

**NELSON DE SOUZA AMORIM
FERNANDO MANUEL ARAÚJO MOREIRA
CARLOS CÉLIO SOUSA DA CRUZ
UBIRAEALSON DE LIMA RUELA
PAULA RENATHA NUNES DA SILVA
JOSÉ ROBERTO BRANCO RAMOS FILHO
VICENTE MOREIRA RODRIGUES
THIAGO AUGUSTO DE SOUSA MOREIRA
GILSON FERNANDES BRAGA JUNIOR
ESTEFANY COUTO MILÉO
(ORGANIZADORES)**

ANAIS DO XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA FÍSICA



Atena
Editora

Ano 2020

**NELSON DE SOUZA AMORIM
FERNANDO MANUEL ARAÚJO MOREIRA
CARLOS CÉLIO SOUSA DA CRUZ
UBIRAEALSON DE LIMA RUELA
PAULA RENATHA NUNES DA SILVA
JOSÉ ROBERTO BRANCO RAMOS FILHO
VICENTE MOREIRA RODRIGUES
THIAGO AUGUSTO DE SOUSA MOREIRA
GILSON FERNANDES BRAGA JUNIOR
ESTEFANY COUTO MILÉO
(ORGANIZADORES)**

ANAIS DO XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA FÍSICA



Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

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

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
S612a	<p>Simpósio Brasileiro de Engenharia Física (14 : 2019 : Santarém) Anais [...] / XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia Física, 23-25 outubro 2019, Santarém, PA; organizadores Nelson de Souza Amorim... [et al.]. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-86002-15-7 DOI 10.22533/at.ed.157200203</p> <p>1. Engenharia física – Congressos. I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 573.724</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O curso de Engenharia Física da Universidade Federal de São Carlos foi criado no ano 1999 e foi pioneiro nesta área no Brasil. No ano de 2019, o curso de engenharia física no Brasil completou 20 anos. Nesse contexto, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPa) promoveram o XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia Física que foi realizado na cidade de Santarém-PA no período de 23 a 25 de Outubro de 2019 na Universidade Federal do Oeste do Pará – Campus Tapajós com o tema “Jubileu de 20 anos da Engenharia Física no Brasil”.

Com a proposta de promover o conhecimento científico e inovação tecnológica bem como a integração entre especialistas, docentes e discentes da área, foram discutidos os 20 anos de existência do curso no Brasil e o intercâmbio de informações técnicas-científicas através de minicursos e palestras relacionados as diferentes temáticas da Engenharia Física e suas perspectivas futuras.

A coleção Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia Física é uma obra que tem como objetivo divulgar os diversos trabalhos que participaram do evento através de trabalhos acadêmicos que abordaram diferentes temas, tais como: termodinâmica, propriedades dielétricas de materiais, ciência dos dados e machine learning, internet das coisas, deep learning, processos oxidativos avançados, energia solar, gerenciamento de projetos, física quântica e automação. Deste modo a obra contribui para disseminar os resultados obtidos pelos acadêmicos e fortalecer a diversidade científica no país, de forma multidisciplinar.

Comitê Organizador

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A IMPORTÂNCIA DO REALIMENTADOR NA EFICIÊNCIA DE UM CICLO DE RANKINE UTILIZANDO O EES	
Muller Gabriel da Silva Chaves Carlos Eduardo Ribeiro Silva Vitor Azevedo Pinto Carlos Célio Sousa da Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.1572002031	
CAPÍTULO 2	11
ANÁLISE TEÓRICA DAS PROPRIEDADES DIELÉTRICAS DA MACAÚBA (<i>Acrocomia acuelata</i>)	
Alex Torres da Silva Nelson de Souza Amorim	
DOI 10.22533/at.ed.1572002032	
CAPÍTULO 3	19
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE DATA SCIENCE E MACHINE LEARNING EM UM PROBLEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE UM DATASET DE MARKETING BANCÁRIO	
Yasmin Braga Teixeira João Vitor Rebelo Viana Josecley Fialho Góes Anderson Alvarenga de Moura Meneses	
DOI 10.22533/at.ed.1572002033	
CAPÍTULO 4	28
AQUISIÇÃO DE DADOS DO CONSUMO ELÉTRICO EM UMA EDIFICAÇÃO DA UFOPA UTILIZANDO CONCEITOS DE IOT	
Leonardo Paz Amoêdo Dalton Felipe Silva Varão João Elias Brasil Bentes Júnior Anderson Alvarenga de Moura Meneses	
DOI 10.22533/at.ed.1572002034	
CAPÍTULO 5	37
DEEP LEARNING PARA REGRESSÃO DE POTÊNCIA ELÉTRICA DE UMA USINA DE ENERGIA DE CICLO COMBINADO	
Mauro Sérgio dos Santos Moura Anderson Alvarenga de Moura Meneses	
DOI 10.22533/at.ed.1572002035	
CAPÍTULO 6	46
DEGRADAÇÃO DE CORANTES EM MEIO AQUOSO EMPREGANDO DIÓXIDO DE TITÂNIO NA FORMA DE FILMES FINOS PREPARADOS SOBRE SUBSTRATO CERÂMICO COMERCIAL	
Graziele Daiana Sena de Sousa Adriano Cesar Rabelo	
DOI 10.22533/at.ed.1572002036	

CAPÍTULO 7	59
FATORES CRÍTICOS QUE INTERFEREM NO GERENCIAMENTO DO TEMPO EM PROJETOS DE ENGENHARIA: ESTUDO DE CASO EM SANTARÉM – PA	
Raíssa Coelho Almeida Kevin de Matos Costa	
DOI 10.22533/at.ed.1572002037	
CAPÍTULO 8	70
OBTENÇÃO DA EQUAÇÃO DE KLEIN-GORDON-FOCK EM COORDENADAS DO CONE DE LUZ	
Jorge Kysnney Santos Kamassury Damião Pedro Meira Filho Sérgio Antônio de Souza Farias Natalie Von Paraski	
DOI 10.22533/at.ed.1572002038	
CAPÍTULO 9	83
RÁPIDO RECONHECIMENTO DE MODULAÇÕES ANALÓGICAS E DIGITAIS VIA REDES RESIDUAIS PROFUNDAS	
Jorge Kysnney Santos Kamassury Vinícius Felipe de Oliveira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.1572002039	
CAPÍTULO 10	98
REVISÃO DE LITERATURA SOBRE A AUTOMAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL	
Davi Henrique da Silva Pedroso Gabriel Gonçalves da Silva Gilson Fernandes Braga Junior	
DOI 10.22533/at.ed.15720020310	
CAPÍTULO 11	109
DIAGNÓSTICO DOS MICROSSISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICO INSTALADOS NAS COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SANTARÉM	
Fabiane da Conceição Almeida Manoel Roberval Pimentel Santos	
DOI 10.22533/at.ed.15720020311	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	119
ÍNDICE REMISSIVO	121

AQUISIÇÃO DE DADOS DO CONSUMO ELÉTRICO EM UMA EDIFICAÇÃO DA UFOPA UTILIZANDO CONCEITOS DE IOT

Data de aceite: 27/01/2020

Leonardo Paz Amoêdo

Laboratório de Inteligência Computacional –
LabIC/UFOPA
Santarém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9377111035857568>

Dalton Felipe Silva Varão

Laboratório de Inteligência Computacional –
LabIC/UFOPA
Santarém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/4054538928661342>

João Elias Brasil Bentes Júnior

Laboratório de Inteligência Computacional –
LabIC/UFOPA
Santarém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9994659924863869>

Anderson Alvarenga de Moura Meneses

Laboratório de Inteligência Computacional –
LabIC/UFOPA
Santarém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/6272872215125680>

RESUMO: A eletricidade é a principal fonte de energia do mundo e certamente o seu consumo de maneira exagerada causa grandes impactos ambientais e econômicos. Um dos grandes desafios para o setor energético é prover alternativas cabíveis para a expansão do sistema elétrico sem que haja desperdício

no consumo e, conseqüentemente, gere sustentabilidade em seus processos. A partir desse ponto de vista, o objetivo geral deste trabalho é apresentar soluções e ações que ajudem a reduzir o consumo de energia elétrica na UFOPA. Para tanto, a metodologia adotada compreende medir os atuais padrões de energia consumidos na instituição, passando pelo mapeamento para identificar os principais equipamentos responsáveis pelo consumo, e por fim registrar os dados da coleta para que sejam acessados a partir de um sistema web desenvolvido utilizando conceitos de Internet das Coisas. Os resultados obtidos mostram que há oportunidade de melhorias na eficiência energética na Universidade e, portanto, com o funcionamento do sistema espera-se tornar mais fácil o gerenciamento da energia a fim de serem estabelecidas metas e controle para o consumo.

PALAVRAS-CHAVE: Energia elétrica, eficiência energética, acompanhamento do consumo, Internet das Coisas.

ACQUISITION OF ELECTRICAL CONSUMPTION DATA IN A UFOPA BUILDING USING IOT CONCEPTS

ABSTRACT: Electricity is the main source of energy in the world and certainly its irrational consumption causes major environmental and

economic impacts. One of the major challenges for the energy sector is to develop alternatives for the expansion of the electricity system without wasting consumption and generating sustainability in its processes. From this point of view, the general objective of this paper is to present solutions and actions that help reduce the consumption of electricity in UFOPA. To this end, the methodology adopted comprises measuring the energy standards currently consumed in the institution, through mapping to identify the main equipment responsible for the consumption, and finally record the data collection, to be accessed from a web system developed using concepts of Internet of Things. The results show that there is opportunity for improvements in energy efficiency at the University and, therefore, with the operation of the system, it is expected to make energy management easier in order to set goals and control for consumption.

KEYWORDS: Electricity, energy efficiency, consumption monitoring, Internet of Things.

1 | INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um recurso fundamental para o funcionamento de diversos setores na sociedade. Entretanto, após um período de quase dois séculos de consumo exagerado de energia, da falta de consciência sobre futuras crises ambientais ocasionadas pela industrialização e consumismo acelerado, as últimas décadas revelaram significativas mudanças de conduta na humanidade (ALVAREZ, 1998). Conferências, fóruns e debates sobre o meio ambiente, nunca foram tão repercutidos nos últimos anos, uma tentativa de países e organizações alertarem sobre a preservação da natureza e dos recursos naturais.

Nesse âmbito, o setor energético passou a ser muito discutido tanto pelos efeitos negativos causados ao meio ambiente, quanto pelo desperdício e ineficiência do uso da eletricidade. É preciso mudar esse cenário buscando desenvolver e adotar medidas a favor do controle de consumo. Como pauta, a eficiência energética que por definição é a capacidade de utilizar menos energia para produzir os mesmos trabalhos e benefícios (IEA, 2019), possui hoje um papel de ampla importância no cenário de políticas mundiais de energia (PINHEIRO e KOHLRAUSCH, 2011).

Junto a isso, os sistemas de tecnologia da informação estão se tornando protagonistas por proverem diversas funcionalidades para com o setor energético, entre elas dispositivos interconectados capazes de medirem todo o consumo de uma rede elétrica e permitirem o gerenciamento desse gasto de maneira totalmente remota. Essa modernização pretende integrar toda a cadeia de produção elétrica com o objetivo de assegurar a eficiência energética como medida para prover ganhos tanto na qualidade quanto na redução do consumo de energia (SCHETTINO, 2013).

Essa nova forma de controle no consumo possibilita, dentre outras coisas, o desenvolvimento de aplicações e microssistemas, em especial a nível de usuário. Interfaces para registro, acompanhamento e análise de dados da demanda energética,

são um exemplo disso. Assim, com o objetivo de difundir estratégias que contribuam com o consumo mais sustentável e consciente de energia, este trabalho apresenta a metodologia geral para o acompanhamento e mapeamento do consumo elétrico em uma edificação da UFOPA a fim de registrar esses dados em um servidor local utilizando, para tanto, conceitos de Internet das Coisas.

Assim, na seção seguinte deste trabalho os tópicos estão organizados da seguinte maneira: a seção 2 trata da contextualização acerca do tema pelo qual este trabalho foi desenvolvido contendo sua importância e definições; na seção 3 é descrito a metodologia geral do trabalho, ou seja, a forma como o acompanhamento do consumo foi realizado; a seção 4 apresenta os resultados obtidos a partir da metodologia descrita; na seção 5 são feitas algumas considerações finais a respeito do trabalho e na seção 6 são feitos agradecimentos.

2 | REFERÊNCIAL TEÓRICO

A eficiência energética pode ser definida como a razão entre os benefícios obtidos e a energia efetivamente utilizada para a realização de um processo (SOLA e MOTA, 2015). Ou seja, a eficiência energética será maior quando, para uma mesma quantidade de energia tivermos mais benefícios, ou ainda, se pudermos desempenhar a mesma atividade com menos gasto e desperdício de energia. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), a eficiência energética é “chave para assegurar um sistema de energia seguro, confiável, acessível e sustentável para o futuro” (IEA, 2019).

Para Menkes (2004) as ações de eficiência energética representam hoje uma alta importância para o sustento e preservação dos recursos naturais. Ao contribuir com a redução do consumo elétrico, promover significativas economias na produção energética e ainda permitir que os mesmos trabalhos com uso de energia sejam realizados com menos desperdício, essas ações dispensam a geração extra de energia e desempenham um papel a favor da diminuição dos impactos sob o meio ambiente.

Ao compararmos os valores de tempo de retorno dos investimentos em medidas para racionalizar o consumo elétrico, as alternativas de eficiência energética apresentam os melhores resultados. Por conta disso, muitos países estão investindo elevados valores financeiros na modernização de redes de produção e distribuição elétrica, buscando o uso mais eficiente e, também, solucionar a problemática do fornecimento energético expansivo (ALVAREZ, 1998).

No Brasil, os financiamentos em projetos de desenvolvimento e, principalmente, implementação da eficiência energética são muito poucos. Os investimentos em soluções por meio da energia convencional ainda são maioria (MARTINS, 1999).

Entretanto, o Ministério de Minas e Energia destaca para o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), o qual descreve diversas ações para serem implementadas. Além disso, o Plano deixa claro a importância de se desenvolver a eficiência energética desde os níveis mais básicos na educação (MME, 2011).

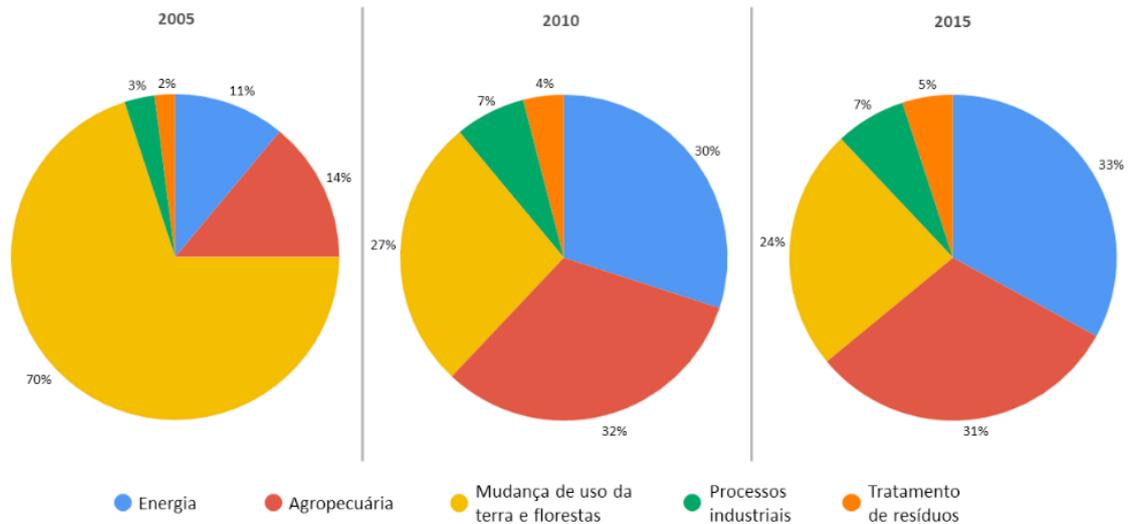


Figura 1. Participação nas emissões líquidas, por setor, para os anos 2005, 2010 e 2015 – CO₂. (adaptado de: Ministério do Meio Ambiente (2019)).

Certamente, um fator que preocupa bastante cientistas e pesquisadores da área ambiental é quanto ao excesso de gases lançados na atmosfera, contribuidores para o efeito estufa. A Figura 1 apresenta o gráfico para a quantidade de gás CO₂ emitido por setor de produção. Os dados são do Ministério do Meio Ambiente e mostram quanto o setor de produção de energia ganhou destaque para a emissão desse gás do ano de 2005 até 2015 (MMA, 2019).

Logo, adotar a eficiência energética como política pública de meio ambiente, é a maneira mais sustentável para o fornecimento de energia e de redução dos gases poluentes.

3 | METODOLOGIA

O estudo constituiu-se, inicialmente, em uma abrangente pesquisa bibliográfica relacionada ao tema, onde foram levados em consideração trabalhos desenvolvidos com o mesmo foco de pesquisa. Em um segundo momento, foram realizadas atividades para o levantamento de informações a respeito dos atuais padrões de consumo na universidade.



Figura 2. Multimetro de grandezas elétricas instalado no Bloco de Salas Especiais – Unidade Tapajós.

Nesse sentido, através de um multimetro de grandezas elétricas (Figura 2), instalado no bloco de salas especiais da unidade Tapajós, foi possível medir e identificar a linha base a qual representa os dados de consumo energético no prédio. Essa linha base contém informações exatas sobre potência, corrente, tensão e outras medidas elétricas necessárias para determinar os gastos com energia, inicialmente, no bloco de salas especiais.

Também, foi realizada uma visita em cada sala do prédio para anotações sobre quantidade, tipo e potência nominal dos equipamentos responsáveis pelo consumo elétrico. Além disso, foi aplicado um questionário (Apêndice A) aos responsáveis por ligar e desligar os aparelhos, com intuito de constatar quanto tempo cada equipamento ficava em funcionamento. Esse questionário foi aplicado em um único dia, porém em três turnos diferentes, visto que há variações no cronograma das pessoas responsáveis. No total, três pessoas responderam ao questionário, exatamente uma em cada turno.

Após esta etapa, junto com os dados obtidos do questionário aplicado, foi possível realizar um cálculo estimativo para se ter uma base de quanto cada equipamento representava no consumo final. A equação 1 utilizada no cálculo é dada por:

$$\text{Consumo}(kWh) = \frac{Q \times W \times H \times D}{1000}$$

Equação 1. Fórmula para cálculo de consumo.

Onde,

- **Q** representa a quantidade de equipamentos, do mesmo tipo e potência;
- **W** representa a potência do equipamento em *Watts*;
- **H** indica o número de horas utilizadas;
- **D** o número de dias de uso do equipamento no mês.

Além disso, a eficiência energética compreende o gerenciamento de consumo, pensando assim foi desenvolvido um protótipo de sistema web com função de envio dos dados originados do multimedidor para que possam ser realizadas análises posteriores sobre os gastos mensais com a energia. Na construção do sistema foi utilizada a linguagem de programação Python.

4 | RESULTADOS

Através do multimedidor foi possível identificar e medir a linha base de consumo do bloco de salas especiais onde todo mês, através de um dispositivo de memória, são recolhidos dados de amostragem em planilha eletrônica com informações pertinentes sobre medidas de caráter elétrico.

Como já citado, uma determinada quantidade de dados sobre o consumo elétrico é adquirida mensalmente. Entretanto, foi necessário também identificar quais equipamentos e ferramentas eram responsáveis pela quantidade de energia consumida. Por isso, houve a realização da visita em cada cômodo do prédio para mapear os equipamentos. A Tabela 1 apresenta os resultados do mapeamento exclusivamente nas salas de aula.

Local	Equipamento	Potência Nominal (W)
Sala de aula	Ar-Condicionado	6659
	Lâmpadas	32

Tabela 1. Resultado do mapeamento nas salas de aula.

Alguns dos resultados encontrados a partir do cálculo de consumo (Equação 1) são apresentados na Tabela 2. Esses resultados representam uma estimativa para em torno de quanto é gasto com energia somente nas salas de aula. Para o cálculo foram levados em consideração os dados do tempo de funcionamento de cada equipamento, isto é, número de horas e de dias utilizados, do mês de janeiro de 2019. Para este período estima-se que o consumo total no prédio tenha ultrapassado 40 mil kWh/mês.

Equipamento	Central de ar	Lâmpada
Quantidade	16	512
Consumo (kWh/mês)	24.292	3.735,5
Total	28.027,5	

Tabela 2. Consumo estimado de cada equipamento somente nas salas de aula.

A partir de então, cruzando os dados do mapeamento com o do tempo de funcionamento, foi identificado que mais de 95% da taxa de energia consumida na instituição provém de equipamentos de refrigeração e iluminação, conforme ilustra o gráfico na figura 3 para o mês de janeiro. Além disso, a partir do que foi respondido pelas pessoas responsáveis pelo ligamento e desligamento dos equipamentos, foi constatado que muitas dessas ferramentas ficam ligadas por períodos indevidos, isto é, mesmo quando não há ninguém para utilizá-los. Confirmou-se isso, também, através de inspeção diária realizada durante uma semana. Consequentemente, esse excesso contribui para um consumo e desperdício maior de energia.

Consumo por Equipamento - Janeiro



Figura 3. Quantidade de energia consumida por equipamento.

Conforme apresentado, através do mapeamento foram descobertos quais os equipamentos responsáveis pela maior parte do consumo na universidade, justificando a origem dos dados coletados do multimedidor. Com isso feito, o trabalho passou para a etapa de viabilizar formas que pudessem disponibilizar os dados de energia coletados para as partes interessadas. Nesse mérito, foi desenvolvido um protótipo de sistema web com a função de enviar esses dados coletados do multimedidor.

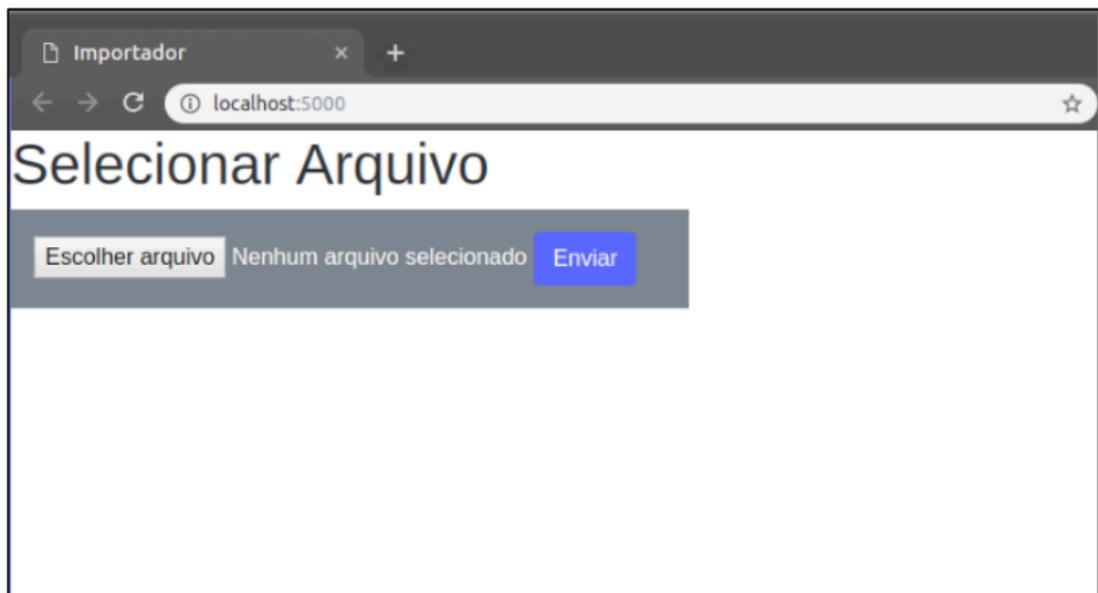


Figura 4. Protótipo da interface para envio de dados do multimedidor.

O sistema foi desenvolvido em linguagem de programação Python a qual permite trabalhar mais rapidamente e integrar sistemas de forma eficaz, além de possuir uma variedade de bibliotecas e APIs. Com isso, foi gerada a interface (Figura 4) que permite a importação do arquivo contendo os dados do consumo e a salva em um banco de dados.

O desenvolvimento está em andamento, faltando apenas tornar esse sistema acessível a partir de um servidor que se encontra na reitoria da universidade. O objetivo final é realizar o salvamento e disponibilizar a gerencia dos dados de consumo de forma online, além de algumas melhorias na interface web.

5 | CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo apresentar o desenvolvimento de ações em prol da eficiência energética, inicialmente de caráter universitário. Para tanto, foram abordadas as principais atividades realizadas ao decorrer do estudo, desde a medição dos atuais padrões de consumo elétrico, passando pelo mapeamento dos equipamentos responsáveis por esse consumo até a fase de prototipagem do sistema para envio dos dados da medição.

Esse sistema objetiva prover às partes interessadas, em especial o setor de gestão da universidade, informações sobre o quanto está sendo gasto com eletricidade, para que seja possível estabelecer metas de controle no consumo e assim possibilitar o uso consciente e sustentável de energia.

Como trabalhos futuros, objetiva-se realizar o envio de dados originados do multimedidor de forma autônoma utilizando, para isto, conceitos de IoT e também

equipamentos específicos para realizar a conexão com o servidor como *datalogger* e ESP-12E.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Banco da Amazônia S.A., pelo financiamento parcial deste trabalho (projeto “Sistema para monitoramento de energia usando Internet das Coisas, Big Data e Machine Learning”);

O autor L.P.A. agradece à UFOPA pelo apoio financeiro;

Os autores agradecem ao Eng. Reynaldo Serrão pelo apoio técnico e à SINFRA por disponibilizar o acesso ao multimedidor de grandezas elétricas para leitura das medidas.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, André Luiz Montero. **Uso racional e eficiente de energia elétrica: metodologia para determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares.** 1998. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

IEA (International Energy Agency/ Organisation for Economic Co-operation and Development). **Energy Efficiency.** Disponível em: <<https://www.iea.org/topics/energyefficiency/>>. Acesso em 13 de agosto de 2019.

MARTINS, Maria Paula de Souza. **Inovação tecnológica e eficiência energética.** Monografia de Pós-graduação MBA em energia elétrica, Instituto de Economia-UFRJ, 1999.

MENKES, Monica. **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade.** Brasília: UnB, 2004.

SOLA, Antonio Vanderley Herrero; MOTA, C. M. **Melhoria da eficiência energética em sistemas motrizes industriais.** Production, São Paulo, vl, v. 25, 2015.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **EducaClima.** Disponível em: <<http://educaclima.mma.gov.br/graficos-todos/>>. Acesso em: 13 de agosto de 2019.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Eficiência Energética.** Brasília, 2011.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Uso racional: a fonte energética oculta.** estudos avançados, v. 21, n. 59, p. 91-105, 2007.

PINHEIRO, Damaris Kirsch; KOHLRAUSCH, Fernanda. **Educação ambiental: uso consciente da energia elétrica e aplicação de alternativas para diminuição do consumo.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 4, n. 4, p. 387-397, 2011.

SCHETTINO, Stevon. **Cenários do uso das redes elétricas inteligentes (smart grid): tendências de sua difusão no Brasil.** 2013. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - UFPB, João Pessoa, 2013.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acompanhamento do consumo 28, 30
Aprendizado de máquina 19, 20, 21, 22, 37, 38, 83
Aprendizagem profunda 37

C

Campo eletromagnético clássico 70, 72, 79, 81
Ciclo de rankine 1, 4
Ciência de dados 19, 20
Comunidades rurais 109, 110
Constante dielétrica 11, 12, 13, 14, 15, 17
Coordenadas do cone de luz 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81
Cronogramas 59, 60, 61, 62, 67

E

Ees 1, 2, 4, 5, 9
Eficiência 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 46, 50, 56, 84, 111, 115, 119
Eficiência energética 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 119
Energia 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 44, 49, 50, 75, 109, 110, 111, 112, 116, 117, 118, 119, 120
Energia elétrica 2, 3, 28, 29, 36, 37, 41, 44, 109, 110, 111, 117, 120
Energia solar 109, 110, 111, 117
Engenharia 7, 10, 11, 18, 36, 37, 44, 46, 58, 59, 62, 69, 103, 107, 108, 117, 119, 120
Ensino-aprendizado 98
Equação de klein-gordon-fock 70
Experimento 98, 100, 102, 104, 107

F

Falhas 61, 109, 115, 116, 117, 119
Fator de perda 11, 12, 13, 15, 16, 17
Filmes finos 46, 50, 51
Fotocatálise heterogênea 46, 47, 48

G

Gerenciamento 28, 29, 33, 59, 60, 61, 62, 63, 68, 69

I

Interdisciplinaridade 98, 102, 103, 106
Internet das coisas 26, 28, 30, 36, 44

K

K-nearest neighbors 19, 20, 21

M

Macaúba 11, 12, 13, 17, 18

Marketing bancário 19

Ms project 63

P

Potência elétrica 37

Processos oxidativos avançados 46, 47, 48, 57, 58

Projetos 30, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 100, 103, 106, 120

Propriedades dielétricas 11, 12, 18

R

Realimentador 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9

Reconhecimento automático de modulações 83

Redes neurais 19, 21, 25, 38, 83, 84, 85, 87

Regressão 20, 37, 38, 43, 44, 89

Resnet 89, 90, 91

S

Substrato cerâmico 46

T

Tecnologia 1, 29, 36, 56, 57, 69, 70, 84, 98, 99, 100, 104, 105, 106, 107, 117, 120

Tempo de treinamento 83, 85, 92, 94

Tratamento de águas residuais 46, 57

 **Atena**
Editora

2 0 2 0