

EDITAL Nº 02/2022

**PROCESSO DE SELEÇÃO DE ALUNOS REGULARES PARA OS CURSOS DE
MESTRADO E DOUTORADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ – TURMA 2022.2**

ANEXO I - ÁREAS TEMÁTICAS

Linha de Pesquisa: AUTOMAÇÃO E CONTROLE

ÁREA TEMÁTICA 1		
Título	Sistemas de Controle com Aplicações na Indústria, Processos Biomédicos e Sistemas Elétricos	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 1
Palavras-chaves	Controle de Sistemas com Atraso; Controle de Sistemas Lineares com Parâmetros Variantes; Controle Preditivo; Identificação de Sistemas	
Descrição	<p>Estudo teórico e aplicado de estratégias de controle avançado voltadas para aplicações industriais visando o aumento do desempenho e eficiência. Dentro deste âmbito serão estudados modelos que representam uma variedade ampla dos processos industriais tais como modelos lineares, não lineares, monovariáveis, multivariáveis, com saturação nos atuadores e atraso de transporte. O problema de controle será contornado basicamente utilizando controladores baseados em preditores e controladores baseados em parâmetros variantes no tempo. No estudo serão considerados especificações de desempenho, robustez e/ou critérios econômicos. Do ponto de vista teórico se dará ênfase ao estudo da estabilidade utilizando métodos baseados no critério de estabilidade de Lyapunov e a abordagem de desigualdades matriciais lineares (LMI). Para consolidar os resultados teóricos serão utilizados um conjunto de processos industriais do Grupo de Pesquisa em Automação Controle e Robótica (https://gpar.ufc.br/) tais como incubadora neonatal, robôs móveis, planta de dessalinização por osmose reversa, máquina de relutância variável, geradores de indução duplamente alimentados, veículos aéreos não tripulados, quadcopteros, processos biomédicos, sistemas elétricos de potência, dentre outros processos.</p> <p style="text-align: center;"><u>CLIQUE AQUI PARA SABER MAIS SOBRE A LINHA DE PESQUISA</u></p>	
Abstract	<p>Theoretical and experimental study of advanced control strategies aimed at the increasing of performance and efficiency of industrial processes. Within this scope, models representing a wide variety of industrial processes will be studied, such as linear, non-linear, monovariabele, multivariable models, with actuator saturation and transport delay. The control problem will be solved basically using controllers based on predictors and on time-varying parameters. The study will consider performance specifications, robustness, and economic criteria. From a theoretical point of view, emphasis will be placed on the study of stability using Lyapunov-based methods and linear matrix inequalities (LMI). To consolidate the theoretical results, a set of industrial processes from the Research Group on Control Automation and Robotics (https://gpar.ufc.br/) will be used, such as a neonatal incubator, mobile robots, reverse osmosis desalination plant, variable reluctance machine, double-fed induction generator, unmanned aerial vehicles, quadcopters, biomedical processes, electrical power systems, among other processes.</p>	
Referências	<p>[1] Lima, T. A. ; Almeida Filho, M. P.; Torrico, B. C. ; Nogueira, Fabricio Gonzalez ; Correia, W. B. . A practical solution for the control of time-delayed and delay-free systems with saturating actuators. European Journal Of Control, v. 1, p. 1-20, 2019.</p> <p>[2] Nogueira, F.G.; Barra Jr., W. ; Costa Junior, C. T. ; Lana, J. . LPV-based power system stabilizer: Identification, control and field tests. Control Engineering Practice, v. 72, p. 53-67, 2018.</p> <p>[3] Torrico, B. C; Almeida, M. P.; Lima, T. A.; Sá R. C.; Nogueira, F. G. Tuning of a dead-time compensator focusing on industrial processes. ISA transactions, v. 83, p. 189-198, 2018.</p> <p>[4] Normey-Rico, J. E.; Camacho, E. F. . Control of Dead-time Processes. 1. ed. Berlin: Springer, 2007. v. 1. 488p.</p> <p>[5] Mohammadpour, Javad, Scherer, Carsten W. , Control of Linear Parameter Varying Systems with</p>	

	<p>Applications, Springer-Verlag New York, 2012.</p> <p>[6] J. Fernandez de Canete, C. Galindo, J Barbancho, A. Luque, Automatic Control Systems in Biomedical Engineering, Springer, 2018.</p> <p>[7] Hassan K. Khalil , Nonlinear Systems, Third Edition Prentice Hall, 2002.</p> <p>[8] Prabha Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill Education; 1st edition, 1994.</p>
--	---

ÁREA TEMÁTICA 2		
Título	Processamento e Análise de Biosinais em Tempo Real	
Vagas	Mestrado: 2	Doutorado: 3
Palavras-chaves	<p>Processamento e Análise de Sinais/Imagens Biomédicos</p> <p>Eletroencefalograma (EEG), Eletrocardiograma (ECG), Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), Eletromiograma (EMG), Atividade Eletrodérmica (EDA), Imagem Infravermelha Térmica (TII), Fotopletismografia (PPG)</p> <p>Imagens Médicas (RM, PET, TC, SPECT)</p> <p>Análise de Vídeo</p> <p>Neurociência Computacional</p> <p>Sensor biomédico/corpo humano</p> <p>Análise de Sinais para Distúrbios Neurológicos</p> <p>Aplicação de aprendizado de máquina e inteligência artificial na medicina</p> <p>Aprendizado profundo para análise de biosinal</p>	
Descrição	<p>Biosinais são medidas fisiológicas e físicas das funções do corpo humano. Eles fornecem informações úteis sobre os estados fisiológicos, fisiopatológicos e emocionais de uma pessoa, desempenhando um papel fundamental no monitoramento da saúde e no diagnóstico clínico. O processamento e análise de biosinais é uma área de especialização interdisciplinar e dinâmica, abrangendo biologia, física, medicina, engenharia e ciência da computação. Avanços recentes nos métodos computacionais de sinal permitem o pré-processamento adequado/remoção de ruído, a melhoria dos algoritmos de análise e a extração de características representativas para a utilização eficaz de biosinais em ambientes clínicos. A análise de biosinais multimodais fornece uma imagem mais completa integrando as informações específicas de cada modalidade. As abordagens de fusão visam integrar análises de dados estabelecendo relações sinérgicas para melhorar a precisão do diagnóstico. Avanços recentes em aprendizado de máquina (ML) e inteligência artificial (IA) analisam o conjunto de dados e fornecem um modelo computacional para classificação automática ou tomada de decisão em tempo real utilizando técnicas de Internet das Coisas para o problema sob investigação. A interpretação da análise dos dados e a conexão com os mecanismos fisiológicos subjacentes podem levar a uma compreensão mais profunda dos estados fisiopatológicos.</p>	
Abstract	<p>Biosignals are physiological and physical measures of the human body's functions. They provide useful information about one's physiological, pathophysiological, and emotional states, playing a key role in health monitoring and clinical diagnosis. The processing and analysis of biosignals is an interdisciplinary and dynamic area of specialization, covering biology, physics, medicine, engineering, and computer science. Recent advances in signal computational methods enable the proper signal preprocessing/noise removal, the improvement of analysis algorithms, and the extraction of representative features for effective utilization of biosignals in clinical environments. Multimodal biosignals analysis provide a more complete image integrating the specific information from each modality. Fusion approaches aim at integrating data analyses establishing synergic relationships for improved diagnostic accuracy. Recent advances in machine learning (ML) and artificial intelligence (AI) analyze the dataset and provide a computational model for automatic classification or decision making for the problem under investigation. The data analysis interpretation and the connection with the underlying physiological mechanisms may lead to a deeper understanding of the pathophysiological states</p>	
Referências	<p>1. M. Usman, M. Kamal and M. Tariq, "Improved and Secured Electromyography in the Internet of Health Things," in <i>IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics</i>, vol. 26, no. 5, pp. 2032-2040, May 2022, doi: 10.1109/JBHI.2021.3118810.</p>	

	measure the effect of respiratory physiotherapy techniques. Results will be obtained through experimentation in a group of volunteer patients, who can give their feedback to professionals to apply the treatment at a more adequate frequency and that has an effect on the tracheobronchial tree.
Referências	<p>[1] DOS SANTOS, A. P.; GUIMARÃES, R.C.; DE CARVALHO, E.M.; GASTALDI, A.C. Mechanical behaviors of Flutter VRP1, Shaker and Acapella devices. <i>Respiratory care</i>, v. 58, n. 2, p. 298-304, 2013.</p> <p>[2] IONESCU, C.M.; KEYSER, R. Relations between fractional-order model parameters and lung pathology in chronic obstructive pulmonary disease. <i>IEEE Transactions on Biomedical Engineering</i>, v. 56, n. 4, p. 978-987, 2009.</p> <p>[3] MAES, H.; VANDERSTEEN, G.; MUEHLEBACH, M.; IONESCU, C.M. A fan-based, low-frequent, forced oscillation technique apparatus. <i>IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement</i>, v. 63, n. 3, p. 603-611, 2014.</p> <p>[4] MUELLER, G.; BERSCH-PORADA, I.; KOCH-BORNER, S.; RAAB, A.M.; JONKER, M.; BAUMBERGER, M.; MICHEL, F. Laboratory evaluation of four different devices for secretion mobilisation: Acapella Choice, Green and Blue versus Water Bottle. <i>Respiratory care</i>, v. 59, n.5: p. 673-677, 2014.</p> <p>[5] NOGUEIRA, F.G.; SILVA, E.D.L.; AGUIAR, M.X.; SILVA, M.A.; DINIZ, D.M.S.M. Utilização do shaker® classic com adaptação de uma traqueia em indivíduos com patologias pulmonares. In: Seminário de Pesquisa da Estácio, 10, Rio de Janeiro, Anais. 2018.</p> <p>[6] PATTERSON, J.E.; HEWITT, O.; KENT, L.; BRADBURY, I.; ELBORN, J.S.; BRADLEY, J.M.. Acapella® versus usual airway clearance during acute exacerbation in bronchiectasis: a randomized crossover trial. <i>Chron. respir. dis.</i>, v. 4, n. 2, p. 67-74, 2007.</p> <p>[7] PIMMEL, R.L.; SUNDERLAND, R.A.; ROBINSON, D.; WILLIAMS, H.; HAMLIN, R.; BROMBERG, P. Instrumentation for measuring respiratory impedance by forced oscillations. <i>IEEE Transactions on Biomedical Engineering</i>, n. 2: p 89-93, 1997.</p> <p>[8] RAMOS, E.M.C. et al. Influence that oscillating positive expiratory pressure using predetermined expiratory pressures has on the viscosity and transportability of sputum in patients with bronchiectasis. <i>Jornal Brasileiro de Pneumologia</i>, v. 35, n. 12, p. 1190-1197, 2009.</p>

ÁREA TEMÁTICA 4	
Título	Controle de Sistemas Dinâmicos Baseado em Dados
Vagas	Mestrado: 1 Doutorado: 0
Palavras-chaves	Controle baseado em dados, estabilização por realimentação, sistemas lineares e não lineares
Descrição	<p>Em diversos problemas de ordem prática, é necessário projetar um controlador estabilizante dispondo apenas de um conjunto de dados coletados sobre a planta a partir de experimentos, tais como dados de entrada, saída, informações sobre o estado do sistema e do nível de ruído presente. Neste contexto, duas abordagens têm alcançado maior destaque na área de Automação e Controle, a saber, (i) a estratégia clássica de se determinar (identificar) um modelo válido para a planta a partir dos dados para, posteriormente, projetar um controlador utilizando métodos convencionais conhecidos na literatura, (ii) e a técnica da verificação de condições específicas de estabilidade baseadas apenas nos dados e que garantem estabilização em malha fechada para qualquer sistema compatível com os dados em questão, inclusive a planta real, mas sem determinar explicitamente um modelo em espaço de dados para o sistema [1], [3].</p> <p>Esta última abordagem é conhecida como controle baseado em dados e representa uma alternativa às estratégias clássicas de identificação de sistemas para fins de controle. Esta linha de pesquisa tem despertado enorme interesse da comunidade de Automação e Controle em todo o mundo. Devido à crescente disponibilidade de dados e à grande capacidade de processamento dos mesmos, o problema da utilização do enorme volume de informação obtido a partir de múltiplos sensores conectados à planta para fins de projeto de controladores tem sido atacado de diversas formas. Condições LMI específicas baseados em dados foram recentemente propostas para estabilização de sistemas lineares a tempo discreto, considerando os casos com e sem ruído atuando sobre a dinâmica do sistema [1], [3]. Além disso, sistemas não lineares de natureza polinomial também tem merecido bastante atenção de diversos grupos de pesquisa [4], [7]. Tendo como justificativa os argumentos apresentados acima, a</p>

	linha de pesquisa proposta para esta Área Temática, sugere o desenvolvimento de novas técnicas de controle baseadas em dados para sistemas lineares e não lineares (polinomiais) utilizando, possivelmente, o conceito de dissipatividade [2],[5],[6], e visando, adicionalmente, o desenvolvimento de estratégias de controle que permitam tratar o problema da saturação na entrada.
Abstract	<p>In numerous practical applications, one has to design a stabilizing feedback controller using only a set of data collected from the plant through experiments, such as input-state-output data and noise data. In this context, two main approaches have been most popular in the field of Control Theory, namely, (i) the classical approach of determining (identifying) a valid model for the plant in order to, in a second step, design a controller using conventional techniques known from literature, and (ii) the strategy of verifying specific data-driven conditions for stabilization which could guarantee the closed-loop stability of any system consistent with the data, without explicitly identifying the plant [1], [3].</p> <p>That latter framework is known as data-driven control and provides an alternative to classical identification techniques in the process of designing a stabilizing controller. This research topic has been drawing great interest worldwide, indeed. Due to a growing availability of data and a great processing capacity, the problem of using a large volume of information obtained by sensors properly connected to the plant has been tackled in many different ways. A few LMI conditions, for instance, have been proposed for data-driven feedback stabilization of linear discrete-time systems [1], [3]. Besides, nonlinear polynomial systems have also been paid much attention to [4],[7]. From the arguments presented so far, the referred research topic proposes the development of new data-driven controller design techniques for both linear and nonlinear (polynomial) systems, possibly through the application of dissipativity theory to that problem [2],[5],[6]. Finally, saturated feedback design might be approached as well.</p>
Referências	<p>[1] C. De Persis and P. Tesi, "Formulas for Data-Driven Control: Stabilization, Optimality, and Robustness," in IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 65, no. 3, pp. 909-924, March 2020.</p> <p>[2] T.M. Maupong, J.C. Mayo-Maldonado, P. Rapisarda. On Lyapunov functions and data-driven dissipativity, IFAC-PapersOnLine, vol. 50, nº 1, 2017, pg. 7783-7788.</p> <p>[3] H. J. van Waarde, C. De Persis, M. K. Camlibel and P. Tesi, "Willems' Fundamental Lemma for State-Space Systems and Its Extension to Multiple Datasets," in IEEE Control Systems Letters, vol. 4, no. 3, pp. 602-607, July 2020.</p> <p>[4] M. Guo, C. De Persis and P. Tesi, "Learning control for polynomial systems using sum of squares relaxations," 2020 59th IEEE Conference on Decision and Control (CDC), 2020, pp. 2436-2441.</p> <p>[5] D. de S. Madeira, "Necessary and Sufficient Dissipativity-Based Conditions for Feedback Stabilization," in IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 67, no. 4, pp. 2100-2107, April 2022.</p> <p>[6] A. Koch, J. Berberich and F. Allgower, "Provably robust verification of dissipativity properties from data," in IEEE Transactions on Automatic Control, doi: 10.1109/TAC.2021.3116179.</p> <p>[7] M. Guo, C. De Persis and P. Tesi, "Data-driven stabilization of nonlinear polynomial systems with noisy data," in IEEE Transactions on Automatic Control, doi: 10.1109/TAC.2021.3115436.</p>

ÁREA TEMÁTICA 5	
Título	Segmentação semântica de objetos em 3D
Vagas	Mestrado: 1 Doutorado: 2
Palavras-chaves	LiDAR, segmentação semântica, detectar, reconhecer, veículos autônomos.
Descrição	O LiDAR é um sensor comumente utilizado em aplicações de veículos autônomos, que gera nuvens de pontos como forma de visualização 3D do ambiente em que o veículo está inserido. Através da segmentação semântica é possível detectar a posição e reconhecer a forma de cada objeto presente

	nestas nuvens de pontos, por meio da classificação de cada ponto dentro da nuvem. Estas tarefas são necessárias e fundamentais para o funcionamento correto e seguro dos veículos autônomos.
Abstract	LiDAR is a sensor commonly used in autonomous vehicle applications, which generates point clouds as a way of 3D visualization of the environment in which the vehicle is inserted. Through semantic segmentation it is possible to detect the position and recognize the shape of each object present in these point clouds, through the classification of each point within the cloud. These tasks are necessary and fundamental for the correct and safe functioning of autonomous vehicles.
Referências	<p>BEHLEY, Jens et al. Semantickitti: A dataset for semantic scene understanding of lidar sequences. In: Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision. 2019. p. 9297-9307.</p> <p>CAESAR, Holger et al. nuscenec: A multimodal dataset for autonomous driving. In: Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition. 2020. p. 11621-11631.</p> <p>CHOY, Christopher; GWAK, JunYoung; SAVARESE, Silvio. 4d spatio-temporal convnets: Minkowski convolutional neural networks. In: Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2019. p. 3075-3084.</p> <p>GRAHAM, Benjamin; ENGELCKE, Martin; VAN DER MAATEN, Laurens. 3d semantic segmentation with submanifold sparse convolutional networks. In: Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2018. p. 9224-9232.</p> <p>LIU, Zhijian et al. Point-voxel cnn for efficient 3d deep learning. Advances in Neural Information Processing Systems, v. 32, 2019.</p> <p>QI, Charles Ruizhongtai et al. Pointnet++: Deep hierarchical feature learning on point sets in a metric space. Advances in neural information processing systems, v. 30, 2017.</p> <p>THOMAS, Hugues et al. Kpconv: Flexible and deformable convolution for point clouds. In: Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision. 2019. p. 6411-6420.</p> <p>XU, Chenfeng et al. SqueezeSegV3: Spatially-adaptive convolution for efficient point-cloud segmentation. In: European Conference on Computer Vision. Springer, Cham, 2020. p. 1-19.</p> <p>ZHANG, Yang et al. Polarnet: An improved grid representation for online lidar point clouds semantic segmentation. In: Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2020. p. 9601-9610.</p>

ÁREA TEMÁTICA 6	
Título	Deep-Learning: Algoritmos e Aplicações em Engenharia
Vagas	Mestrado: 1 Doutorado: -
Palavras-chaves	Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquinas, Redes Neurais Artificiais, Redes Convolucionais, Controle Inteligente, Regressão, Extração de Características
Descrição	Deep learning (DP), ou Aprendizado Profundo, é um ramo da Inteligência Artificial que vêm despertando muito interesse por seu alto desempenho na resolução de problemas complexos, e a flexibilidade de aplicação de seus algoritmos. Muitos desses relevantes resultados obtidos vem da capacidade destes algoritmos de extrair características de dados brutos, não sendo tão dependentes do tratamento prévio destes dados como outros algoritmos conexionistas, permitindo relevantes resultados em aplicações como o reconhecimento de imagens, voz e texto; a previsão em séries temporais, entre outras. As propostas das pesquisas nesta área temática no PPGEE envolvem: (1) Melhorias dos algoritmos DP presentes na literatura técnica correlata, (2) Adequação dos modelos DP a problemas de controle e identificação, e (3)

	Implementação de soluções DP em processos físicos. Para as implementações, conta-se com um conjunto de processos industriais do Grupo de Pesquisa em Automação Controle e Robótica (GPAR). Entre estes processos há aplicações relacionadas à Robótica (robôs móveis e quadcopteros), à Medicina (incubadora neonatal), a Veículos Elétricos móveis, e outros que podem ser conhecidos acessando o site do grupo de pesquisa: https://gpar.ufc.br/ .
Abstract	Deep learning (DP) is a branch of Artificial Intelligence that has been attracting a lot of interest due to its high performance in solving complex problems, and application flexibility. Many DP relevant results come from DP ability to extract characteristics from raw data, different from others data-processing dependent connectionist algorithms. Such relevant results are documented in applications such as image, voice and text recognition, forecasting in time series, among others. The research proposals in this PPGEE thematic involve: (1) Improvements on current DP algorithms, (2) Adaptation of DP models to solve control and identification problems, and (3) Implementation of DP solutions in physical processes. For implementations, there is a set of industrial processes from the Research Group in Automation Control and Robotics (GPAR). Among these processes, there are applications related to Robotics (mobile robots and quadcopters), Medicine (neonatal incubator), Electric Vehicles, and others that can be known by accessing the GPAR website: https://gpar.ufc.br
Referências	<p>[1] Afrasiabi M., Mohammadi M., Rastegar M., Kargarian A. “Multi-agent microgrid energy management based on deep learning forecaster”. Energy, 2019; 186:115873. https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.115873.</p> <p>[2] Devaraj J., Elavarasan R.M., Shafiullah G.M., Jamal T., Khan I. “A holistic review on energy forecasting using big data and deep learning models”. International Journal of Energy Research 2021. 45 (9):13489-13530. https://doi.org/10.1002/er.6679.</p> <p>[3] Ghimire S., Deo R.C., Raj N., Mi J. “Deep solar radiation forecasting with convolutional neural network and long short-term memory network algorithms”. Applied Energy, 2019; 253:113541. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113541.</p> <p>[4] Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. “Deep Learning”. 2016.The Mit Press.[5] Haykin, S. “Redes Neurais: Princípios e Prática”. [S.l.]:Bookman Editora, 2007.</p> <p>[6] LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). “Deep learning”, Nature 521(7553), 436-444.</p> <p>[7] Lima M.A.F.B., Carvalho P.C.M., Fernandez-Ramírez L. M., Braga A. P. S. “Improving solar forecasting using DeepLearning and Portfolio Theory integration”. Energy, 2020;195:117016. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117016.</p> <p>[8] Schmidhuber, J. “Deep learning in neural networks: An overview”. Neural networks, Elsevier, v. 61, p. 85–117, 2015.</p>

Linha de Pesquisa: ELETRÔNICA DE POTÊNCIA E ACIONAMENTOS ELÉTRICOS

ÁREA TEMÁTICA 7	
Título	Fontes de Alimentação usando Energias Renováveis
Vagas	Mestrado: 6 Doutorado: 4
Palavras-chaves	Sistemas <i>Off-Grid</i> , Sistemas Híbridos e Sistemas <i>On-Grid</i>
Descrição	1. Sistemas Off-Grid Os sistemas Off-Grid ou autônomos, tal como ilustrado na Fig. 1, são usados em regiões onde a rede elétrica da concessionária não chega. Na estrutura, são usadas somente as energias renováveis (fotovoltaica e eólio-elétrica), que alimentam diretamente à carga e armazenam em um banco de

	<p>baterias. As peças chave do sistema são os conversores estáticos que servem para controlar o fluxo de potência entre as partes envolvidas. Opcionalmente pode ser incorporado um gerador usando energia fóssil, isso para aumentar a capacidade de backup de energia. Como temas de pesquisa estão: a concepção e projeto dos conversores estáticos de alto rendimento, projetos dos sistemas de controle, proteção e supervisão, e estudo da integração de todos os componentes.</p> <p>2. Sistemas Híbridos</p> <p>No sistema híbrido são usadas como fontes de alimentação, as energias renováveis e a rede elétrica convencional. Neste caso se vislumbra dois cenários; o primeiro é o compartilhamento a tempo integral das energias renováveis e a energia vinda rede elétrica; e o segundo, é o uso parcial da rede elétrica somente para carregar as baterias. Os UPSs com adição de fonte de energia renovável, pertencem a este tipo de família. Como chances de pesquisa, vislumbram-se: o projeto dos conversores estáticos de alto rendimento, projetos dos sistemas de controle, proteção e supervisão, e o estudo da integração de todos os componentes.</p> <p>3. Sistemas On-Grid</p> <p>Os sistemas On-Grid, enquanto tiver energia renovável suficiente, alimentam ao consumidor e o excedente injetam na rede da concessionária, para logo ser usado como crédito nos períodos em que não há disponibilidade adequada da energia renovável. Neste tipo de sistema o medidor de energia é bidirecional, e que permite adicionar e subtrair o consumo de energia. As possibilidades de pesquisa são: concepção e projeto de inversores de alto rendimento, projetos dos sistemas de controle, proteção e supervisão; estudo de filtros de harmônicas de corrente, entre outros.</p>
Abstract	<p>1. Off-Grid Systems</p> <p>Off-Grid or autonomous systems, as illustrated in Fig. 1, are used in regions where the utility grid does not reach. In the structure, only renewable energies are used (photovoltaic and wind-electric), which feed directly to the load and store in a battery bank. The key parts of the system are static converters that serve to control the power flow between the parties involved. Optionally, a generator can be incorporated using fossil energy, this to increase the energy backup capacity. Research topics include: the conception and design of high-performance static converters, design of control, protection and supervision systems, and study of the integration of all components.</p> <p>2. Hybrid Systems</p> <p>In the hybrid system, renewable energies and the conventional electrical grid are used as power sources. In this case, two scenarios are envisaged; the first is full-time sharing of renewable energy and energy coming from the grid; and the second is the partial use of the electrical network only to charge the batteries. UPSs with addition of renewable energy source belong to this type of family. As research opportunities, there are: the design of high-performance static converters, design of control, protection and supervision systems, and the study of the integration of all components.</p> <p>3. On-Grid Systems</p> <p>In the hybrid system, renewable energies and the conventional electrical grid are used as power sources. In this case, two scenarios are envisaged; the first is full-time sharing of renewable energy and energy coming from the grid; and the second is the partial use of the electrical network only to charge the batteries. UPSs with addition of renewable energy source belong to this type of family. The research opportunities, there are: the design of high-performance static converters, design of control, protection and supervision systems, and the study of the integration of all components.</p>
Referências	<p>[1] Henry Louie, " Off-Grid Electrical Systems in Developing Countries," Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018.</p> <p>[2] Bo Zhao, Caisheng Wang, Xuesong Zhang, " Grid-Integrated and Standalone Photovoltaic Distributed Generation Systems - Analysis, Design, and Control" John Wiley & Sons, Inc., 2018.</p> <p>[3] Weidong Xiao, "Photovoltaic Power System - Modeling, Design, and Control", John Wiley & Sons, 2017.</p> <p>[4] Qing-Chang Zhong, Tomas Hornik, " Control of Power Inverters in Renewable Energy and Smart Grid Integration", John Wiley & Sons Ltd., 2013.</p> <p>[5] Ali Keyhani, " Design of Smart Power Grid Renewable Energy Systems" , A John Wiley & Sons, Inc., 2011.</p> <p>[6] Hassan Bevrani, Bruno François, Toshifumi Ise, " Microgrid Dynamics and Control," John Wiley & Sons, Inc., 2017.</p> <p>[7] Imene Yahyaoui, " Advances in Renewable Energies and Power Technologies - Volume 1: Solar and Wind Energies", Elsevier Inc., 2018.</p> <p>[8] Peter D. Lund, John A. Byrne, Reinhard Haas, Damian Flynn, " Advances in Energy Systems - The Large-Scale Renewable Energy Integration Challenge", John Wiley & Sons Ltd, 2019.</p>

	<p>[9] Lingling Fan, " Control and Dynamics in Power Systems and Microgrids ", CRC Press, Taylor & Francis Group, 2017.</p> <p>[10] Haitham Abu-Rub, Mariusz Malinowski, Kamal Al-Haddad, " Power Electronics for Renewable Energy Systems, Transportation and Industrial Applications ", John Wiley & Sons Ltd, 2014.</p>
--	--

ÁREA TEMÁTICA 8	
Título	Controle da Corrente de Magnetização em Conversores de Potência
Vagas	Mestrado: 1 Doutorado: 0
Palavras-chave	Controle multivariável, Modulação, controle de magnetização, componente CC
Descrição	<p>O conversor de ponte ativa dupla (DAB) tem sido foco de diversos estudos na área de eletrônica de potência. O controle de magnetização tem chamado a atenção de pesquisadores mais recentemente, principalmente porque esse fenômeno pode levar a diversos problemas como perda por chaveamento dissipativo e sem dissipação, perdas magnéticas, bem como a eventual saturação do transformador de alta frequência. Os principais fatores responsáveis pela componente CC da magnetização em regime permanente são os sinais de disparo assimétricos, que por sua vez são causados por diferenças intrínsecas entre os semicondutores associadas à resistência interna, queda de tensão direta, tempos distintos de ligar e desligar, atraso e baixa resolução de sinais de modulação de largura de pulso (PWM). Alguns desses inconvenientes podem ser reduzidos usando semicondutores discretos de um mesmo lote ou módulos integrados compreendendo todos os switches necessários combinados com drivers de um mesmo fabricante e sinais PWM de alta resolução. No entanto, esta abordagem ainda não pode garantir a eliminação completa da componente CC, mas contribui muito para mitigar esse fenômeno indesejável em regime permanente, sendo também uma boa abordagem de projeto. Infelizmente, a maioria das soluções abordadas nesse tema não garantem uma corrente de componente CC zero, mas apenas a mitigam durante os transientes. Qualquer componente de deslocamento restante ainda fluirá através das resistências de enrolamento do transformador. Por outro lado, as estratégias de malha fechada podem fornecer a regulação completa do deslocamento dc para qualquer referência. Logo, o foco dessa linha de pesquisa será o estudo comparativo da implementação de uma técnica de malha fechada e uma técnica de modulação com vistas o controle da componente CC da corrente de magnetização do conversor. Vale ressaltar que esse tema já se encontra avançado em nosso grupo de pesquisa onde teremos um protótipo (Bancada de testes) já montado a ser utilizado para obtenção dos resultados experimentais do estudo requerido, cabendo ao candidato a familiarização e manipulação da bancada, bem como o estudo e simulação das técnicas a serem implementadas</p>
Abstract	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Referências	<p>[1] R. W. De Doncker, D. M. Divan and M. H. Kheraluwala, "A three-phase soft-switched high-power-density DC/DC converter for high-power applications," in <i>IEEE Transactions on Industry Applications</i>, vol. 27, no. 1, pp. 63-73, Jan.-Feb. 1991.</p> <p>[2] L. Shu, W. Chen, Z. Lin, D. Ma, X. He and W. A. Syed, "DC bias study for dc-dc dual-active-bridge converter," <i>2018 IEEE 4th Southern Power Electronics Conference (SPEC)</i>, 2018, pp. 1-5.</p> <p>[3] M. Wattenberg, U. Schwalbe and M. Pfof, "Impact of dc-bias on dual active bridge control and how to avoid it," <i>2019 21st European Conference on Power Electronics and Applications (EPE '19 ECCE Europe)</i>, 2019, pp. P.1-P.8.</p> <p>[4] K. O'Meara, "Passive balancing of transformer flux in power converters," in <i>Proc. 10th Nat. Solid-State Power Convers. Conf.</i>, Mar. 1983, vol. A1, pp. 1-11.</p> <p>[6] L. Shu, W. Chen and Z. Song, "Prediction method of DC bias in DC-DC dual-active-bridge converter," in <i>CPSS Transactions on Power Electronics and Applications</i>, vol. 4, no. 2, pp. 152-162, June 2019.</p> <p>[7] R. Redl, N. O. Sokal and C. W. Schaefer, "Transformer saturation and unusual system oscillation in capacitively coupled half-bridge or full-bridge forward converters: causes, analyses, and cures," <i>PESC '88 Record., 19th Annual IEEE Power Electronics Specialists Conference</i>, 1988, pp. 820-829 vol.2.</p>

	<p>[8] Q. Bu, H. Wen, H. Shi and Y. Zhu, "A Comparative review of high-frequency transient dc bias current mitigation strategies in dual active bridge dc–dc converters under phase-shift modulations," in <i>IEEE Transactions on Industry Applications</i>, vol. 58, no. 2, pp. 2166-2182, March-April 2022.</p> <p>[9] B. Zhao, Q. Song, W. Liu and Y. Zhao, "Transient dc bias and current impact effects of high-frequency-isolated bidirectional dc–dc converter in practice," in <i>IEEE Transactions on Power Electronics</i>, vol. 31, no. 4, pp. 3203-3216, April 2016.</p> <p>[10] Q. Bu, H. Wen, H. Shi, Y. Hu and Y. Yang, "Universal transient dc-bias current suppression strategy in dual-active-bridge converters for energy storage systems," in <i>IEEE Transactions on Transportation Electrification</i>, vol. 7, no. 2, pp. 509-526, June 2021.</p> <p>[11] D. d. A. Honório, J. W. M. De Araújo, L. H. S. C. Barreto and D. S. Oliveira, "Three-leg integrated stage ac-dc solid-state transformer feasible for MV railway applications," in <i>IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics</i>.</p>
--	---

ÁREA TEMÁTICA 9		
Título	Veículos Elétricos	
Vagas	Mestrado: 2	Doutorado: 3
Palavras-chaves	Veículos elétricos; inversores; carregadores de bateria; GaN; SiC	
Descrição	<p>Clima extremo e falhas em mitigar e se adaptar às mudanças climáticas são as ameaças mais graves enfrentadas mundo, de acordo com o Fórum Econômico Mundial Relatório de riscos globais de 2019. O ano de 2018 nos lembrou que desastres relacionado ao clima, tais como, tempestades, incêndios e inundações - estão se tornando mais grave e acontecendo com mais frequência. Enquanto isso, o Painel Intergovernamental das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas emitiu um relatório especial sobre os impactos do aquecimento global da 1,5 ° C acima dos níveis pré-industriais, o que poderia desencadear mais eventos extremos.</p> <p>O crescente consenso de especialistas mostra que a eletrificação de usos finais de energia - transporte, aquecimento e refrigeração, indústria processos, e outros - serão cruciais para alcançar as metas de redução emissão de carbono objetivos e mitigar as mudanças climáticas.</p> <p>Com essa visão o Grupo de Pesquisa Energia e Controle (GPEC/PPGEE) está incluído em um audacioso projeto de desenvolvimento de um veículo totalmente elétrico e autônomo https://globoplay.globo.com/v/9277635/</p> <p>Nosso objetivo é desenvolver soluções atrativa à indústria nacional. Contamos também com parcerias internacionais, como a com o NTRC/USA (National Transportation Research Center https://www.ornl.gov/facility/ntrc) e com as universidades francesas CentraleSupélec (https://www.centralesupelec.fr) e Central Lille (https://centraleslille.fr). Acrescentando mais oportunidades aos interessados em desenvolver projetos nessa área conosco de fazerem estágios nas instituições acima. Como por exemplo trabalhar com a equipe do GROVER (https://www.youtube.com/watch?v=Yugi0YxuBIU&feature=emb_logo).</p> <p>Além de trabalhar no próprio veículo, nosso grupo também atua na infraestrutura de carregamento das baterias. Em estações <i>on-board</i> e <i>off-board</i>. Estes últimos permitindo integras as fontes de energias renováveis ao sistema de carregamento dos carros, contribuindo ainda mais para a redução das emoções de carbono.</p>	
Abstract	<p>Extreme climate and failure to mitigate and adapt to climate change are the most serious threats facing the world, according to the World Economic Forum 2019 Global Risk Report. The year 2018 reminded us that climate-related disasters such as storms, fires and floods - are becoming more severe and happening more often. Meanwhile, the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change has issued a special report on the impacts of global warming from 1.5°C above pre-industrial levels, which could trigger more extreme events.</p>	

	<p>The growing consensus of experts shows that the electrification of energy end-uses – transport, heating and cooling, industrial processes, and others – will be crucial to achieving carbon emission reduction targets and mitigating climate change.</p> <p>With this vision in mind, the Energy and Control Research Group (GPEC/PPGEE) is included in an audacious project to develop a fully electric and autonomous vehicle https://globoplay.globo.com/v/9277635/</p> <p>Our goal is to develop solutions that are attractive to the national industry. We also have international partnerships, such as with the NTRC/USA (National Transportation Research Center https://www.ornl.gov/facility/ntrc) and with the French universities CentraleSupelec (https://www.centralesupelec.fr) and Central Lille (https://centralesupelec.fr). Adding more opportunities for those interested in developing projects in this area with us to do internships in the above institutions. Like for example working with the GROVER team (https://www.youtube.com/watch?v=Yugi0YxuBIU&feature=emb_logo).</p> <p>In addition to working on the vehicle itself, our group also works on the battery charging infrastructure. On-board and off-board stations. The latter allow you to integrate renewable energy sources into the car's charging system, further contributing to the reduction of carbon emissions.</p>
Referências	<p>[1] K. S. Boutros, R. Chu and B. Hughes, "GaN power electronics for automotive application," 2012 IEEE Energytech, Cleveland, OH, 2012, pp. 1-4.</p> <p>[2] W. Weber, G. Deboy, W. Frank, O. Hellmund, A. Iberl and P. Leteinturier, "Energy saving by power electronics in household and automotive applications," Proceedings of the 17th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems - MIXDES 2010, Warsaw, 2010, pp. 27-29.</p> <p>[3] A. Bousbaine and M. E. Author, "Development of a novel 5kW/42V intelligent converter for automotive applications," 6th IET International Conference on Power Electronics, Machines and Drives (PEMD 2012), Bristol, 2012, pp. 1-6.</p> <p>[4] C. Buttay, H. Morel, B. Allard, P. Lefranc and O. Brevet, "Model requirements for simulation of low-voltage MOSFET in automotive applications," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 21, no. 3, pp. 613-624, May 2006.</p> <p>[5] B. J. Baliga, "Future directions in semiconductor technology for automotive power electronics," Automotive Power Electronics, Dearborn, MI, USA, 1989, pp. 36-.</p> <p>[6] B. Dunn, "Power MOS automotive electronics," Automotive Power Electronics, Dearborn, MI, USA, 1989, pp. 30-35.</p> <p>[7] H. -. Schoner and P. Hille, "Automotive power electronics. New challenges for power electronics," 2000 IEEE 31st Annual Power Electronics Specialists Conference. Conference Proceedings (Cat. No.00CH37018), Galway, Ireland, 2000, pp. 6-11 vol.1.</p>

	<p>Das, R; Bo, R; Rehman, W; Chen, H and Wunsch, D; Cross-Market Price Difference Forecast Using Deep Learning for Electricity Markets. <i>Ieee</i> 2020 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe, P. 854–858.</p> <p>ANEEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA No 414, DE 9 DE SETEMBRO DE 2010.</p> <p>ANEEL. A tarifa de energia elétrica. 2016.</p> <p>CARVALHO, G. M. d. C. P. Estudo para redução de custos e previsão de faturas de energia elétrica para consumidores do grupo A do Governo do Estado do Ceará. 89 f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, 2019</p>
--	--

ÁREA TEMÁTICA 12	
Título	Aplicações de Eletrônica de Potência em Energia Renovável e Geração Distribuída.
Vagas	Mestrado: 2 Doutorado: 1
Palavras-chaves	Fotovoltaica Flutuante; Energia Solar; Filtragem Ativa; Serviços Ancilares.
Descrição	Introduzir usinas FV flutuantes (FVF) em hidrelétricas para geração de eletricidade complementar à usinas hidrelétricas (UHE), proporciona o aproveitamento ocioso das estruturas elétricas existentes, a economia do uso da água para a geração hidrelétrica, maior disponibilidade de fornecimento de energia elétrica, entre outros benefícios. A redução da temperatura de operação do módulo FV ocasiona aumento na geração de eletricidade. Adicionalmente, o uso de plantas FVF em reservatórios pode reduzir a taxa de evaporação da água armazenada. Estas plantas FVF podem, inclusive, desempenhar funções adicionais conhecidas como serviços ancilares. Assim, a filtragem ativa pode ser grande aliada na melhoria da qualidade de energia proveniente dessas plantas e além do aumento da eficiência energética de todo o entorno da subestação da UHE.
Abstract	Introducing floating PV plants (FVF) in hydroelectric plants for the generation of electricity complementary to hydroelectric plants (UHE), provides the idle use of existing electrical structures, savings in the use of water for hydroelectric generation, greater availability of electricity supply, among other benefits. Reducing the operating temperature of the PV module causes an increase in electricity generation. Additionally, the use of FVF plants in reservoirs can reduce the evaporation rate of stored water. These PVF plants can even perform additional functions known as ancillary services. Thus, active filtering can be a great ally in improving the quality of energy coming from these plants and in addition to increasing the energy efficiency of the entire surroundings of the UHE substation.
Referências	<p>[1] SACRAMENTO, E. M.; CARVALHO, P. C.; ARAÚJO, J. C.; RIFFEL, D. B.; Cruz CORRÊA, R. M. C.; PINHEIRO NETO, J. S. Scenarios for use of floating photovoltaic plants in Brazilian reservoirs. <i>IET Renewable Power Generation</i>, v. 9, n. 8, p. 1019 – 1024, 2015. https://doi.org/10.1049/iet-rpg.2015.0120.</p> <p>[2] João L. F. Victor; Sandro C. S. Jucá; Renata I. S. Pereira; ...Luis M. Fernández-Ramírez. IoT Monitoring systems applied to photovoltaic generation: The relevance for increasing decentralized plants. Jul 2019 in <i>Renewable Energy and Power Quality Journal</i>. DOI: 10.24084/REPQJ17.368.</p> <p>[3] FONSECA, JEAN M. L.; LIMA, FRANCISCO KLEBER DE A. ; TOFOLI, F.L. ; BRANCO, C.G.C. . Three-Phase Phase-Locked Loop Algorithm and Application to A Static Synchronous Compensator. <i>ELECTRIC POWER SYSTEMS RESEARCH</i>, 2021.</p> <p>[4] BARRETO, D. A. J.; LIMA, F.K.A; MORAIS, E. E. C.; FONSECA, J. M. L; SANTOS, E. M. B. E. ; and BRANCO, C. G. C. Active Filter for Harmonic Compensation Applied to Grid-connected Photovoltaic System. <i>International Conference on Industrial Technology (ICIT)</i>.2020.</p> <p>[5] Délcio Aguiar José Barreto. SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE COM FUNCIONALIDADE DE FILTRO ATIVO PARA COMPENSAÇÃO DE HARMÔNICOS. 2020.Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Ceará, Fundação</p>

	Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Orientador: Francisco Kleber de Araújo Lima.
--	---

ÁREA TEMÁTICA 13		
Título	Redes Elétricas Inteligentes	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: -
Palavras-chaves	microrredes, recursos energéticos distribuídos, transação de energia, automação & proteção	
Descrição	Mudanças fundamentais na geração e uso de eletricidade estão exigindo que o sistema elétrico funcione de maneiras para as quais não foi projetado – exigindo novos recursos e projetos de sistema para manter níveis históricos de confiabilidade. Tecnologias avançadas para planejar, gerenciar, monitorar e controlar o fornecimento de eletricidade são necessárias para permitir o fluxo bidirecional seguro e confiável de eletricidade e informações, suportar um número crescente de recursos energéticos distribuídos e apoiar os clientes que participam dos mercados de eletricidade como fornecedores de energia e gestores de demanda. Uma rede moderna deve ser mais flexível, robusta e ágil. Deve ter a capacidade de otimizar dinamicamente as operações e os recursos da rede, detectar e mitigar rapidamente os distúrbios, integrar diversas fontes de geração, integrar recursos de resposta à demanda e eficiência energética, permitir que os consumidores gerenciem seu uso de eletricidade e participem nos mercados e fornecer forte proteção contra riscos físicos e cibernéticos. Esses recursos devem ser incorporados à medida que a rede elétrica transita da arquitetura tradicional para a arquitetura do futuro..	
Abstract	Fundamental changes in electricity generation and use are requiring the electricity system to perform in ways for which it was not designed—requiring new capabilities and system designs to maintain historical levels of reliability. Advanced technologies to plan, manage, monitor, and control electricity delivery are needed to enable safe and reliable two-way flow of electricity and information, support growing numbers of distributed energy resources, and support customers participating in electricity markets as both power suppliers and demand managers. A modern grid must be more flexible, robust, and agile. It must have the ability to dynamically optimize grid operations and resources, rapidly detect and mitigate disturbances, integrate diverse generation sources, integrate demand response and energy-efficiency resources, enable consumers to manage their electricity use and participate in markets, and provide strong protection against physical and cyber risks. These features must be incorporated as the electric grid transitions from the traditional design to the design of the future..	
Referências	<p>SGRÒ, DOMENICO; CORREIA, WILKLEY BEZERRA; LEÃO, RUTH PASTÔRA SARAIVA; TOFOLI, FERNANDO LESSA; TIBÚRCIO, SILAS ALYSSON SOUZA. Nonlinear current control strategy for grid-connected voltage source converters. INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL POWER & ENERGY SYSTEMS, v.142, p.108349 - , 2022.</p> <p>BEZERRA, ERICK C.; PINSON, PIERRE; LEAO, RUTH P. S.; BRAGA, ARTHUR P. S. A Self-Adaptive Multikernel Machine Based on Recursive Least-Squares Applied to Very Short-Term Wind Power Forecasting. IEEE Access. , v.9, p.104761 - 104772, 2021.</p> <p>ALMADA, Janaína Barbosa; LEÃO, R. P. S.; ALMEIDA, Rosana Guimarães; SAMPAIO, R. F. Microgrid Distributed Secondary Control and Energy Management using Multi-agent System. International Transactions on Electrical Energy Systems. , v.1, p.1 - 9, 2021.</p> <p>SAMPAIO, FELIPE C.; LEÃO, RUTH P.S.; SAMPAIO, RAIMUNDO F.; MELO, LUCAS S.; BARROSO, GIOVANNI C. A multi-agent-based integrated self-healing and adaptive protection</p>	

system for power distribution systems with distributed generation. ELECTRIC POWER SYSTEMS RESEARCH. , v.188, p.106525 - , 2020.

SGRÒ, DOMENICO; SOUZA, SILAS ALYSSON; TOFOLI, FERNANDO LESSA; LEÃO, RUTH PASTÔRA SARAIVA; SOMBRA, ANDRESA KELLY RIBEIRO. An integrated design approach of LCL filters based on nonlinear inductors for grid-connected inverter applications. ELECTRIC POWER SYSTEMS RESEARCH. , v.186, p.106389 - 10, 2020.

MELO, LUCAS SILVEIRA; SAMPAIO, Raimundo Furtado; LEÃO, RUTH PASTÔRA SARAIVA; BARROSO, Giovanni Cordeiro; BEZERRA, José Roberto. Python-based multi-agent platform for application on power grids. International Transactions on Electrical Energy Systems. , v.29, p.e12012 - 14, 2019.

BARNABÉ, Guilherme Pinheiro; Claudivan D. de Freitas; LEÃO, R. P. S.; SAMPAIO, R. F. Avaliação da Resposta Dinâmica dos Modelos Genéricos IEC e WECC de Aerogeradores Tipo 3 e 4 Usando o Simulador DigSilent PowerFactory In: XIV Conferência Brasileira da Qualidade da Energia Elétrica - CBQEE, 2021.

Rodrigo Tornisiello; ALMADA, Janaína Barbosa; LEÃO, R. P. S.; SAMPAIO, R. F. Modelagem de um Programa de Resposta à Demanda com Incentivos Otimizados In: 14th IEEE International Conference on Industry Applications - INDUSCON, 2021.

Wyara Maria Carlos Souza Pontes; Kevin de Paula Amorim; Ligia Carvalho Sousa; LEÃO, R. P. S.; OLIVEIRA, H.; Caike Damiano Nascimento. Monitoramento de Estação Solarimétrica Baseado em Plataforma IoT e Supervisório SCADA In: 14th IEEE International Conference on Industry Applications – INDUSCON 2021.

TAVEIRA, I. M.; LEÃO, R. P. S.; CAVALCANTE NETO, T. N. A Influência da Geração Fotovoltaica no Fator de Potência de Unidades Prossumidoras: Uma Avaliação Técnica e Financeira In: Congresso Brasileiro de Energia Solar - CBENS, 2020, Fortaleza.

COSTA, Raphael Fernandes Sales; LEÃO, R. P. S. Adaptação dos Modelos Dinâmicos de Aerogeradores WECC Tipo III e Tipo IV para Atendimento aos Requisitos de Inércia Sintética do Código de Rede Brasileiro In: XXIII Congresso Brasileiro de Automática - CBA, 2020.

Álvaro Jorge de Melo Júnior; Francisco Eduardo Mendes da Silva; Luis L'aiglon Pinto Martins; Tayná Maria de Andrade Gomes; LEÃO, R. P. S. Desenvolvimento de Aplicativo para Estudo de Propagação de Afundamentos de Tensão com Base na IEEE Std 1668-2017 In: XXIII Congresso Brasileiro de Automática - CBA, 2020.

RIBEIRO, José Cleison Cassiano; LEÃO, R. P. S.; SAMPAIO, R. F.; CARNEIRO, A. V. Desenvolvimento de Sistema de Gerenciamento, Supervisão, Controle e Aquisição de Dados da Microrrede Universitária do Campus do Pici – UFC In: XXIII Congresso Brasileiro de Automática - CBA, 2020.

Dário Macedo Sobrinho; ALMADA, Janaína Barbosa; LEÃO, R. P. S. Carregamento Eficiente de Veículos Elétricos usando Algoritmo de Consenso In: XXIII Congresso Brasileiro de Automática - CBA, 2020.

ÁREA TEMÁTICA 14		
Título	Modelagem matemática do mercado de energia de curto-prazo.	
Vagas	Mestrado: 2	Doutorado: -
Palavras-chaves	Mercado de Energia, PLD, Blockchain, Moedas digitais, Energias Renováveis, Inteligência Computacional, Precificação.	
Descrição	<p>Com a modernização do mercado de energia elétrica brasileiro, a tendência para os próximos anos é que ocorra uma maior abertura deste mercado, buscando alocar de forma justa as tarifas de energia para todos os consumidores. Atualmente o sistema de energia é composto por 65% de consumidores no ACR (Ambiente de Contratação Regulado) e 35% de consumidores no ACL (Ambiente de Contratação Livre). Sendo assim, a abertura deve ser uma abertura sustentável, ou seja, deve haver um equilíbrio entre os dois mercados (ACR e ACL), deve ser contínua (com previsibilidade para o cronograma de abertura para a transição ser segura).</p> <p>O objetivo dessa modernização é criar mecanismos que permitam ao consumidor ter maior autonomia na escolha de qual geradora ou comercializadora comprar energia. Esta compra e venda de energia elétrica, baseada no mercado de curto prazo é influenciada diretamente pelo Preço da Liquidação das Diferenças (PLD), que consiste em um valor determinado para cada patamar de carga com base no custo marginal de operação.</p> <p>Para calcular o PLD é utilizado modelos matemáticos que buscam uma solução ótima de equilíbrio, considerando a demanda atual, a capacidade de abastecimento das hidrelétricas e o potencial de armazenamento futuro. O entendimento de como funciona este modelo matemático se torna uma linha de investigação de extrema relevância principalmente com a inserção de fontes de intermitentes de geração de energia elétrica. Hoje o sistema elétrico brasileiro possui mais de oito modelos computacionais baseados em processos estocásticos, que trabalham em conjunto para a precificação do PLD. Dentre eles cita-se: NEWAVE, DECOMP, DESSEM, GEVAZP, CHEIAS, SINV, MELP entre outros.</p> <p>Nesta linha de investigação busca-se introduzir conceitos da inteligência computacional, Machine learning, RNA, Deep learning, para auxiliar na previsão das curvas de demanda e na precificação do PLD.</p> <p>Em julho de 2019, o Ministério de Minas e Energia publicou a portaria MME nº 301/2019, definindo que a partir de janeiro de 2021 o PLD (Preço de Liquidação das Diferenças) passaria a ter discretização horária, por meio da utilização do DESSEM (Modelo de Despacho hidrotérmico de curtíssimo prazo). Portanto investiga-se os despachos de energias renováveis no modelo de curto-prazo (Day-Ahead).</p> <p>Incorpora-se nesta linha de pesquisa ferramentas como Blockchain, moedas digitais e outros modelos de negócio, que possibilitem rapidez, agilidade, confiabilidade e rastreabilidade, nos contratos de compra e venda de energia, com a mínima interferência de terceiros, procurando um modelo P2P (<i>peer to peer</i>).</p>	
Abstract	<p>With the modernization of the Brazilian electricity market, the trend for the coming years is for a greater opening of this market, seeking to fairly allocate energy tariffs to all consumers. Currently, the energy system comprises 65% of consumers in the ACR (Regulated Contracting Environment) and 35% of consumers in the ACL (Free Contracting Environment). Therefore, the opening must be a sustainable opening, that is, there must be a balance between the two markets (ACR and ACL), it must be continuous (with predictability for the opening schedule for the transition to be safe).</p> <p>The objective of this modernization is to create mechanisms that allow the consumer to have greater autonomy in choosing which generator or trader to buy energy. This purchase and sale of electricity,</p>	

	<p>based on the short-term market, is directly influenced by the Price for Settlement of Differences (PLD), which consists of a value determined for each load level based on the marginal cost of operation.</p> <p>To calculate the PLD, mathematical models are used that seek an optimal equilibrium solution, considering the current demand, the supply capacity of the hydroelectric plants and the future storage potential. The understanding of how this mathematical model works becomes an extremely relevant line of investigation, especially with the insertion of intermittent sources of electricity generation. Today, the Brazilian electrical system has more than eight computer models based on stochastic processes, which work together for PLD pricing. Among them are: NEWAVE, DECOMP, DESSEM, GEVAZP, CHEIAS, SINV, MELP among others.</p> <p>In this line of investigation, we seek to introduce concepts of computational intelligence, Machine learning, ANN, Deep learning, to assist in forecasting demand curves and PLD pricing.</p> <p>In July 2019, the Ministry of Mines and Energy published MME Ordinance No. 301/2019, defining that from January 2021 the PLD (Difference Settlement Price) would have hourly discretization, through the use of DESSEM (Very short-term hydrothermal dispatch model). Therefore, renewable energy dispatches are investigated in the short-term model (Day-Ahead).</p> <p>This line of research incorporates tools such as Blockchain, digital currencies and other business models, which enable speed, agility, reliability and traceability, in energy purchase and sale contracts, with minimal interference from third parties, looking for a P2P (peer to peer) model.</p>
Referências	<p>[1] PRABAKARAN, Sellamuthu. Modeling and pricing of energy derivative market. International Journal of Engineering & Technology, Medellín, v. 7, n. 4, p. 148-156, ago - 2018.</p> <p>[2] AZEVEDO, Fabio. Aplicação da Fórmula de Black & Scholes para a precificação de contratos de opções de energia elétrica no Ambiente de Contratação Livre. Editora Dialética, 2022.</p> <p>[3] Steven Stoft. Power System Economics. Designing Markets for Electricity. IEEE Press – John Wiley & Sons. USA – 2002</p> <p>[4] Aili Tang. Power System Planning Technologies and Applications: Concepts, Solutions, and Management. Orebro University. Sweden – 2018.</p> <p>[5] J. de Castro, N; Brandão, R. Mercado Elétrico e Risco Financeiro. Rio de Janeiro: Publit, 2021.</p> <p>[6] Daniel Kirschen and Goran Strbac. Fundamentals of Power System Economics. John Wiley & Sons Ltd. 2004. UK.</p> <p>[7] Olivier Féron, Peter Tankov and Laura Tinsi. Price formation and optimal trading in intraday electricity markets. Mathematics and Financial Economics (2022).</p> <p>[8] P.M. De Oliveira-De Jesus and C. Henggeler Antunes. Economic valuation of smart grid investments on electricity markets. <i>Sustainable Energy, Grids and Networks</i>. V 16 (2018)</p>

	<p>same time, began to formulate its instruments, setting targets for reducing energy demand and emission of pollutants, to be reached by member states (Fouquet, 2013).</p> <p>In Brazil, public policies to encourage energy efficiency, began in the 1980s. According to Geller et al. (2004), national policies to increase the generation of energy by renewable sources and the internal supply of oil have been shown to be successful. As national policies to promote the use of energy efficiency, in turn, were moderately successful.</p> <p>There is a lot of room to expand government management in the area of conservation of energy in Brazil, mainly regarding the creation of legal instruments to encourage to energy efficiency (Altoé, et al, 2017).</p> <p>The Energy Efficiency Program (PEE) is conducted by the Agency National Electric Energy Agency (ANEEL) and aims to encourage the efficient use of electricity in all sectors of the economy, enabling projects that promote the importance and economic viability of energy efficiency actions. actions for the development of the PEE have been applied since 1998, but it is strengthened with the implementation of Law No. 9,991, of July 24, 2000, which provides for the carrying out of investments in research and development (R&D) and in energy efficiency by of concessionaires, permissionaires and authorized companies in the electric energy sector (BRAZIL, 2000).</p> <p>Law No. 13,280 of 2016, amends Law No. 9,991/2000, establishes that distributors direct a minimum application of 1% (one percent) of the Revenue Net Operating (ROL) for R&D projects and Energy Efficiency programs (PEE). Until December 31, 2022, 0.5% of this amount was invested in R&D and the the other half in PEE. After this period, until December 31, 2025, minimum amounts become 0.75% for R&D projects and 0.25% for PEE projects, respectively (BRAZIL, 2016).</p> <p>The analysis of these public policies and the energy performance of the PEE since the creation of Law nº 9.991/2000 until the present day, is of extreme importanc since the Brazil is still beyond many developed countries (Altoé, et al, 2017), such as United States and Europe when it comes to the formation of legislation focused on encouraging energy efficiency.</p>
Referências	<p>Altoé, Leandra et al. Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. Estudos Avançados [online]. 2017, v. 31, n. 89 [Acessado 10 Junho 2022], pp. 285-297. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890022>. ISSN 1806-9592. https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890022.</p> <p>BRASIL. Lei 9.991 de 24 de julho de 2000. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília - DF: Presidência da República, 2000.</p> <p>BRASIL. Lei 13.280, de 3 de maio de 2016. Altera a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, para disciplinar a aplicação dos recursos destinados a programas de eficiência energética. Brasília - DF: Presidência da República, 2016.</p> <p>DIXON, R. K. et al. US energy conservation and efficiency policies: Challenges and opportunities. Energy Policy, v.11, p.6398-408, 2010.</p> <p>FOUQUET, D. Policy instruments for renewable energy – From a European perspective. Renewable Energy, v.49, p.15-18, 2013.</p>

	GELLER, H. et al. Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil. Energy Policy, v.32, n.12, p.1437-50, 2004.
--	--

	JANNUZZI, Gilberto de Martino. Políticas Públicas para Promoção da Eficiência Energética no Brasil: Uma Análise Multicritério. Campinas, SP: Energy Discussion Paper nº 2012/01
--	---