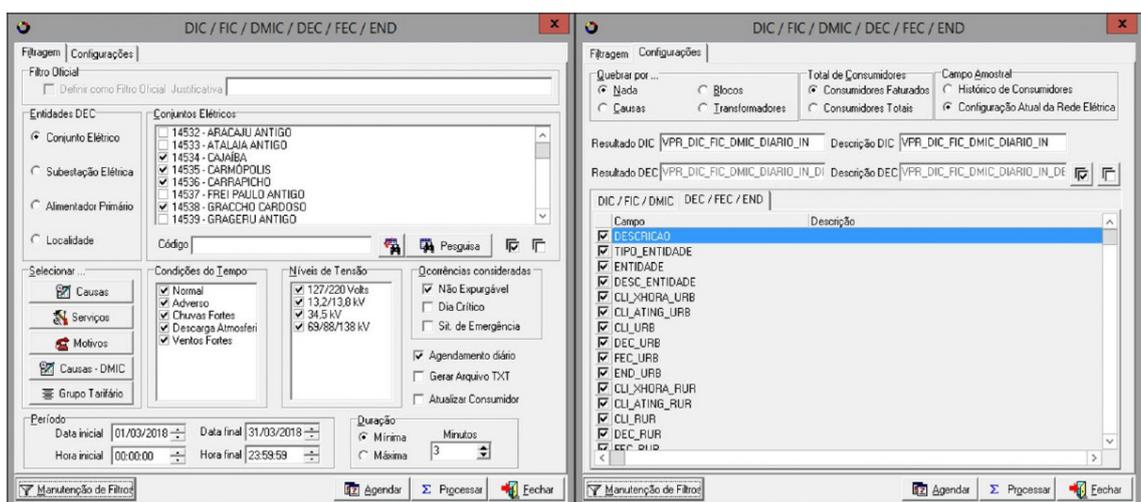
Foi na intenção de priorizar as zonas de proteção e direcionar as ações a serem realizadas dentro daquela região, que a ENERGISA Sergipe desenvolveu uma sistemática de priorização por zonas de proteção, em que a prioridade é definida através de critérios como: Condição Operativa, Desempenho do Ativo, Matriz de Risco e Risco ao Negócio, levando também em consideração todos os desarmes acidentais reincidentes em um período de 12 meses. A este projeto foi dado o nome de Sistemática Otimizada de Operação de Ativos - SOOA, que é utilizada para nortear ações, indicando os trechos mais críticos para que as equipes executem as demandas encontradas.

Este trabalho tem como objetivo apresentar de que maneira foi desenvolvida esta sistemática que teve como resultado esperado a redução da quantidade de interrupções, redução no pagamento de compensações, redução de risco regulatório e, conseqüentemente, maior satisfação por parte dos clientes. O projeto seguirá a seguinte seqüência de apresentação: extração das bases de dados, informações de ativos, condições operacionais, desempenho do ativo, matriz de risco, risco ao negócio, estado do ativo, índice de estado de risco, levantamento e direcionamento de ações e resultados alcançados.

2 | DESENVOLVIMENTO

Para iniciar o desenvolvimento da sistemática foi necessária a extração das ocorrências técnicas, com as respectivas informações dos ativos. Essa extração é feita através do Sistema de Indicadores da Qualidade da Distribuição (SIQUAL), em que foram retirados os indicadores que seriam necessários para o levantamento da priorização, como: DEC, quantidade de clientes, quantidade de ocorrências técnicas e último desarme do equipamento.

Na Figura 1 são apresentadas as telas dos filtros do SIQUAL:



A partir da extração, foram separadas as seguintes informações dos ativos:

- Abrangência: Equipamento ou unidade seccionadora que foi manobrada/seccionada em uma ocorrência acidental, caracterizando a máxima contabilização de clientes interrompidos;
- Identificador do Ativo (ID): Codificação utilizada pela empresa para identificar os ativos que estão distribuídos em sua rede de concessão;
- Alimentador: Sistema de distribuição primário de média tensão;
- Polo: Delimitação geográfica da área de concessão para melhor divisão das atividades, com foco na maior proximidade dos locais para atendimento técnico e comercial.

Nos itens a seguir, serão apresentadas as etapas e os trabalhos desenvolvidos que compuseram a execução do projeto.

2.1 Desempenho de Ativo

Tem como objetivo visualizar as condições dos indicadores de qualidade para um determinado trecho. Como a priorização feita pela sistemática tem como reflexo as ações de curto prazo, os indicadores de qualidade foram analisados para cada zona de proteção dentro de um período de 30 dias corridos. A observação feita através do período de 12 meses tem reflexo na verificação, se as zonas que ali estão dispostas, tiveram as ocorrências mais distribuídas nos primeiros ou nos últimos meses no decorrer desta janela de tempo.

Os indicadores levantados para a formulação da sistemática serão apresentados nos próximos itens.

2.1.1 DEC reincidente nos últimos 30 dias

O DEC reincidente no período de 30 dias é a duração equivalente da interrupção a partir da ocorrência reincidente, ou seja, a partir da segunda interrupção naquela zona de proteção que venha a acontecer dentro do período de 30 dias. O DEC, segundo o módulo 8 da Qualidade da Energia Elétrica dos Procedimentos de Distribuição, PRODIST, ANEEL, é calculado por:

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{C_c} DIC(i)}{C_c} \quad (2)$$

em que i é o índice de unidades consumidoras atendidas em baixa ou média

tensão faturadas do conjunto, DIC é a duração de interrupção individual por unidade consumidora, excluindo-se as centrais geradoras, e Cc é o número total de unidades consumidoras faturadas do conjunto no período de apuração, atendidas em BT ou MT. Desta maneira, o DEC Reincidente é calculado por:

$$DEC_{Reincidente} = \sum_{i=2}^y DEC_i \quad (3)$$

em que i é a quantidade de interrupções, que vai da 2ª até a quantidade de interrupções y que existirem dentro deste período.

2.1.2 DEC total nos últimos 30 dias

O DEC total nos últimos 30 dias leva em consideração não apenas as interrupções reincidentes, englobando também a primeira interrupção de fornecimento que houve naquela zona de proteção. Desta maneira, o DEC Total é calculado por:

$$DEC_{TOTAL} = \sum_{i=1}^y DEC_i \quad (4)$$

em que i é a quantidade de interrupções, sendo verificada desta vez desde a 1ª até a quantidade de interrupções y que existirem dentro deste período.

2.1.3 DEC total nos últimos 12 meses

O DEC total nos últimos 12 meses é o DEC Anualizado daquela zona de proteção, levando em consideração a soma de todas as interrupções que ocorreram nela.

2.1.4 FEC total nos últimos 12 meses

O FEC é a contabilização das interrupções que ocorreram para um conjunto de unidades consumidoras.

Desta maneira, o FEC é calculado por:

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{Cc} FIC(i)}{Cc} \quad (5)$$

em que i é o índice de unidades consumidoras atendidas em baixa ou média tensão faturadas do conjunto, FIC é a frequência de interrupção individual por unidade consumidora, excluindo-se as centrais geradoras, e Cc é o número total de unidades consumidoras faturadas do conjunto no período de apuração, atendidas em BT ou MT.

O FEC Total nos últimos 12 meses é o FEC Anualizado daquele trecho, levando em consideração a soma de todas as interrupções que ocorreram nele.

2.1.5 Reincidências nos últimos 30 dias

Para a verificação da quantidade de reincidências nos últimos 30 dias, foi contabilizado o número de ocorrências envolvendo as zonas de proteção. Assim como os demais indicadores de reincidência, este também começa a ser quantificado a partir da segunda ocorrência dentro do período determinado.

2.1.6 Reincidências nos últimos 12 meses

Na mesma conceituação das reincidências nos últimos 30 dias, as reincidências ocorridas nos últimos 12 meses são diferenciadas apenas através da janela de tempo de apuração.

2.2 Matriz de Risco

A matriz de risco para a formulação do SOOA é o total de clientes aos quais a abertura daquele equipamento de proteção abrangeu, a data do último desarme (se causa transitória) nos últimos 30 dias e as compensações pagas nos últimos 12 meses devido às interrupções ocorridas nele.

2.3 Índice do Estado do Ativo (IEA)

Através dos sistemas da ENERGISA é possível verificar os serviços que estão pendentes em determinados trechos da rede de concessão. Desta maneira, o Índice do Estado do Ativo (IEA) faz a busca nesse banco de dados sobre a existência de serviços pendentes para o trecho daquela zona de proteção.

2.4 Índice de Estado de Risco (IER)

Com as variáveis indicadas acima, foi possível montar uma planilha, através do Excel, em que foram feitas ponderações para a composição do Índice de Estado de Risco (IER).

Cada uma dessas variáveis foi ponderada com uma taxa percentual que estabelece o peso dela para o índice de priorização. Essa ponderação é analisada conforme apresentado na Tabela 1.

13%	10%	8%	6%	12%	6%	7%	18%	10%	10%	100%
Desempenho do Ativo						Matriz de Risco			IEA	RESULTADO
DEC Reincidente (30 dias)	DEC total (30 dias)	DEC total (12 meses)	FEC total (12 meses)	Reincidência (30 dias)	Reincidência (12 meses)	Desarme causa Transitória (30 dias)	Total de clientes	Compensação (12 meses)	Quant. Serviços Pendentes	IER

Tabela 1: Ponderações das variáveis utilizadas para a composição do IER.

Para o cálculo do índice, foram retirados os pontos “fora da curva” (*outliers*) de cada uma das variáveis apresentadas (0,5%). Utilizando-se do resultado médio das variáveis, do resultado da variável por zona de proteção e do valor da ponderação, é possível calcular o IER com as fórmulas:

$$A_{ij} = \frac{P_j \cdot V_{ij}}{V_{j\text{medio}}} \quad (6)$$

$$A_{ij} = \frac{P_j \cdot V_{ij}}{V_{j\text{medio}}} \quad (7)$$

em que j é o índice que mostra qualquer valor sobre a variável e i é o índice que mostra qualquer valor sobre a zona de proteção.

Sendo assim, A_{ij} é a ponderação da variável para determinado equipamento, P_j é o valor da ponderação estabelecido para a variável, V_{ij} é o valor da variável para aquele equipamento de proteção e $V_{j\text{medio}}$ é a média de todos os valores de equipamentos encontrados para aquela variável.

Desta maneira, com a composição do IER para a priorização dos equipamentos considerados mais críticos, a priorização do SOOA é apresentada na Tabela 2.

Informações dos Ativos				Desempenho do Ativo						Matriz de Risco			IEA	RESULTADO
Abrangência	ID Equipamento	Alimentador	Pólo	DEC Reincidente (30 dias)	DEC total (30 dias)	DEC total (12 meses)	FEC total (12 meses)	Reincidência (30 dias)	Reincidência (12 meses)	Desarme causa Transitória (30 dias)	Total de clientes	Compensação (12 meses)	Quant. Serviços Pendentes	IER SOOA
Alimentador	ARJ F1	ARJ F1	ARJ	0,00	0,004	0,03	0,07	2	14	31/12/2018	7982		14	10,00
Chave	380122513	NSG F1	NSD	0,01	0,006	0,02	0,00	4	17	09/12/2018	94	R\$ 10,64	7	8,07
Chave	410200853	GCD F4	NSD	0,00	0,003	0,02	0,00	1	12	14/12/2018	237	R\$ 379,78		7,82
Alimentador	ITB Y3	ITB Y3	ITB		0,009	0,03	0,03		3		10369		16	7,10
Chave	220525319	MRI F1	MRI	0,00	0,004	0,01	0,00	1	8		533		3	6,48
Alimentador	ARJ F7	ARJ F7	ARJ			0,02	0,05		8		9674	R\$ 90,95	31	6,14
Alimentador	NSD F2	NSD F2	NSD	0,00	0,002	0,02	0,02	2	8		4760		2	6,08
Chave	430185477	NSG F1	NSD	0,00	0,000	0,00	0,00	1	13	11/12/2018	61	R\$ 0,00		5,82
Alimentador	CMD F3	CMD F3	MRI		0,005	0,02	0,03		12		6053		4	5,81
Chave	30535582	CJB F5	ITB	0,00	0,001	0,00	0,00	1	8	19/12/2018	36			5,72
Chave	180095133	LGT F5	LGT	0,00	0,011	0,03	0,01	1	10		815	R\$ 8,10	1	5,67
Trafo de Distribuição	590994871	CRP F2	PPR	0,00	0,001	0,00	0,00	3	8	22/12/2018	51			5,62

Tabela 2: Tabela de priorização do SOOA.

2.5 Levantamento e Direcionamento das Ações

Com a priorização das zonas de proteção através do IER do SOOA é preciso direcionar equipes para a execução de inspeções e/ou serviços de manutenção, com o objetivo de redução dos riscos de interrupção.

Conforme dito no item 2.4, Índice do Estado do Ativo (IEA), existe na ENERGISA um sistema capaz de gerenciar as demandas já existentes especificando os trechos

com inspeções/serviços executados e pendentes. Através do Sistema da Gestão da Manutenção, SGM, foi possível realizar o cruzamento de dados e informar: quando foi realizada a última inspeção, quantas inspeções estão pendentes, quantos serviços foram executados e quantos serviços estão pendentes, direcionando os esforços para o que deve ser feito, a partir dos status apresentados na *Tabela 3*.

INSPECIONAR	Não existe inspeção realizada após o último desarme ou existe solicitação de inspeção pendente.
EXECUTAR SERVIÇO	Não existe inspeção pendente, porém existe ordem de serviço pendente.
REINSPECIONAR	Foi executada inspeção, não existe ordem de serviço pendente, porém voltou a reincidir.
SEM AÇÃO NECESSÁRIA	Posterior ao último desarme, já foram executadas inpeções e atendidas todas as ordens de serviço ou se o último desarme foi maior que 90 dias.

Tabela 3: Lógica utilizada para direcionamento de ações.

Desta maneira, a planilha completa do SOOA é apresentada na Figura 2.

Informações dos Ativos				Desempenho do Ativo						Matriz de Risco		IEA	IER SOOA	Última Inspeção	Inspeções Pendentes	OS's executadas (180 dias)	STATUS	
Abrangência	ID Equipamento	Alimentador	Pólo	DEC Reincidente (30 dias)	DEC total (30 dias)	DEC total (12 meses)	FEC total (12 meses)	Reincidências (30 dias)	Reincidências (12 meses)	Quant. de Ações (90 dias)	Total de Clientes	Compensação (12 meses)	Quant. Serviços Pendentes					
Alimentador	ARJ F8	ARJ F8	ARJ		0,005	0,122	0,128			8	8304		10	16,48	10/01/2018		20	EXECUTAR SERVIÇO
Chave	490640754	GCD F6	NSD	0,021	0,021	0,049	0,014	4	14		903			11,29	23/02/2018			SEM AÇÃO NECESSÁRIA
Alimentador	GCD F4	GCD F4	NSD	0,002	0,035	0,041	0,040	1	7		5848	R\$ 27,48	20	10,50	21/02/2018	9	6	INSPECIONAR
Alimentador	ARJ F7	ARJ F7	ARJ		0,002	0,030	0,005			16	9874	R\$ 304,79	9	10,05	19/01/2018	9	157	INSPECIONAR
Alimentador	PPR F6	PPR F6	PPR		0,019	0,044	0,052			5	11088		3	9,37	09/05/2017		3	EXECUTAR SERVIÇO
Alimentador	RCH F2	RCH F2	MRI		0,002	0,056	0,061			7	8430		2	8,28	19/09/2017	1	9	INSPECIONAR
Religador	461198774	PTF F3	NSD		0,104	0,056				10	2977		2	6,21	02/01/2018		50	EXECUTAR SERVIÇO
Alimentador	GRU X4	GRU X4	ARJ		0,032	0,029	0,031			3	9505		9	6,11	04/12/2017		15	EXECUTAR SERVIÇO
Alimentador	MRI F3	MRI F3	MRI		0,024	0,028	0,034			3	3802		2	7,16			2	EXECUTAR SERVIÇO
Alimentador	CBT J1	CBT J1	SCT		0,006	0,027	0,043			3	9224		36	6,75	30/01/2018		16	EXECUTAR SERVIÇO
Alimentador	URB Z5	URB Z5	ARJ			0,030	0,044			3	7191		1	5,65	17/01/2018	8	12	INSPECIONAR
Alimentador	ITB Y1	ITB Y1	ITB			0,019	0,047			4	8441		2	5,65	23/01/2018		49	EXECUTAR SERVIÇO
Alimentador	LGT F4	LGT F4	LGT		0,027	0,041				2	10310		10	5,65	12/01/2018		52	EXECUTAR SERVIÇO
Alimentador	ATL W1	ATL W1	ARJ			0,020	0,043			3	9872		9	5,55	05/01/2018		45	EXECUTAR SERVIÇO
Alimentador	URB Z4	URB Z4	ARJ			0,045	0,038			3	7745			5,50	29/09/2017		23	SEM AÇÃO NECESSÁRIA
Alimentador	ITB F2	ITB F2	SCT		0,003	0,029	0,037			4	6451		2	5,37	09/11/2017		7	EXECUTAR SERVIÇO
Alimentador	NSG F6	NSG F6	NSD			0,033	0,036			4	6486		15	5,11	08/02/2018		35	EXECUTAR SERVIÇO
Alimentador	PRT P2	PRT P2	ARJ			0,047	0,028			9	4375		26	4,80	01/03/2018	8	85	INSPECIONAR
Chave	50229100	RCH F3	ITB		0,018	0,053	0,010			15	1031		2	4,73	28/02/2018		21	EXECUTAR SERVIÇO

Figura 2: Painel do SOOA.

2.6 Resultados

A implementação da sistemática auxiliou em melhorias de três importantes indicadores: DEC, FEC e Reincidência.

O DEC total de 2017 para 2018 teve redução de 0,92h (redução percentual de 7,61%). O FEC Anualizado reduziu de 6,99 interrupções para 6,5 interrupções (redução percentual de 6,29%).

O Índice de Reincidência Acumulada teve redução de 1,1%, indo de 16,3% no ano de 2017 para 15,2% em 2018.

Nas figuras 3, 4 e 5 são apresentados os gráficos com as variações mensais destes indicadores.

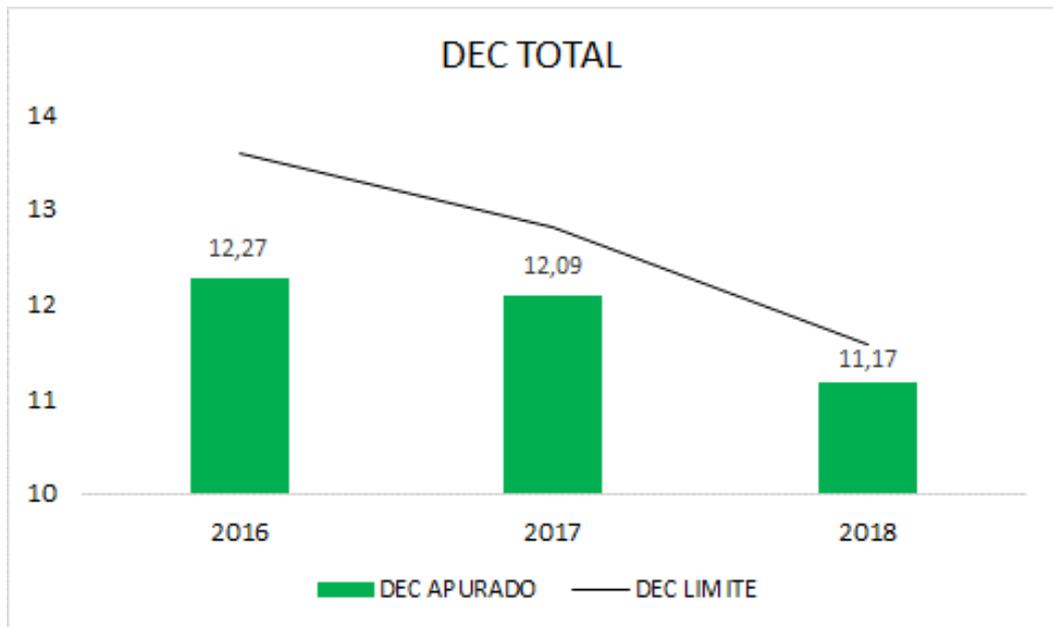


Figura 3: Variação do DEC durante o ano comparando os resultados obtidos em 2016, 2017 e 2018.

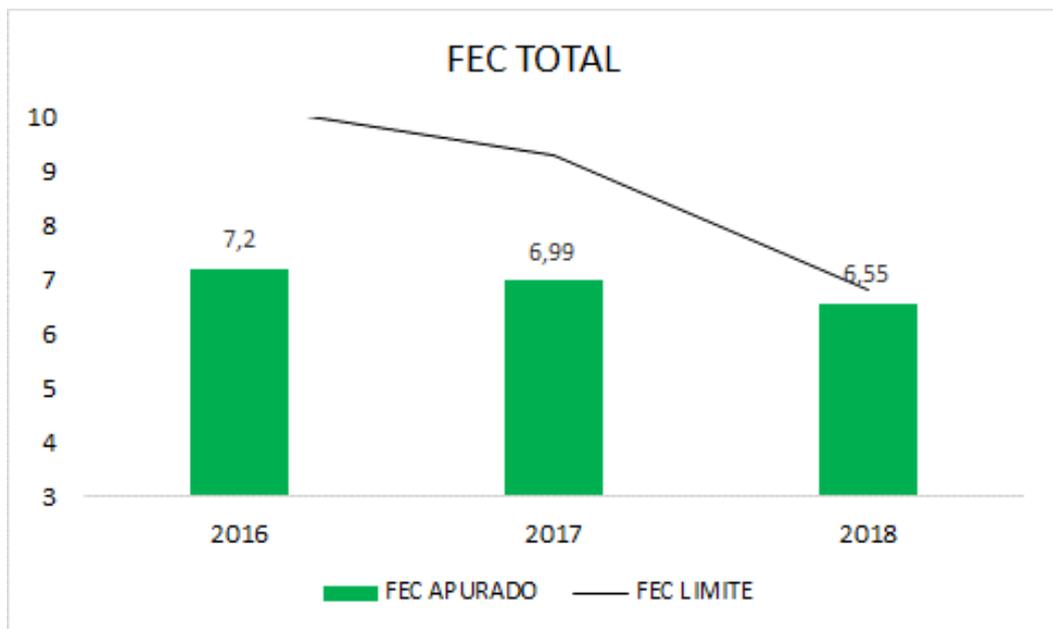


Figura 4: Variação do FEC durante o ano comparando os resultados obtidos em 2016, 2017 e 2018.

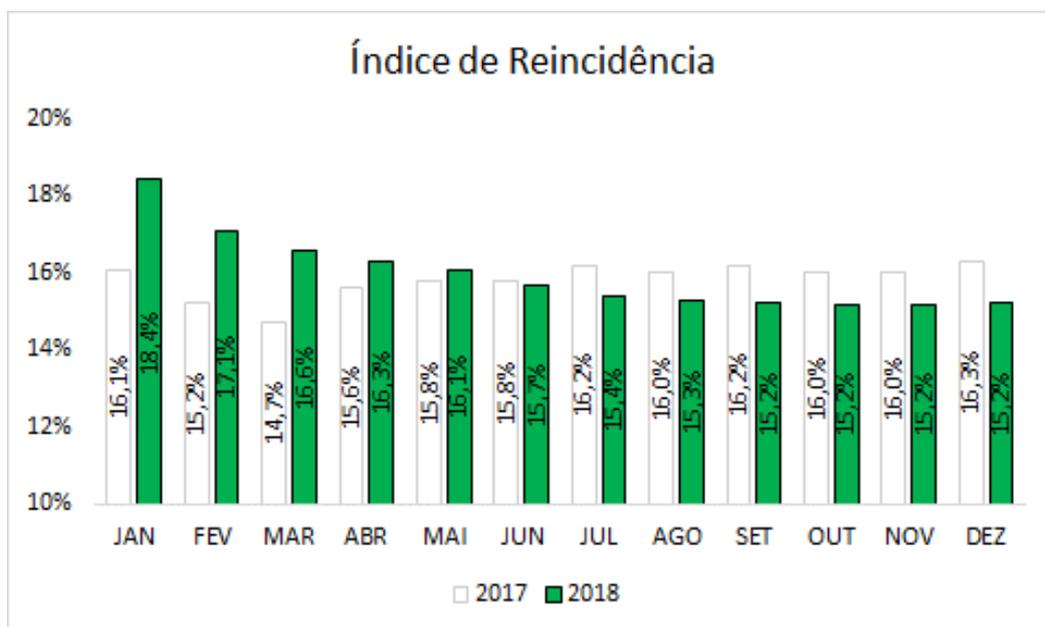


Figura 5: Variação do Índice de Reincidência durante o ano comparando os resultados obtidos em 2017 e 2018.

3 | CONCLUSÃO

O Projeto da Sistemática Otimizada de Operação de Ativos, SOOA, tem ampliação para qualquer empresa concessionária que tem como objetivo otimizar o trabalho das equipes, focando em ganhos mais evidentes de indicadores técnicos e em consequência a maior satisfação dos clientes propiciada pela melhoria da qualidade do fornecimento.

A sistemática vem sendo implementada continuamente desde sua concepção a partir das necessidades observadas com baixíssimo custo de implementação. Com a intensificação da utilização da ferramenta pela supervisão das equipes de campo, outros resultados esperados serão alcançados a médio e longo prazo, mas já é possível observar as melhorias em alguns destes indicadores de qualidade, como demonstrado numericamente no item 2.8, Resultados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL: **PRODIST Módulo 8: Qualidade da Energia Elétrica**. Brasília, DF, 2018.

HERPICH, Cristiano; FOCLIATTO, Flavio Sanson. **Aplicação de FMECA para definição de estratégias de manutenção em um sistema de controle e instrução de turbogeneradores**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

SISTEMA GESTOR DE AJUSTES DE MEDIÇÕES DE FRONTEIRA – COPEL DISTRIBUIÇÃO

Frank Toshioka

COPEL DISTRIBUIÇÃO

DMCE - Departamento de Mercado e
Comercialização de Energia
Curitiba - PR

RESUMO: Com o aumento da quantidade de medidores de faturamento da Copel Distribuição, a capacidade atual de análises dos dados de origem (Hemera, sistema coletor de medições de fronteira da Copel Distribuição) e os dados finais do SCDE (Sistema de Coleta de Dados de Energia Elétrica da CCEE) e a continuidade dos mesmos prazos vigentes para análises e envio de ajustes de medições junto à mesma entidade, surgem desafios frente aos riscos e problemas ao processo. No presente trabalho, foi utilizado como base o relatório já existente gerado no SCDE contendo dados de consumo e geração em kWh de todos os medidores da Copel Distribuição. De janeiro de 2015 até março de 2018, quadruplicou-se a quantidade de medidores de 242 para 1.130 medidores principais. No mesmo período, tem-se uma média de 2,01% de dados ajustados. No entanto isso representou um total de 803.664 MWh, o que representa em um montante de cerca de 146 milhões de reais valorados ao PLD ou cerca de 55% dos de todos os dados ajustados (45% são as medições faltantes do relatório

da CCEE). Isso equivale a cerca de 1.080 MW médios, que representa aproximadamente o registrado no canal de consumo do Estado do Mato Grosso. O mapeamento inicial através da análise do fluxograma do processo e implantação do Sistema Gestor de Ajustes de Medições de Fronteira foi desenvolvido e aperfeiçoado pelo Engenheiro Eletricista Frank Toshioka e envolvendo vários profissionais de várias áreas.

PALAVRAS-CHAVE: Gestor; ajustes de medições; medições de fronteira; Copel Distribuição; CCEE.

ABSTRACT: With the increase in the number of frontier measurement of Copel Distribuição, the current capacity of analysis of the source data (Hemera, Copel Distribution's frontier measurement collector system) and the final data of the SCDE (Electric Energy Data Collection System) of the CCEE and the continuity of the same deadlines in force for analysis and dispatch of measurement adjustments with the same entity, there are challenges in relation to risks and problems to the process. consumption and generation in kWh of all Copel Distribution meters From January 2015 to March 2018, the number of meters increased from 242 to 1.130 primary meters In the same period an average of 2,01% However, this represented a total of 803,664 MWh, representing an amount of

approximately 146 million reais valued at the PLD or about 55% of the total s the adjusted data (45% are the missing measurements from the CCEE report). This is equivalent to about 1.080 average MW, which represents approximately that registered in the consumption channel of the State of Mato Grosso. The initial mapping through process flow analysis and implementation of the Border Measurement Adjustment Manager System was developed and refined by the Electrical Engineer Frank Toshioka and involved several professionals from various areas.

KEYWORDS: Manager; measurement adjustments; frontier measurement; Copel Distribuição; CCEE.

1 | INTRODUÇÃO

Com a lei de concessões – Lei nº 8,987, de 1995 através da criação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e desverticalização do setor elétrico, que consistiu, em linhas gerais, na separação das atividades de geração, distribuição e transmissão de energia elétrica. (ABRADEE, 2019).

A reforma ocorrida na década de 1990 ajustou o modelo estatal do setor elétrico, porém novamente foi necessária a elaboração de um novo modelo (década de 2000), pois a falta de planejamento e estrutura do setor, bem como ausência de investimento, regulamentação conflitante, e principalmente a crise do racionamento de energia causaram grandes impactos ao setor. (ABRADEE, 2019).

Com as recentes reformas do Setor Elétrico, o preço da energia elétrica passou a ser calculado por programas computacionais que fornecem o valor do Custo Marginal de Operação (CMO). O CMO é calculado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) com base nos modelos computacionais NEWAVE e DECOMP. Estes modelos têm por objetivo definir a geração hidráulica e térmica que se baseiam em parâmetros como condições hidrológicas, demanda de energia, preços de combustível, custo do déficit, entrada de novos projetos e disponibilidade de equipamentos de geração e transmissão para cada um dos submercados (Sudeste e Centro Oeste, Sul, Norte e Nordeste) e para cada patamar de carga (leve, médio e pesado). Resumindo-se, o CMO é o valor que corresponde ao custo para se produzir o próximo consumo de energia elétrica em MWh que o Sistema Elétrico necessita, sempre refletindo no menor custo para atender a uma demanda adicional. (ONS, 2019).

A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) é responsável por estes contratos entre compradores e vendedores. Todos estes valores são valores utilizam como base o Preço de Liquidação de Diferenças (PLD). O PLD é baseado no CMO, ou seja, seu valor é determinado pelos programas computacionais mencionados anteriormente, sendo calculado semanalmente pela CCEE para cada patamar de carga, dentro de limites mínimo e máximo estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), e para cada submercado. (CCEE, 2019).

A competência para se estabelecer os limites máximo e mínimo do PLD foi atribuída à ANEEL por meio do Decreto 5.163/2004. A partir de 1º de janeiro de 2015, por exemplo, o valor máximo do PLD foi reduzido de R\$ 822,83/ MWh para R\$ 388,04/ MWh; enquanto que o mínimo passou de R\$15,62/MWh para R\$ 30,26/MWh. Em 2016, o PLD máximo foi alterado de R\$ 388,04/MWh para R\$ 422,56/MWh e o PLD mínimo passou de R\$ 30,26/MWh para R\$ 30,25/MWh. Para 2017, o PLD máximo foi alterado de 422,56/MWh para 533,82/MWh e o PLD mínimo de R\$ 30,25/MWh para 33,68/MWh. (ANEEL, 2019).

Para a questão da contratação de energia elétrica, existem dois elementos importantes: Medição Física e Medição Contábil. A Medição Física da CCEE se traduz pelo Sistema de Medição para Faturamento (SMF), que são utilizados para medir o fluxo de energia (consumo, geração e outros parâmetros). Em uma Distribuidora, por exemplo, existe uma topologia representada por todos os pontos de medições da rede básica representados por Subestações e Intercâmbios, todos os pontos de Geração e todos os consumidores livres e especiais. Em paralelo existe a Medição Contábil responsável pela apuração e ajustes dos valores da Medição Física, tendo como parâmetro para o cálculo do consumo e da geração um ponto virtual chamado “Centro de Gravidade”. Este é usado principalmente para o cálculo do rateio de perdas de energia elétrica. (CCEE, 2019).

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Modelagens de Processos

Existem várias ferramentas de modelagens de processos, tais como:

- a) modelagem de processos de negócios, ou BPM (business process modeling). Um processo de negócio nada mais é do que uma sequência de atividades iniciadas a partir de uma demanda e com o objetivo de entregar algum resultado. A BPM é o trabalho realizado para se representar processos de negócios em modelos, utilizando determinadas metodologias e técnicas.
- b) Diagrama de Ishikawa: O Diagrama de Ishikawa, conhecido como Espinha de Peixe, Diagrama 6M ou Diagrama de Causa e Efeito tem o objetivo de indicar a relação entre o efeito e as causas que contribuem para a sua ocorrência. Na Figura 1, tem-se um resumo deste processo.

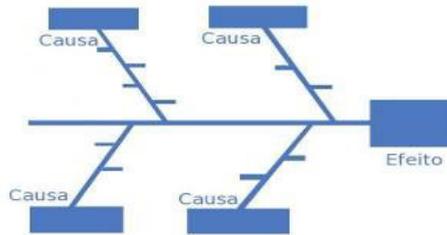


Figura 1 - Diagrama de Ishikawa
 FONTE: Wikipédia (2019).

c)Matriz SWOT ou Matriz FOFA: Também conhecida com Matriz SWOT, Análise FOFA ou ainda Matriz FOFA é uma ferramenta utilizada para fazer análise de cenário (ou análise de ambiente), sendo usada como base para gestão e planejamento estratégico de uma corporação ou empresa, mas podendo, devido a sua simplicidade, ser utilizada para qualquer tipo de análise de cenário, desde a criação de um blog à gestão de uma multinacional. Na Figura 2, tem-se um resumo deste processo.

		Ambiente interno	
		Predominância de	
		Pontos fracos	Pontos fortes
Ambiente externo	Predominância de Ameaças	Sobrevivência	Manutenção
	Oportunidades	Crescimento	Desenvolvimento

Figura 2 - Matriz SWOT
 FONTE: Wikipédia (2019).

2.2 Procedimento – Dados de Medições

A premissa inicial é a de conhecer o processo do início ao fim através de um fluxograma, incluindo todas as áreas envolvidas no processo. Para o nosso caso, segue fluxograma conforme Figura 3 (Fluxograma baseado nos Procedimentos de Comercialização Módulo 2 – Medição - Submódulo 2.1 – Coleta e ajuste de dados de medição - Versão 2.0 - 17/06/2016).

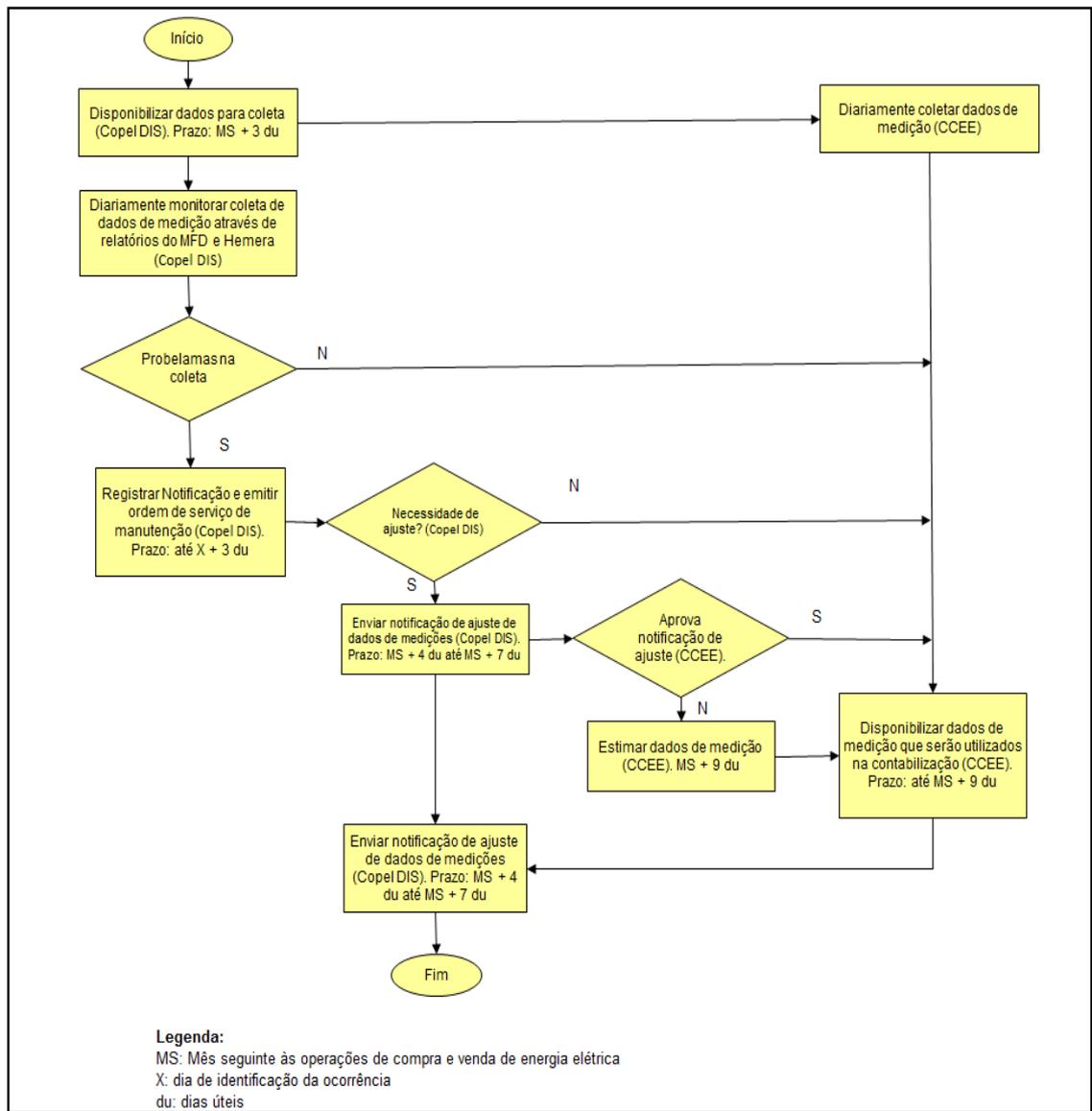


Figura 3 – Fluxograma do tratamentos dos Dados de Medições

FONTE: O Autor (2019) com dados da CCEE.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Identificando os problemas e/ou riscos:

Com base no fluxograma, identificam-se eventuais problemas e/ou riscos (causas x efeitos) do processo vigente com base em cenários futuros, conforme Figura 4.

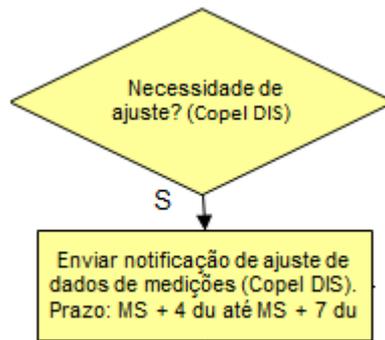


Figura 4 - Problemas e/ou riscos ao processo

FONTE: O Autor (2019).

Segundo Resolução Normativa da ANEEL nº 414/2010 em seu artigo 62, o prazo para denúncia contratual é de 180 (cento e oitenta) dias em relação ao término de cada vigência.

Segundo Procedimentos de Comercialização, o Agente de Medição deve enviar os arquivos XML's de medição até o 3º dia útil posterior ao mês de fechamento das medições. O período de solicitação de ajustes de medições se inicia no 4º dia útil posterior ao mês das medições e se estende até o 7º dia útil.

Ou seja, com base nas informações acima, tem-se o panorama de estimativa de novos medidores SMF em um horizonte de 6 meses à frente. Para o nosso caso, teríamos um aumento de 258 medidores em janeiro de 2016 (existem os medidores principais e retaguardas, mas na nossa base de estudos serão considerados apenas os principais). A expectativa para julho de 2016 era de quase 500 medidores, ou seja, expectativa de dobrar o número de medidores e dobrando-se a quantidade de dados a serem analisados. Lembrando-se que o prazo para ajustes de medições continua o mesmo do 4º ao 7º dia útil posterior ao mês de apuração. Ou seja, a quantidade de dados a serem analisados dobraria, mas o prazo continuaria o mesmo.

3.2 Evolução da quantidade de medidores:

Em termos de Brasil, de janeiro de 2015 até março de 2018, dobrou-se a quantidade de medidores de fronteira de 9.469 para 18.495 medidores, segundo Figura 5.

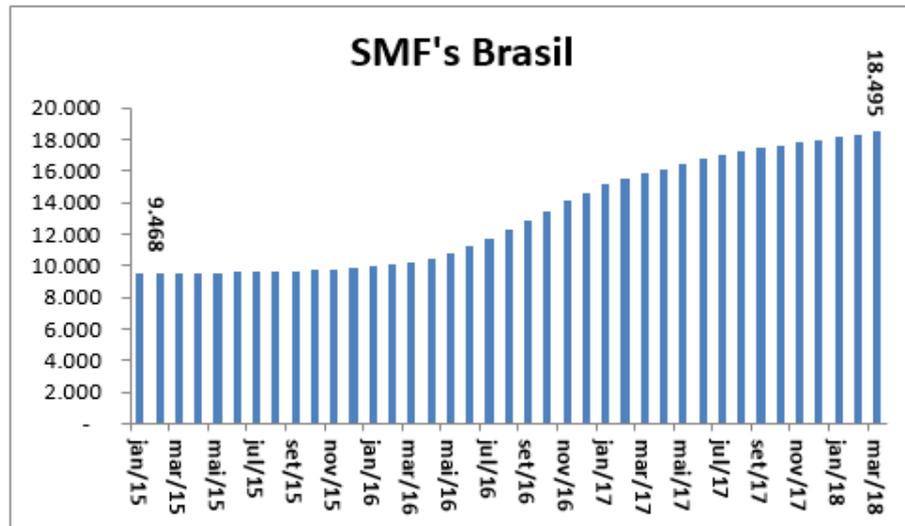


Figura 5 - Quantidade SMF's no Brasil

FONTE: O Autor com dados do Infomercado Semanal CCEE (2018).

No caso da Copel Distribuição, de janeiro de 2016 até março de 2018, quadruplicou-se a quantidade de medidores de 242 para 1.130 medidores principais. Ou seja, aumentou-se em oito vezes a quantidade de dados básicos a serem analisados como canais de consumo e geração.

3.3 Análise da produção x Prazos:

O método antigo era feito através da disponibilização de arquivos em Excel de cada um dos medidores através de uma outra área. A pré-análise através da visualização e análise de cada um dos arquivos demandava cerca de 2 minutos. Analisando-se janeiro de 2016, tínhamos 258 arquivos analisados em média 2 minutos cada um, ou seja, 516 minutos ou 8 horas. Supondo-se que a outra área disponibilize todos os arquivos no 2º dia útil, teríamos esta etapa inicial finalizada ao final do 3º dia útil e restando apenas 4 dias úteis para análises e consolidações das medições incompletas e faltantes.

Em um segundo cenário, em julho de 2016 com a expectativa de 493 medidores, demandaria 986 minutos ou 16 horas. No mesmo cenário anterior levaríamos dois dias úteis para esta fase inicial de visualização dos dados (contando que os dados estão disponíveis no segundo dia útil), restando apenas três dias úteis para a consolidação e envio dos dados de medições junto à CCEE.

Agora no terceiro cenário mais recente, em setembro de 2016, com um total de 1.087 medidores, levaríamos 2.174 minutos ou 36 horas. No mesmo cenário anterior levaríamos 5,5 dias úteis para esta fase inicial de visualização dos dados (contando que os dados estão disponíveis no segundo dia útil) e não haveria tempo hábil para a consolidação e envio dos dados de medições junto à CCEE.

Então para o terceiro cenário identificou-se um risco para todo o processo de

ajustes de medições, que não haveria tempo hábil para analisar os dados, fazer eventuais ajustes de medições e enviá-los à CCEE até o 7º dia útil (prazo da CCEE).

3.4 Case de Sucesso na Gestão de Ajustes de Medições:

Para o processo específico de Ajustes de medições era necessário mapear a forma como eram feitas estas análises (conjuntura atual) e remodelar o processo prevendo-se o aumento de dados a serem analisados. O processo antigo está detalhado no item anterior 3.3.

Usando-se de técnicas de Engenharia, evoluiu-se de uma planilha em Excel com vários dados de forma manual para uma planilha com várias informações automatizadas em Excel confrontando dois relatórios: origem (com dados do Hemera) e fim (com dados do SCDE da CCEE).

O novo processo foi concebido através da extração de dois relatórios em Excel: o primeiro com os dados finais gerados do SCDE da CCEE **já existente**; e o segundo, a origem (dados dos canais de consumo e geração em kWh a partir do sistema coletor de dados de medições chamado Hemera). O segundo relatório foi criado dentro do sistema Hemera, que começou a operar em janeiro de 2016 na Copel Distribuição (sendo formatado de forma similar ao Relatório da CCEE pelo Engenheiro Eletricista Frank Toshioka e desenvolvido pela CAS, empresa fabricante do Hemera). Antes do Hemera existiam outros sistemas que geravam arquivos públicos e convertidos em Excel de cada um dos medidores. Este novo relatório em um arquivo único em planilha do Excel dos dados do Hemera tem a grande maioria dos dados de medições dos canais de consumo e geração dos medidores SMF dia a dia e hora a hora, conforme padrões da CCEE.

Assim no primeiro dia útil posterior ao mês de análise, caso não haja problemas de comunicação, tem-se o relatório completo do Hemera de todos os pontos de medições em um arquivo único.

A partir do 4º dia útil posterior o mês tem-se um relatório gerado pelo SCDE contendo medições faltantes. Estas medições passam obrigatoriamente por ajustes de medições. Caso não sejam ajustadas, a CCEE ajusta de acordo com as regras da mesma, que poderão impactar os valores de medições reais (a menor ou a maior).

Além destas medições faltantes, existem medições incompletas (divergências entre origem Hemera x fim SCDE). Tanto as medições faltantes quanto as medições incompletas devem passar por ajustes de medições entre o 4º ao 7º dia útil. Assim os dados de medições já começam a ser analisados já no 4º dia útil e vários dados poderão ser analisados de forma automática como por exemplo divergências entre os dados do Hemera e dados que foram enviados previamente à CCEE.

A partir destas divergências e outras análises são verificadas eventuais medições incompletas. Estas medições incompletas hoje não são detectadas por exemplo pelo sistema Hemera ou pelo sistema SCDE da CCEE, necessitando do SISTEMA GESTOR

DE AJUSTES DE MEDIÇÕES DE FRONTEIRA.

Segue abaixo Figura 6 demonstrando uma das consolidações da planilha comparando de forma preliminar dados do Hemera e dados do SCDE.

CONSUMIDORES LIVRES	HEMERA	SCDE	CONSOLIDAÇÃO	
			Código SCDE	FEVEREIRO HEMERA
PRARRAENTR101	599.601	599.601	NÃO	-
PRLALLENTR101	689.783	689.783	NÃO	-
PRAMARENTR101	1.426.658	1.426.617	NÃO	41
PRAJNDENTR101	4.347.401	4.347.401	NÃO	-
PRANHAENTR101	1.973.072	2.485.391	SIM	14
PRANINENTR-01	1.277	1.277	NÃO	-
PRAGPGENTR101	626.944	626.944	NÃO	-
PRAGPIENTR101	38.869	38.869	NÃO	-
PRACSTENTR101	874.470	874.470	NÃO	-
PRACPMENTR101	193.367	193.367	NÃO	-
PRZAUMENTR101	465.221	465.221	NÃO	-
PRAMFCENTR101	209.651	209.651	NÃO	-
PRAMFTENTR101	385.391	385.391	NÃO	-

Figura 6 - Planilha de Ajustes de Medições

FONTE: O Autor com base em dados da CCEE e do Hemera (2019).

3.5 Quantidade de medições faltantes

As medições faltantes são resultantes de diversos motivos e em sua grande maioria são causadas por falha de comunicação que pode ser por falha do medidor, falha no envio dos dados à CCEE (podendo o problema ser de ambos os lados, tanto Agente de Medição quanto CCEE). Podem ser resultantes também devido a parâmetros técnicos como constante do medidor, problemas de TP's (equipamentos usados principalmente para sistemas de medição de tensão elétrica, sendo capazes de reduzirem a tensão do circuito para níveis compatíveis com a máxima suportável pelos instrumentos de medição) e/ou TC's (equipamentos que reproduzem, no seu circuito secundário, a corrente que circula em um enrolamento primário, com sua posição vetorial substancialmente mantida, em uma proporção definida, conhecida e adequada), avarias do medidor, problemas de sincronismo do relógio do medidor (relógio adiantado ou atrasado) entre outros.

As medições faltantes podem ser acompanhadas diariamente no módulo de análises do SCDE da CCEE, que faz as consistências de todos os dados de medições de cada Agente de Medição. Quando o arquivo está completo ele é indicado na cor verde e em caso de arquivos com problemas é indicado em vermelho. Casos de ordem técnica como por exemplo erro de constante do medidor resultando em medições incompletas não aparecem neste relatório. Abaixo um exemplo de como é a

visualização deste relatório, conforme Figura 7.

Ponto/Grupo	■ Recebido ■ Incompleto Vazio														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
PRALCRENTR101 (L)											24				
PRAMARENTR101 (L)										17	24				
PRANHAENTR101 (L)								24	08	24	24				
PRAPGPENTR101 (L)											24				
PRBAAVENTR101 (L)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24				
PRBFBRENTR101 (L)			24	24	24	24	24	24	24	24	24				
PRBRBCENTR101 (L)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24				
PRBRCPENTR101 (L)					16	24	24	24	24	24	24				
PRBRNMENTR101 (L)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24				

Figura 7 - Relatório de Medições Faltantes SCDE

FONTE: CCEE (2019).

As medições faltantes devem ser acompanhadas e corrigidas diariamente e podem ser enviadas até às 10 horas do 3º dia útil posterior ao fechamento do mês. No 4º dia útil é possível baixar um relatório da CCEE contendo todas as medições faltantes que passarão por ajustes de medições, sendo possível enviar os arquivos XML's até o 7º dia útil. Adicionalmente também deverão ser enviadas as medições incompletas (que são faltantes mas não são detectadas no relatório da CCEE).

Na Figura 8 tem-se os dados do relatório Infomercado Semanal da CCEE, contendo os dados percentuais de medições faltantes em termos de Brasil:



Figura 8 - dados faltantes Brasil (%)

FONTE: O Autor com dados do Infomercado Semanal CCEE (2019).

A seguir na Tabela 1, tem-se os dados faltantes agrupados por ano em termos de Brasil, em que se chega a uma média de 3,60% de dados faltantes.

Brasil	Dados de medições	Dados com Ajustes de medições	% Ajustes sobre Dados de medições
2015	84.238.536	3.089.808	3,67%
2016	103.665.120	3.245.927	3,13%
2017	146.658.336	3.777.141	2,58%
Até mar/2018	66.909.504	4.325.148	6,46%
Total	401.471.496	14.438.024	3,60%

Tabela 1 - Dados Ajustados Brasil

FONTE: O Autor com dados do Infomercado Semanal CCEE (2019).

A seguir na Tabela 2, tem-se os dados faltantes agrupados por ano, em que se chega a uma média de 2,01% de dados faltantes em termos de Copel Distribuição. Em janeiro de 2017, houve uma situações atípica resultante de vários problemas que resultaram em 10,31% de dados ajustados. Expurgando-se esta situação atípica, chega-se a um valor médio de 1,69% de dados ajustados.

Copel DIS	Dados de medições	Dados com Ajustes de medições	% Ajustes sobre Dados de medições
2015	2.115.504	9.979	0,47%
2016	4.190.736	182.008	4,34%
2017	9.018.984	139.577	1,55%
Até mar/2018	2.435.280	25.561	1,05%
Total	17.760.504	357.125	2,01%

Tabela 2 - Dados ajustados Copel Distribuição

FONTE: O Autor com dados da CCEE (2019).

3.6 Quantidade de medições incompletas:

Para exemplificarmos o item 3.4, partiu-se do pressuposto de quantificar com maiores detalhes as medições incompletas, já que as medições faltantes são casos obrigatórios de ajustes de medições (consegue-se extrair o relatório de medições faltantes no sistema SCDE da CCEE).

Abaixo, tem-se a Tabela 3 contendo quantidade de dados de medições incompletas anuais ajustados junto à CCEE no período de janeiro de 2015 a março de 2018 em kWh.

Ano	Dados ajustados - Consumo kWh	Dados de consumo ajustados Incompletos kWh	% Dados de dados ajustados Incompletos sobre total de dados ajustados	Dados de Consumos Incompletos Reais
2015	122.787.991,44	48.223.935,44	39%	17.359.444,34

2016	716.914.167,45	527.713.969,53	74%	76.925.997,58
2017	438.284.256,80	128.587.030,93	29%	33.202.663,60
Até mar/2018	172.773.429,01	99.139.077,15	57%	18.390.392,92
Total	1.450.759.844,70	803.664.013,05	55%	145.878.498,44

Tabela 3 - Quantidade de dados de medições incompletos ajustados junto à CCEE

FONTE: O autor com base em dados da CCEE (2019).

No período de janeiro de 2015 a março de 2018, tem-se uma média de 2,01% de dados ajustados. No entanto isso representou um total de 803.664.013,05 kWh ou 803.664 MWh de medições incompletas, o que representa em um montante de cerca de 146 milhões de reais valorados ao PLD ou cerca de 55% dos de todos os dados ajustados (45% são as medições faltantes do relatório da CCEE). Isso equivale a cerca de 1.080 MW médios, que representa aproximadamente o registrado no canal de consumo do Estado do Mato Grosso, conforme InfoMercado Semanal - 175 - 5ª semana - Março/2018.

CONCLUSÃO

Os ajustes de medições são um processo bem específico que envolvem análises de medições de duas bases diferentes: a origem com base no sistema coletor de medições chamado Hemera da Copel Distribuição e os dados finais do sistema SCDE da CCEE.

Este processo se inicia já no primeiro dia do mês e se estende até o 7º dia útil, aproximadamente no dia 10 de cada mês. Como nossa capacidade de análise de dados tinha um perfil e a quantidade de dados a serem analisados quadruplicaram, haveria necessidade de 4 profissionais trabalhando em conjunto neste processo. Com a automação de alguns itens-chaves na análise, este processo continuou a ser feito apenas com 1 profissional dentro dos prazos da CCEE. Manteve-se assim a qualidade com o incremento da quantidade. Novas funcionalidades tem sido constantemente analisadas e implantadas no intuito de se ganhar ainda mais produtividade e qualidade.

A quantidade percentual de medições pode ser baixa (2,80% em média em termos de Brasil), mas os valores que são ajustados são significativos durante os anos como pode ser observado com o exemplo da Copel Distribuição.

De janeiro de 2015 até março de 2018, dobrou-se a quantidade de medidores de fronteira de 9.469 para 18.495 medidores em termos de Brasil, ou seja, quadruplicou-se a quantidade de dados a serem analisados (analisa-se os canais de consumo e geração). Cabe ressaltar que a CCEE implantou neste período várias ferramentas que facilitaram estas análises. Estas medições faltantes correspondem a cerca de 45% das medições atualmente ajustadas em âmbitos de Copel Distribuição.

No período de janeiro de 2015 a março de 2018, tem-se uma média de 2,01% de dados ajustados. No entanto isso representou um total de 803.664.013,05 kWh ou

803.664 MWh de medições incompletas, o que representa em um montante de cerca de 146 milhões de reais valorados ao PLD ou cerca de 55% dos de todos os dados ajustados (45% são as medições faltantes do relatório da CCEE). Isso equivale a cerca de 1.080 MW médios, que representa aproximadamente o registrado no canal de consumo do Estado do Mato Grosso. Aqui se tem uma representatividade do impacto financeiro de não termos ajustado estas medições incompletas.

As medições de consumo e geração são a base para os cálculos da CCEE por exemplo da Garantia Física, perdas da rede básica, montantes dos contratos, encargos, exposição financeira, penalidades, PLD. São a base para o Faturamento dos consumidores Livres. Como estamos suscetíveis a problemas de medições faltantes e/ou incompletas, surge a necessidade de ter várias ferramentas para análises como o **Sistema Gestor de Ajustes de Medições de Fronteira da Copel Distribuição**.

O mapeamento inicial através da análise do fluxograma do processo e implantação do **Sistema Gestor de Ajustes de Medições de Fronteira** foi desenvolvido e aperfeiçoado pelo **Engenheiro Eletricista Frank Toshioka** e envolvendo vários profissionais de várias áreas.

REFERÊNCIAS

CCEE. **Visão Geral das Operações da CCEE**, [S.I.], 2010.

ABRADEE, 2019. **Visão Geral do Setor**. Disponível em: <http://www.abradee.com.br/setor-eletrico/visao-geral-do-setor>. Acesso em: 30 out. 2017.

CCEE, 2019. **Preço Médio da CCEE (R\$/Mwh)**. Disponível em: http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/precos/precos_medios?_afLoop=29918275796717#%40%3F_afLoop%3D29918275796717%26_adf.ctrl-state%3D1ctiug20vh_45. Acesso em: 30 out. 2017.

FERRAMENTA PARA AUXILIAR EQUIPE DE CAMPO NA LOCALIZAÇÃO DE ESTRUTURAS DE LINHAS DE ALTA TENSÃO

Mariana Spadetto Leão

EDP Espírito Santo – Vitória, ES

Estagiária de Manutenção de Alta Tensão

Helion da Silva Porcari

EDP Espírito Santo – Cachoeiro do Itapemirim, ES

Eletricista de Manutenção de Alta Tensão Pleno

RESUMO: Uma das grandes dificuldades das equipes de manutenção em empresas do setor energético é saber com exatidão onde estão alocadas as estruturas de alta tensão em campo. Com a vinda de aparelhos GPS e smartphone, encontrar lugares por coordenadas se tornou algo simples e rotineiro, porém, as empresas de telefonia que fornecem internet banda larga para os celulares não alcançam todos os pontos do estado do Espírito Santo. Quando se trata de um local de difícil acesso, onde não há sinal de telefone, a posição exata da estrutura de alta tensão na qual se deseja realizar uma manutenção é uma informação necessária. Tendo isso em vista, ter um mapa com todas as estruturas de alta tensão mapeadas na palma da mão com disponibilidade off-line foi uma solução relativamente simples e funcional para este problema na empresa de distribuição de energia EDP Espírito Santo. Esta solução foi o desenvolvimento de um algoritmo que tem por objetivo gerar um arquivo KML, o qual é

lido pelo software Google Earth, de forma a apresentar os pontos onde se encontram as estruturas de linhas de alta tensão pelo estado do Espírito Santo. Este arquivo além de mostrar com exatidão as posições das estruturas, dispõe também das características individuais de cada uma, fazendo com que o acesso a elas seja rápido e prático.

PALAVRAS-CHAVE: Google Earth. Georreferenciamento. Alta tensão. Estruturas. Mapeamento.

ABSTRACT: One of the great difficulties of the maintenance teams in companies of the energy sector is to know exactly where the structures of high tension in the field are allocated. With the arrival of GPS and smartphone devices, finding places by coordinates has become something simple and routine, however, the telephone companies that provide broadband internet for mobile phones do not reach all points in the state of Espírito Santo. When it is a hard place to reach where there is no telephone signal, the exact position of the high voltage structure in which maintenance is to be performed is an essential information. With this in mind, having a map with all mapped high voltage structures in the palm of your hand with off-line availability was a relatively simple and functional solution to this problem at the energy distribution company EDP Espírito Santo. This solution

was the development of an algorithm that aims to generate a KML file, which is read by the software Google Earth, in order to present the points where the structures of high voltage lines are located in the state of Espírito Santo. This file, besides showing exactly the positions of the structures, also presents the individual characteristics of each one, making the access to them quick and practical.

KEYWORDS: Google Earth. Georeferencing. High voltage. Structures. Mapping.

1 | INTRODUÇÃO

Um grande desafio para o setor de manutenção em uma empresa do setor energético, como a EDP Espírito Santo, é ter o mapeamento exato e preciso de coordenadas dos ativos da mesma. É necessário ter um sistema robusto, que comporte uma grande quantidade de dados e esteja acessível para quem o necessita utilizar. O acesso a esses ativos no meio físico, como por exemplo estruturas de alta tensão, nem sempre é simples, principalmente quando se trata de uma área rural, sem ruas pavimentadas e nem pontos de referência. Uma ferramenta muito utilizada mundialmente para se traçar rotas para chegar a um endereço ou coordenada é o Google Maps, porém, quando não se tem acesso à internet, sua utilização se torna ineficaz.

A solução proposta neste projeto é um arquivo no formato KML, que pode ser lido pelo aplicativo do Google Earth, com todas as estruturas pertencentes à empresa EDP Espírito Santo cadastradas e georreferenciadas. A vantagem desta ferramenta é a utilização dela em modo off-line, por isso, mesmo não tendo sinal de telefonia ou internet banda larga no local, é possível localizar a posição exata da estrutura e ainda medir a que distância ela está do usuário. Além da vantagem de georreferenciar cada estrutura de alta tensão, é possível também inserir textos com informações particulares de cada estrutura. Com isso, o colaborador terá também acesso a informações relevantes para a manutenção, como por exemplo o tipo de estrutura, tensão de operação da linha, tipo de fixação do condutor, etc.

Com o auxílio desta ferramenta, o colaborador de campo poderá navegar em modo off-line pelo mapa do Espírito Santo sabendo onde está cada estrutura de alta tensão no estado e suas respectivas informações. Isso torna o serviço exercido pelo colaborador de campo mais produtivo e menos cansativo, haja vista que existe grande possibilidade deste se perder no meio do caminho ou não saber ao certo onde está cada estrutura.

O presente trabalho possibilita também que novos colaboradores de manutenção tenham conhecimento do mapeamento das estruturas no estado do Espírito Santo. Quando o Centro de Operações da EDP Espírito Santo recebe uma ocorrência de falha em alguma linha de distribuição, as equipes de manutenção devem ter agilidade para chegar ao local da ocorrência. Se houver novos colaboradores de manutenção que ainda não tem conhecimento das localidades das estruturas, isso se torna uma

tarefa mais difícil. Os colaboradores com mais experiência e tempo de trabalho na empresa acabavam memorizando os locais de cada estrutura, mas neste ponto os colaboradores com menos tempo de experiência com linhas de distribuição ficam em desvantagem. Com a ferramenta apresentada neste artigo, a memorização dos locais das estruturas passa a ser dispensável.

2 | GOOGLE EARTH E GEORREFERENCIAMENTO

O georreferenciamento de uma informação geográfica é feito por meio do levantamento das coordenadas destas informações conhecidas em um sistema de referências. No artigo em questão, necessita-se georreferenciar os pontos nos quais as estruturas de alta tensão da EDP Espírito Santo estão inseridas.

Um software muito utilizado hoje em dia para referências e geolocalização de pontos geodésicos é o Google Earth. Segundo Meneses e Oliveira (2014), o Google Earth é um software gratuito que pode ser copiado da internet a partir do endereço <www.google.com.br/earth/index.html> e instalado no computador. É desenvolvido e distribuído pela empresa americana Google e tem por função apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite obtidas de fontes diversas, imagens aéreas (fotografadas de aeronaves) e GIS (Sistema de Informação Geográfica) 3D.

Devido ao fato do Google Earth ser um software livre e versátil, pois também pode ser utilizado como aplicação em smartphone, este foi utilizado como programa base para o presente artigo.

O Google Earth é capaz de ler arquivos no formato KML, que de acordo com GMapas é utilizado para exibir dados geográficos em um navegador da Terra. O KML utiliza uma estrutura de tags com elementos e atributos aninhados e se baseia no padrão XML. Este formato de arquivo permite que o usuário insira informações aos softwares de mapas. A sigla KML, do inglês, *Keyhole Markup Language*, é uma linguagem de padrão muito similar ao HTML e PHP, utilizadas para programação de interface web.

3 | METODOLOGIA APLICADA

Para que todas as estruturas pertencentes à EDP Espírito Santo fossem georreferenciadas, foi necessário um levantamento das coordenadas das mesmas, as quais foram coletadas no formato datum SIRGAS2000. A coleta em campo foi feita com um aparelho GPS Trimble GeoExplorer 6000 Series e armazenadas em arquivo xls.

Este levantamento de coordenadas, porém, só foi realizado para cerca de 80% das estruturas existentes no Espírito Santo pertencentes à EDP Espírito Santo. A razão pela qual não foi feito o levantamento das 20% restantes foi devido à complexidade de

acesso a essas estruturas, como em áreas alagadas ou dentro de subestações, onde somente pessoas autorizadas e com certificado NR-10 podem adentrar.

A partir deste momento, tornou-se necessário o início de conversão dessas informações para um arquivo KML. Foi decidido que este arquivo deveria conter as informações de nome da linha, número do circuito, tensão de operação, número da estrutura, tipo da estrutura e o tipo de fixação do condutor. Essas informações foram consideradas de alta relevância, pois o colaborador já saberá as principais características da estrutura quando tiver que exercer manutenção na mesma. Sendo assim, o trabalho de procurar por estas informações já se torna muito menor.

O arquivo KML foi elaborado por meio da ferramenta de programação VBA (Visual Basic for Application), a qual é obtida por meio da extensão de desenvolvedor do Microsoft Excel. O VBA é muito útil quando se precisa trabalhar com um grande volume de dados e estes necessitam de um determinado nível de automatização e controle.

A função do algoritmo utilizado no VBA é de coletar informações de cada estrutura que estavam em outro arquivo xls e organizá-las de maneira a gerar um arquivo KML válido. Isso quer dizer que o arquivo KML deve abrir no software do Google Earth e dispor de marcadores para simbolizar as estruturas de alta tensão no lugar de cada coordenada e apresentar as características individuais das estruturas em uma tabela.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uma vez que o arquivo KML ficou pronto, iniciou-se a análise do resultado do mapeamento das estruturas de linhas de alta tensão. Por todo o estado do Espírito Santo existem as linhas de distribuição, que são consideradas todas as linhas com tensão abaixo de 230 kV. A EDP Espírito Santo tem a concessão de quase todo o território do estado, onde é responsável por linhas de até 138 kV.

As linhas de distribuição de alta tensão da EDP Espírito Santo são caracterizadas pelas tensões de operação de 34,5 kV, 69 kV e 138 kV. Por isso, as estruturas que aparecem no Google Earth são das cores azul, amarelo e vermelho, que fazem referência às tensões de 34,5 kV, 69 kV e 138 kV, respectivamente. Na figura 1 é possível distinguir as linhas de distribuição das três tensões de operações diferentes:

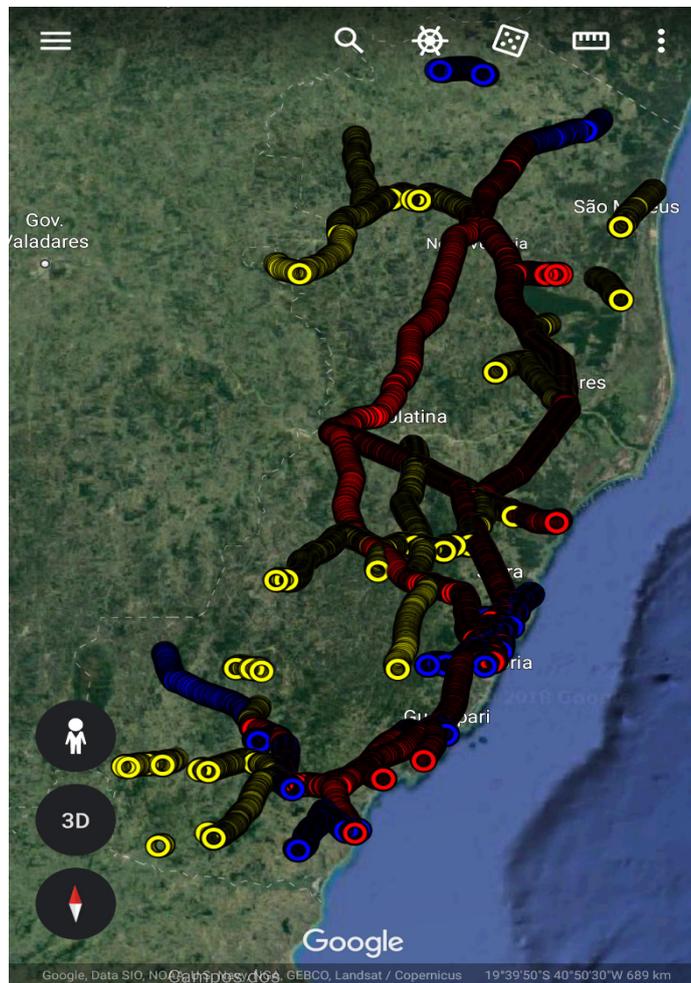


Figura 1. Mapeamento das estruturas de linhas de alta tensão no Google Earth

Com este mapeamento, o colaborador pode navegar por todo o mapa do estado do Espírito Santo e encontrar onde está cada estrutura. Para acessar as informações dos mesmos, clica-se no marcador indicado para a estrutura desejada. As Figura 2 e 3 mostram as informações individuais de estruturas de linhas de alta tensão:

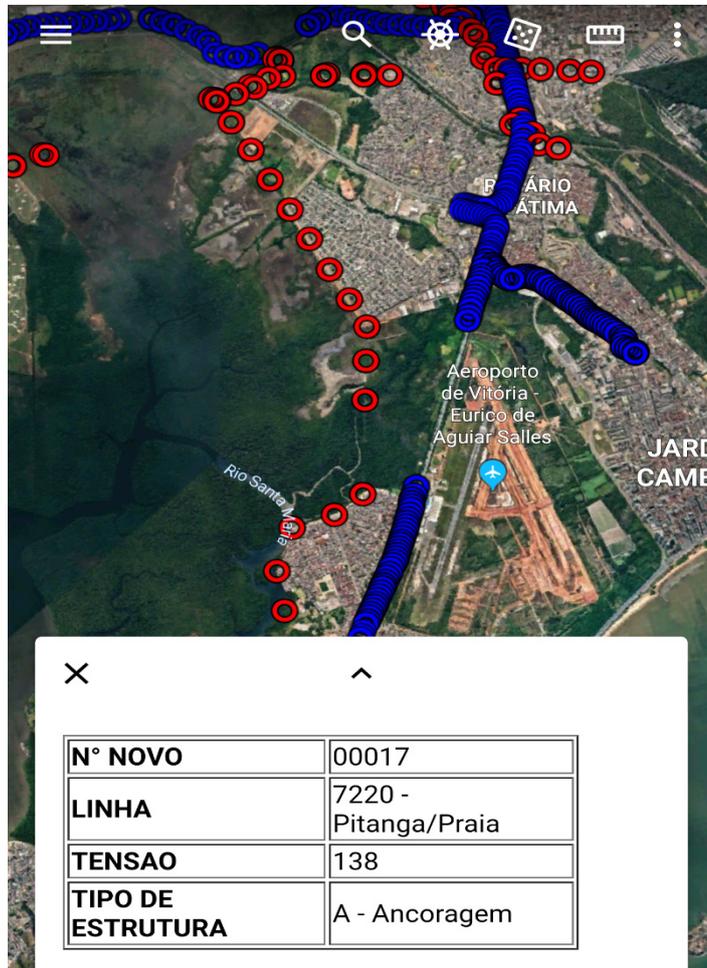


Figura 2. Zoom ampliado do mapeamento da estrutura 00017 da linha de 138 kV Pitanga/Praia

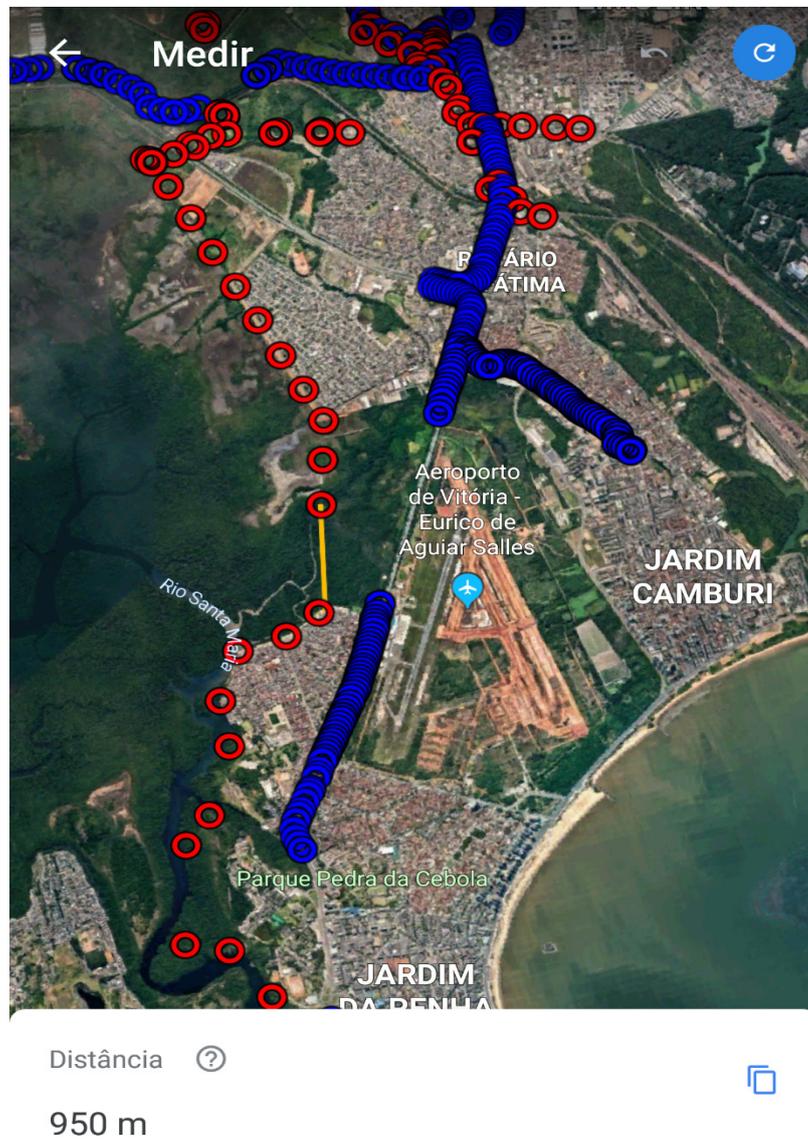


Figura 3. Zoom ampliado do mapeamento da linha de 34,5 kV Praia/Vitória

A Figura 2 mostra as características de uma estrutura de uma linha de 138 kV, a qual é destacada pela cor vermelha. As características são da estrutura de número 00017, a qual pertence à linha de distribuição LD 138 kV Pitanga/Praia. É uma estrutura do tipo “A” e tipo de fixação de condutor de ancoragem. Além das características da estrutura, é possível enxergar pela imagem que a linha Pitanga/Praia se encontra entre um perímetro urbano e um manguezal. Isso já é um grande auxílio para o manutentor, haja vista que ele pode analisar de antemão o que esperar quando for a campo realizar a manutenção.

Já a Figura 3 mostra as características de uma estrutura de uma linha de 34,5 kV, a qual é destacada desta vez pela cor azul. As características são da estrutura 01057, a qual pertence à linha de distribuição LD 34,5 kV Praia/Vitória. É uma estrutura do tipo “B2” e tipo de fixação de condutor de suspensão. Apesar das duas linhas das figuras anteriores não estarem muito distantes uma da outra, trata-se de duas linhas diferentes, com tensões diferentes e características bem diferentes. Pela imagem, observa-se que a estrutura da Figura 3 está localizada em uma área de perímetro urbano, com muitas residências em volta e um aeroporto próximo.

Com a ferramenta, também existe a possibilidade de realizar medições de distâncias entre estruturas, como mostrado na Figura 4:



Esta funcionalidade da aplicação é um ponto positivo, pois é possível saber com exatidão o tamanho de um vão ou a que distância o usuário se encontra da estrutura, precisamente.

Apesar de o arquivo não dispor de 100% das estruturas pertencentes à EDP Espírito Santo, o resultado obtido com as estruturas mapeadas foi como esperado. Além da diferenciação por cores de cada tensão de operação da linha, é possível enxergar algumas características do entorno de cada estrutura, como por exemplo o tipo de vegetação que está ao redor ou então se ela se encontra em perímetro urbano ou rural. É grande vantagem para a equipe que fará a manutenção, saber de antemão quais são as condições ambientais em que estão localizadas as estruturas, de maneira que eles possam ir a campo com o necessário para a execução da manutenção.

5 | CONCLUSÃO

A ferramenta apresentada no artigo é de grande importância para áreas relacionadas a alta tensão na EDP Espírito Santo devido a facilidade de acesso e

riqueza de informações nela contidas. Hoje em dia é muito comum se ter um smartphone consigo, isso faz com que a ferramenta seja de baixo custo e acessível.

Este tipo de informação auxilia as equipes de campo que precisam fazer manutenções em estruturas de linhas de alta tensão. Cada uma delas possui particularidades, as quais nem sempre estão disponibilizadas em um arquivo de fácil acesso.

Não somente as equipes de campo são auxiliadas com o uso desta ferramenta, mas também equipes de *backoffice*, como por exemplo das áreas de projetos, construções, centro de operações, cadastramento, meio ambiente, etc.

Quando a equipe vai à campo executar a manutenção em alguma estrutura, é necessário que se leve os equipamentos e ferramentas ideais para cada tipo diferente de estrutura. Por este motivo, se a equipe tiver pouco tempo de experiência na empresa e não souber com exatidão qual tipo de estrutura e a localização da mesma, existem grandes chances de que ocorra retrabalho. A ferramenta de auxílio apresentada reduz as chances de retrabalho, trazendo conforto e confiança para a equipe realizar a manutenção devidamente.

REFERÊNCIAS

CHEVALIER, João. **O que é VBA?**, Disponível em <<https://www.elaborata.com.br/blog/2018/05/03/o-que-e-vba/>> Acesso em: 22 de janeiro de 2019.

GMAPAS. **O que é arquivo KML?**. Disponível em <<http://www.gmapas.com/deposito-kml/o-que-e-arquivo-kml>> Acesso em: 22 de janeiro de 2019

MENESES, Francisco G. A.; OLIVEIRA, Lanna L. G. S. **Estudo prático sobre a geolocalização de sítios arqueológicos no Google Earth**. Revista de Arqueologia Pública. Campinas: LAP/NEPAM/ UNICAMP. n.9. p. 35-46. Julho de 2014.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA PRÉ-FABRICADA EM SUBESTAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO COMPACTAS DA ELEKTRO

José Augusto Ferraz

Elektro Eletricidade de Serviços S.A.
Campinas – São Paulo

Gabriel Vinicius Caciatore de Souza

Elektro Eletricidade de Serviços S.A.
Campinas – São Paulo

RESUMO: A busca por eficiência e investimentos cada vez mais prudentes controlados pelos órgãos reguladores, aliados a crescente escassez de terrenos para instalação de subestações de distribuição de energia elétrica, fazem com que as concessionárias do setor inovem em tecnologias que proporcionem a compactação do espaço necessário e redução no tempo das obras, sem reduzir a qualidade e confiabilidade dos empreendimentos.

Diante deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a forma como a Elektro vem inovando em relação à aplicação de soluções pré-fabricadas na construção de subestações, uma vez que a aplicação dos equipamentos compactos isolados a gás (*Gas-Insulated Substation- GIS* e *Hybrid-Insulated Substation - HIS*) realizados pela companhia, apesar de representar ganho expressivo na diminuição do tamanho necessário para o terreno da instalação, não evoluiu proporcionalmente na redução do tempo de execução das obras.

A análise das técnicas de construção modular e pré-fabricadas nas subestações compactas se mostra necessária levando em consideração aspectos econômicos e regulatórios, além dos impactos e benefícios intangíveis, que vão de ganhos, desde a sala de comando das subestações, até as canaletas de cabos.

PALAVRAS-CHAVE: Subestação de distribuição compacta; Pré-fabricados protendidos; Sala de comando pré-fabricada; Parede corta-fogo pré-fabricada.

ABSTRACT: The search for efficiency and increasingly prudent investments controlled by the regulatory agencies, together with the growing shortage of land for the installation of electricity distribution substations, forces the concessionaires of the sector to innovate in technologies that provide the compaction of the necessary space and reduction in the time of works, without reducing the quality and reliability of the projects.

In this context, the present work aims to present the way in which Elektro has been innovating in relation to the application of prefabricated solutions in the construction of substations, since the application of Gas-Insulated Substation (GIS) and Hybrid-Insulated Substation (HIS), although it represented a significant reduction in the size required for the installation site, did not increase proportionally in the reduction of the

execution time of the works. The analysis of the modular and prefabricated construction techniques in the compact substations is necessary, taking into account economic and regulatory aspects, as well as the intangible impacts and benefits, from the substation control room to the cable channels.

KEYWORDS: Compact distribution substation; Prefabricated prestressed; Prefabricated control room; Prefabricated firewall.

1 | INTRODUÇÃO

O setor de distribuição de energia elétrica brasileiro é caracterizado por rigoroso controle de órgãos reguladores, que prezam pela eficiência e qualidade das empresas detentoras de áreas de concessão para prestação deste serviço. No que diz respeito aos empreendimentos de subestações (SEs), sejam elas novas ou existentes, o Índice de Aproveitamento de Subestações (IAS) tem como objetivo orientar as concessionárias de energia para otimização das reservas instaladas.

Além das diretrizes reguladas, as empresas deste setor são gradativamente desafiadas no que se refere a escolhas e aquisições dos terrenos para instalação das SEs. A aceitação social, requisitos ambientais mais exigentes e redução dos terrenos disponíveis nos centros urbanos, são exemplos que podem ser citados quanto aos impactos na execução das obras.

Diante deste contexto, o artigo em questão tem como foco apresentar estudos aplicados em novas tecnologias de construção de subestações desenvolvidos pela Elektro, empresa atuante no ramo de distribuição de energia elétrica, com o objetivo de aumentar o desempenho dos processos, reduzindo o tamanho físico dos empreendimentos e o tempo de realização dos projetos. Deste modo, serão expostos resultados de ganhos obtidos a partir da adoção de técnicas de execução civil utilizando materiais pré-fabricados em vários setores das subestações de energia.

2 | A ELEKTRO E O MODELO DE REGULAÇÃO

A Elektro, distribuidora de energia elétrica pertencente ao grupo Neoenergia, conta com uma área de concessão de 223 cidades no estado de São Paulo e 5 cidades no Mato Grosso do Sul, totalizando mais de 2,5 milhões de clientes atendidos. Nos últimos anos, a empresa vem buscando formas inovadoras de aplicar técnicas de construção de subestações com a finalidade de reduzir o prazo dos empreendimentos e, paralelamente, garantir confiabilidade sem interferir na qualidade de fornecimento de energia elétrica.

Desde 2014, a Elektro tem aplicado a tecnologia de equipamentos isolados a Gás SF6 (GIS) no setor de 138 kV das subestações e, em 2016, foram instalados aparatos semelhantes no setor de média tensão de três subestações em sua área de concessão, perfazendo o arranjo de GIS AT e MT no mesmo projeto. Para os casos

onde são necessárias intervenções em instalações já existentes que necessitem de compactação por restrições no terreno, equipamentos híbridos (HIS) estão sendo instalados, conforme definidos na norma IEC 62271-205.

O uso das tecnologias citadas logo acima, apesar de reduzir consideravelmente o terreno necessário para construção de novas subestações, pouco auxiliam no ganho de tempo dos empreendimentos, deste modo, a equipe técnica de subestações da Elektro tem buscado formas de aperfeiçoar os processos construtivos, uma vez que as atividades civis compõem parte do caminho crítico dentro dos projetos de construção de uma nova SE. Diante deste cenário, a companhia, portanto, vem buscando soluções inovadoras em tecnologias pré-fabricadas, almejando o reconhecimento tarifário da ANEEL para o desenvolvimento de novas subestações, além da procura por maior retorno financeiro através dos custos de oportunidade.

No contexto regulatório brasileiro, as companhias do setor de distribuição trabalham com foco no IAS, que considera um horizonte de dez anos antes da incorporação do ativo à Base de Remuneração Regulatória (BRR), sendo que durante este período, as concessionárias devem otimizar suas reservas de capacidade de potência instalada. Dessa maneira, os esforços da Elektro para desenvolver subestações modulares também são justificados perante a ANEEL e permitem a realização de modelos compactos que acarretam em mais eficiência no processo, menores tempos de construção e disponibilidade para inserção de novos blocos de potência, proporcionando maior rentabilidade e menores riscos ao planejamento elétrico.

3 | MODELOS CONSTRUTIVOS UTILIZADOS PELA ELEKTRO EM SUBESTAÇÕES

As subestações da Elektro são construídas em aproximadamente 9 meses e em uma área de 3600 m². A busca contínua da companhia pelo aumento da eficiência na execução dos empreendimentos desencadeou a necessidade de inovar em soluções que possibilitassem modularizar a maneira como a concessionária executa suas obras, assim, como já dito, começaram a ser estudadas soluções pré-fabricadas.

O arranjo das instalações da concessionária é configurado de forma modular, conforme definido no estudo do IAS, onde em sua maioria contam com barra simples no setor de alta tensão (138 kV), barra principal e transferência no setor de média tensão (13,8 kV), barra dupla no setor de média tensão (13,8 kV), 02 (dois) bays de entrada de linha, 02 (dois) bays de transformadores e de 04 (quatro) a 10 (dez) bays de alimentadores. Vale ressaltar que, para os casos recentes, a companhia tem aplicado equipamento GIS tanto no setor de alta quanto de média tensão, sendo que o primeiro é instalado no pátio da SE (outdoor) e o segundo na sala de comando (indoor). A Figura 1 apresenta a planta e o corte eletromecânico típico das subestações da Elektro com a configuração citada.

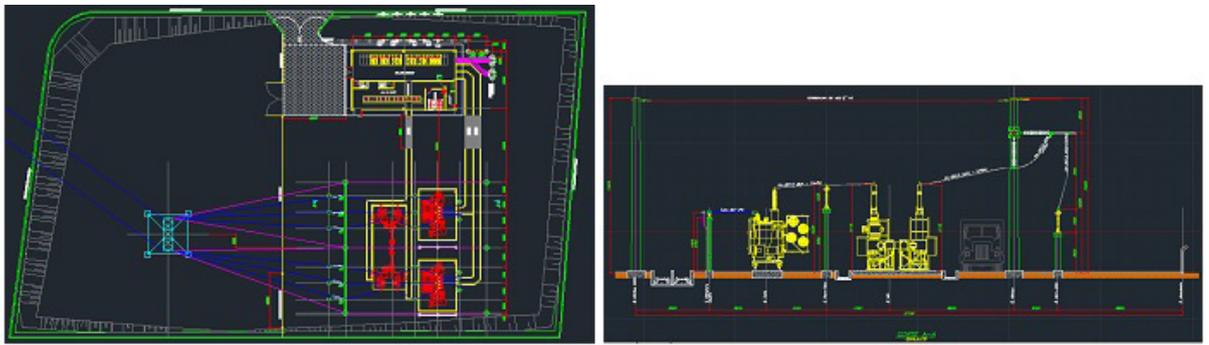


Figura 1 - Arranjo básico da subestação modular da Elektro

Levando em consideração a montagem da SE como um todo, a casa de comando representa papel fundamental devido à sua importância e tempo de construção, além de ser o item civil que emprega maior equipe em sua montagem, sendo assim, a casa de comando das subestações da Elektro foi o primeiro item de estudo para ganho de tempo e produtividade. Vale dizer que os modelos convencionais levam em média cinco meses para serem construídos e, caso ocorram atrasos em sua execução, invariavelmente o prazo do projeto é impactado diretamente, já que faz parte das atividades que compõem o caminho crítico do mesmo, sobretudo porque sua montagem é predecessora de outras importantes entregas, tais como dos painéis internos, do módulo GIS MT de saída dos alimentadores, dos bancos de baterias e retificadores, entre outros.

Diante dos desafios citados e com o apoio de empresas especialistas em pré-fabricado protendido, a companhia padronizou quatro modelos de casa de comando a serem aplicadas em subestações de 34,5 a 138 kV, conforme área de concessão da empresa. Na figura 2, disposta logo adiante, é apresentada a planta baixa e a imagem do modelo finalizado, sendo que a casa de comando ali utilizada foi, naturalmente, uma dentre as quatro padronizadas e possui compartimentos de painéis, banco de baterias, GIS de média tensão e infraestrutura.

Observou-se ganho expressivo com este novo modelo, pois a casa de comando que outrora era construída em uma média de cinco meses, passou a ser executada em período em torno de três meses, restando, no geral, apenas detalhes de acabamento que não interferem nas demais atividades. Tal otimização do tempo nessa fase do empreendimento é significativo e impacta em média 40% a quantidade de dias de obra, porém, não é o único resultado positivo que pôde ser observado. Além deste ganho, verificou-se que com a solução pré-fabricada houve também uma redução considerável nos resíduos de obra resultantes da montagem civil da casa de comando.

Abaixo, como mencionado acima, segue a figura 2 com a planta baixa e a imagem de modelo de casa de comando finalizada.

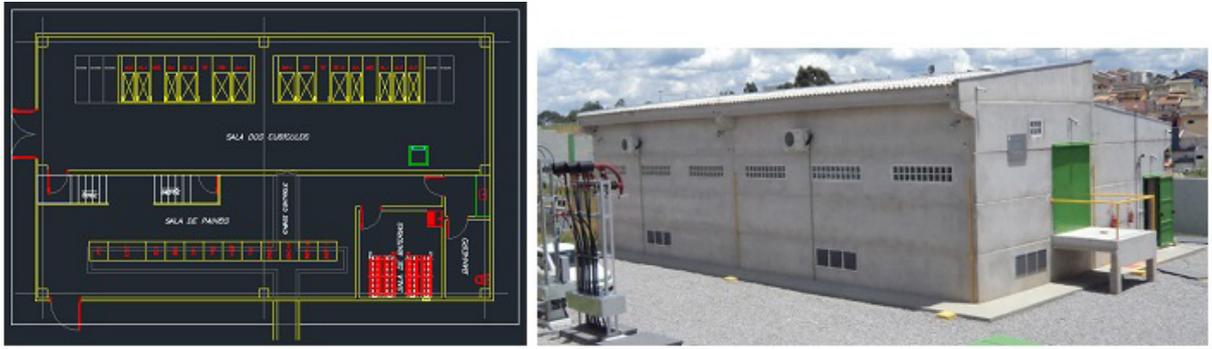


Figura 2 - Casa de comando pré-fabricada

Como o modelo da subestação apresentado possui poucos equipamentos no pátio, em paralelo ao estudo da casa de comando, passou-se a desenvolver a base dos transformadores e paredes corta-fogo de material pré-fabricado e protendido. Apesar da execução destes itens não representar um grande impacto no cronograma do projeto de uma nova SE, o interesse em executar a parede corta-fogo com agilidade se deu pela necessidade em subestações já existentes que precisavam desta regularização. Este tipo de empreendimento, que durava em média de duas a três semanas, necessitando de liberação da subestação, hoje é desenvolvido em menos de uma semana, sendo que, após a construção das fundações, a execução da parede em si é feita em apenas um dia.

Assim como no caso da casa de comando, a padronização da parede corta-fogo com os aspectos mencionados apresentou ganhos, tanto na fase de execução da obra em si quanto na elaboração e correção dos projetos.

A figura 3 apresenta projeto padrão e parede corta-fogo executada, além da base do futuro transformador montada com dormentes pré-fabricados.

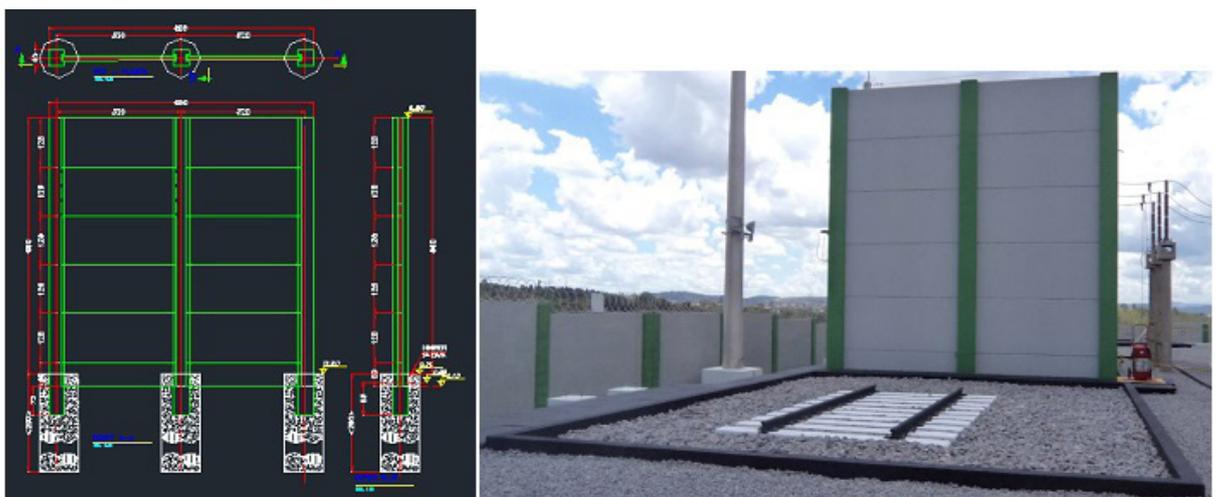


Figura 3: Base de transformador e parede corta-fogo pré-fabricados

A confecção do muro periférico e das canaletas pré-fabricadas foram realizadas em loco, em um curto prazo de tempo, sendo que esta maior agilidade possibilitou

a mobilização do canteiro e início das obras sem impactos iniciais no cronograma do empreendimento. Além disso, a bacia coletora e separadora de água e óleo foi padronizada com anéis retangulares, melhorando o aproveitamento da área e possibilitando a montagem com menor profundidade, o que reduz o risco de atingimento de lençóis freáticos. A dificuldade com solos encharcados é uma realidade da Elektro, uma vez que sua área de concessão conta com diversas cidades do litoral paulista, desta forma, quanto menor a profundidade da escavação para execução das bacias, no geral, melhor é a qualidade de procedimentos.

A figura 4 mostra o muro periférico pré-fabricado após sua montagem na subestação.



Figura 4: Muro periférico pré-fabricado aplicado na subestação

Os ganhos com a aplicação das tecnologias pré-fabricadas em subestações de distribuição são consideráveis em relação ao cronograma do empreendimento, padronização dos métodos construtivos e organização da obra com a redução de resíduos. Com isso, hoje, cerca de 80% das intervenções civis em subestações da Elektro são desenvolvidas com a tecnologia apresentada e espera-se que em pouco tempo, possivelmente em uma média de quatro anos, sejam realizadas em sua totalidade, porém, ressalta-se sobretudo que todos os esforços com estudos e desenvolvimento culminaram em subestações padrão que possibilitam a rápida execução em terrenos compactos.

Em 2018, também entrou em operação a primeira subestação da Elektro com a tecnologia de eletrocentro, a SE Eldorado 02, que possui classe de tensão de 34,5 kV e foi projetada para auxiliar no aumento de carga na região sul do estado de São Paulo, próximo à cidade de Registro. Além do eletrocentro, que abriga na totalidade os painéis e cubículos da SE, possibilitando a compactação da área necessária, a instalação conta com todas as tecnologias civis desenvolvidas e explicadas anteriormente. Como resultado, o empreendimento foi executado em apenas quatro meses.

A seguir, a figura 5 mostra a SE Eldorado 02, mencionada acima.



Figura 5: SE Eldorado 02

4 | CONCLUSÕES

Inseridas em um setor que a cada dia aumenta a exigência por excelência e qualidade na prestação de serviços, as concessionárias de energia elétrica brasileira se reinventam na busca por inovações que vão de encontro com o que lhes é cobrado pelos órgãos reguladores. Diante deste contexto e da dificuldade cada vez maior em se obter terrenos para construção de novas subestações e/ou ampliação das existentes, a Elektro têm realizado diferentes estudos para compactação de suas instalações.

No que tange as subestações, a solução que tem como premissa utilizar equipamentos isolados a gás SF6 (GIS) se mostrou eficiente, tanto na operacionalidade quanto na compactação da área necessária para construção. Apesar da aplicação da tecnologia GIS na alta e média tensão apresentar ganhos expressivos, pouco retorno foi notado referente à redução do tempo de execução dos empreendimentos, portanto, diante disso, a Elektro vem se empenhando para desenvolver materiais e novas tecnologias que possibilitem alcançar tais indicadores de eficiência.

A tecnologia do pré-moldado tem apresentado resultados específicos em redução de tempo de obra, sem perder em nenhum momento a qualidade requerida pela companhia. A casa de comando padronizada pela Elektro possibilitou um ganho de aproximadamente 40% em tempo de execução, o que justifica o investimento, uma vez que tal fase representa expressiva importância e complexidade aos projetos de subestações. Somados aos demais itens já desenvolvidos com esta tecnologia, aproximadamente 80% das intervenções civis da Elektro estão sendo aplicadas com este novo conceito e espera-se que em um horizonte de cerca de quatro anos ocorra em sua totalidade, resultando em padronização e redução nos resíduos ao final das obras.

Além das novas instalações, empreendimentos em subestações existentes que necessitam de intervenções estão sendo beneficiados, devido à agilidade da execução em campo e menor exposição dos funcionários aos riscos presentes em equipamentos energizados.

Em suma, a Elektro tem investido capital financeiro e intelectual no

desenvolvimento de novas tecnologias aplicadas na construção de subestações de distribuição, com o objetivo de executar obras que auxiliem o reforço e confiabilidade do sistema elétrico, sem abrir mão da excelência na execução dos empreendimentos.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 6118:2014. **Projeto de estruturas de concreto**: Procedimento.

ABNT NBR 14931:2004. **Execução de estruturas de concreto**: Procedimento.

ANEEL. **Procedimentos de Regulação Tarifária**: Módulo 2 - Revisão Tarifária Periódica de Concessionárias de Distribuição, Sub módulo 2.3 - Base de Remuneração Regulat6ri. Resolução Normativa n6 686/2015, de 23/11/2015.

CIGRE B3-20. **Evaluation of different technologies (AIS, GIS, MTS) for rated voltages of 52 kV and above**. November 2008.

CIGRE *Technical Brochure* 483. **Circuit Configuration Opticization**. June 2014.

GODOY, A.V. de; GODOY, M.V. de; SÁ, R. Del. **Estado da Arte das Subestações no Mundo e sua Inserção no Brasil**. XIX Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica – SNPTEE, Rio de Janeiro- RJ, 2007.

IEC 61936-1. **Power Installations Exceeding 1 kV a.c. Part 1: Common rules**.

IEC 62271-205. **High-voltage switchgear and controlgear. Part 205: Compact switchgear assemblies for rated voltages above 52 kV**.

KOUTLEV, K.; PAHWA, A.; WANG,Z.; TANG, L. **Methodology And Algorithm For Ranking Substation Designer Alternatives**. *Transmission and Distribution Conference and exposition*, 2003. IEEE PES, Volume 2, *September* 2003.

EFICIÊNCIA DAS DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA UTILIZANDO LIMITES AOS PESOS PARA DEA E REA

Lorena Cardoso Borges dos Santos

Companhia Paulista de Força e Luz, Gerência de
Regulação Estratégica
Campinas – SP

Rafael de Oliveira Gomes

Companhia Paulista de Força e Luz, Gerência de
Regulação Estratégica
Campinas – SP

Luana Medeiros Marangon Lima

Marangon Engenharia LTDA
Itajubá – MG

Anderson Rodrigo de Queiroz

Marangon Engenharia LTDA
Itajubá – MG

Giulia Oliveira Santos Medeiros

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de
Sistemas Elétricos e Energia
Itajubá – MG

José Wanderley Marangon Lima

Marangon Engenharia LTDA
Itajubá – MG

RESUMO: A revisão tarifária periódica é o principal mecanismo de definição das tarifas de uso do sistema de distribuição de energia elétrica. No Brasil, a metodologia utilizada para obtenção do custo operacional (OPEX) regulatório é a técnica de Data Envelopment Analysis (DEA). Esse trabalho procura analisar o modelo DEA quando incorpora os limites aos

pesos inseridos por ocasião do quarto ciclo de revisão tarifária. Esta análise faz uso do Ratio-based Efficiency Analysis (REA) como uma ferramenta para mensurar o efeito da eficácia destes pesos. Os dados das empresas de distribuição do são utilizados para exemplificar e sugerir melhorias.

PALAVRAS-CHAVE: Distribuição de energia elétrica; benchmarking; DEA; limites aos pesos; REA.

ABSTRACT: The periodic tariff revision is the main mechanism for the definition of tariffs for the use of the electricity distribution system. In Brazil, the methodology used to obtain regulatory operational cost (OPEX) is the Data Envelopment Analysis (DEA) technique. This paper seeks to analyze the DEA model when it incorporates the limits to the weights inserted in the fourth tariff revision cycle. This analysis makes use of Ratio-based Efficiency Analysis (REA) as a tool to measure the effectiveness of these weights. The distribution companies data are used to exemplify and suggest improvements.

KEYWORDS: Distribution of electricity; benchmarking; DEA; weights limits; REA.

1 | INTRODUÇÃO

A RGE Sul possui em andamento o projeto de P&D intitulado “Metodologia DEA e REA como Indicador da Eficiência de Concessionárias de Distribuição” (Projeto P&D ANEEL – PA3027), que está sendo executado pelas entidades MC&E e Fupai. O presente trabalho apresenta os resultados parciais do projeto, que teve início em julho de 2017 e tem seu término previsto para junho de 2019.

O interesse pelo estudo da regulação econômica não é recente e visa estabelecer as tarifas que serão aplicadas aos consumidores e garantir que esses serviços sejam realizados com boa qualidade, confiabilidade e continuidade (Brasil, 1996; Sales, 2011). No caso da distribuição, os custos aos quais as concessionárias farão jus a uma receita, são divididos em duas parcelas: a Parcela A e a Parcela B. A Parcela A é constituída pelos custos “não gerenciáveis”, ou seja, ela é formada pela parcela dos custos que não estão sob o controle das distribuidoras: aquisição de energia, conexão e uso do sistema de transmissão e encargos setoriais. Já a Parcela B é constituída pelos custos “gerenciáveis”, que são divididos em custos de administração, operação e manutenção (CAOM) e custos anual dos ativos (CAA). O CAA representa a remuneração dos investimentos e depreciação associados aos ativos elétricos da concessão, enquanto o CAOM representa os custos operacionais e receitas irre recuperáveis vinculadas ao serviço de distribuição de energia (ANEEL, 2015; Ferreira, 2003) e é tratado no decorrer do artigo como OPEX.

Toda distribuidora, para assumir o fornecimento de energia em uma região, deve assinar um contrato de concessão. Neste contrato fica estabelecido que ela deve cumprir um conjunto de regras emanadas pelo poder concedente e pela agência reguladora. Além disto, para viabilizar a concessão, a concessionária passa por processo de revisão ordinária periódica e, se necessário, revisão extraordinária de suas tarifas, além dos reajustes tarifários anuais. A Revisão Tarifária Periódica (RTP) é realizada com o intuito de analisar o comportamento dos custos das distribuidoras e recalcular a receita total (Parcela A + Parcela B). O processo de RTP ocorre em períodos de 4 anos em média, variando conforme o contrato de concessão firmado. No reposicionamento tarifário é estabelecida a Receita Requerida da distribuidora, mediante o seu nível eficiente dos custos operacionais, remuneração de investimentos e na definição da Componente T que associa às metas de eficiência individuais (Xavier, 2015).

Para o reposicionamento tarifário é necessário analisar o quão bem as distribuidoras vêm utilizando suas receitas requeridas. Isto é feito por meio de análises de eficiência (Jamasp e Pollitt, 2003; Zakaria e Noreen, 2016; Filippinia et al., 2014). O Brasil se encontra no 4º ciclo de revisão tarifária periódica (CRTP) e, a cada ciclo, a metodologia de análise de eficiência das distribuidoras tem sido aprimorada pela ANEEL.

Basicamente, no 1º e 2º CRTP foi utilizada a metodologia de empresa de referência (ER) para definição da eficiência das distribuidoras. No 3º CRTP (3CRTP)

para definição do ponto de partida foram utilizados resultados da ER do 2CRTP, já para definição da meta de custos operacionais utilizou-se uma análise em dois estágios: no primeiro estágio foi feita a média dos resultados obtidos por dois modelos de *benchmarking* (*Data Envelopment Analysis* – DEA e *Corrected Ordinary Least Square* – COLS) considerando apenas variáveis tradicionais de produto e insumo; o segundo estágio realiza uma regressão dos escores de eficiência obtidos pelo primeiro estágio contra variáveis externas à gestão da empresa – variáveis ambientais (Xavier, 2015). A partir do 4º CRTP (4CRTP), passou-se a utilizar somente o modelo DEA com alguns aprimoramentos. Uma das modificações no DEA foi a incorporação das restrições de limites aos pesos (Podinovsky, 2004) das variáveis de controle que estabelecem a proporção ótima de cada “input” com o “output” do modelo.

O Brasil é um país de dimensões continentais. As áreas de concessão das distribuidoras diferem em características geográficas, demográficas e perfis de consumo, tais diferenças refletem nos custos de operação e manutenção das redes. Pode-se, assim, afirmar que o conjunto de distribuidoras analisado para determinação da fronteira de eficiência é heterogêneo. No 4CRTP, a ANEEL adotou limites aos pesos para mitigação de erros devido a heterogeneidade na comparação das distribuidoras, visto que todas as empresas são analisadas em um mesmo conjunto, porém nenhuma metodologia de cálculo para a definição desses limites foi apresentada, gerando insatisfações por parte dos agentes.

Os questionamentos quanto a esses limites foram destaque na Audiência Pública nº 023/2014 (AP 023/2014), em que foi definida a metodologia para o 4CRTP (ANEEL, 2015b). Nela, algumas empresas contribuíram com a apresentação de metodologias para a definição dos limites aos pesos. Apesar disso a ANEEL decidiu manter os limites propostos. Apesar do indeferimento da proposta apresentada nas contribuições, o regulador afirmou na ocasião que poderia rever a metodologia futuramente (ANEEL, 2015b).

Apesar dos avanços ocorridos ao longo dos ciclos de revisões metodológicas, aperfeiçoamentos podem ser realizados com intuito de mitigar a heterogeneidade do conjunto de distribuidoras, como em (Xavier, 2015; Agrella e Brea-Solís, 2017). Neste contexto, esse trabalho avalia a sensibilidade dos resultados obtidos no 4CRTP com o DEA e propõe a utilização de outra metodologia de *benchmarking* para a análise e comparação da homogeneidade entre dados de conjuntos, o *Ratio-based Efficiency Analysis* (REA) (Salo e Punkka, 2011). São verificadas as influências da adoção de limites aos pesos na determinação da eficiência das distribuidoras e se essa adoção é adequada para o caso brasileiro.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A. Metodologia do 4CRTP

A AP 023/2014 teve como resultado a metodologia utilizada no 4CRTP e definiu que o DEA seria utilizado como método de análise de eficiência para definição dos custos operacionais eficientes das distribuidoras, a partir de maio de 2015. O método DEA é uma técnica de *benchmarking* baseada em programação linear e no conceito de fronteira de eficiência. A fronteira de eficiência busca identificar o melhor resultado dentro de uma amostra de unidades tomadoras de decisão (*Decision Making Units* – DMUs), que utilizam os mesmos insumos e geram produtos semelhantes (Xavier, 2015). Para o segmento de distribuição de energia, considera-se como insumo o OPEX e como produtos são considerados dois grupos: os produtos efetivos da distribuidora e os produtos de qualidade do serviço. Como produtos efetivos das distribuidoras são adotados comprimento de rede de alta tensão, distribuição aérea e subterrânea, em quilômetros, mercado ponderado em MWh e número de unidades consumidores. Como produtos da qualidade do serviço são utilizados consumidor hora interrompido (CHI) em horas e perdas não técnicas em MWh, que, por serem considerados produtos negativos, reduzem a produtividade das distribuidoras (ANEEL, 2015b; Mesquita, 2017).

O modelo DEA possui dois tipos de orientação: a orientação ao insumo e a orientação ao produto. Na orientação ao insumo, as comparações entre as empresas são feitas pelos insumos utilizados, para um valor de produto fixo. Já na orientação ao produto, as comparações são pelos produtos possíveis para valores de insumos fixos. A escolha da orientação é baseada em quais variáveis são consideradas gerenciáveis. Na avaliação das distribuidoras, adota-se a orientação ao insumo, pois se considera que os custos operacionais apresentam um maior poder de atuação pelas empresas (Anjos et al., 2010). As empresas são comparadas pelo seu OPEX, quantidade de ativos e qualidade de atendimento aos consumidores de sua área de concessão. A fronteira de eficiência é formada pelas DMUs com a melhor relação entre produtos e insumos (Mello et al., 2005; Medeiros et al., 2015). Essa relação resulta em diferentes tipos de função de produção: retornos constantes de escala (CRS), retornos não decrescentes de escala (NDRS), retornos não crescentes de escala (NIRS) e retornos variáveis de escala (VRS) (Medeiros, 2018). O tipo de retorno adequado varia com a aplicação (Gavgani e Zohrehbandian, 2014). No caso da avaliação dos custos operacionais das distribuidoras de energia elétrica, decidiu-se por adotar o modelo NDRS, conforme modelo (1).

$$w_p = \max_{u,v} \sum_{j \in J} v_j y_j^p + \varphi$$

$$\begin{aligned}
& \sum_{j \in J} v_j y_j^k - \sum_{i \in I} u_i x_i^k + \varphi \leq 0 \quad \forall k \in K \\
& \sum_{i \in I} u_i x_i^p = 1 \\
& \varphi \geq 0, v_i, u_j \geq 0, \quad \forall i \in I, \forall j \in J
\end{aligned} \tag{1}$$

Onde p é a DMU em análise; I e J são os conjuntos de insumos e produtos respectivamente; K é o conjunto de DMUs; u_i e v_j são as variáveis de decisão, ou seja, os pesos do insumo i e produto j ; x_i^k e y_j^k são os valores do insumo i e do produto j relativos à DMU k ; w_p é a eficiência da DMU p ; e φ é o retorno de escala, neste caso não decrescente.

Sabendo que as perdas e a qualidade impactam negativamente nos custos das distribuidoras, o regulador optou por utilizar essas duas variáveis como produtos negativos, pois a utilização de produtos negativos é equivalente a adoção de insumos sob os quais não há possibilidade de redução (ANEEL, 2015b; Mesquita, 2017). Considerando o modelo (1), incluir as variáveis de qualidade como insumo ou como produtos negativos não altera o resultado da otimização.

Uma particularidade do modelo do 4CRTP é a incorporação de restrições aos pesos das variáveis insumos e produtos. Apesar da flexibilidade do modelo DEA ser considerada uma de suas vantagens, em casos particulares, esta flexibilidade pode tornar o modelo pouco intuitivo. Por exemplo, é possível que uma empresa 100% eficiente tenha alcançado este desempenho por possuir uma única variável que possua representatividade bem superior à das demais DMUs. Assim, com base na proposição de (Podinovsky, 2004), foram incorporadas ao modelo (1) restrições adicionais que limitam os pesos, conforme Tabela 1. As restrições dadas pelas equações (1.1) e (1.2) foram adicionadas ao modelo (1).

$$-v_r + \alpha_r u_i \leq 0 \quad r \in R \tag{1.1}$$

$$v_t - \beta_t u_i \leq 0 \quad t \in T \tag{1.2}$$

Onde, α_r e β_t são os limites inferior e superior da razão v_j/u_i , R e T são os conjuntos de restrições inferiores e superiores. Para simplificar a notação, foram representadas na Tabela 1 somente as restrições que relacionam os insumos e produtos, porém restrições entre os produtos também existem no modelo da ANEEL. Esta mesma abordagem é utilizada com o modelo REA no item B.

A vantagem da utilização dos limites aos pesos está no fato de impossibilitar que toda a eficiência de uma distribuidora seja atribuída a somente um dos produtos, fazendo com que uma DMU que possua características diferentes das demais seja dada como eficiente erroneamente. Por outro lado, ao se atingir um grau de rigor alto demais a análise também pode ser prejudicada pela dificuldade em satisfazer as restrições impostas ao modelo. Portanto, o desafio é como calibrar essas restrições

de pesos de forma correta. O fato de várias distribuidoras terem sido prejudicadas pela limitação dos pesos gerou questionamentos sobre o quanto esses pesos restringem os resultados. A ANEEL afirma que os pesos foram atribuídos de forma a restringirem o mínimo possível a análise, porém não foi disponibilizada a metodologia de cálculo utilizada para a construção desses limites, o que impõe certo grau de subjetividade à escolha do regulador.

Variáveis restringidas	Relação
Insumo X Rede distribuição (R\$/km rede)	$580 \leq \frac{v_{rdist}}{u} \leq 2200$
Rede sub. X Rede convencional	$1 \leq \frac{v_{rsub}}{v_{rdist}} \leq 2$
Rede aérea X Rede convencional	$0,4 \leq \frac{v_{ralta}}{v_{rdist}} \leq 1$
Insumo X Consumidores (R\$/cons)	$30 \leq \frac{v_{cons}}{u} \leq 145$
InsumoX MWh entregue (R\$/MWh)	$1 \leq \frac{v_{MWh}}{u} \leq 60$
InsumoX Perdas NT (R\$/MWh)	$10 \leq \frac{v_p}{u} \leq 150$
InsumoX Interrupção (R\$/h)	$\frac{v_Q}{u} \leq 2$

Tabela 1 - Limites Adotados pela ANEEL

B. Metodologia REA

O REA também é um método de *benchmarking* que pode ser utilizado para avaliar a eficiência de um conjunto de empresas. O método faz uma avaliação da relação de dominância entre um conjunto de DMUs por meio dos vários valores de eficiência que podem ser obtidos variando os pesos associados aos insumos e produtos. Esta metodologia obtém o comportamento das eficiências da distribuidora frente ao conjunto de DMUs analisados e não somente sobre a melhor eficiência que pode ser atingida, ou seja, não se baseia apenas na fronteira de eficiência. Mesmo o número de DMUs sendo pequenos, os resultados obtidos podem ser considerados confiáveis, pois, diferentemente do DEA, os resultados não são tão sensíveis a entrada ou retirada de uma DMU da amostra (Salo e Punkka, 2011). Os critérios de avaliação utilizados pelo REA são divididos em:

- Definição dos intervalos de classificação;
- Definição das relações de dominância;
- Definição das eficiências sob diferentes perspectivas.

Neste trabalho será abordado apenas o primeiro critério. Vale destacar, também, que o DEA e o REA são semelhantes, pois usam o mesmo método de otimização,

sendo que, a diferença é que o DEA se baseia somente no conceito de fronteira de eficiência e o REA se baseia também na comparação aos pares, comparações relativas e programação preferencial.

A relação de eficiência obtida pela aplicação do DEA pode variar de acordo com o conjunto de pesos obtidos para as DMUs. Dessa forma, as DMUs podem variar de posição. O intervalo de classificação tem por objetivo estabelecer uma faixa de classificação para as DMUs. Por exemplo, ao se estabelecer a melhor posição, julga-se o peso que, aplicado a todo o conjunto de DMUs, pode colocar a DMU em análise na melhor posição frente às demais, ou seja, obtém-se a melhor posição possível de ser ocupada por cada DMU do conjunto (Salo e Punkka, 2011).

Uma característica deste método é que se um intervalo de classificação, diferença entre os resultados do modelo (3) e modelo (2), for extenso para DMU k esta é considerada *outlier* ao conjunto e se todos os intervalos de classificação forem extensos em todo conjunto o conjunto é definido como heterogêneo. O modelo (2) estabelece a melhor posição no intervalo de classificação possível de ser ocupada pela DMU p .

$$\begin{aligned}
 r_{min}^p &= \min_{u,v,z} 1 + \sum_{k \in K \setminus p} z^k \\
 \text{s. t. } \sum_{j \in J} v_j y_j^k &\leq \sum_{i \in I} u_i x_i^k + M z^k && \forall k \in K \setminus p \\
 \sum_{i \in I} u_i x_i^p &= 1 \\
 \sum_{j \in J} v_j y_j^p &= 1 \\
 v_i, u_j &\geq 0, && \forall i \in I, \forall j \in J \\
 z^k &\in \{0,1\} && \forall k \in K \setminus p
 \end{aligned} \tag{2}$$

Onde M é uma constante numérica de alto valor e z^k são variáveis de decisão binária que definem a melhor posição das DMUs de k . Analogamente, a pior posição r_{max}^p no intervalo de classificação da DMU p é definida através do modelo (3).

$$\begin{aligned}
r_{max}^p &= \max_{u,v,z} 1 + \sum_{k \in K \setminus p} z^k \\
\text{s. t. } \sum_{i \in I} u_i x_i^k &\leq \sum_{j \in J} v_j y_j^k + M(1 - z^k) && \forall k \in K \setminus p \\
\sum_{i \in I} u_i x_i^p &= 1 \\
\sum_{j \in J} v_j y_j^p &= 1 \\
v_i, u_j &\geq 0, && \forall i \in I, \forall j \in J \\
z^k &\in \{0,1\}, && \forall k \in K \setminus p
\end{aligned} \tag{3}$$

Nota-se que nos modelos (2) e (3), $z^k, \forall k \in K \setminus p$ são variáveis de decisão binárias. Portanto, os modelos (2) e (3) são modelos de programação linear inteira mista (Salo e Punkka, 2011). Para que os resultados fossem coerentes com o modelo do 4CRTP, as mesmas restrições aos pesos (1.1) e (1.2) são adicionadas aos modelos (2) e (3).

2.2 Resultados

Para o estudo de caso, foram utilizados os dados de insumo e produtos disponíveis na AP 023/2014 para as 61 distribuidoras reguladas, que são os mesmos utilizados no 4CRTP, e correspondem aos valores médios para o triênio 2011-2013. Os resultados apresentados foram obtidos utilizando o Pyomo da Sandia National Labs (Woodruff et al., 2017) e o solver CPLEX (IBM, 2010).

A. Análise DEA Utilizando Restrições aos Pesos

A primeira análise foi feita para avaliar a influência do limite de pesos e tipo de retorno de escala nos escores de eficiência das distribuidoras. Assim, os dados do 4CRTP foram testados para o DEA NDRS e CRS, com e sem limites de pesos. A Figura 1 apresenta os resultados das simulações.

Observa-se que as linhas em azul (NDRS sem Pesos) e laranja (CRS sem Pesos) praticamente se sobrepõem, assim como a cinza (NDRS com Pesos) e a marrom (CRS com Pesos), mostrando que a consideração acerca do tipo de retorno de escala influencia algumas distribuidoras apenas. Já a influência das restrições de peso é mais evidente com variações significativas para um maior número de empresas. De forma geral, no modelo DEA NDRS sem restrições de pesos, 20 das 61 distribuidoras são eficientes, enquanto no modelo DEA NDRS com restrições de pesos apenas 8 distribuidoras atingiram a fronteira de eficiência. No modelo DEA NDRS a eficiência de todas as distribuidoras diminui ou permanece inalterada como era esperada já o modelo restringe mais a região de aplicabilidade.

A Figura 1 mostra a influência dos limites aos pesos de forma conjunta na

eficiência de cada distribuidora. Porém, é importante avaliar a influência individual de cada restrição. Como os limites são na razão máxima e mínima da relação entre os pesos, optou-se por avaliar as restrições em blocos. Ou seja, empregar o modelo DEA NDRS sem restrição aos pesos e incluir as restrições de mínimo e máximo de cada relação separadamente. Ao todo são 7 simulações e os resultados são mostrados na Figura 2. Como pode ser visto pela legenda, a série em amarelo ‘●’ representa a restrição de Insumo X Rede distribuição, a série em preto ‘●’ representa a restrição Rede subterrânea X Rede convencional, a verde ‘●’ representa a Rede aérea X Rede convencional, a azul ‘●’ representa a restrição Insumo X Consumidores, marrom ‘●’ representa a restrição de Insumo X MWh entregue, a cinza ‘●’ representa a restrição de Insumo X Perdas NT, a vermelha ‘●’ representa a restrição de Insumo X Interrupção e a roxa ‘●’ representa a eficiência do DEA NDRS sem considerar restrições aos pesos.

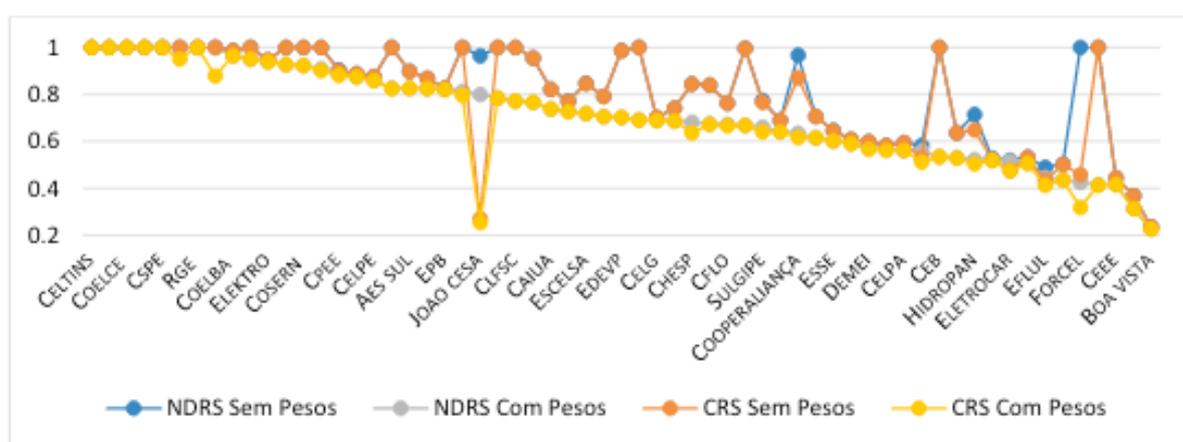


Figura 1 - Eficiências calculadas para os diferentes modelos DEA

Observa-se que para as oito primeiras distribuidoras, nenhuma das restrições de pesos tem influência no resultado, ou seja, a solução do DEA NDRS já satisfaz as restrições aos pesos. Existe também um segundo grupo de empresas na mesma situação. Porém para algumas distribuidoras, a consideração de apenas uma restrição já gera um impacto significativo na eficiência.

Sabendo-se que as restrições aos pesos que mais influenciam a análise de eficiência são restrições Rede subterrânea X Rede convencional e Insumo X Interrupção, uma simulação foi realizada para observar o impacto da retirada desses dois conjuntos de restrição do modelo de análise de eficiência DEA NDRS. Os resultados são apresentados na Figura 3, onde a série em cinza ‘●’ especifica os resultados do DEA NDRS com pesos, a série em azul ‘●’ representa o resultado sem a consideração dos limites aos pesos no modelo da ANEEL, em amarelo ‘●’ especifica os resultados da retirada do conjunto de restrições de Rede subterrânea X Rede de convencional, a verde ‘●’ especifica os resultados da retirada do conjunto de restrições de Insumo X Interrupção e em vermelho ‘●’ estão representados os valores de eficiência se retirados ao mesmo tempo as restrições Rede subterrânea X Rede convencional

e Insumo X Interrupção que restringem de forma clara e isolada o desempenho de algumas distribuidoras.

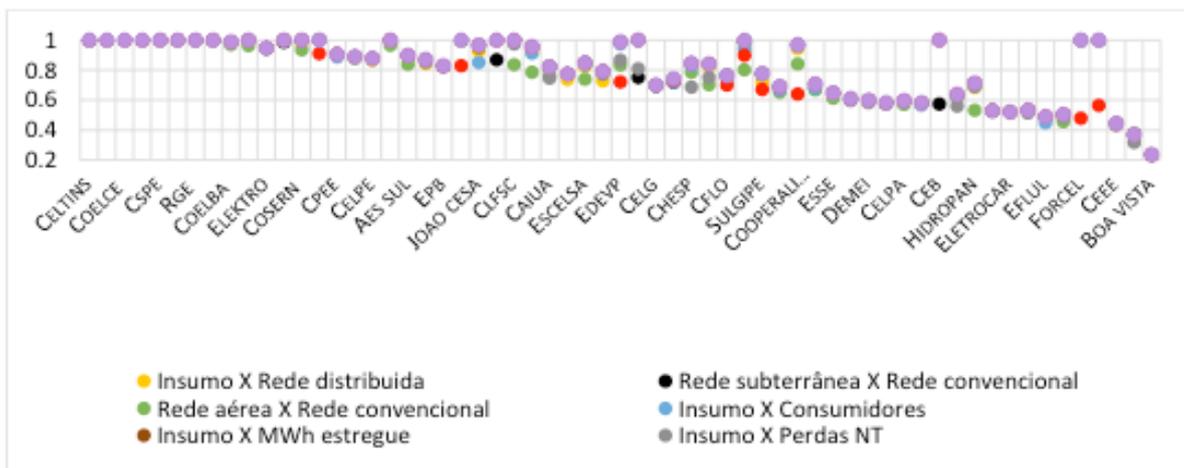


Figura 2 - Eficiência das distribuidoras no DEA NDRS considerando cada uma das restrições

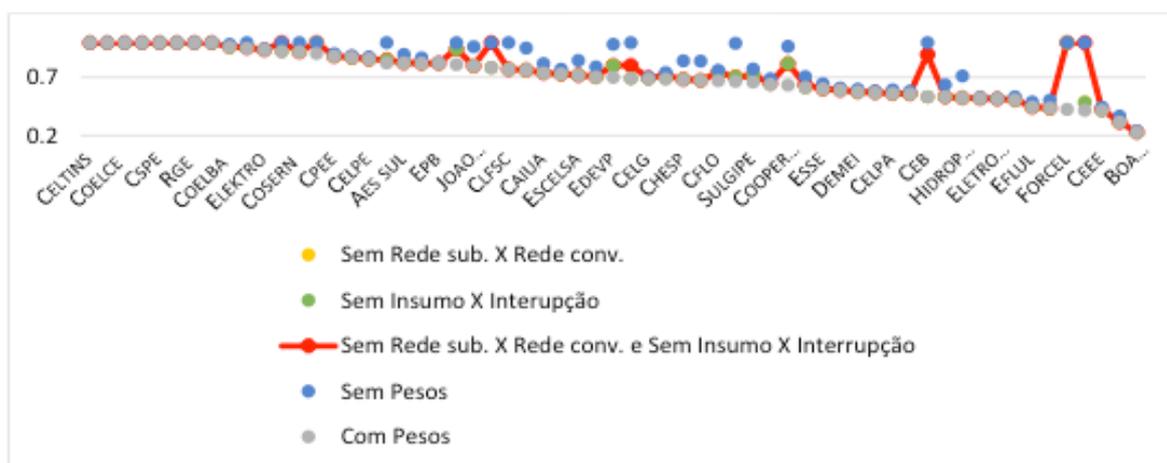


Figura 3 - Eficiência das distribuidoras no DEA NDRS com a retirada de 2 conjuntos de restrições

Na Figura 3 nota-se que com a retirada dos dois conjuntos de restrições aos pesos, outras distribuidoras atingem a fronteira de eficiência. Alguma característica particular da área de concessão dessas distribuidoras deve estar provocando essa variação nos resultados, enfatizando a necessidade de uma metodologia para obtenção desses limites de pesos. Os resultados relacionados à restrição Rede subterrânea X Rede convencional são ainda mais contraditórios. Poucas distribuidoras possuem rede subterrânea, a instalação das mesmas é mais cara que a rede convencional aérea, mas oferece maior confiabilidade a seus clientes. É importante observar que a distribuidora não pode ser penalizada por possuir rede subterrânea. Os resultados observados nessa análise servem para reforçar a necessidade de definição de uma metodologia adequada para estabelecimento dos limites.

B. Análise Utilizando o REA

Para aprofundar a análise, foram aplicados os critérios de avaliação do REA à base de dados. O REA é essencialmente um modelo com retornos constantes de escala (CRS) e, como já mostrado anteriormente, a adoção do CRS e NDRS não influencia muito os resultados. Na Figura 1, nota-se que, com a mudança para CRS, duas distribuidoras saíram da fronteira da eficiência, porém, uma única eficiência que modificou consideravelmente. A eficiência desta distribuidora passa de 0,80 no DEA NDRS com limite aos pesos para uma eficiência de 0,25 no DEA CRS com limite aos pesos e de 0,96 no DEA NDRS sem limite aos pesos para 0,27 no DEA CRS sem limite aos pesos.

Outro aspecto que deve ser levado em conta ao gerar os resultados do REA, são as entradas dos parâmetros de qualidade no modelo. A ANEEL considera esses parâmetros como produtos negativos, mas matematicamente a representação de produtos negativos no DEA é equivalente a representação de insumos. Porém no REA, a adoção de produtos negativos pode gerar problemas na convergência do modelo e, por isso, as variáveis de qualidade foram consideradas como insumos nas análises a seguir.

Os intervalos de classificação obtidos com e sem as novas restrições de pesos são representados na Figura 4. Observa-se que os intervalos de classificação com limite de pesos, estão contidos dentro dos intervalos sem limites de peso. Apesar de ainda bem acentuada para algumas distribuidoras, os intervalos diminuíram com a inclusão dos limites aos pesos, demonstrando a forte influência de sua utilização no modelo. A inclusão de limites aos pesos aumentou a homogeneidade da amostra das distribuidoras, porém a amostra ainda continua bastante heterogênea e ainda fica a incerteza quanto o grau de discricionariedade da ANEEL ao não justificar estes limites.

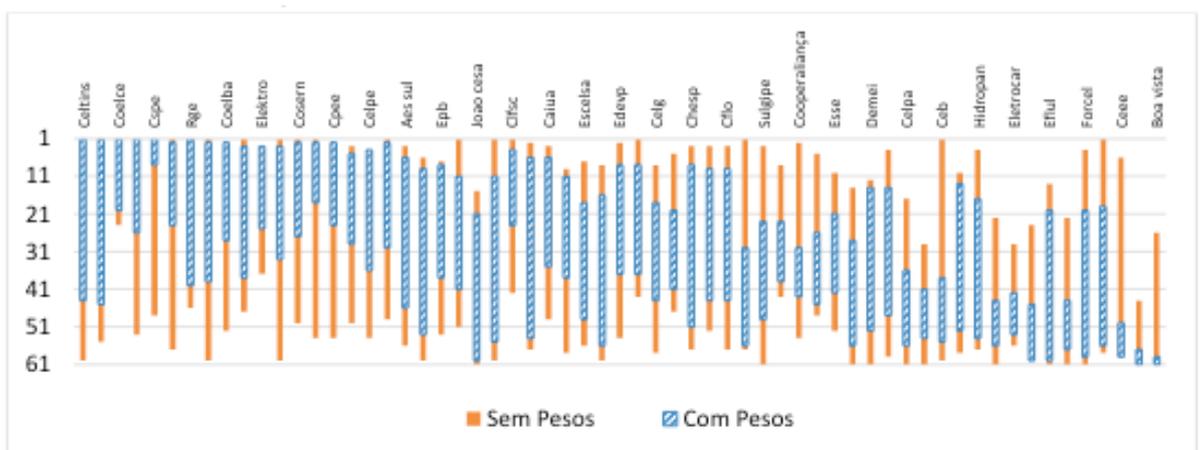


Figura 4 - Intervalo de Classificação das Distribuidoras.

3 | CONCLUSÃO

O conjunto de distribuidoras no Brasil é bastante complexo e heterogêneo. Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos de forma a elaborar uma regulação mais consistente e justa para as concessionárias de distribuição. Do 3CRTP para o 4CRTP a inclusão dos limites aos pesos na análise foi uma tentativa de melhorar o desempenho do DEA, porém esses limites aos pesos, até o momento, possuem caráter subjetivo, necessitando de embasamento metodológico, pois seu dimensionamento é importante na análise. Uma análise quanto a sensibilidade do modelo DEA NDRS aos diferentes limites de pesos foi realizada neste trabalho e este procedimento mostrou que o mau desempenho de alguma distribuidora pode ser causado somente por uma restrição considerada no modelo, de forma que, para que os resultados sejam confiáveis, é necessário o conhecimento da origem desses limites.

Este trabalho fez uma análise do impacto da incorporação dos limites de pesos no modelo. Os resultados obtidos pela aplicação do REA, no modelo de análise de eficiência das distribuidoras do 4CRTP, comprovam que a amostra se mantém ainda heterogênea, a metodologia REA, portanto, pode contribuir quanto a esta perspectiva na análise de dados. Durante o processo de análise do REA, também, foi observado que dois limites de eficiência de superioridade tornavam os problemas do REA sem solução, não permitindo que uma comparação entre a distribuidoras fosse realizada de maneira adequada. Isto sinaliza que os critérios adotados pela ANEEL na definição desses limites aos pesos podem ser aprimorados, evitando que alguns valores estejam mal dimensionados, além daqueles detectados pelo uso do REA.

O problema da inclusão do limite aos pesos no 4CRTP é que devido a heterogeneidade das distribuidoras a aplicação deles diretamente no conjunto de 61 distribuidoras pode apresentar oportunidades de aprimoramento.

Os autores agradecem o apoio técnico e financeiro do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do setor elétrico (ANEEL), por meio do Projeto de P&D intitulado “Metodologia DEA e REA como Indicador da Eficiência de Concessionárias de Distribuição” do grupo CPFL Energia, e à CAPES pela bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

AGRELLA, P.J. & BREA-SOLÍS, H., **Capturing heterogeneity in electricity distribution operations: A critical review of latent class modelling**. Energy Policy, vol. 104, 2017, p. 361-372.

ANEEL, **Nota Técnica nº 101/2011-SRE/ANEEL: Metodologia de Cálculo dos Custos Operacionais**. Agência Nacional de Energia Elétrica, Audiência Pública 040/2010, 2011, p. 44.

ANEEL, **Procedimentos de Regulação Tarifária – Submódulo 2.2: Custos Operacionais**. 06/05/2015, 2015, p. 28.

ANEEL, **Nota Técnica nº 66/2015 - SRE/SGT/ANEEL: Metodologia de Custos Operacionais**, Agência Nacional de Energia Elétrica. Audiência Pública nº 023/2014, 2015, p. 149.

ANJOS, M., BORDIN, B. & MELLO, J. **Avaliação de empresas de distribuição de energia elétrica com Análise Envoltória de Dados**. Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção v. 10 n. 08, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010, p. 11.

Brasil, **Lei nº 9.427**, de 26 de **dezembro de 1996**, Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências, p. 7.

FERREIRA, F. C. **Regulação Econômica, Fronteira Eficiente e Clusters Dinâmicos: Desenvolvimento e Aplicação para o Cálculo do Fator X**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003, p. 137.

FILIPPINIA, M., HROVATINC, N. & ZORIC, J. **Efficiency and regulation of the Slovenian electricity distribution companies**. Energy Policy, vol. 32, nº 3, Fevereiro 2004, p. 335-344.

GAVGANI, S. S. & ZOHREHBANDIAN, M. **A Cross-Efficiency Based Ranking Method for Finding the Most Efficient DMU**. Hindawi Publishing Corporation - Mathematical Problems in Engineering, Abril 2014, p. 6-12.

IBM, **ILOG CPLEX ver. 12.2 User's Manual. Book 12.2 User's Manual**, Series 12.2 User's Manual, 2010, p. 102.

JAMASB, T. & POLLITT, M. **International benchmarking and regulation: an application to European electricity distribution utilities**. Energy Policy, vol. 31, nº 15, 2003, p. 1609-1622.

MEDEIROS, G. O. S., QUEIROZ, A. R. De & LIMA, L. M. M. **Técnicas de Benchmarking para Análise de Eficiência de Empresas de Distribuição de Energia Elétrica**. XLVII Simpósio Brasileiro De Pesquisa Operacional, Porto de Galinhas, 2015, p. 1110-1117.

MEDEIROS, G.O.S. **Análise de Desempenho de Empresas de Distribuição de Energia Elétrica utilizando DEA e REA**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá, 2018, p.111.

MELLO, J. C. C. B. S., MEZA, L. A., GOMES, E. G. & NETO, L. B., **Curso de Análise Envoltória de Dados**. XXXVII SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Rio Grande do Sul, 2005, p. 2520-2547.

MESQUITA, R.B. **Regulação de custos de distribuição de energia elétrica: uma análise comparativa das abordagens de benchmarking utilizadas em países europeus e latino-americanos**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017, p. 211.

PODINOVSKY, V. **Production trade-offs and weight restrictions in data envelopment analysis**. Journal of the Operational Research Society, vol. 55, nº 12, 2004, p. 1311–1322.

SALES, G. M. D. A. **Proposta de um modelo utilizando análise envoltória de dados - DEA na definição das metas dos indicadores da qualidade comercial das distribuidoras de energia elétrica - DER E FER**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Humanas, Brasília, 2011, p. 106.

SALO, A. & PUNKKA, A. **Ranking Intervals and Dominance Relations for Ratio-Based Efficiency Analysis**. Management Science, vol. 57, nº 1, 2011, p. 200-214.

WOODRUFF, D., HACKEBEIL, G., LAIRD, C.D., NICHOLSON, B.L., HART, W.E., SIIROLA, J.D., & WATSON, J.P. **Pyomo v5. 0** (No. Pyomo v5. 0; 005323MLTPL00). Sandia National Laboratories (SNL-NM), Albuquerque, NM (United States), 2017.

XAVIER, S.S. **Contribuição à Análise dos Custos Operacionais Eficientes das Concessionárias**

de Distribuição de Energia Elétrica. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Itajubá, 2015, p. 187.

ZAKARIA, M. & NOUREEN, R. **Benchmarking and regulation of power distribution companies in Pakistan.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 58, 2016, p. 1095-1099.

ANÁLISE E PROPAGAÇÃO DAS INCERTEZAS NA ESTIMAÇÃO DO TEMPO DE TRÂNSITO ULTRASSÔNICO BASEADO NO MÉTODO DE SIMULAÇÃO MONTE CARLO VISANDO A MEDIÇÃO DE VELOCIDADE DO VENTO

Felipe Augusto Oliveira dos Santos

Universidade Federal da Paraíba, Centro
de Energias Alternativas e Renováveis,
Departamento de Engenharia Elétrica
João Pessoa – PB

Juan Moises Mauricio Villanueva

Universidade Federal da Paraíba, Centro
de Energias Alternativas e Renováveis,
Departamento de Engenharia Elétrica
João Pessoa – PB

RESUMO: Com o objetivo de avaliar as incertezas no processo de medição da velocidade do vento por meio do método de simulação de Monte Carlo (SMC) cujo princípio de medição é baseado nos transdutores ultrassônicos, inicialmente foi montado um modelo computacional para a estimação do tempo de trânsito ultrassônico, que é definido como tempo medido desde a transmissão de uma onda ultrassônica no transdutor emissor até a detecção no transdutor receptor, dado uma configuração com pares de transdutores, sendo um receptor e um emissor. Este tempo de trânsito foi utilizado como um valor estimado para a medição da velocidade do vento e foi medido utilizando as técnicas de detecção de limiar e diferença de fase. As técnicas de medição do tempo de trânsito são frequentemente implementadas em sistemas

embarcados que combinam elementos de hardware e software para a implementação de sistemas sofisticados de medição. A estimação do tempo de trânsito ultrassônico encontra-se influenciada por fontes de ruídos de diferentes naturezas, como exemplo: elétrico, térmico, ruídos aditivos e multiplicativos e etc. Sendo assim, teve-se como finalidade avaliar e mensurar as incertezas quando consideradas diferentes tipos de distribuições do ruído aditivo presente no meio de medição. Resultados de simulação a partir da construção do modelo computacional do sistema par ultrassônico transmissor/receptor usada para a medição da velocidade do vento serão apresentados. Assim como os resultados da avaliação de incertezas utilizando o método de simulação Monte Carlo considerando as influências do ruído do tipo Gaussiano, Triangular e Uniforme.

PALAVRAS-CHAVE: Transdutores Ultrassônicos. Simulação Monte Carlo. Propagação de Incertezas. Tempo de Trânsito Ultrassônico.

ABSTRACT: With the objective of evaluating the uncertainties in the wind speed measurement process using the Monte Carlo simulation method (SMC) whose measurement principle is based on ultrasonic transducers, a computational model was initially set up to estimate the transit time which is defined as time

measured from the transmission of an ultrasonic wave in the emitter transducer until detection in the receiving transducer, given a configuration with pairs of transducers, being a receiver and a transmitter. This transit time was used as an estimated value for wind speed measurement and was measured using threshold and phase difference detection techniques. Transient time measurement techniques are often implemented in embedded systems that combine hardware and software elements for the implementation of sophisticated measurement systems. The estimation of the ultrasonic transit time is influenced by noise sources of different natures, such as electric, thermal, additive and multiplicative noise, etc. Thus, the purpose was to evaluate and measure the uncertainties when considering different types of distributions of additive noise present in the measurement medium. Simulation results from the construction of the computational model of the ultrasonic pair transmitter/receiver system used for wind speed measurement will be presented. As well as the results of the uncertainty evaluation using the Monte Carlo simulation method considering the influence of Gaussian, Triangular and Uniform noise.

KEYWORDS: Ultrasonic Transducers. Simulation of Monte Carlo. Propagation of Uncertainties. Ultrasonic Time of Flight.

1 | INTRODUÇÃO

A medição de velocidade do vento possui inúmeras aplicações, principalmente na área de energia eólica, onde realiza-se esta estimativa para assim, determinar o potencial eólico e os melhores locais para a instalação das turbinas. Por intermédio de instrumentos de medição chamados de anemômetros, pode-se obter a estimativa da velocidade do vento e assim aplicar ao setor de energia. Dentre os anemômetros, que podem ser baseados em corpos canônicos, termo resistivos e ultrassônicos, os ultrassônicos apresentam a melhor alternativa devido a sua maior exatidão, tempo de resposta consideravelmente menor que os demais e manutenção mínima em operação.

Anemômetros de corpos canônicos mensuram a velocidade horizontal do vento, que é essencial para o cálculo das previsões de energia. Eles são o tipo padrão de anemômetros, robustos e resistentes a ventos oblíquos. Anemômetros termo resistivos são compostos por dois sensores que medem além da temperatura, à umidade do ar. Ambos são frequentemente instalados em conjunto, para que os custos adicionais sejam minimizados. Apesar da determinação da umidade do ar não tem qualquer influência no cálculo dos lucros, o conhecimento deste valor é útil quando é necessário avaliar o risco de formação de gelo em um determinado local. O sensor de temperatura deve ser instalado a uma altura não inferior a 10 m, para manter uma distância suficiente do calor dissipado pela terra. Os anemômetros ultrassônicos medem a velocidade e a direção do vento em uma, duas ou três dimensões, com uma qualidade de dados superior (resolução e frequência de medição). No entanto, estes sistemas requerem

a implementação de algoritmos baseados em técnicas de processamento de sinais, aumentando a complexidade do projeto. Neste trabalho de pesquisa, será abordado o estudo e análise dos anemômetros ultrassônicos para medição da velocidade do vento.

O princípio da medição da velocidade do vento utilizando sensores ultrassônicos baseia-se na estimação do tempo de trânsito, que é o tempo de viagem de uma onda ultrassônica, medido como o tempo decorrido a partir da emissão da onda até a detecção (considerando um par de sensores ultrassônicos transmissor-receptor). A estimativa do tempo de trânsito denominado ToF (Time-of-Flight) se torna complexo quando consideramos a influência de ruídos do meio que podem ser providas de diversas naturezas, tais como: ruídos elétricos, ruídos aditivos e multiplicativos, ruídos térmicos, etc. Assim, a influência do ruído na estimação do ToF afeta diretamente a exatidão da estimação da velocidade do vento. Dessa forma, no projeto de sistemas de medição onde se utilizam tais dispositivos, torna-se relevante a análise e propagação das incertezas no processo de medição e estimativa do ToF.

A incerteza de medição pode ser avaliada e expressa em diversas maneiras; duas delas são analisadas pelo Guia de Avaliação e Expressão de Incertezas em Sistemas de Medição (GUM) e o Método de Simulação de Monte Carlo (MSC). GUM é utilizada para determinar a expressão matemática das incertezas no processo de medição. Entretanto, a mesma estabelece algumas limitações onde as incertezas devem advir de fontes aleatórias e de modelos conhecidos de distribuição. Além do mais, as incertezas sistemáticas devem ser eliminadas ou nem mesmo existir. Por outro lado, o método de Simulação de Monte Carlo nos permite construir uma função densidade de probabilidade (FDP) adquirindo os parâmetros estatísticos das variáveis estudadas. Adicionalmente, essas mesmas variáveis podem ter diferentes distribuições e não necessariamente apenas distribuições conhecidas. Com isso, torna-se possível realizar uma análise das incertezas com maior aprofundamento das influências das incertezas considerando-se diferentes tipos de distribuições como gaussiana, triangular e uniforme.

Dado este cenário, este trabalho de pesquisa tem o objetivo de construir um modelo probabilístico associado com a estimação do ToF ultrassônico considerando tipos distintos de ruídos presentes no meio de medição, com distribuição conhecida, sendo elas: Gaussiana, Uniforme e Triangular. Para este propósito, o método de Simulação de Monte Carlo será utilizado, atuando sob um modelo computacional construído para modelar o processo de medição da velocidade do vento usando transdutores ultrassônicos. Com tal modelo em mãos, a continuidade deste trabalho de pesquisa concentra-se na finalidade de analisar a estimação do tempo de trânsito ultrassônico configurando-se um par de transdutores transmissor-receptor.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Transdutores Ultrassônicos

Alguns materiais possuem a característica de gerar energia elétrica quando submetidos a um estresse mecânico, tal efeito é chamado de efeito piezoelétrico. Piezoelectricidade é a capacidade de materiais (cristais) produzirem tensão elétrica através de uma pressão ou compressão mecânica. A palavra vem do grego e significa eletricidade por pressão. Basicamente, a geração de eletricidade por materiais piezoelétricos é devido à compressão sobre os mesmos. O efeito é descrito como a interação eletromecânica entre a força mecânica e o estado elétrico em diversos tipos de materiais como polímeros e cerâmicos. A Figura 1 ilustra o comportamento de um material piezoelétrico. Onde a interação tensão mecânica-elétrica ou vice-versa pode ser observada.

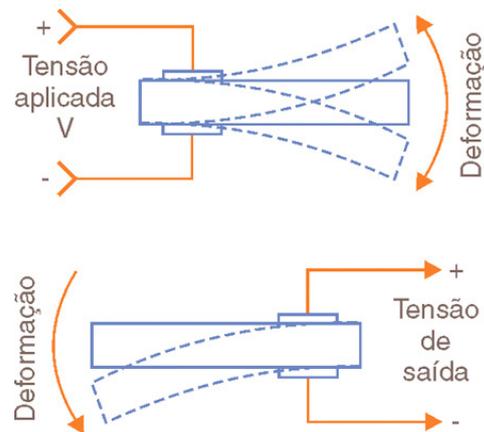


Figura 1. Ilustração do efeito Piezoelétrico

O princípio de operação consiste na determinação do tempo de trânsito (ToF) ultrassônico a partir de uma tensão elétrica aplicada ao transdutor-transmissor, que por sua vez gera uma onda mecânica que se propaga em um trajeto até chegar ao transdutor-receptor, onde o mesmo detecta o sinal e realiza a mudança de domínio de energia mecânica para energia elétrica.

A bibliografia descreve a existência de uma relação entre o comprimento de uma onda para propagação e a frequência da onda, seja ela ultrassônica, mecânica ou eletromagnética. A frequência é uma grandeza associada a movimentos de característica ondulatória que indica o número de oscilações por unidade de tempo, e a distância entre valores repetidos sucessivos em um padrão é chamado de comprimento de onda. Esse comprimento de onda tem uma relação inversa com a frequência, a velocidade de repetição de qualquer fenômeno periódico, onde o comprimento da onda é igual a velocidade da onda dividida pela frequência. Uma vez que, a mesma proporção que a frequência de operação aumenta, o comprimento de onda diminui. Consequentemente, com uma maior frequência e menor comprimento a onda torna-se capaz de cruzar obstáculos como paredes, ferro, diversas estruturas metálicas, etc.

(KOUPELIS, Theo e KUHN, Karl F. In Quest of the Universe, 2007).

Existem parâmetros que diferem um sensor de um transdutor ultrassônico. O sensor é um dispositivo que responde a um estímulo físico ou químico de maneira específica e mensurável analogicamente. Alguns sensores por sua vez, respondem com sinal elétrico a um estímulo positivo, isto é, convertem a energia recebida em um sinal elétrico. Neste caso, podem ser chamados de transdutores. Um transdutor converte um tipo de energia em outra. É geralmente composto por um elemento sensor, normalmente piezoelétrico, e uma parte que converte a energia derivada dele em sinal elétrico. Quando um sinal é disponibilizado na forma de corrente ou tensão já condicionado, no caso (4 a 20) mA, (0 a 10) V ou (0 a 5) V, geralmente, o dispositivo é chamado de transmissor ou transdutor. O mesmo introduz um ruído aditivo de natureza aleatória. Quando o receptor identifica o sinal ultrassônico emitido, o mesmo realiza a mudança de domínio de energia mecânica para elétrica, onde, a amplificação do sinal é usualmente necessária na etapa da recepção.

2.2 Configuração de Medição da Velocidade do Vento usando Transdutores Ultrassônicos

A Figura 2 ilustra a configuração para estimativa da velocidade do vento utilizando um par de transdutores ultrassônicos transmissor-receptor. O transdutor opera a uma frequência de 40 kHz onde a partir de uma tensão elétrica, gera-se uma onda mecânica que viaja pelo meio e interage com o fluido (ar). O mesmo introduz um ruído aditivo de natureza aleatória, oriundo, por exemplo, de uma variação térmica, elétrica, etc. Tal ruído atenua o sinal devido a sua impedância. Em seguida, quando o receptor detecta o sinal recebido, imediatamente realiza a mudança de domínio de energia de mecânica para elétrica.

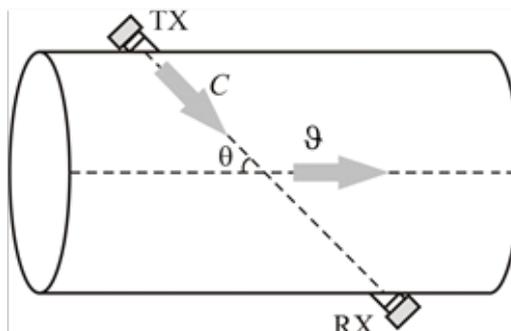


Figura 2. Configuração dos sensores para medição

Da configuração de medição, podemos relacionar as variáveis de processo que definem a medição da velocidade do vento como sendo:

$$\vartheta = \frac{1}{\cos \theta} \left(\frac{L}{ToF} - C \right) \quad (1)$$

onde: L é a distância entre os transdutores ultrassônicos, θ é o ângulo de alinhamento entre os transdutores ultrassônicos e a direção do vento, ToF é o tempo de trânsito e C é a velocidade do som. Sendo esta última influenciada pela variação de temperatura quando mensurada em um meio seco, sendo expressa por:

$$C = 20.074\sqrt{273.15 + T} \quad (2)$$

onde: T é a temperatura do meio de medição em °C.

Figura 3 ilustra o sinal elétrico no transmissor (TX) e no receptor (RX) ultrassônico. O modelo matemático do sinal elétrico em TX é expresso por:

$$v_{TX}(t) = A_o \sin(\omega \times t) \quad (3)$$

onde: A_o é a amplitude gerada, ω é a frequência gerada, t é o tempo e $s(t)$ é o sinal transmitido.

O modelo matemático do sinal ultrassônico recebido pode ser construído considerando a atenuação do meio no sinal, um atraso devido a interação com o meio (ToF), uma diferença de fase devido a impedância do meio e um ruído aditivo (η). Então, o modelo é dado por:

$$v_{RX}(t) = A \sin(\omega(t - ToF) + \phi) + \eta \quad (4)$$

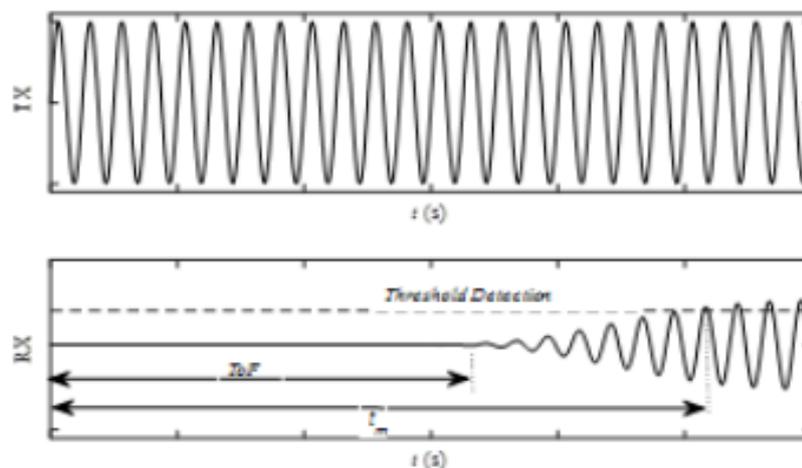


Figure 3. Sinais TX e RX.

Do sinal ultrassônico recebido, o método de detecção de limiar pôde ser utilizado para estimação do ToF. No entanto, a estimação por este método pode exibir algumas

mudanças em sua função densidade de probabilidade (fdp) devido a parametrização do modelo e aos tipos de ruído presente no meio de medição, como ilustrado na figura 4. A análise da função densidade de probabilidade do ToF pode ser feita usando o método de Simulação de Monte Carlo (SMC) que é utilizada na avaliação da propagação de incertezas como indicado no suplemento 1 para o GUM, onde o mesmo demonstra alguns processos para encontrar possíveis resultados associados a sua distribuição, sua respectiva probabilidade de ocorrência e seus momentos estatísticos. Para determinação da função densidade de probabilidade foram utilizados três diferentes tipos de distribuições para o ruído, sendo elas: Gaussiana, Uniforme e Triangular.

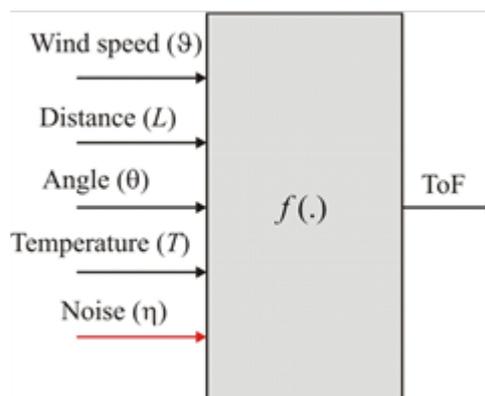


Figura 4. Parametrização do modelo

Neste modelo, a saída ToF é a principal variável a ser estimada enquanto que as outras variáveis independentes são as entradas do modelo, sendo elas: a velocidade do vento (ϑ), a distância entre os transdutores ultrassônicos (L), ângulo entre os transdutores e a direção do vento (θ), temperatura do meio de medição (T) e um ruído aditivo (η). Esta parametrização do modelo nos permite determinar a propagação das incertezas combinadas pela seguinte expressão:

$$ToF = f(L, C, \vartheta, \theta) + \eta \quad (5)$$

onde:

$$f = \frac{L}{C + \vartheta \cos \theta} \quad (6)$$

O tempo de trânsito ultrassônico (ToF) é estimado por meio do método da diferença de tempo. Diante disso, os resultados deste trabalho de pesquisa foram obtidos através da implementação da técnica de detecção de limiar.

A técnica de Detecção de Limiar (TH - *Threshold Detection*) consiste em transmitir uma gama de ondas senoidais a partir do transdutor transmissor TX e realizar a medição do tempo necessário para a detecção (ToF) no transdutor receptor

RX através da detecção de um limiar, como ilustrado na Figura. 5. Porém, devido ao atraso infligido pelos transdutores, que inclui o tempo de emissão e o tempo de resposta, o valor medido do ToF não corresponde ao tempo de recepção. Logo, o valor do tempo medido pela ativação do detector de limiar (t_M) pode ser expresso como a soma do tempo de trânsito (ToF) com o tempo de atraso (t_a):

$$t_M = ToF + t_a \quad (7)$$

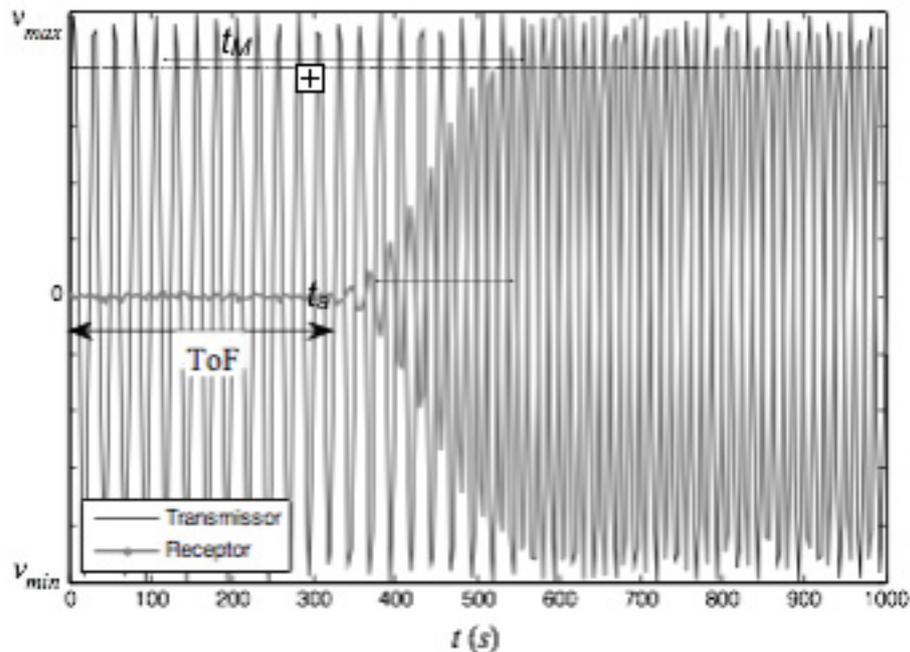


Figura 5. Medição do ToF utilizando a técnica de Detecção de Limiar (TH).

2.3 Método de Simulação Monte Carlo para estimação do ToF

É possível avaliar e expressar as incertezas de medição através de diversos métodos, dentre eles pode-se propor a análise pela guia de avaliação e expressão de incertezas em sistemas de medição-GUM e análise pela Simulação de Monte Carlo (SMC). A Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM) é utilizada para determinar uma expressão matemática das incertezas em um processo de medição. Contudo, o GUM estabelece algumas limitações, onde, as incertezas devem ser de origem aleatórias e os modelos de distribuição conhecidos. Além de que, não devem existir ou devem ser eliminadas as incertezas sistemáticas. Já o Método de Monte Carlo permite determinar uma distribuição das incertezas e a partir essa distribuição, extrair o valor médio e o desvio padrão. Além de que, as variáveis poderiam ter diferentes distribuições e não necessariamente gaussiana. Com isso, é preferível a utilização do método de Monte Carlo para a avaliação da incerteza de medição, pelo fato da guia GUM possuir alguns problemas práticos, isto é, algumas limitações.

Para fim de aprimoramento dos resultados da Simulação de Monte Carlo, foi

configurado um gerador de números aleatórios com a capacidade de gerar distribuições do tipo Gaussiana, Triangular e Uniforme, com valor médio e desvio padrão conhecidos, os quais estão diretamente relacionados com as propriedades do ruído aditivo presente no meio de propagação. Com isso, para concretizar a implementação do método de Simulação de Monte Carlo foram gerados M simulações (intitulado conjunto de números aleatórios), onde, cada conjunto representava um sinal de ruído aleatório aditivo u_A .

O Método de Simulação Monte Carlo (SMC) é definido como uma classe de métodos estatísticos que se baseiam em amostragens aleatórias para obter as distribuições de probabilidade das variáveis do problema, e com isso obter futuras informações sobre o desempenho de sistemas ou processos. Na metrologia, a SMC é utilizada na avaliação de propagação de incertezas, que é indicada no suplemento 1 do GUM (BARRY, 1994), onde fornece uma gama de resultados possíveis associados a uma distribuição juntamente com suas respectivas probabilidades de ocorrência, possibilitando a obtenção de informações relevantes permitindo determinar seus momentos estatísticos, como: valor médio, desvio padrão, variância, kurtosis e skewness.

Figura 6 ilustra o fluxograma para estimação do ToF baseado no método de simulação Monte Carlo usando diferentes funções de distribuições de probabilidade (FDP's) de um ruído aditivo. Este processo tem como entradas o modelo matemático do problema, que neste caso foi representado por dois sinais elétricos associados a TX e RX. Também no mesmo nível, foi introduzido a caracterização da influência da incerteza associada com um ruído aditivo que se propaga na onda ultrassônica. Adicionalmente, foram utilizados M número de simulações, que para este trabalho foram de 10000.

No estágio de processamento, foi introduzido um gerador de números aleatórios capaz de gerar as distintas distribuições Gaussiana, Triangular e Uniforme com momentos estatísticos conhecidos, que estão relacionados as propriedades do ruído aditivo presente no meio de propagação.

A avaliação de incertezas usando a técnica de SMC é feita em duas fases. A primeira é estabelecer o modelo de medição e subsequentemente, a segunda envolve a avaliação do modelo. Baseado neste procedimento, podemos mostrar uma sequência de ações necessárias para avaliar as incertezas usando tal método, de acordo com o guia suplemento 1 para a Expressão de Incertezas na Medição, intitulado "Métodos Numéricos para a Propagação de Distribuições". Segundo o suplemento 1 para o GUM, a partir de M simulações pelo método de SMC, FDP's foram construídas para o ToF. A partir destas FDP's foram observadas certas características e extraídas parâmetros fundamentais como valor médio (melhor estimação) e desvio padrão (incerteza padrão).

A simulação efetua a análise por meio da construção de modelos de possíveis resultados, substituindo com um intervalo de valores, uma distribuição de

probabilidade e todo fator com incerteza inerente. Em seguida, a SMC calcula os valores repetidamente, cada vez com outros conjuntos de valores aleatórios gerados por funções de probabilidades. Dependendo do número de incertezas e dos intervalos especificados para elas, uma simulação de Monte Carlo pode ter milhares ou dezenas de milhares de recálculos antes de terminar, e por fim, a SMC produz distribuições de probabilidade de valores dos possíveis resultados.

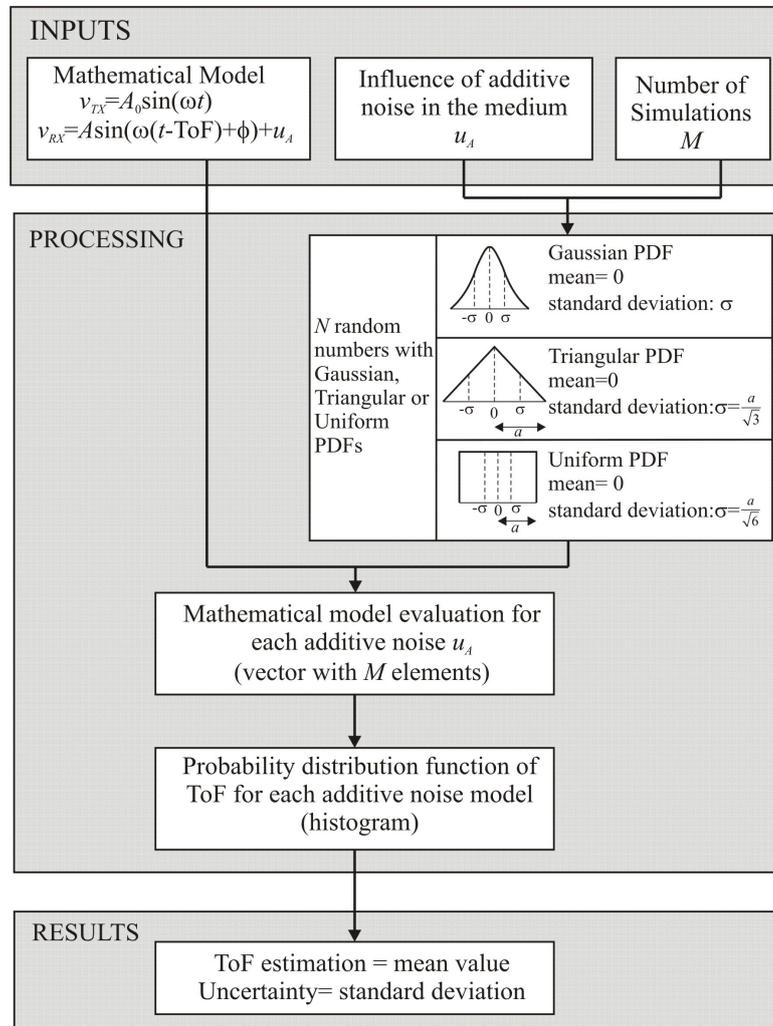


Figura 6. Fluxograma para a estimação das FDP's do ToF para diferentes FDP's do ruído aditivo

Como mencionado anteriormente, para obtenção da estimativa do tempo de trânsito ultrassônico, foi introduzido um ruído aditivo no sinal transmitido. O ruído aditivo é gerado devido à influência do meio de propagação sobre o sinal ultrassônico, podendo apresentar diferentes distribuições como Gaussiana, Triangular e Uniforme.

A distribuição Gaussiana, também chamada de distribuição Normal, apresenta certas características e propriedades, tais como a própria forma (forma de sino), a simetria em torno da média que é onde ocorre o pico da distribuição, uma maior probabilidade de ocorrência concentradas em torno da média e a curva é especificada usando dois parâmetros, o desvio padrão e a média, como se ilustra na Figura 7.

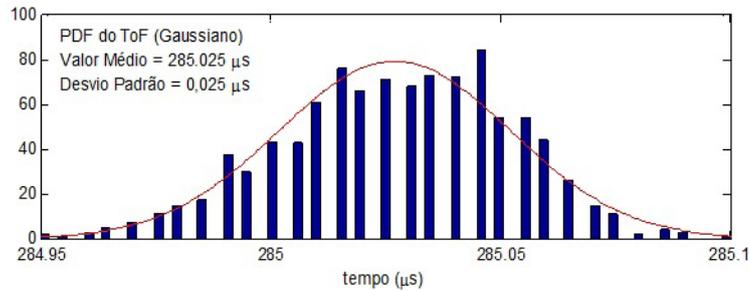


Figura 7. Distribuição Gaussiana

A distribuição Triangular é uma distribuição contínua que possui um valor mínimo, um valor máximo de modo que a função de probabilidade é zero nas extremidades e afim entre cada extremo, de forma que o gráfico dessa distribuição é um triângulo e requer parâmetros que são o valor médio e o desvio padrão, como se ilustra na Figura 8.

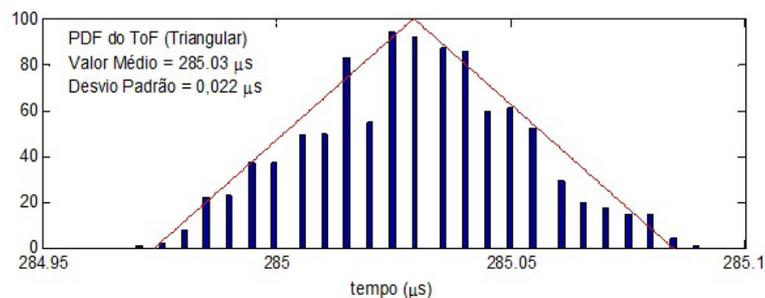


Figura 8. Distribuição Triangular

Para o caso da distribuição Uniforme, a mesma possui uma importante característica na qual, existindo um número finito de resultados, esses resultados terão a mesma chance de acontecer. Torna-se adequado representar seus possíveis resultados com um intervalo fechado $[a, b]$ com a e b considerados como os principais parâmetros da distribuição, como mostra a Fig. 9.

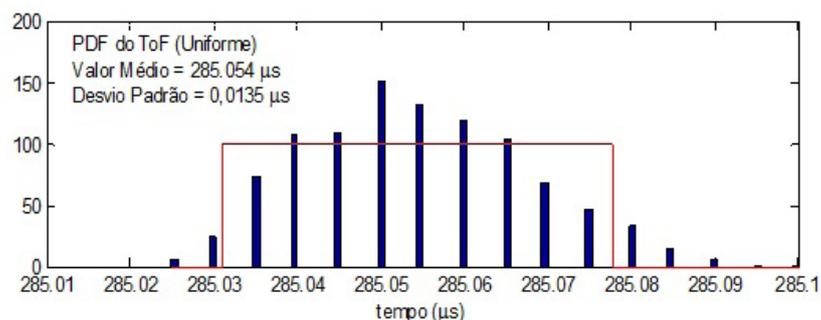


Figura 9. Distribuição Uniforme

Os parâmetros em comum que influenciam nos três tipos de função de probabilidade podem ser definidos, do ponto de vista estatístico, como: valor médio,

desvio padrão, variância, skewness e kurtosis. Desvio Padrão é a medida mais comum da dispersão estatística (geralmente representada pela letra grega σ). Ela mostra o quanto de variação ou “dispersão” existe em relação à média. A variância tem o objetivo de analisar o grau de variabilidade de determinadas situações e através da mesma podemos perceber desempenhos iguais, muito próximos ou muito distantes. A variância é calculada através da soma dos quadrados entre a diferença de um valor observado e um valor médio. Skewness, ou obliquidade, é uma medida assimétrica de uma determinada distribuição de frequência. Por fim, Kurtosis, em estatística, é uma medida de achatamento da distribuição de probabilidade de uma variável aleatória.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A princípio, foi desenvolvido um modelo matemático do sistema par ultrassônico transmissor-receptor, como se ilustra na Figura 10. Tal modelo consiste em um transmissor Tx representado pelo bloco *Product*, onde um sinal modelado como uma onda sinusoidal é transmitida pelo meio onde interage com o fluxo de ar representado pelo bloco *Transmit* e em seguida é adicionado um ruído aditivo de natureza aleatória que atenua o sinal representado pelo bloco *meio*. Após a adição do ruído, o transdutor receptor detecta o sinal recebido (bloco *Receive*), que por sua vez, é amplificado juntamente com o ruído (bloco *Gain*) e por fim é utilizada as técnicas de medição para determinar o ToF.

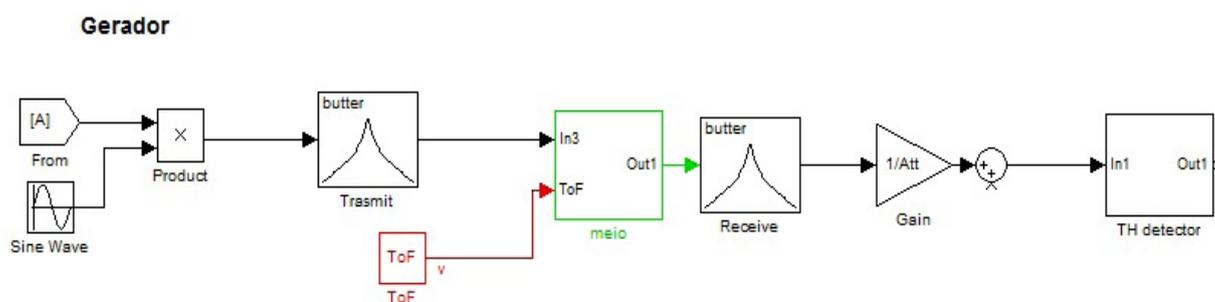


Figura 10. Diagrama de blocos do Modelo de Medição para transdutores ultrassônico transmissor-receptor

O modelo de medição associa-se às equações (3) e (4), onde o sinal transmitido é modelado pela equação (3) e o sinal recebido modelado pela equação (4), a amplitude do sinal recebido é diferente da amplitude do sinal transmitido, adicionalmente com uma fase e um ruído aditivo.

A relação sinal-ruído (*Signal-to-Noise Ratio* - SNR) é um conceito usados em diversos campos que envolvem medidas de um sinal em meio ruidoso, definido como a razão entre a potência de um sinal e a potência de um ruído sobreposto ao sinal. A relação sinal-ruído é um termo para a razão entre as potências de um sinal contendo alguma informação e um ruído de fundo que pode ser modelada por:

$$SNR = \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{ruído}}} \quad (8)$$

onde: P_{signal} é a potência do sinal, $P_{\text{ruído}}$ é a potência do ruído.

De acordo com o modelo apresentado na Figura 10, o sinal transmitido é uma onda sinusoidal, com amplitude A , e o ruído é de natureza aleatória com valor médio zero e desvio padrão σ . Assim, a expressão do SNR em decibéis pode ser expressa por:

$$SNR = 10 \text{Log} \left(\frac{A^2 / 2}{\sigma^2} \right) \text{ (dB)} \quad (9)$$

Nota-se da Equação (9), que quanto menor a variância do ruído, maior o valor do SNR , e por tanto uma melhor qualidade do sistema de medição.

Com o propósito de estimação do ToF e a incerteza associada a esta medição, foi utilizado o procedimento baseado na Simulação Monte Carlo, como dito anteriormente. Para tal, foram estabelecidas as configurações do sistema de medição da Figura 2, sendo:

- Distância entre os transdutores ultrassônicos $L=0,1$ m
- Velocidade do vento $u = 10$ m/s
- Temperatura $T = 20$ °C
- Ângulo de alinhamento entre a direção da velocidade do vento e os transdutores ultrassônicos de $\theta = \pi/4$
- Atenuação do meio = 10% da amplitude máxima do sinal transmitida
- Sinal elétrico transmitido com 1 volt de amplitude
- A detecção do sinal recebido utilizando a Técnica de Detecção de Limiar foi capturado considerando um limiar de 0.8 volt.
- Tipo de características da PDF do ruído aleatório: Gaussiano, Triangular e Uniforme, com valor médio zero e desvio padrão $\sigma=0,01$ volt e $\sigma=0,03$ volt.
- Número de simulação do método SMC, $M=10000$.

Figura 11 ilustra a relação sinal-ruído (SNR) em função do desvio padrão do ruído no meio. Três tipos de FDP's para o ruído foram considerados nas simulações: Gaussiana, Uniforme e Triangular (de acordo com a Figura 4). Foi observado que o ruído de distribuição gaussiana promove resultados com o menor valor de SNR . Por outro lado, um ruído com distribuição uniforme apresenta resultados com maiores

valores para *SNR*. Enquanto isso, a distribuição triangular ruidosa produz valores de *SNR* entre máximos e mínimos nas simulações.

Figuras 12,13 e 14 mostram resultados para as FDP's do ToF adquiridos usando o método SMC considerando três tipos de FDP's ruidosos com desvio padrão $\sigma= 0.3$ mV. Para cada cenário de simulação, testes de normalidade foram utilizados para os respectivos resultados e para todos os casos os resultados desses testes foram positivos para distribuição normal ou gaussiana.

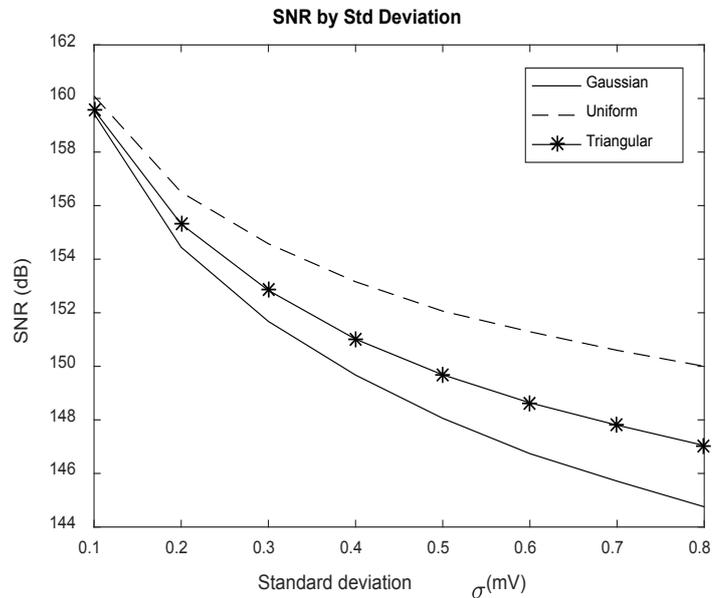


Figure 11. SNR por desvio padrão

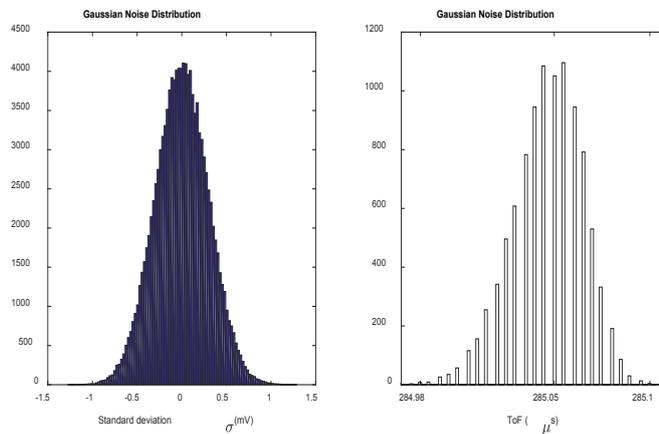


Figure 12. FDP do ToF usando ruído Gaussiano com $\sigma=0.3$ mV.

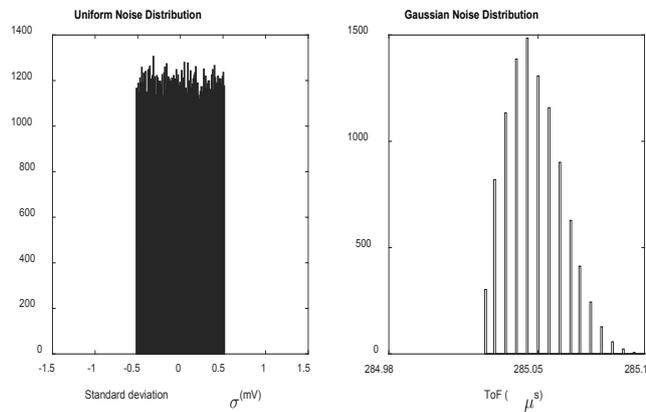


Figure 13. FDP do ToF usando ruído Uniforme com $\sigma=0.3$ mV

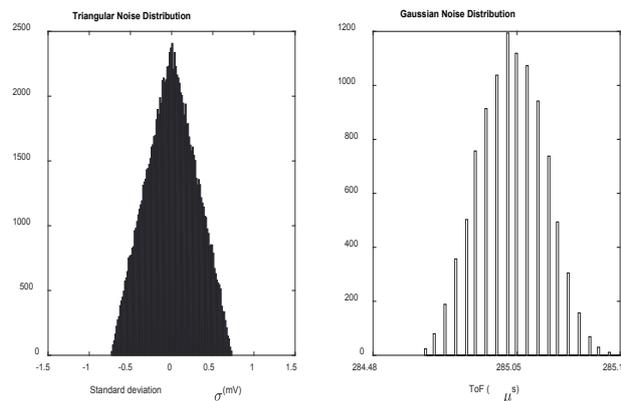


Figure 14. FDP do ToF usando ruído Triangular com $\sigma=0.3$ mV

4 | CONCLUSÕES

Neste trabalho, a implementação do método de Simulação Monte Carlo foi desenvolvida com o fim de determinação da função densidade de probabilidade do tempo de trânsito (ToF) para aplicações na medição da velocidade do vento usando transdutores ultrassônicos quando considerado várias formas de ruídos aditivos no meio de propagação (Gaussiana, Uniforme e Triangular). O método proposto considera o procedimento do Suplemento 1 do Guia de Avaliação e Expressão de Incertezas na Medição (GUM). Foi observado que o método SMC produziu a função densidade de probabilidade do ToF, que por sua vez se relaciona com a forma de FDP do ruído aditivo. Diante disso, foi concluído que a forma da FDP do ruído influencia na forma de FDP do ToF. Este resultado pode ser usado para aprimoramento do modelo do sistema para medição de velocidade do vento quando usado transdutores ultrassônicos no qual o princípio de medição seja o tempo de trânsito ultrassônico (ToF).

REFERÊNCIAS

100:2008, J. (s.d.). *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement Technical Report JCGM 2008*.

101:2008, J. (s.d.). ***Evaluation of Measurement Data – Supplement 1 to the Guide to the expression of uncertainty in measurement – Propagation of distributions using a Monte Carlo method*** Technical Report JCGM 2008.

200:2012, J. (s.d.). ***International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)***.

Billinton, R. a. (1992). ***Reliability Evaluation of Engineering Systems. Second Edition pp 124 169.***

Daniel, G. D., & Cristina, A. K. (s.d.). ***Simulação de Monte Carlo na Avaliação de Incertezas de Medição.***

Donatelli, G. K. (2005). ***Simulação de Monte Carlo na Avaliação de Incertezas de Medição***, Revista de Ciência e Tecnologia, Vol. 13, Nº 25/26 – pp: 5-15.

Duarte R, V. J. (2013). ***Ultrasonic time-of-flight estimation for wind speed measurement based on time-frequency domain using STFT*** 19th IMEKO TC 4 Symposium (Barcelona, Spain, 18-19 July 2013) pp 72-6.

Ribamar, W. M. (2004). ***Anemômetro Baseado no método de Tempo de Trânsito: Estudo comparativo de arquiteturas, avaliação de incertezas e implementação.***

Taylor, B., & Kuyatt, C. (1994). ***Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results*** NIST Technical Note 1297.

Villanueva J, C. S. (2009). ***Maximum-Likelihood Data Fusion of Phase-Difference and Threshold-Detection Techniques for Wind Speed Measurement*** IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 58 2189-7.

DIVERSIDADE E INCLUSÃO: GESTÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA NO AMBIENTE DO TRABALHO

Ana Paula Pinheiro de Azambuja Amaral
Ligia Regina Pauli
Regina Maria Joppert Lopes
Yvy Karla Bustamante Abbade

RESUMO: Programa de Diversidade e Inclusão, realizado no ambiente laboral, que permite que a pessoa com deficiência tenha incentivo à capacitação pelos programas de aprendizagem e de qualificação, programas estes que permitiram aos funcionários serem contratados na modalidade da Lei de Cotas com a possibilidade de se autodesenvolverem e criar subsídios para a realização pessoal e profissional.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento, Diversidade, Inclusão, Mercado de Trabalho, Pessoa com Deficiência (PCD), Sensibilização

A Enel tem por objetivo ampliar as oportunidades de participação desse segmento no mercado de trabalho, onde os profissionais e equipes envolvidas possuem grandes responsabilidades e significativa relevância no processo de transformação social. A cultura de sensibilização da empresa para com seus gestores permite que os funcionários sejam recebidos de forma receptiva, criando um espaço físico de cultura e exercício da inclusão. As equipes que tem um olhar de compreensão e de empatia permitem

que as pessoas incluídas possam superar suas incertezas, e sentirem-se pertencentes à sociedade.

1 | INTRODUÇÃO

Este artigo visa demonstrar que, apesar da existência da Lei nº 8.213/91 e do Decreto nº 3.298/99, a iniciativa privada enfrenta obstáculos e tenta superá-los para incluir pessoas com deficiência no mercado de trabalho.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, com dados de 2011, 1 bilhão de pessoas no mundo vive com algum tipo de deficiência, e de acordo com o último Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2010, o Brasil possui 45 milhões de Pessoas com Deficiência (PCDs). As principais barreiras para tais pessoas exercerem sua cidadania plena são o preconceito, a falta de acesso à educação e a falta de atendimento apropriado, para que possam ter suas necessidades atendidas e suas habilidades potencializadas.

Visando um cenário de mudança destaca-se aqui a empresa Enel, que é uma multinacional de energia e uma das líderes mundiais dos mercados de energia e gás, que trabalha intensamente para que a sustentabilidade seja a força motriz de seus processos de melhoria

contínua e transversal, assegurando a clientes, acionistas e comunidade, seu total empenho com a proteção ao meio ambiente e segurança das pessoas. Tem por objetivo “deixar um mundo melhor para as gerações futuras”, engajando-se sempre em projetos tecnicamente inovadores.

A fim de integrar os princípios gerais instituídos pelas Nações Unidas - Pacto Global - no âmbito empresarial, a Enel possui um Compromisso com a sustentabilidade que se converte na base fundamental dos seus princípios éticos e de gestão, tendo como foco o respeito às práticas laborais e o respeito em âmbito social. Como também o apoio e seu compromisso com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS, em particular, a realização de 4 dos 17 Objetivos, estabelecendo metas globais para suas empresas no mundo. Um dos ODS prioritários é 8º Objetivo – Trabalho decente e crescimento econômico, que a Enel estabeleceu como meta a promoção do emprego e do crescimento econômico inclusivo, sustentável e duradouro para 500 mil pessoas, e que possui em si as questões de inclusão.

Em 2014 a Enel apresentou como objetivo a execução do Projeto de Inclusão de Pessoas com Deficiência e firmou parceria com a Unilehu – Universidade Livre para a Eficiência Humana, situada em Curitiba – Pr., uma organização do terceiro setor, que tem como foco principal mobilizar os três setores da sociedade para criar condições de empregabilidade para este público.

No mesmo ano foi oficializado junto ao Ministério do Trabalho e do Emprego – SRTE/Niterói/RJ o programa e a contratação de 52 Pessoas com deficiência para o cumprimento da Lei de Cotas 8.213/91.

1.1 Leis de Inclusão

No Brasil o número de pessoas com deficiência que trabalham hoje é muito menor do que o ideal almejado pela Lei de Cotas. A partir da Lei 8.213 de julho de 1991 as empresas passaram a ser obrigadas a terem entre seus funcionários pessoas com deficiência, atualmente o não cumprimento incide em multas e indenizações.

Diz a Lei 8213/91, lei cotas para Deficientes e Pessoas com Deficiência que dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência e dá outras providências a contratação de portadores de necessidades especiais que: “Art. 93 - a empresa com 100 ou mais funcionários está obrigada a preencher de dois a cinco por cento dos seus cargos com beneficiários reabilitados, ou pessoas com de deficiência, na seguinte proporção:

de 100 a 200 funcionários.....	2%
de 201 a 500 funcionários.....	3%
de 501 a 1000 funcionários.....	4%
de 1001 em diante funcionários....	5%

Antes de ser instituída a obrigatoriedade de contratação de pessoas com

deficiência, raras eram as empresas que as empregavam. Portanto, a elas não foram dadas oportunidades para terem em seu currículo experiências profissionais.

Assim, de uma forma geral, delas não se deve exigir experiência. Quando a experiência for efetivamente necessária ao desempenho da função, a própria empresa deve oportunizar que a pessoa adquira internamente as habilidades, a postura de trabalho e os conhecimentos exigidos para o exercício de certos cargos (art. 36, alínea “c”, da Recomendação nº 168 da OIT, c/c item 4.4 do Repertório de Recomendações Práticas da OIT: Gestão de questões relativas à deficiência no local de trabalho).

Outra Lei criada em prol da pessoa com deficiência é a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). A Lei Nº 13.146 de 06 de julho de 2015 - Seção III Da Inclusão da Pessoa com Deficiência no Trabalho que nos Art. 37 e 38 dizem:

Art. 37. Constitui modo de inclusão da pessoa com deficiência no trabalho a colocação competitiva, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas, nos termos da legislação trabalhista e previdenciária, na qual devem ser atendidas as regras de acessibilidade, o fornecimento de recursos de tecnologia assistiva e a adaptação razoável no ambiente de trabalho.

Assim no âmbito do trabalho, fica assegurado que a pessoa com deficiência tem direito ao trabalho de sua livre escolha e aceitação, em ambiente acessível e inclusivo, em igualdade de oportunidades e remunerações com as demais pessoas. A LBI também tende a tornar o processo de inclusão mais justo e contribuir para a diminuição do preconceito, pois “é vedada restrição ao trabalho da pessoa com deficiência e qualquer discriminação em razão de sua condição, inclusive nas etapas de recrutamento, seleção, contratação, admissão, exames admissional e periódico, permanência no emprego, ascensão profissional e reabilitação profissional, bem como exigência de aptidão plena”.

Independentemente da obrigatoriedade, é importante salientar que o processo de inclusão produz uma série de impactos sociais e econômicos. Para as pessoas com deficiência, a oportunidade de atuar no mercado de trabalho traz independência e reconhecimento. Para as empresas, há um ganho em relação à humanização da gestão, eliminando preconceitos e paradigmas ultrapassados. Do ponto de vista econômico, o processo de inclusão também é favorável, pois estimula a economia do país, já que mais pessoas estão exercendo atividades remuneradas.

1.2 Objetivo

O interesse da Empresa teve como objetivo o desenvolvimento de um programa de inclusão de pessoas com deficiência que atendesse a estratégia de uma empresa multinacional brasileira do setor de energia elétrica, que orienta suas atividades por compromissos nacionais e internacionais de caráter econômico, ambiental e social, com base no respeito aos direitos humanos em todas as esferas de atuação.

O objetivo deste trabalho é mostrar a aplicabilidade em uma empresa da área

de distribuição de energia de programas que promovem a capacitação por meio da aprendizagem e qualificação. Com a capacitação realizada pelo programa, 32 pessoas foram beneficiadas pela promoção de empregabilidade, pela lei de cotas, garantindo assim o direito de ocupar seus lugares no mercado de trabalho e na sociedade.

2 | DESENVOLVIMENTO

O Programa de Diversidade & Inclusão da Enel utiliza-se de uma tecnologia social de inclusão inovadora e efetiva, contribuindo para o cumprimento da Lei de Cotas e desenvolvendo a cultura do respeito às diferenças. Além de construir um ambiente de trabalho mais acessível e adaptado, investindo na transformação da realidade das pessoas com deficiência que necessitam de apoio e acesso ao mercado de trabalho.

Para a realização do programa foram desenvolvidas várias parcerias estratégicas com os três setores da sociedade, com o objetivo de garantir o alcance dos resultados pré-estabelecidos. Sendo elas:

- A Entidade Governamental parceira foi o SINE - Sistema Nacional do Emprego do Município de Itaboraí/RJ – Agência de Emprego.
- Entidade Esportiva Institucional parceria foi a Superintendência de Desportos do Estado do Rio de Janeiro, através do Complexo Caio Martins, situado em Niterói/RJ.
- As Entidades Institucionais parceiras, selecionadas, foram a AFR – Associação Fluminense de Reabilitação, AFAC – Associação Fluminense de Amparo aos Cegos e a Apada - Associação de Pais e Amigos dos Deficientes da Audição, situadas em Niterói/RJ.
- A Entidade Educacional parceira local foi a FAMATh - Faculdades Integradas Maria Thereza.

Ressalta-se como aspecto relevante a realização de política de treinamentos para a preparação dos gestores, supervisores, coordenadores e terceiros. Para atender esta demanda foram realizados os Workshops de Empresa Inclusiva, tendo como objetivo à reflexão sobre os impactos da deficiência na gestão de pessoas, liderança, preconceito, estigma e as possibilidades da construção de uma empresa mais inclusiva. Diversas ações estão sendo feitas para tornar a empresa mais inclusiva.

As ações de sensibilização dos colaboradores dos setores onde foram alocados os funcionários com deficiência foram reforçadas para uma melhor convivência, tornando mais efetivo o processo de inclusão. Foram oferecidos a todos os funcionários ações como: Vivencial – Caixa das Sensações (situações em que a pessoa vivencia percepção dos 5 sentidos), Oficina Como Conviver com as deficiências, Oficina de LIBRAS.

2.1 Metodologia

Em agosto de 2014, foi apresentado um dossiê completo com documentos comprobatórios que caracterizam a Empresa, contendo: planta arquitetônica, fotos das sedes, cargos e funções, relatórios de segurança e medicina do trabalho (Programa Riscos Ambientais e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional), dentre outros documentos com o objetivo de demonstrar o cenário onde à empresa está inserida e as possíveis dificuldades encontradas no processo de inclusão das pessoas com deficiência, trazendo à tona que estas dificuldades se dão devido à necessidade de capacitação técnica específica e ou experiência no desempenho das funções para a área específica da empresa e na prevenção e no controle da segurança do trabalho devido aos ambientes insalubres e perigosos e na dificuldade de acessibilidade.

Para identificar o caminho a ser percorrido pela empresa para aprimorar ainda mais a implantação e as condições de seu programa de inclusão e com base em todos os resultados obtidos em uma análise preliminar, foi desenvolvido um plano de trabalho onde foram sugeridas algumas ações mais prioritárias para atender os objetivos e para o aprimoramento das ações de diversidade da Empresa, focado no público em questão:

- Definição estratégica do Programa de Inclusão.
- Capacitação dos líderes para a gestão da diversidade com foco na deficiência.
- Sensibilização do público interno para entendimento da inclusão e respeito pelas diferenças.
- Implantação de um Comitê de Inclusão com representantes de todas as áreas para a discussão em conjunto de metas do programa, acessibilidade e disseminação dos aprendizados internos da inclusão.
- Política de inclusão e compromisso público.
- Mapeamento dos postos de trabalho x tipo de deficiência x atividades x funcionalidade.
- Mapeamento e planejamento de ações de acessibilidade.
- Definição de um plano de contratação de pessoas com deficiência, baseado nas alternativas de inclusão (vagas diretas, aprendizagem profissional, programa Trainee, qualificação profissional, entre outros).
- Revisão das políticas de Recrutamento e Seleção para pessoas com deficiência, mapeando a comunidade em todas as regiões de atuação da empresa e adequando os processos seletivos e oportunidades ao perfil dos disponíveis no mercado.
- Implantação de processos e ferramentas gerenciais para a gestão e acompanhamento de funcionários com deficiência, considerando os aspectos laborais e psicossociais.

Na sequência foi realizado o levantamento de dados por meio do Mapeamento de Acessibilidade e de Funcionalidade, onde foram realizadas visitas às sedes da Enel nas cidades de Niterói, São Gonçalo e de Cabo Frio, juntamente com as áreas de segurança e medicina do trabalho da empresa. Foram feitos registros fotográficos e analisados documentos como PPRA, PCMSO, LTCAT, planta baixa das sedes, entre outros. Complementando temos a segunda etapa deste levantamento que trata da funcionalidade, neste são analisados o Plano de Cargos e Funções, conhecendo as atividades desenvolvidas em cada uma delas com o objetivo de no processo de inclusão da pessoa com deficiência seja possível identificar a pessoa que possui uma deficiência x a limitação que aquela deficiência resulta, pode ser incluída em qual função da Empresa, para realizar quais atividades. Resultando assim no alcance de dados concretos visando à extinção das barreiras que impedem a acessibilidade no contexto de trabalho para pessoas com deficiência à luz do paradigma da inclusão, proporcionando mais assertividade no processo de inclusão das pessoas com deficiência. Todas estas informações geram um documento técnico onde são compiladas todas as informações cruzadas anteriormente com o objetivo de identificar as barreiras arquitetônicas e demais problemas de acessibilidade na Empresa.

Um plano de ação para a viabilização das adequações necessárias foi elaborado em conjunto com as áreas envolvidas diretamente, e está desde então em execução. Foram seguidas as recomendações da Organização Internacional do Trabalho - OIT (2006) de garantir a adaptação do acesso ao local de trabalho e o desempenho das atividades nas estações de trabalho, coadunando-se também com a visão descrita pela NBR9050 (2016) de fazer investimentos específicos, priorizando a adaptação de acordo com os tipos de deficiências que os funcionários possuem.

Na Enel Distribuição Rio foram contratadas 49 pessoas com deficiência, sendo composto em duas turmas: A primeira turma com foco na formação Administrativa contou com 32 PcDs sendo (24 Deficientes Auditivos, 02 Deficientes Visuais, 05 Deficientes Físicos e 01 Deficiência Múltiplas – surdocegueira). Na segunda turma o foco foi a inclusão de Paratletas sendo 02 Deficientes Auditivos e 15 Deficientes Físicos.

O programa contou com a eliminação das barreiras na esfera organizacional, promovendo ações de acessibilidade nos seus mais diferentes âmbitos: comunicacional (meios e formas diferenciadas de comunicação entre as pessoas), metodológico (métodos e/ou estratégias diferentes que visem a apropriação de conhecimentos), instrumental (oferta de equipamentos, instrumentos, ferramentas, utensílios em atendimento a condições diversas), programática (promulgação e efetivação de políticas públicas, legislações, normas que orientem e garantam a participação de todos nas diversas instâncias) e atitudinal (supressão de preconceitos, estereótipos, estigmas e discriminações nos comportamentos da sociedade para pessoas que têm deficiência), definidas por Sassaki (2009), p. 10 - 16 apud Camargo, M. L. et al.

O processo de acompanhamento se deu de diversas maneiras e por meio de ferramentas desenvolvidas especialmente para intervir imediatamente em diversas questões (familiares, pessoais, de relacionamento interpessoal, de entendimento da relação de trabalho, profissionais, entre outras) que estejam impactando no desenvolvimento do programa. Por meio de abertura de ocorrências através de contatos telefônicos, mensagens, atendimentos individuais e/ou visitas para verificar as demandas apresentadas pelos gestores, colegas, família e pessoas com deficiência.

Foram utilizadas as seguintes ferramentas de trabalho:

- Atendimento Especializado (equipe multidisciplinar)
- Escuta (atenção psicológica)
- Orientação Profissional (direcionamento de áreas com perfil compatível)
- Plano de Desenvolvimento Pessoal e Profissional (objetivo e metas de crescimento)
- MAPa – MakingActionsPlans - Fazendo Planos de ação individuais (planejar ações de curto e médio prazo baseado em reflexões sobre história de vida, relações sociais, momento de vida e possibilidade de desenvolvimento).
- Emprego Apoiado (auxílio individualizado realizado por profissional que visa auxiliar no desempenho das atividades e adequações que sejam necessárias até que o colaborador consiga elevar sua autonomia).

Na preparação das equipes de trabalho que receberam as pessoas com deficiência foi realizado processo de sensibilização entre gestores e equipe prevendo que esta ação deve ser realizada antes do ingresso dos novos profissionais, permitindo assim que houvesse aquisição de novos conhecimentos com relação aos conceitos, aos aspectos legais, sociais e individuais, se configurando como um espaço de discussão crítica sobre a temática no desvelamento de preconceitos e possíveis julgamentos pré-estabelecidos. No processo este cuidado coletivo permite o olhar diante das potencialidades, competências e habilidades da pessoa com deficiência fazendo com que as chances de insucesso sejam reduzidas.

O Programa de Diversidade e Inclusão, Gestão de Pessoas com Deficiência resultou no cumprimento da Lei de Cota de forma inovadora, mudança da cultura interna, promoção da diversidade, empregabilidade, benchmarking para outras empresas, e o reconhecimento através dos seguintes prêmios: Prêmio ABRH RJ 2016, Prêmio de Reconhecimento Global Boas Práticas para Trabalhadores com Deficiência, na ONU, em Nova York, promovido pela Secretaria do Direito das Pessoas com Deficiência do Governo do Estado de SP, Prêmio da ABRH Brasil 2017, recebido no CONARH, maior Congresso Nacional de Recursos Humanos.

2.2 Estudo de Caso

Em novembro de 2014 o colaborador L. M. G. com 34 anos de idade, com diagnóstico de deficiência física em decorrência de paralisia cerebral, foi inserido no programa de Qualificação que tem como objetivo a capacitação de pessoas com deficiência visando a sua inserção no mercado de trabalho. Leandro enfrentou as dificuldades e o preconceito e derrubou barreiras quando aos 18 anos foi alfabetizado e decidiu estudar, sua determinação foi tal que chegou a concluir a graduação do curso de Administração, deu início a pós-graduação, mas infelizmente não foi possível dar sequência devida a falta de acessibilidade da faculdade. No estudo de caso aqui descrito, o colaborador seguiu seu percurso com resultados satisfatórios o que lhe proporcionou a efetivação no quadro de funcionários da empresa, sendo este inicialmente locado no início de 2016 na sede da empresa em São Gonçalo, RJ, sendo considerada a melhor em acessibilidade arquitetônica e por ser mais próximo da sua residência.

Sua atividade inicial foi emitir notificações de segurança para as empresas parceiras através de duas tabelas no Excel onde ele precisava procurar o código que recebia por e-mails e depois deveria passar para um arquivo no Word e enviar essas informações por e-mail para área responsável. Durante execução das tarefas foram identificadas algumas dificuldades para utilizar o teclado normal do computador devido ao tamanho das teclas. As dificuldades foram minimizadas pela orientação da terapeuta ocupacional, que identificou que para o melhor desempenho de L.M.G. deveria ser realizada a mudança para o teclado ampliado, e de fato a mudança permitiu que ele conseguisse desenvolver a atividade de forma mais rápida e com menor dificuldade. O objetivo desta intervenção foi facilitar e favorecer a execução do trabalho através do treino com as tecnologias assistivas.

Para a promoção do desenvolvimento da pessoa com deficiência no ambiente de trabalho há a atuação de diversos profissionais de uma equipe multidisciplinar, neste caso foi necessário contar com a intervenção da Terapeuta Ocupacional, da Psicóloga e da técnica de Emprego Apoiado que puderam trabalhar as melhores formas de adequação e adaptação.

L.M.G. trabalha no 5º andar e necessita realizar deslocamentos diários para o seu posto de trabalho, banheiro e refeitório, e deslocamentos esporádicos para outras dependências como, por exemplo, auditórios ou salas de reuniões, por isso foram atribuídas algumas solicitações a Empresa como adequação da acessibilidade (Retirada de Barreiras e/ou inclusão de facilitadores). Houve algumas situações de queda do colaborador e, portanto, o mesmo foi direcionado ao atendimento ambulatorial da empresa para ser atendido e então foi percebida a necessidade de capacitação para os médicos que realizam os atendimentos, proporcionando maior compreensão dos casos de pessoas com deficiência para compreenderem melhor suas possibilidades

de trabalho.

Para melhor mobilidade dentro da empresa foi indicado o uso de uma cadeira de rodas para o colaborador para os locais onde as barreiras arquitetônicas não podem ser alteradas com facilidade e o risco se torna muito maior que o benefício de caminhar, como por exemplo, durante o trajeto casa – trabalho – casa. Para as demais locomoções foi sugerido que as barreiras arquitetônicas presentes no trajeto utilizado fossem removidas e que facilitadores como barras de apoio fossem incluídas nos locais de maior risco de queda. Devido a sua autonomia e seu empoderamento, o colaborador adquiriu uma Scooter (moto) para sua locomoção, no ambiente de trabalho ele caminha lentamente, arrastando seus pés. A utilização de outros dispositivos auxiliares de marcha (andadores, muletas, bengalas, etc.), são contraindicados para o colaborador em questão, uma vez que para caminhar o mesmo faz uso de movimentos dos membros superiores (de modo reflexo) e que impossibilitam o manuseio de tais dispositivos com segurança e adequada coordenação. Um técnico da Unilehu foi disponibilizado na unidade duas vezes na semana quatro horas por dia para realizar o acompanhamento e para auxiliar o colaborador diante da execução das atividades.

Em decorrência da reestruturação interna, o colaborador foi transferido para sede de Niterói onde foi analisado que ele teria maior autonomia no deslocamento tanto da sua residência a empresa, como também maior autonomia no seu ambiente de trabalho.

As mudanças de atividades associadas a função foram poucas, além das atividades realizadas anteriormente, ele passou a fazer a inserção da planilha de inspeção no IPAL, um banco de dados da Enel feita através de diversos papéis que recebe, é preciso ler e digitar todo o conteúdo que consta no banco de dados. Além disso, ele passou a realizar também a monitoração de veículos, esta atividade era nova para toda a equipe e foi atribuída a ele como reconhecimento a sua capacidade de execução. L.M.G trabalha na área de Planning Works Rio, Infrastructure and Networks, e foi premiado em 2017 no Hall of Energies, Programa de Reconhecimento da Enel.

3 | CONCLUSÕES

Tendo conhecimento da dificuldade de diversas organizações em não cumprirem as cotas estabelecidas pela legislação, mesmo depois de mais de duas décadas transcorridas desde a criação da Lei 8.213/91, alegando ser impossível atingir tais metas, foi possível comprovar que, com investimentos em programas de inclusão estruturados e realizados de forma coordenada, este cenário pode ser revertido. De forma inovadora e diferenciada, atendendo diretamente a demanda específica do negócio da organização, com parcerias técnicas especializadas que garantem e respeitam as partes interessadas no processo de inclusão direta e indiretamente, há um aprimoramento na gestão de pessoas nas organizações.

Com adoção de práticas importantes no programa de inclusão de pessoas

com deficiência alcançou-se resultados significativos e transformadores. Várias ações programadas e especialmente desenhadas corroboraram para este sucesso, mostrando-se uma bem-sucedida política que analisa os postos de trabalho ao mesmo tempo em que avalia a funcionalidade das pessoas com deficiência para o alcance efetivo de sua alocação.

Ressalta-se como aspecto relevante a realização de política de treinamentos para a preparação dos gestores, supervisores, coordenadores e terceiros. As ações de sensibilização dos colaboradores dos setores onde foram alocados os funcionários com deficiência foram reforçadas para uma melhor convivência, tornando mais efetivo o processo de inclusão. Diversas ações de suporte técnico e produtos customizados continuam sendo desenvolvidas e implementadas sempre buscando tornar a empresa cada vez mais inclusiva.

A Empresa atingiu quase 100% de seus colaboradores, também seus familiares e sua cadeia de valor, o que foi um índice significativo de pessoas mais conscientizadas sobre a diversidade e o respeito pelas diferenças no ambiente de trabalho. Estas ações, com toda certeza, contribuíram para que a empresa abrisse suas portas para as pessoas com deficiência, e tornar o seu ambiente mais preparado e inclusivo. Além disso, foi possível fortalecer a promoção da diversidade na Empresa, o que trouxe muitos benefícios.

Pessoas com potencialidades, limitações, formações, visões, pensamentos, origens, idades, orientações políticas, religiosas e sexuais diferentes, reunidas em um mesmo ambiente proporcionam uma visão mais holística e promovem a criatividade e a inovação como vários especialistas preconizam. Todo este cenário de troca de experiência e opiniões enriquece todos os indivíduos e isto nos traz o entendimento de que é só o começo e que devemos cultivar a diversidade como uma estratégia para ampliar a sua visão global e integrada da sociedade que atuamos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 8.213 de 24 de julho de 1991 (Lei das Cotas). Dispõe sobre os planos de benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Brasília, DF: 1991. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/L8213.htm>>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

BRASIL. Lei Nº 13.146 de 06 de Julho de 2015 (Lei das Cotas). Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. A inclusão de pessoas com deficiência no mercado de trabalho. Brasília, DF: MTE/SIT/DEFIT, 2007. Recuperado de http://prattein.com.br/home/images/stories/Trabalho_e_Empreendedorismo/inclusao_pessoas_defi12_07.pdf>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

BULGARELLI, Reinaldo. Diversos Somos Todos - Valorização, Promoção e Gestão da Diversidade nas Organizações. São Paulo. 2008.

Camargo, M. L.; Júnior, E. G.; Leite, L. P. Psicologia: Ciência e Profissão. O Psicólogo e a Inclusão de Pessoas com Deficiência no Trabalho. Print version ISSN 1414-9893 On-line version ISSN 1982-

3703. *Psicol. cienc. prof.* vol.37 no.3 Brasília July/Sept. 2017.
<http://dx.doi.org/10.1590/1982-3703003232016>

GIL, M. O que as empresas podem fazer pela inclusão das pessoas com deficiência. São Paulo: Instituto ETHOS, 2002.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). Pesquisa nacional por amostra de domicílios. Rio de Janeiro: IBGE. Recuperado de <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao>. [Links] >. Acesso em: 12/03/2018.

INSTITUTO ETHOS (2010). Perfil social, racial e de gênero das 500 maiores empresas do Brasil e suas ações afirmativas. Recuperado de <https://www3.ethos.org.br/cedoc/perfil-social-racial-e-de-genero-das-500-maiores-empresas-do-brasil-e-suas-acoesafirmativas/#.Wr_fBYjwblU>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/governo/2012/08/regraspara-contratacao-de-pessoas-com-deficiencia-sao-atualizadas>>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

Miranda, Cristiana; Biernaski, I.; Junior L.B.:O panorama da inclusão de pessoas com deficiência no ambiente de trabalho: Análise dos relatórios da Global Reporting Initiative (GRI). Curitiba:2017 Acesso em: 12. Mar. 2018.

NBR9050 (2016) NORMA BRASILEIRA ABNT. Disponível em:

http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefielddescription%5D_164.pdf. Acesso em: 12. Mar. 2018.

PASTORE, J. Oportunidades de trabalho para portadores de deficiência. SP: LTr, 2000.

Pesquisa sobre Programa Inclusão de Diversidade – Pessoas com deficiência da Enel – Gestores e colaboradores – 2016. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/flaviotoledo756/pesquisa-sobre-programa-incluso-de-diversidade-pessoas-com-deficiencia-daampa-energia-grupo-enel-gestores-e-colaboradores-2016>>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

SASSAKI, Romeu Kazumi. História do Emprego Apoiado No Brasil. Revista Deficiência Intelectual. DI Ano 4, Número 6 – Janeiro/Junho 2014. p.17

Relatório Emprego Apoiado - Programa de Diversidade e Inclusão da Enel. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/flaviotoledo756/emprego-apoiado>>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

Revista Portas Abertas Unilehu: edição abril 2015 (páginas 4 e 5). Disponível em: <<http://unilehu.org.br/revistas/revistaportas-abertas-edicao-02-abril-2015/>>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

Revista Portas Abertas Unilehu: edição setembro 2015 (página 9). Disponível em: <<http://unilehu.org.br/revistas/revistaportas-abertas-edicao-3-setembro-2015/>>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

Revista Portas Abertas Unilehu: edição dezembro 2015 (páginas 2, 7). Disponível em: <https://issuu.com/unilehu/docs/04_portas_abertas_dez_2015>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

Revista Portas Abertas Unilehu: edição agosto 2016 (páginas 5, 13,14). Disponível em: <<http://unilehu.org.br/revistas/revistas-portas-abertas-edicao-05-agosto-2016/>>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

TETTE, Raissa Pedrosa Gomes; FREITAS, Maria Nivalda de Carvalho & OLIVEIRA, Marcos Santos. “Relações entre significado do trabalho e percepção de suporte para pessoas com deficiência em organizações brasileiras”. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-294X2014000300007>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

SILVA, Alice Gerlane Cardoso; HELAL, Diogo Henrique. "A Inclusão de Pessoas com Deficiência no Mercado de Trabalho Brasileiro: Perspectivas e Desafios. Disponível em: <<http://www4.fsnet.com.br/revista/index.php/fsa/article/view/1427>>. Acesso em: 12. Mar. 2018.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. Revista Nacional de Reabilitação (Reação), São Paulo, Ano XII, mar./abr. 2009, p. 10-16.

ROTAS INTELIGENTES - UTILIZAÇÃO DE GPS DE NAVEGAÇÃO PARA GEOLOCALIZAÇÃO DE ATIVOS E CONSUMIDORES DA ENERGISA A PARTIR DE PONTOS DE INTERESSE _POI_

Cleyson Cloves do Carmo

Grupo Energisa/Energisa Mato Grosso

Cuiabá – MT

ENERGISA, GIS

RESUMO: A utilização de GPS de navegação para geolocalização de ativos e consumidores da Energisa a partir de pontos de interesse denominados “POI” tem auxiliado no atendimento aos clientes reduzindo o tempo de deslocamento além de contribuir no quesito segurança. Sem necessidade de conhecimento prévio da rede da concessionária e adesão de serviços de conexão direciona as equipes com informações sobre: distância, tempo estimado do percurso e otimização da rota (mais rápida ou a mais econômica).

PALAVRAS-CHAVE: GPS, POI, Geolocalização, ENERGISA, SIG

ABSTRACT: The use of GPS navigation for geolocation of assets and consumers of Energisa from points of interest called “POI” has helped customers to reduce travel time and contribute to safety. No need for prior knowledge of the concessionaire’s topology and adherence of connection services directs the teams with information about: distance, estimated route time and route optimization (faster or more economical).

KEYWORDS: GPS, POI, GEOLOCATION,

1 | INTRODUÇÃO

“Como localizamos nossos clientes?”

A geolocalização está presente em nosso dia a dia, seja por acesso IP nos navegadores Web ou por receptores GPS instalados nos smartphones. O termo POI (Points of Interest) é uma representação geográfica de uma localização específica que alguém pode achar útil ou interessante. Diante do conceito, a Energisa agregou a funcionalidade no mapeamento dos ativos elétricos e na localização dos consumidores em campo.

2 | OBJETIVO

Utilização de GPS de navegação para geolocalização de equipamentos elétricos, unidades consumidoras e medidores da Energisa a partir de criação de pontos de interesse “POI”.

A ideia consiste na aquisição de aparelhos de navegação para identificação de rotas inteligentes para o atendimento em campo. Através do subsídio de rotas orientadas, a Energisa otimiza o tempo de deslocamento e identificação do alvo, além de incorporar

informações sobre: distância, tempo estimado do percurso e rota mais rápida ou a mais econômica.

Por meio da orientação por GPS a busca por informações de endereço serão eliminadas do centro de operação, além de reduzir gastos com combustível e otimizar o tempo das equipes no atendimento as ordens de serviço.

3 | METODOLOGIA

Os ativos elétricos e as unidades consumidoras das distribuidoras do Setor Elétrico necessitam das coordenadas geográficas para atendimento ao módulo 10 do BDGD, requisito solicitado anualmente pela ANEEL.

A partir das coordenadas, a Energisa buscou no mercado aparelhos de navegação de empresas com know-how no segmento. Após estudos optou-se pela utilização dos aparelhos da marca Garmin tendo em vista o custo x benefício (precisão, atualização gratuita de mapas, suporte, software, entre outros).

A identificação POI da Garmin é realizada através de arquivos GPI (Garmin Points Interest) carregados a partir de arquivos CSV no software POI Loader.



Figura 1. Dispositivo de navegação alocado no veículo

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

- Desafogar fluxo de ligação para a mesa de operação a fim de localização do equipamento (Para Corte, Religa, Manutenção, Outros);
- Direcionar o motorista na rota mais eficiente;
- Os mapas do GPS não necessitam de conexão com Internet;
- Os mapas podem ser atualizados gratuitamente pela internet;
- Utilização de GPS para geolocalização, elimina necessidade de rede de telefonia (GPRS);
- Adiciona mobilidade as equipes que podem direcionar a Ordem de Serviço mesmo se tiver fora da área de cobertura GPRS;
- O fiscal não precisa preocupar em decorar números de placas a fim de conhecer o sistema elétrico da Energisa;
- Funcional em áreas Urbanas e Rurais;

- Atualização de Mapas com estradas vicinais e rurais;
- Se configurado, o aparelho “notifica” quando estiver próximo ao alvo;
- Customização de ícones;
- Informações podem ser atribuídas ao POI (livros, rotas) fornecendo subsídio para outros sistemas de mobilidade da empresa;
- Entre outros.



Figura 2. Aparelho com POI da Energisa

5 | CONCLUSÃO

O aparelho auxiliará na tomada de decisão no quesito trajeto/rota incorporando automaticamente informações sobre: distância, tempo estimado do percurso e otimização da rota (mais rápida ou a mais econômica).

As rotas planejadas/orientadas mitigam o fluxo de informações no centro de operação, reduzem gastos com combustível além de otimizar o tempo das equipes no atendimento as ordens de serviço.

A aplicabilidade do GPS abrange cobertura de sinal em toda área de concessão da Energisa eliminando dependência de rede de telefonia GPRS.

REFERÊNCIAS

CEUB/ICPD. **Curso de GPS e Cartografia Básica**. Instituto CEUB de Pesquisas e Desenvolvimento, 2004

POI Loader. Garmin. Disponível em: <https://www.garmin.com/us/maps/poiloader>. Acesso em: 26 fev. 2018.

Ponto de Interesse. Wikipédia. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponto_de_interesse. Acesso em: 26 fev. 2018.

PRODIST – Módulo 10. ANEEL. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/modulo-10>. Acesso em: 10 fev. 2018.

ENGAJAMENTO DE ESTUDANTES DE ESCOLAS PÚBLICAS NA ÁREA DAS GRANDES ENGENHARIAS: UMA PROPOSTA DE MOTIVAÇÃO E REDUÇÃO DA DISPARIDADE NA PRESENÇA DE ESTUDANTES DE ESCOLAS PÚBLICAS NO ENSINO SUPERIOR

Anyelle Keila F. de Queiroz

anyelle.queiroz@ee.ufcg.edu.br

Universidade Federal de Campina Grande,
Departamento de Engenharia Elétrica
Campina Grande - PB

Rayanna Maria de O. Francklim

rayanna.francklim@ee.ufcg.edu.br

Universidade Federal de Campina Grande,
Departamento de Engenharia Elétrica
Campina Grande - PB

Raimundo Carlos S. Freire

rcsfreire@gmail.com

Universidade Federal de Campina Grande,
Departamento de Engenharia Elétrica
Campina Grande - PB

RESUMO: Em conformidade com o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) - conjunto de avaliações externas em larga escala que tem como principal objetivo elaborar um diagnóstico da educação básica brasileira, desempenhado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - 67,4% dos alunos de ensino médio de escolas públicas no Brasil têm desempenho muito abaixo daquele desejado em matemática básica. Analisando a conjuntura da região nordeste, o quadro torna-se ainda mais inquietante, 76,4% dos estudantes estão nos dois piores patamares de desempenho em

Matemática, sendo esta a matriz base constituinte de inúmeras profissões, contendo a capacidade de interligar e conduzir comunicabilidade global, é necessário, portanto, uma nova percepção acerca disso por parte dos alunos de educação básica. Encarando as ciências exatas como premissa para aplicações tais quais: sistemas de geração, distribuição e transmissão de energia; microeletrônica; telecomunicações; automação e controle; dentre outros, apresentar aos alunos de escola pública possibilidades de atuação na engenharia é um passo adiante no processo de desenvolvimento da intelectualidade dos mesmos. A fim de minimizar o quadro em questão, o projeto Instrumentação Eletrônica Para Alunos de Ensino Médio de Escolas Públicas e suas derivações, foi submetido ao CNPq/UFPG aspirando não apenas minorar possíveis deficiências nas ciências exatas apresentadas pelos alunos, mas também trabalhar demais habilidades cruciais tais como dinâmica em grupo, eloquência, e sobretudo, motivá-los a exercer suas futuras carreiras na grande área da Engenharia.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino básico. Educação pública. Engenharia Elétrica.

ABSTRACT: In accordance with the National System of Evaluation of Basic Education (NSBA) - a set of large-scale external evaluations whose main objective is to elaborate a Brazilian basic

education diagnosis, undertaken by the National Institute of Educational Studies and Research Anísio Teixeira - 67.4% of high school students in public schools in Brazil perform far below than that desired in basic mathematics. Analyzing the situation in the northeast region, it becomes even more disquieting, 76.4% students are in the two worst levels of performance in Mathematics which is the base matrix constituent of many professions, with the capacity to interconnect and to conduct global communicability, which guides all the technological growth of the present-day scope, it is necessary, therefore, a new perception about this by the basic education students. Facing the Exact Sciences as tripods for applications such as: energy generation, distribution and transmission systems; microelectronics; telecommunications; automation and control, civil construction; development of prototypes in the biomedical area, among others, to present to the public-school students possibilities of acting in the engineering, is a step forward the process their intellectuality development. In order to minimize this situation, the Electronic Instrumentation Project For High School Students of Public Schools, and its derivatives, was submitted to CNPq/UFCEG and obtained acceptance for four times, aiming not only to alleviate possible deficiencies in the Exact Sciences presented by the students, but also, work crucial skills such as group dynamics, eloquence, and above all, motivate them to pursue their future careers in the great area of Engineering.

KEYWORDS: Elementary education. Public education. Electrical Engineering.

1 | INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade, a supremacia econômica é dada pelo poder tecnológico-científico. Tendo o avanço como prioridade, o detentor das competências responsáveis pelo desenvolvimento tecnológico é tomado como referência e rege a evolução dos demais. Isto posto, o conhecimento científico faz-se crucial, visto que, ao passo que o estado investe em escolas e universidades, responsáveis pela propagação do conhecimento e da necessidade de evolução, este também investe na *savoir-faire* de gerar tecnologia.

Segundo a Comunidade Brasileira de Sistemas de Informação (CBSI), o investimento em ciência e tecnologia no Brasil, caiu de R\$ 8,4 bilhões em 2014, para R\$ 3,2 bilhões em 2017 e a previsão para o referido ano de 2018 era de R\$ 2,7 bilhões, o que demonstra a falta de reconhecimento da importância da ciência brasileira para que ela tenha continuidade. Ponderando mais alguns pontos que exemplificam o atraso científico no Brasil encontram-se: um levantamento realizado pelo pesquisador Ernesto Faria por meio de um relatório da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), em que o Brasil ocupa a última colocação num ranking de 36 países em número de pessoas com diploma universitário; de acordo com o artigo “Um Estudo sobre a expansão da formação em Engenharia no Brasil”, publicado na Revista de Ensino de Engenharia da ABENGE (2013), existem mais universidades privadas do que públicas no país. Estes dados, exteriorizam portanto,

a falta de sensibilidade para com o conhecimento científico e tecnológico, um cenário que dada a devida seriedade, pode ser revertido.

Nada obstante, a aspiração pela mudança nos impele a confiar que ainda que em pequenas proporções, o acesso ao conhecimento é suficiente para impulsionar a reversão de um quadro social. Este é o encorajamento do projeto apresentado “Instrumentação Eletrônica para Alunos de Ensino Médio de Escolas Públicas”.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Apresentação

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), sediada em Campina Grande no estado da Paraíba, conta com dez centros, noventa e cinco cursos de graduação, dentre eles nove cursos de Engenharia, sendo o curso de Engenharia Elétrica referência nacional por ser premiado com o conceito de cinco estrelas (excelentes), pelo 11º ano consecutivo, na avaliação de cursos superiores realizada pela revista Guia do Estudante (GE) da Editora Abril, além de conceito 4 na avaliação anual dos cursos e das instituições de ensino superior no país, de um máximo de 5 realizada pelo Ministério da Educação. Em termos de pós-graduação, no ano de 2017, o curso obteve conceito máximo na avaliação quadrienal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), o equivalente a padrões internacionais de excelência.

O Laboratório de Instrumentação e Metrologia Científicas (LIMC), localizado na Universidade Federal de Campina Grande, tem como membros professores doutores, pesquisadores e estudantes de pós-graduação e graduação do Departamento de Engenharia Elétrica da UFCG, além de contar com importantes colaborações de núcleos em instituições como Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal de Sergipe (UFS) e também com universidades na França como Grenoble-INP (Esisar e Phelma), desenvolve pesquisas na área de Instrumentação Eletrônica, Instrumentação para Alta Tensão, Conversores A/D e D/A, RFID, Sistema de Aquisição e Transmissão de Dados, dentre outras.

2.2 Edições Anteriores

O Laboratório de Metrologia e Instrumentação Científica (LIMC), sob orientação do professor Raimundo Carlos Silvério Freire, busca, dentre outros objetivos, auxiliar estudantes no processo de adaptação ao âmbito acadêmico. Para tal, já existiram três outras edições de projetos de mesmo cunho ao aqui tratado, para, especificamente, corroborar com a ciência, impulsionando e despertando em alunos de ensino médio de escola pública o desejo de aprendizado na área da engenharia.

Durante o período de dezembro de 2012 a fevereiro de 2014 ocorreu o primeiro projeto no escopo em questão, por nome “Instrumentação Eletrônica e Biomédica – Forma Engenharia”, no qual sete estudantes de ensino médio de escola pública, dos quais quatro eram bolsistas, cursaram e compreenderam conceitos de microeletrônica e instrumentação biomédica.

De dezembro de 2013 a setembro de 2015, sucedeu a segunda edição intitulada de “Meninas e Jovens Fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação”, tendo como afinidade temas de microeletrônica e instrumentação Eletrônica. Na ocasião, participaram sete estudantes do ensino médio, sendo cinco bolsistas e duas voluntárias, além da atuação de um professor do ensino médio.

No decorrer de agosto de 2015 e agosto de 2016 aconteceu a terceira edição “Eletrônica e Telecomunicações para Estudantes do Ensino Médio”, orientado pelos professores Raimundo Carlos Silvério Freire, Edmar Candeia Gurjão e Alexandre Jean René Serres. Participaram desta edição oito estudantes de escola pública, e uma das principais repercussões desse projeto são três alunos que atualmente cursam engenharia elétrica, e dois deles trabalham como voluntários na edição atual.

Para esta nova edição, com duração de um ano - agosto de 2017 a agosto de 2018 - intitulada de “Instrumentação Eletrônica para Alunos de Ensino Médio de Escolas Públicas”, o intuito é de despertar o interesse na engenharia, revelando uma face da matemática e da física diferente em comparação à apresentada nas escolas. Com o auxílio dos seus professores, é estimulado o interesse no desenvolvimento de aplicações da engenharia no dia-a-dia.

2.3 Processo De Seleção

Foram escolhidas duas escolas, nas quais houve seleção dos alunos que iriam compor o projeto, foram elas: Escola Cidadã Integral e Técnica da Prata e Escola Cidadã Integral Monte Carmelo. O processo de seleção ocorreu por meio de uma prova seguida de entrevista com os alunos de primeiro e segundo ano do ensino médio. Nas provas haviam questões envolvendo conceitos de matemática básica e todos os alunos que obtiveram nota igual ou superior a sete foram selecionados para as entrevistas. Na entrevista, o professor orientador Raimundo Freire em conjunto com professores das escolas selecionou alunos que apresentaram perfil mais condizente à descrição do projeto. Foram indicados 15 alunos, dos quais seis eram bolsistas e nove que apresentaram interesse em participar como voluntários.

2.4 Didática Em Sala

Inicialmente, a fim de padronizar o nível de conhecimento dos alunos, foi feita uma revisão de todos os conceitos básicos importantes na matemática e na física aplicados no estudo da eletricidade, que posteriormente foram utilizados para aplicações no projeto. Para este módulo inicial de atividades, foram dedicados dois meses, dentre os assuntos abordados constam: relações trigonométricas, sistema internacional de

unidades, operações polinomiais, operações com potências de base 10, dentre outros. Na ocasião foi observado que muito embora os alunos selecionados apresentassem destaque escolar dentre seus colegas de sala de aula, o déficit na formação matemática ainda se fazia presente, e para dar prosseguimento às atividades, foi necessário saná-lo.

Finalizado o primeiro módulo de atividades, foi iniciado o segundo módulo intitulado de Eletricidade Básica. Na etapa em questão foram apresentados todos os conceitos, bem como aplicabilidade de cada um dos componentes eletrônicos que viriam a ser utilizados, assim como, os conceitos que regem a Engenharia Elétrica: corrente, tensão e resistência. Dominada a parte teórica, os conceitos foram postos em prática, por meio de montagens utilizando kits de montagem Snap Circuits Extreme fornecidos pelo IEEE, que foram disponibilizados ao professor orientador para o ensino de eletrônica básica nas escolas públicas e também posteriormente, foram realizadas montagens em *protoboards*, utilizando fontes de tensão e multímetros digitais para medição das grandezas analisadas. Neste ponto, os alunos puderam então aprender experimentalmente o funcionamento dos componentes eletrônicos estudados em sala de aula tais como: resistores, capacitores, transformadores, e o que a associação entre os componentes é capaz de construir. Ao final do segundo módulo, a fim de melhorar habilidades de apresentação, os alunos foram organizados em grupos para apresentar três seminários, o primeiro deles teve enfoque na fixação dos conteúdos explanados, e para isso, os temas dos seminários foram divididos nos conceitos estudados em sala de aula, tais como: como: associação de resistores, capacitores, Lei de Ohm, dentre outros. Para o segundo seminário, a fim de repassar uma visão mais ampla de aplicações da Engenharia Elétrica, os grupos foram orientados a trabalhar os tipos de energia utilizados atualmente, os alunos apresentaram sobre Energia Solar Fotovoltaica, Energia Eólica, Energia Nuclear e Energia Geotérmica, por último, com o intuito de divulgar o trabalho nas escolas de origem dos alunos, houveram apresentações conclusivas que abordaram todos os assuntos vistos até então, conforme mostrado na figura 1.



Ao final do segundo módulo de atividades, o primeiro projeto prático foi desenvolvido pelos alunos, uma Fonte de Tensão Simétrica Regulável. Dispostos em cinco grupos, a cada grupo foi disponibilizado um kit de componentes incluindo: um transformador 220V-18V, resistores, capacitores, ponte retificadora, reguladores de tensão (LM337 e LM317) e potenciômetro. Inicialmente a montagem foi realizada em *proto-board* e posteriormente com auxílio da Fresadora foram fabricadas placas para circuito impresso onde os componentes utilizados foram soldados, vide figura 2, para cada procedimento de montagem da fonte, os alunos tiveram acompanhamento dos professores voluntários envolvidos, para que eles não estivessem expostos a possíveis acidentes. A escolha deste projeto foi dada devido ao equipamento ser amplamente utilizado na engenharia elétrica, sendo capaz de alimentar circuitos em microeletrônica. A esta altura, foi compreendido cada uma das etapas, que partiam desde a esquematização do circuito, a parte funcional de cada componente, até a fabricação e montagem da fonte em placa em circuito impresso.

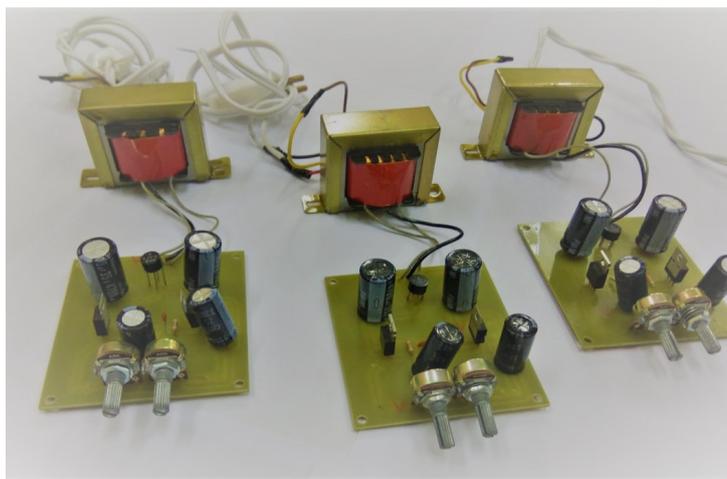


Figura 2: Montagem e teste da Fonte de tensão regulável

Autoria Própria

Após a finalização da fonte de tensão, e com conceitos básicos necessários já amadurecidos, o projeto partiu para o terceiro e atual módulo atividades: Instalações Elétricas básicas. Inicialmente, a compreensão da construção de projetos elétricos residenciais foi apresentada por meio de aula expositiva, com exposição da planta de um projeto elétrico residencial, bem como com o auxílio de um ambiente virtual desenvolvido em trabalho de conclusão de curso pelo aluno Rodrigo Guimarães do curso de Engenharia Elétrica da UFCG, que pode ser acessado em [Instalações elétricas - ambiente virtual](#), o ambiente desenvolvido em forma de jogo eletrônico é formado por nove exemplos de instalações elétricas, que de forma dinâmica ajudam na compreensão do assunto abordado. Isto posto, dando prosseguimento ao módulo,

os alunos foram orientados a montar circuitos básicos de iluminação residencial, incluindo a montagem de tomadas, interruptores, sensores de detecção de movimento e ligação *three-way*, demonstrado na figura 3.



Figura 3: Início do módulo de instalações elétricas
Autoria Própria

Dando prosseguimento ao terceiro momento do referido módulo de atividades, dispostos novamente em grupos, os alunos decidiram qual tipo de projeto elétrico gostariam de construir. Dois grupos optaram pela construção de ambientes residenciais como sala de estar e quartos, um deles pode ser visto na figura 4, e o terceiro grupo decidiu construir a simulação do tráfego de uma cidade, fazendo uso de um microcontrolador para tal.



Figura 4: Projeto de um ambiente residencial construído pelos alunos
Autoria própria

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a finalização das atividades do projeto, no módulo 4 serão realizados experimentos na plataforma de prototipagem eletrônica Arduino, a fim de encerrar o projeto com o estudo de uma ferramenta amplamente utilizada nas práticas da Engenharia Elétrica.

Como resultado parcial do projeto, ao serem indagados sobre quais futuras carreiras pretendem seguir, a maioria dos alunos apresenta interesse nas áreas de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação. Aliado a essas preferências, quando questionados se teriam interesse em continuar o projeto mesmo como voluntários, tendo em vista que as bolsas de PIBIC - EM são exclusivas para alunos de primeiro e segundo ano do Ensino Médio e todos eles serão alunos de terceiro ano do Ensino Médio no ano de 2019, os bolsistas afirmam possuírem interesse em participar da próxima edição do PIBIC - EM que terá início em Setembro deste ano. Ainda, ao serem questionados sobre o quanto recomendariam o projeto para seus colegas de escola, sendo 4 o conceito para recomendaria fortemente, 3 - recomendaria razoavelmente, 2 - talvez recomendaria e 1 - não recomendaria, todos os alunos responderam que recomendariam fortemente.

Por fim, como é também esperado que ao final do projeto os alunos tenham adquirido conhecimento e a devida motivação para desenvolver novos projetos, três alunos participaram da Campus Academy, uma maratona de empreendedorismo e inovação que ocorreu durante os dias 16 e 18 de Maio de 2018 na cidade de João Pessoa, voltada para alunos de escolas técnicas públicas da Paraíba, na ocasião, os alunos apresentaram uma inovação tecnológica para melhoria do serviço de segurança da Escola Cidadã Integral e Técnica da Prata, e obtiveram o oitavo lugar no desafio que envolveu 365 estudantes de Escolas Cidadãs Integrais Técnicas de todo o estado. Durante o evento a ideia desenvolvida pelos alunos Júlio César Gomes, Kennison Dantas, Renan Bezerra e demais colegas da escola chamou a atenção do Secretário de Educação do Estado da Paraíba, que buscou contato com o Laboratório de Instrumentação e Metrologia Científicas - LIMC - UFCG, para viabilizar o desenvolvimento do protótipo do projeto apresentado pelos alunos. Ao ser questionado sobre como ser aluno do PIBIC -EM influenciou na participação da Campus Academy, o estudante Kennison Dantas, afirmou: *“O projeto ajudou em usar mais a eletrônica e tecnologia para ajudar a sociedade com problemas que enfrentamos no dia-a-dia, e a partir do momento em que você se envolve em oportunidades como essa, sua mente desperta e você começa a pensar em coisas futuras, como foi com o projeto do desafio da Campus Academy”*.

À vista dos resultados apresentados acima, é possível afirmar que a máxima repercussão obtida é ter acompanhado a evolução dos estudantes no decorrer do projeto. Se a priori, havia um déficit em matemática vigoroso e dificuldade na compreensão de conceitos básicos utilizados no dia-a-dia, em contrapartida,

posteriormente, foi possível ver os alunos dedicando-se na construção de módulos práticos de nível avançado, envolvendo os assuntos que antes eram complexos e agora tornam-se inteligíveis. As habilidades engenhosas, bem como resiliência, *staff*, e eloquência são predominantes no perfil dos alunos que agora possuem norral e diferenciais necessários para entrar em uma universidade pública.

4 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelo financiamento das edições de PIBIC EM, à Escola Cidadã Integral e Técnica da Prata e Escola Cidadã Integral Monte Carmelo por viabilizarem a parceria para realização do projeto Instrumentação Eletrônica para Alunos de Ensino Médio de Escolas Públicas, ao Gerente de Programas de Pesquisa e Inovação da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da UFCG, Dr. Douglas Alexandre Saraiva Leão pelo incentivo à publicação do artigo aqui apresentado, bem como incentivo à realização de trabalhos de pesquisa envolvendo melhoria da Educação Pública, aos alunos que participam do projeto por se empenharem a desenvolver e buscar cada vez mais projetos na área da Engenharia Elétrica e ao Laboratório de Instrumentação e Metrologia Científicas LIMC/UFCG.

REFERÊNCIAS

Ascom. Curso de pós-graduação da UFCG atinge padrão internacional de excelência. **Paraíba Online**, 21 de setembro de 2017. Disponível em: <<https://paraibaonline.com.br/2017/09/curso-de-pos-graduacao-da-ufcg-atinge-padrao-internacional-de-excelencia/>> Acesso em: 15 de maio de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

Assessoria de Imprensa do Inep. No ensino médio, 67% dos estudantes têm desempenho crítico em Matemática. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**, 03 de Novembro de 2003. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/no-ensino-medio-67-dos-estudantes-tem-desempenho-critico-em-matematica/21206>. Acesso em: 15 de maio de 2018.

CHAIMOVICH, Hernan. **Brasil, ciência, tecnologia: alguns dilemas e desafios. Brasil: dilemas e desafios III**, São Paulo, v. 14, n. 40, dez. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142000000300014> Acesso em: 16 de maio de 2018.

GUIMARÃES, Rodrigo. **Instalações Elétricas - ambiente virtual**. Disponível em: <<http://insteletrica-rodrigoguimaraes.bitballoon.com>>. Acesso em: 16 de maio de 2018.

OLIVEIRA, Vanderlí Fava de. et al. **Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil. Ensino de Engenharia da ABENGE, 2016**. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/observatorioengenharia/files/2012/01/ExpEng-RevAbenge.pdf>> Acesso em: 10 de maio de 2018.

SOUZA, Kênia Barreiro de; DOMINGUES, Edson Paulo. **Mapeamento e projeção da demanda por engenheiros por categoria, setor e microrregiões brasileiras. Pesquisa e Planejamento**

Econômico (PPE), Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 241-506, ago. 2014. Disponível em: <ppe.ipea.gov.br/index.php/ppe/article/view/1522/1153>. Acesso em: 14 de maio de 2018.

Universidade Federal de Campina Grande recebe conceito 4 do MEC em avaliação anual. **Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido**, 18 de dezembro de 2015. Disponível em: <<http://www.cdsa.ufcg.edu.br/site/?p=1956>> Acesso em: 15 de maio de 2018.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jancer Destro: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro Eletricista com ênfase em Eletrônica e Telecomunicações pelo INATEL Mestre em Engenharia Industrial pela UNESP Campus de Bauru. Doutorando em Energia Aplicada a Agricultura pela UNESP Campus de Botucatu Coordenador do curso de especialização em engenharia de segurança do trabalho na UTFPR Campus de Cornélio Procópio. Trabalha com temas: Sistema de Telecomunicações, Segurança do trabalho e Energia Solar.

João Dallamuta: Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE Business School, Mestre pela UEL. Trabalha com Gestão da Inovação, Empreendedorismo e Inteligência de Mercado.

Marcelo Henrique Granza: Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro Eletrônico. Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Doutorando em Engenharia Elétrica. Trabalha com os temas: conversores estáticos com alto fator de potência, acionamento e controle de motores e geradores elétricos de indução.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-365-1



9 788572 473651