

ANEXO I - ÁREAS TEMÁTICAS 2026.1

Linha de Pesquisa: AUTOMAÇÃO E CONTROLE

ÁREA TEMÁTICA 1	
Título	Sistemas Multiagentes Colaborativos
Vagas	Mestrado: 10 Doutorado: 10
Palavras-chaves	Sistemas Multiagentes; Inteligência Artificial Distribuída; Colaboração entre Agentes; MAS; Computação Orientada a Agentes; Coordenação Inteligente; Aplicações Interdisciplinares
Descrição	Esta área temática aborda o estudo, o desenvolvimento e a aplicação de sistemas multiagentes colaborativos (MAS – Multi-Agent Systems) voltados para resolver problemas complexos em diferentes domínios do conhecimento. Os sistemas multiagentes são compostos por entidades autônomas capazes de perceber o ambiente, tomar decisões, aprender, cooperar e negociar entre si para atingir objetivos individuais e coletivos. As aplicações abrangem áreas como saúde digital, cidades inteligentes, cibersegurança, meio ambiente, educação, indústria 4.0, biomedicina, ciência de dados, robótica, finanças e computação quântica. O foco está em arquiteturas distribuídas, coordenação inteligente, aprendizagem adaptativa, orquestração entre agentes heterogêneos, comunicação cooperativa e integração com modelos fundacionais (LLMs), aprendizagem federada e IA generativa. A área também investiga desafios como escalabilidade, robustez, tomada de decisão distribuída, interpretação do comportamento dos agentes, validação de políticas, segurança e confiabilidade dos sistemas.
Abstract	This thematic area focuses on the design, development, and deployment of collaborative Multi-Agent Systems (MAS) aimed at solving complex problems across diverse fields of knowledge. MAS consist of autonomous, interactive agents capable of perception, reasoning, learning, negotiation, and cooperative decision-making within dynamic environments. Applications extend to digital health, smart cities, cybersecurity, environmental monitoring, education, Industry 4.0, biomedical engineering, robotics, finance, and quantum-enhanced AI. Emphasis is placed on distributed architectures, coordination strategies, adaptive learning, orchestration across heterogeneous agents, cooperative communication, and integration with large foundation models, federated learning, reinforcement learning, and generative AI. The area also addresses challenges such as scalability, robustness, distributed policy evaluation, explainability, agent safety, and trustworthiness.
Referências	M. Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, 2nd ed. John Wiley & Sons, 2009. L. Panait e S. Luke, “Cooperative Multi-Agent Learning: The State of the Art,” <i>Autonomous Agents and Multi-Agent Systems</i> , vol. 11, no. 3, pp. 387–434, Nov. 2005. doi:10.1007/s 10458-005-2631-2 D. Weyns, <i>Architecture-Based Design of Multi-Agent Systems</i> . Springer Berlin Heidelberg, 2010. doi:10.1007/978-3-642-01064-4 N. Ichalkaranje, L. C. Jain e R. Khosla, <i>Design of Intelligent Multi-Agent Systems: Human-Centredness, Architectures, Learning and Adaptation</i> . Springer, 2005. doi:10.1007/978-3-540-44516-6 M. Haj Qasem, M. Aljaidi, G. Samara, R. Alazaidah, A. Alsarhan e M. Alshammari, “An Intelligent Decision Support System Based on Multi Agent Systems for Business Classification Problem,” <i>Sustainability</i> , vol. 15, no. 14, p. 10977, 2023. doi:10.3390/su151410977 C. J. Tavares e C. Ghedini Ralha, “Multi-agent System Architectural Aspects for Continuous Replanning,” in <i>Anais do WESAAC (Workshop de Sistemas de Agentes)</i> , 2024. doi:10.5753/wesaac.2024.33454

ÁREA TEMÁTICA 2		
Título	Sistemas de Controle com Aplicações na Indústria, Processos Biomédicos e Sistemas Elétricos	
Vagas	Mestrado: 2	Doutorado: 2
Palavras-chaves	Controle de Sistemas com Atraso; Modelagem e Controle de Eletrolisadores; Hidrogênio Verde; 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, controladores baseados em parâmetros variantes no tempo e técnicas avançadas de controle não linear. 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). Modelagem e controle de eletrolisadores, incluindo modelo elétrico e modelo térmico, buscando a melhorar eficiência e segurança de estações de eletrolise de hidrogênio verde. Estudo da utilização de células de combustível para veículos elétricos autônomos. Além de aplicações com hidrogênio, 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, veículos elétricos autônomos, 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>	
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, monovariate, multivariate models, with actuator saturation and transport delay. The control problem will be solved basically using controllers based on predictors, on time-varying parameters and advanced nonlinear control techniques. 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). Modeling and control of electrolyzers, including electrical model and thermal model, seeking to improve the efficiency and safety of green hydrogen electrolysis stations. Study of the use of fuel cells for autonomous electric vehicles. In addition to hydrogen applications, 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, modelling and control of eletrolizers, 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 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> <p>[9] Lima, T. A. ; Madeira, D. de S.; Viana, V.V; Oliveira, R. C. L. F. Static output feedback stabilization of uncertain rational nonlinear systems with input saturation. Systems & Contro Letters, v. 168, 2022.</p> <p>[10] Carlos Bordons , Félix Garcia-Torres , Miguel A. Ridao. Model Predictive Control of Microgrids.</p>	

Springer 2020. [11] P. Olivier, C. Bourasseau and P. B. Bouamama, "Low-temperature electrolysis system modelling: A review," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 78, pp. 280-300, 2017. [12] M. E. Lebbal and S. Lecœuche, "Identification and monitoring of a PEM electrolyser based on dynamical modelling," International Journal of Hydrogen Energy, vol. 34, no. 14, pp. 5992-5999, 2009.

ÁREA TEMÁTICA 3	
Título	CONTROLE ROBUSTO E INTELIGENTE APLICADO
Vagas	Mestrado: 2 Doutorado: 2
Palavras-chaves	Linear Matrix Inequalities, Robust Model Predictive Control, Switched Control Systems, Fuzzy Control Design, AI control strategies.
Descrição	This research aims to develop novel control strategies utilizing Robust Predictive Control, (Differential) Linear Matrix Inequalities, and Switched Control, applicable across numerous engineering control applications. Additionally, research involving Artificial Intelligence applied to control strategy design are developed in this field.
Abstract	Considering technological and theoretical advancements in control studies, applications involving Robust Predictive Control optimized through linear matrix inequalities merit investigation. Within this field, studies using switching-based approaches and control with variant parameters stand out. Additionally, there exist areas of study employing heuristics and Artificial Intelligence to address control problems through techniques based on swarm logic, modeled by neural models, and machine learning. The proposed research aims to develop control techniques encompassing each of the mentioned areas or hybrids, both for theoretical and experimental applications in various electrical engineering fields.
Referências	<p>FORTES, ELENILSON V. ; MARTINS, LUÍS FABIANO BARONE ; COSTA, MARCUS V. S. ; CARVALHO, LUIS ; MACEDO, LEONARDO H. ; ROMERO, RUBÉN . Mayfly Optimization Algorithm Applied to the Design of PSS and SSSC-POD Controllers for Damping Low-Frequency Oscillations in Power Systems. International Transactions on Electrical Energy Systems, v. 2022, p. 1-23, 2022. GEROMEL, José C. Differential Linear Matrix Inequalities. [s.l.] : Springer Nature Switzerland, 2023. DOI: 10.1007/978-3-031-29754-0. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-29754-0.</p> <p>MOREIRA, THALITA B.S. ; COSTA, MARCUS V.S. ; NOGUEIRA, FABRICIO G. . Output feedback Takagi-Sugeno fuzzy model predictive control through linear matrix inequalities approaches. INTERNATIONAL JOURNAL OF MODELLING, IDENTIFICATION AND CONTROL (PRINT), v. 40, p. 84, 2022.</p> <p>CARVALHO, LUIS ; NETO, JOZIAS R.L. ; REZENDE, JEFFERSON C. ; COSTA, MARCUS V.S. ; FORTES, ELENILSON V. ; MACEDO, LEONARDO H. . Linear quadratic regulator design via metaheuristics applied to the damping of low-frequency oscillations in power systems. ISA TRANSACTIONS, v. xx, p. xx, 2022.</p> <p>CARVALHO, LUIS ; COSTA, MARCUS V.S. ; MACEDO, LEONARDO H. ; FORTES, ELENILSON V. . A Novel Approach for Robust Model Predictive Control Applied to Switched Linear Systems Through State and Output Feedback. JOURNAL OF THE FRANKLIN INSTITUTE-ENGINEERING AND APPLIED MATHEMATICS, v. xx,p. xx, 2022.</p> <p>REGO, ROSANA C.B. ; COSTA, MARCUS V.S. . Offline output feedback robust anti-windup MPC-LPV using relaxed LMI optimization. EUROPEAN JOURNAL OF CONTROL, v. 69, p. 100719-1-8, 2022.</p> <p>MOREIRA, T. B. S. ; V. S. COSTA, MARCUS ; G. NOGUEIRA, F. . Output Feedback T-S Fuzzy RMPC Applied to 3SSC Boost Converter. IEEE Latin America Transactions, v. 19, p. 1520-1527, 2021.</p>

	<p>REGO, ROSANA ; COSTA, MARCUS . An offline predictive control with ellipsoid invariant set for time-variant system. INTERNATIONAL JOURNAL OF MODELLING, IDENTIFICATION AND CONTROL (PRINT), v. 37, p. 121, 2021.</p> <p>REGO, R. C. B. ; COSTA, M. V. S. . Output Feedback Robust Control with Anti-Windup Applied to the 3SSC Boost Converter. IEEE Latin America Transactions, v. 18, p. 874-880, 2020.</p> <p>BATISTA, JACKSON C. S. ; COSTA, MARCUS V. S. ; OLIVEIRA, LEIVA C. . Smart noise reduction in SPR sensors response using multiple-ANN design. IEEE SENSORS JOURNAL, v. xx, p. 1-1, 2020.</p> <p>REGO, ROSANA ; COSTA, MARCUS . Robust control with an anti-windup technique based in relaxed LMI conditions for LTV system.</p> <p>INTERNATIONAL JOURNAL OF MODELLING, IDENTIFICATION AND CONTROL (PRINT), v. 35, p. 298, 2020.</p> <p>COSTA, MARCUS; REIS, FRANCISCO ; CAMPOS, JOSE ; NOGUEIRA, FABRICIO ; ALMEIDA, OTACILIO . Robust Mpc-lmi Controller Applied To Three State Switching Cell Boost Converter. ELETRÔNICA DE POTÊNCIA (IMPRESSO), v. 22, p. 81-90, 2017.</p>
--	--

ÁREA TEMÁTICA 4		
Título	CONTROLE PREDITIVO ROBUSTO APLICADO A SISTEMAS EÓLICOS OFFSHORE	
Vagas	Mestrado: 2	Doutorado: 2
Palavras-chave	Linear Matrix Inequalities, Robust Model Predictive Control, Switched Control Systems, Fuzzy Control Design, AI control strategies. FOWT control systems.	
Descrição	This research aims to study the production of green hydrogen using offshore wind energy in Ceará considering aspectos such as: cost life and levelized cost, robust control process and vibration control stabilizing to FOWTs. The main control techniques in this field are: Robust Predictive Control, (Differential) Linear Matrix Inequalities, and Switched Control.	
Abstract	This research project aims to study the production of green hydrogen using offshore wind energy in Ceará. The investigation will focus on three main areas: the first area evaluates the economic feasibility of green hydrogen plants powered by offshore wind, using LCOE (Levelized Cost of Energy) and LCOH (Levelized Cost of Hydrogen) as key assessment criteria. The second area examines process control in hydrogen production, while the third focuses on vibration control in offshore wind turbines. Economic feasibility is critical for decision-making in project implementation. Given the growth of offshore wind projects in Ceará and Brazil, it is essential to meet the demands of the national wind turbine industry by incorporating advanced technologies that enhance equipment productivity and reliability. Additionally, the research will explore active control techniques, including model predictive control and linear parameter-varying process control. The project also plans to publish scientific articles in these fields.	
Referências	<p>ABBEólica. Boletim Anual (2022), 2022. URL http://abeeolica.org.br/. [Acessado em 7 de setembro de 2023].</p> <p>M. B. Abdelghany, M. F. Shehzad, V. Mariani, D. Liuzza, and L. Glielmo. Two-stage model predictive control for a hydrogen-based storage system paired to a wind farm towards green hydrogen production for fuel cell electric vehicles. International Journal of Hydrogen Energy, 47(75):32202–32222, 2022.</p> <p>GEROMEL, José C. Differential Linear Matrix Inequalities. [s.l.] : Springer Nature Switzerland,</p>	

2023. DOI: 10.1007/978-3-031-29754-0. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-29754-0>.

G. Bir and J. Jonkman. Modal dynamics of large wind turbines with different support structures. Technical report, National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States), 2008.

C. Bordons, F. Garcia-Torres, and M. A. Ridao. Model predictive control of microgrids. Springer, 2020.

C. Briat. Linear parameter-varying and time-delay systems. Springer, 2015.

M. L. Brodersen, A.-S. Bjørke, and J. Høgsberg. Active tuned mass damper for damping of offshore wind turbine vibrations. *Wind Energy*, 20(5):783–796, 2017.

E. F. Camacho and C. B. Alba. Model predictive control. Springer science & business media, 2013.

P. Cardona, R. Costa-Castelló, V. Roda, J. Carroquino, L. Valiño, and M. Serra. Model predictive control of an on-site green hydrogen production and refuelling station. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(47): 17995–18010, 2023.

C. Cheng and L. Hughes. The role for offshore wind power in renewable hydrogen production in australia. *Journal of Cleaner Production*, 391:136223, 2023.

H. H. Cho, V. Strezov, and T. J. Evans. A review on global warming potential, challenges and opportunities of renewable hydrogen production technologies. *Sustainable Materials and Technologies*, page e00567, 2023.

S. Diaf and G. Notton. Technical and economic analysis of large-scale wind energy conversion systems in algeria. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19:37–51, 2013.

Diário do Nordeste. Hidrogênio verde, 2025.

URL <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/noticias/sobre/economia/hidrogenio-verde>. Acessado em: 28 jan. 2025.

I. Enevoldsen and K. J. Mørk. Effects of a vibration mass damper in a wind turbine tower. *Journal of Structural Mechanics*, 24(2):155–187, 1996.

N. B. Esteves, A. Sigal, E. P. M. Leiva, C. R. Rodríguez, F. S. A. Cavalcante, and L. C. de Lima. Wind and solar hydrogen for the potential production of ammonia in the state of Ceará – Brazil. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(32):9917–9923, 2015.

M. L. Faro, D. Cantane, and F. Naro. In the path for creating research-to-business new opportunities on green hydrogen between italy and brazil. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(32):11876–11884, 2023.

B. B. Freitas, C. F. Teles, D. R. Lins, D. M. J. Loayza, D. C. L. Ramalho, D. M. B. de Queiroz, D. M. de Freitas, F. E. M. da Silva, F. J. R. da Silva, G. B. A. Palacio, J. C. C. Ribeiro, K. M. Uchôa, L. de Oliveira Santos, M. L. N. Rabelo, N. E. Batista, P. C. M. de Carvalho, R. A. de Lima, V. A. C. B. Menezes, V. S. Gualberto, and T. de Oliveira Nogueira. Scenarios for ceará's electricity generation matrix in 2050. *Ciência e Natura*, 42:63, Apr. 2020.

G1 - Rio Grande do Norte. Projetos de energia eólica offshore avançam e 2025 será ano-chave, diz senai-rn, 2024a. URL <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/especial-publicitario/senai-rn/noticia/2024/12/26/projetos-de-energia-eolica-offshore-avancam-e-2025-sera-ano-chave-diz-senai-rn.ghtml>. Acessado em: 28 jan. 2025.

G1 - Rio Grande do Norte. Petrobras vai construir no rn a primeira planta de produção de hidrogênio renovável da companhia, 2024b. URL <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2024/10/10/petrobras-vai-construir-no-rn-a-primeira-planta-de-producao-de-hidrogenio-renovavel-da-companhia.ghtml>. Acessado em: 28 jan. 2025.

Governo do Estado do Ceará. Hidrogênio Verde (2023), 2023. URL <https://www.ceara.gov.br/>. [Acessado em 7 de setembro de 2023].

GWEC. Floating Offshore Wind – A Global Opportunity. Technical report, Global Wind Energy Council (GWEC), Bruxelas, 2022.

A. Hemmati and E. Oterkus. Semi-active structural control of offshore wind turbines considering damage development. *Journal of Marine Science and Engineering*, 6(3):102, 2018.

Y. Hu, M. Z. Chen, and C. Li. Active structural control for load mitigation of wind turbines via adaptive sliding-mode approach. *Journal of the Franklin Institute*, 354(11):4311–4330, 2017.

IBAMA. Complexos eólicos offshore – projetos com processos de licenciamento ambiental abertos no IBAMA. Technical report, Diretoria de Licenciamento, janeiro 2022.

IBAMA. Complexos eólicos offshore – projetos com processos de licenciamento ambiental abertos no IBAMA. Technical report, Diretoria de Licenciamento, julho 2023.

IEA. Global Hydrogen Review 2022. Technical report, IEA, 2022.

URL <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2022>. License: CC BY 4.0.

IPHE. Utsira Wind Power and Hydrogen Plant (2011), 2011.

URL <http://www.statoil.com/en/NewsAndMedia/Multimedia/features/Pages/HydrogenSociety.aspx> [Acessado em 7 de setembro de 2023].

J. Jonkman, S. Butterfield, W. Musial, and G. Scott. Definition of a 5-MW reference wind turbine for offshore system development. Technical report, National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States), 2009.

R. Kelman, L. de S. Gaspar, F. S. Geyer, L. A. Nobrega Barroso, and M. Veiga Pereira. Can Brazil become a green hydrogen powerhouse? *Journal of Power and Energy Engineering*, 8:21–32, 2020.

J. Kotowicz, M. Jurczyk, and D. Wkecel. The possibilities of cooperation between a hydrogen generator and a wind farm. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(10):7047–7059, 2021.

J.-Y LI, S. ZHU, J. ZHANG, R. MA, and H. ZUO. Vibration control of offshore wind turbines with a novel energy-adaptive self-powered active mass damper. *Engineering Structures*, 302:117450, 2024.

X. Li and H. Gao. Load mitigation for a floating wind turbine via generalized H_{∞} structural control. *IEEE transactions on industrial electronics*, 63(1): 332–342, 2015.

D. R. Lins, R. J. S. Nogueira, J. P. R. Moreira, R. D. O. Pereira, V. P. B. Aguiar, and R. S. T. Pontes. Cálculo do custo nivelado de energia para um parque eólico offshore localizado no litoral do estado do Ceará, Brasil. In *Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos (SBSE)*, Manaus-AM, outubro 2023.

V. M. Maestre, A. Ortiz, and I. Ortiz. Challenges and prospects of renewable hydrogen-based strategies for full decarbonization of stationary power applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 152:111628, 2021.

C. Maienza, A. Avossa, F. Ricciardelli, D. Coiro, G. Troise, and C. T. Georgakis. A life cycle cost model for floating offshore wind farms. *Applied Energy*, 266:114716, 2020.

A. Martinez and G. Iglesias. Multi-parameter analysis and mapping of the levelised cost of energy from floating offshore wind in the mediterranean sea. *Energy Conversion and Management*, 243:114416, 2021.

W. C. Nadaleti, G. B. Dos Santos, and V. A. Lourenço. The potential and economic viability of hydrogen production from the use of hydroelectric and wind farms surplus energy in brazil: A national and pioneering analysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(3):1373–1384, 2020.

Nações Unidas. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*, 2023a.

URL <https://www.undp.org/pt/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>. [Acessado em 7 de setembro de 2023].

Nações Unidas. *The Paris Agreement*, 2023b. URL <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. [Acessado em 7 de setembro de 2023].

Nações Unidas. *Adoption of the Paris agreement*, 2023c.

URL <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>. [Acessado em 7 de setembro de 2023].

R. J. S. Nogueira, R. D. O. Pereira, D. R. Lins, J. N. do Nascimento Jr, J. P. R. Moreira, V. P. B. Aguiar, and R. S. T. Pontes. Controle PD de oscilações no ângulo de pitch da plataforma de turbina eólica offshore flutuante. In *Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos (SBSE)*, Manaus-AM, outubro 2023.

NREL. *OpenFAST Documentation (version v3.5.2)*. Technical report, National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States), 2024.

D. E. Olivares, A. Mehri-Sani, A. H. Etemadi, C. A. Cañizares, R. Iravani, M. Kazerani, A. H. Hajimiragha, O. Gomis-Bellmunt, M. Saeedifard, R. Palma-Behnke, G. A. Jiménez-Estévez, and N. D. Hatziargyriou. Trends in microgrid control. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 5(4):1905–1919, 2014.

R. D. O. Pereira, C. S. do N. Rios, J. P. R. Moreira, F. T. do Nascimento, M. V. R. Limaverde, T. C. da S. Lopes, M. V. S. Costa, V. de P. B. Aguiar, and R. S. T. Pontes. Active structural control of floating offshore wind turbine based on PID controller and resonant filter. In *IEEE Energy Conversion Conference and Expo, Phoenix-AZ*, outubro 2024.

I. Piasecka, A. Tomporowski, J. Flizikowski, W. Kruszelnicka, R. Kasner, and A. Mroziński. Life cycle analysis of ecological impacts of an offshore and a land-based wind power plant. *Applied Sciences*, 9(2), 2019.

Portal Hidrogênio Verde. *Portal Hidrogênio Verde (2023)*, 2023.

URL <https://www.h2verdebrasil.com.br/>. [Acessado em 7 de setembro de 2023].

C. Poussot-Vassal, O. Sename, L. Dugard, P. Gaspar, Z. Szabo, and J. Bokor. A new semi-active suspension control strategy through LPV technique. *Control Engineering Practice*, 16(12):1519–1534, 2008.

A. Pyrkin, A. Smyshlyaev, N. Bekiaris-Liberis, and M. Krstic. Rejection of sinusoidal disturbance of unknown frequency for linear system with input delay. In *Proceedings of the 2010 American Control Conference*, pages 5688–5693. IEEE, 2010.

M. Rahman, Z. C. Ong, W. T. Chong, S. Julai, and X. W. Ng. Wind turbine tower modeling and vibration control under different types of loads using ant colony optimized PID controller. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(2):707–720, 2019.

M. Rezaei, N. Naghdi-Khozani, and N. Jafari. Wind energy utilization for hydrogen production in an underdeveloped country: An economic investigation. *Renewable Energy*, 147:1044–1057, 2020.

T. L. M. Santos, B. P. M. Silva, and L. Uzêda. Multivariable filtered Smith predictor for systems with sinusoidal disturbances. *International Journal of Systems Science*, 48(10):2182–2194, 2017.

R. Sarrías-Mena, L. M. Fernández-Ramírez, C. A. García-Vázquez, and F. Jurado. Electrolyzer models for hydrogen production from wind energy systems. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(7):2927–2938, 2015.

SEMACE - Governo do Ceará. Governo do ceará e neoenergia assinam memorando para produção de energia eólica offshore, 2024.

URL <https://www.semace.ce.gov.br/2024/06/26/governo-do-ceara-e-neoenergia-assinam-memorando-para-producao-de-energia-eolica-offshore/>. Acessado em: 28 jan. 2025.

T. Soukissian. Use of multi-parameter distributions for offshore wind speed modeling: The johnson sb distribution. *Applied Energy*, 111:982–1000, 2013.

A. Stock, M. Cole, M. Kervyn, F. Fan, J. Ferguson, A. Nambiar, B. Pepper, M. Smailes, and D. Campos-Gaona. Control for improved battery lifetime in green hydrogen systems without a grid connection. *Energies*, 16(5181), 2023.

C. Sun. Mitigation of offshore wind turbine responses under wind and wave loading: Considering soil effects and damage. *Structural Control and Health Monitoring*, 25(3):e2117, 2018a.

C. Sun. Semi-active control of monopile offshore wind turbines under multi-hazards. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 99:285–305, 2018b.

Tribuna do Norte. Projetos de hidrogênio verde no m podem gerar investimentos de us\$20 bilhões, 2025. URL <https://tribunadonorte.com.br/economia/projetos-de-hidrogenio-verde-no-m-podem-gerar-investimentos-de-us-20-bilhoes/>. Acessado em: 28 jan. 2025.

B. Widera. Renewable hydrogen implementations for combined energy storage, transportation and stationary applications. *Thermal Science and Engineering Progress*, 16:100460, 2020.

Y. Zhou, R. Li, Z. Lv, J. Liu, H. Zhou, and C. Xu. Green hydrogen: A promising way to the carbon-free society. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 43:2–13, 2022.

H. Zuo, K. Bi, and H. Hao. A state-of-the-art review on the vibration mitigation of wind turbines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 121: 109710, 2020.

Álvaro Sema, I. Yahyaoui, J. E. Normey-Rico, C. de Prada, and F. Tadeo. Predictive control for hydrogen production by electrolysis in an offshore platform using renewable energies. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(17): 12865–12876, 2017.

ÁREA TEMÁTICA 5		
Título	Controle não linear aplicado a conversores de potência DC-DC	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 0
Palavras-chaves	Dissipatividade; Boost de alto ganho; Controle não-linear	
Descrição	O projeto baseia-se na síntese de controladores robustos e de alto desempenho para Conversores de Potência DC-DC (com ênfase em topologias como Boost ou Cúk) utilizando a estrutura da Teoria de Dissipatividade [1] (ou Passividade Generalizada). O objetivo principal é explorar as propriedades do circuito para garantir estabilidade global e regulação de tensão sob amplas variações de carga e de tensão de entrada, que caracterizam a natureza não-linear e chaveada desses conversores. Nesse contexto, o trabalho desenvolve-se em duas abordagens principais: o controle baseado em modelo e a	

	<p>modelagem baseada em dados (data-driven) para controle. A abordagem baseada em modelo é bem estabelecida e segue a ideia de modelagem fenomenológica a partir das equações descritivas do circuito [2, 3]. Por outro lado, a estratégia baseada em dados é proposta no sentido de se obter a aproximação polinomial do circuito, com base nos dados de entrada e saída. Em ambos os casos o circuito é descrito por um modelo do tipo $\dot{x} = f(x) + g(x)u$. O objetivo é projetar um controle que satisfaça desigualdades de dissipatividade, tanto para o caso baseado em modelo quanto para o caso de aproximação polinomial, garantindo a existência de uma função de armazenamento (Storage Function) que atue como a função de Lyapunov. Convém destacar que o estudo deve levar em conta tanto o caso de realimentação de estado $x(t)$ quanto de saída $y(t)=h(x)$. Nesse aspecto, é desejável avaliar estratégias de controle como por exemplo aquela baseada na injeção de amortecimento em sistemas interconectados [4], o IDA-PBC (Interconnection and Damping Assignment–Passivity-Based Control), o controle PI não-linear por setor de estabilização enriquecido por parcelas x^n [5, 6] ou o controle baseado em dissipatividade iterativa sob situação de saturação dada entrada [7].</p>
Abstract	<p>This project is based on high-performance and robust controller synthesis for DC-DC power converters (aiming at Boost and Cúk topologies), applying dissipativity theory [1] (Generalized Passivity). The goal is to exploit the circuit’s properties to ensure global stability and voltage regulation, considering a wide range of load variations that characterize the nonlinear behaviour of these converters. Within this context, the work unfolds in two main approaches: model-based control and data-driven modeling for control. Model-based follows the well-established circuit model obtained from the phenomenological equations description [2, 3]. On the other hand, a data-driven approach is proposed, aiming to devise a polynomial approximation of the circuit, based on an input-to-output dataset. In both cases, a $\dot{x} = f(x) + g(x)u$ model describes the dynamical behaviour of the circuit. Then, one designs a control law capable of satisfying matrix inequalities of dissipativity for both cases, the model-based and the polynomial approximation, ensuring the existence of a Storage Function, playing the role of a Lyapunov function. It is worth mentioning that this study takes into account the feedback of both state $x(t)$ and output $y(t)=h(x)$. Within this context, it is desirable to evaluate control strategies such as the one for Interconnection and Damping Assignment–Passivity-Based Control [4] (IDA-PBC), the nonlinear PI controller with stabilization by sector, enhanced with x^n terms [5, 6], or the iterative controller based on dissipativity under input saturation [7].</p>
Referências	<p>[1] W. M. Haddad and V. Chellaboina, Nonlinear dynamical systems and control: a Lyapunov-based approach. Princeton university press, 2008.</p> <p>[2] S. H. Chincholkar and C.-Y. Chan, “Design of fixed-frequency pulsewidth-modulation-based sliding-mode controllers for the quadratic boost converter,” IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, vol. 64, no. 1, pp. 51–55, 2016.</p> <p>[3] Z. Chen, P. Yang, G. Zhou, J. Xu, and Z. Chen, “Variable duty cycle control for quadratic boost pfc converter,” IEEE transactions on industrial electronics, vol. 63, no. 7, pp. 4222–4232, 2016.</p> <p>[4] Ramírez, Héctor, Daniel Sbarbaro, and Romeo Ortega. "On the control of non-linear processes: An IDA–PBC approach." Journal of Process Control 19.3 (2009): 405-414.</p> <p>[5] Sgrò, D., Correia, W. B., Leão, R. P. S., Tofoli, F. L., & Tibúrcio, S. A. S. (2022). Nonlinear current control strategy for grid-connected voltage source converters. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 142, 108349.</p> <p>[6] Sgrò, D., Correia, W. B., Leão, R. P. S., & Tofoli, F. L. (2025). Nonlinear Control Technique for Enhanced Synchronization Systems: Improving Dynamics and Noise Rejection of Phase-Locked Loops. ISA transactions.</p> <p>[7] Madeira, D. D. S., & Correia, W. B. (2024). Data-driven saturated state feedback design for polynomial systems using noisy data. IEEE Transactions on Automatic Control, 69(11), 7932-793.</p>

ÁREA TEMÁTICA 6		
Título	Controle Não Linear Baseado em Teoria da Dissipatividade, com Aplicações de Redes Neurais Artificiais para Estabilização de Sistemas Dinâmicos	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 1
Palavras-chaves	Controle Não Linear, Controle Baseado em Dados, Dissipatividade de Sistemas, Redes neurais Artificiais	
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 baseado apenas nos dados e que garantem estabilização em malha fechada sem determinar explicitamente um modelo matemático para o sistema [1], [2]. Esta última abordagem é conhecida como Controle Baseado em Dados e constitui uma 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. Tanto os sistemas lineares quanto plantas não lineares tem merecido bastante atenção de diversos grupos de pesquisa [3], [5]. Tendo como justificativa os argumentos apresentados acima, a linha de pesquisa proposta para esta Área Temática, sugere o desenvolvimento de novas técnicas de controle baseadas em dados para sistemas não lineares utilizando o conceito de dissipatividade [4], [6], e visando, principalmente, aplicações na área de sistemas de energia [8], [9]. A linha de pesquisa também contempla a aplicação de redes neurais artificiais para fins de projetos de controladores para sistemas não lineares, conforme feito em [5], em que excelentes resultados preliminares foram alcançados recentemente</p>	
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 without explicitly identifying the plant [1], [2]. That latter framework is known as Data-driven Control and represents a research topic that has been drawing great interest worldwide. 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 [3], [5]. Both linear and nonlinear systems have also been paid much attention to. 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 systems through the concept of dissipativity theory to that problem [4], [6], and aiming and application in renewable energy conversion systems [8], [9]. The research line also contemplates the application of artificial neural networks for the purpose of designing controllers for nonlinear systems, as done in [5], where excellent results have been achieved recently.</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] 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>	

[3] 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.

[4] 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.

[5] H. Wang, K. Miao, D. de S. Madeira, A. Papachristodoulou, "Learning Neural Controllers with Optimality and Stability Guarantees Using Input-Output Dissipativity," in arXiv:2506.06564, 2025.

[6] D. de S. Madeira, J. G. N. Silva, G. F. Machado and A. Papachristodoulou, "Nonlinear Static Output Feedback Design for Polynomial Systems With Non-Symmetric Input Saturation Bounds," in IEEE Control Systems Letters, vol. 9, pp. 937-942, 2025.

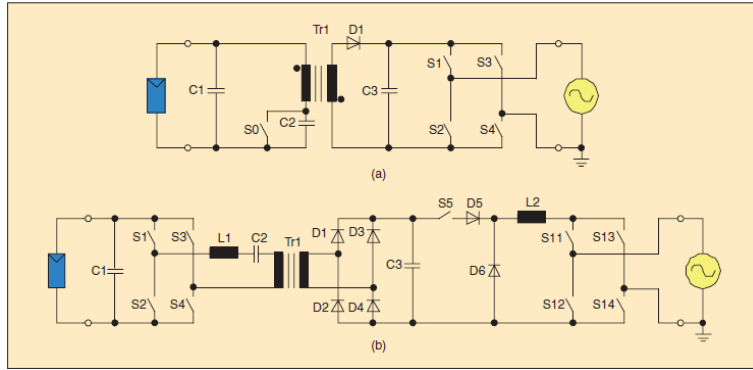
[7] M. Guo, C. De Persis and P. Tesi, "Data-driven stabilization of nonlinear polynomial systems with noisy data," in IEEE Transactions on Automatic Control, 2020. 10.1109/TAC.

[8] S. Simani, S. Alvisi and M. Venturini, "Data-driven control techniques for renewable energy conversion systems: wind turbine and hydroelectric plants," in Electronics, vol. 8, pp. 237, 2019.

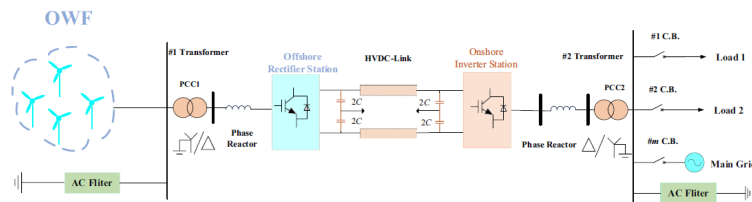
[9] S. Chapaloglou, D. Varagnolo, F. Marra and E. Tedeschi, "Data-driven energy management of isolated power systems under rapidly varying operating conditions," in Applied Energy, vol. 314, pp. 118906, 2022.

Linha de Pesquisa: ELETRÔNICA DE POTÊNCIA E ACIONAMENTOS ELÉTRICOS

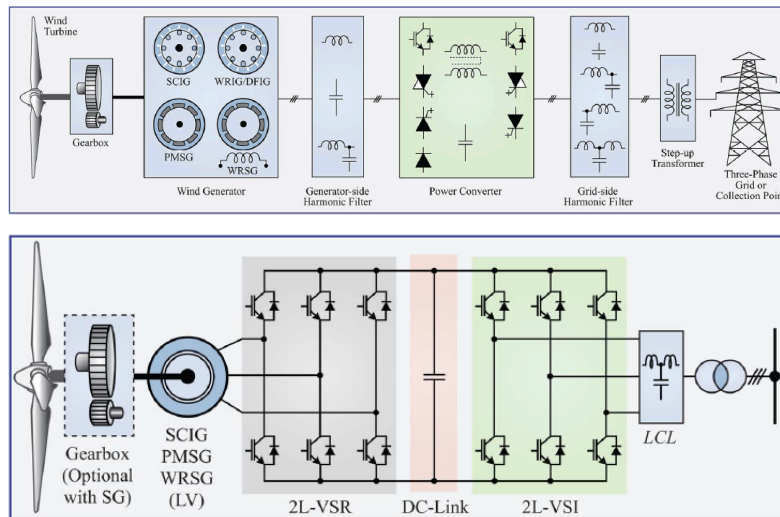
ÁREA TEMÁTICA 7		
Título	Aplicações de Eletrônica de Potência em Energias Renováveis	
Vagas	Mestrado: 5	Doutorado: 4
Palavras-chaves	Inversores, Conversores eólicos, WECs Conversores solares, Conversores CC-CC, carregamento de baterias, eletrolizadores	
Descrição	<p>A eletrônica de potência desempenha um papel fundamental no avanço e na aplicação bem-sucedida de energia renovável e geração distribuída. Essa área da engenharia elétrica se concentra no desenvolvimento de dispositivos, circuitos e sistemas que permitem a conversão, o controle e o condicionamento eficiente da energia elétrica.</p> <p>As fontes de energia renovável, como a energia solar e a energia eólica, estão se tornando cada vez mais importantes em nosso esforço para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar os impactos das mudanças climáticas. No entanto, essas fontes de energia são intermitentes e flutuantes, o que requer sistemas de eletrônica de potência para torná-las viáveis e integrá-las à rede elétrica de forma confiável.</p> <p>Um dos principais desafios enfrentados nas aplicações de energia renovável é a necessidade de converter a energia gerada em uma forma utilizável e estável. Os painéis solares e as turbinas eólicas geram energia em corrente contínua (CC), mas a maioria das aplicações requer energia em corrente alternada (CA). A eletrônica de potência desempenha um papel essencial nessa conversão de CC para CA, por meio de inversores de frequência, que transformam a energia em uma forma adequada para alimentar a rede elétrica.</p>	



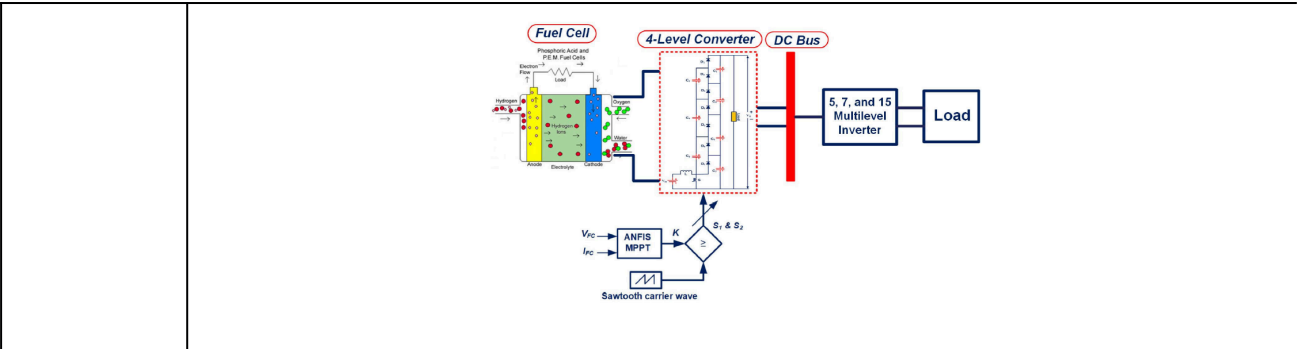
Os sistemas de eletrônica de potência são responsáveis pelo controle e condicionamento da energia gerada. Isso inclui o rastreamento do ponto de máxima potência dos painéis solares, garantindo que eles operem na melhor eficiência possível, bem como o controle da velocidade e da frequência das turbinas eólicas para otimizar a produção de energia.



Além disso, a eletrônica de potência é essencial para a implementação de sistemas de armazenamento de energia, como baterias e sistemas de armazenamento em larga escala. Esses sistemas desempenham um papel crítico na estabilização das flutuações de energia das fontes renováveis intermitentes, permitindo um suprimento de energia mais confiável e uma melhor integração das energias renováveis na rede elétrica.



Em resumo, a eletrônica de potência é uma tecnologia-chave para a viabilidade e o crescimento das energias renováveis e da geração distribuída. Ela permite a conversão eficiente de energia, o controle e o condicionamento necessários para integrar fontes renováveis à rede elétrica, além de possibilitar a implementação de sistemas de armazenamento de energia. Com o contínuo avanço da eletrônica de potência, podemos esperar uma expansão ainda maior do uso de energia renovável e geração distribuída.



Abstract

Power electronics plays a fundamental role in the advancement and successful application of renewable energy and distributed generation. This field of electrical engineering focuses on the development of devices, circuits, and systems that enable the efficient conversion, control, and conditioning of electrical power.

Renewable energy sources, such as solar and wind power, are becoming increasingly important in our efforts to reduce dependence on fossil fuels and mitigate the impacts of climate change. However, these energy sources are intermittent and variable, requiring power electronics systems to make them viable and integrate them reliably into the electrical grid.

One of the main challenges in renewable energy applications is the need to convert the generated power into a usable and stable form. Solar panels and wind turbines produce direct current (DC) power, but most applications require alternating current (AC). Power electronics plays a crucial role in this DC-to-AC conversion through frequency inverters, which transform the energy into a form suitable for feeding into the power grid. Power electronics systems are responsible for controlling and conditioning the generated energy. This includes maximum power point tracking (MPPT) for solar panels, ensuring they operate at peak efficiency, as well as controlling the speed and frequency of wind turbines to optimize power output.

Additionally, power electronics is essential for implementing energy storage systems, such as batteries and large-scale storage solutions. These systems play a critical role in stabilizing fluctuations from intermittent renewable sources, enabling a more reliable power supply and better integration of renewables into the grid. In summary, power electronics is a key technology for the feasibility and growth of renewable energy and distributed generation. It enables efficient energy conversion, control, and conditioning necessary to integrate renewable sources into the grid, while also facilitating the implementation of energy storage systems. With continued advancements in power electronics, we can expect an even greater expansion of renewable energy and distributed generation.

Referências

1. S. Kouro, J. I. Leon, D. Vinnikov and L. G. Franquelo, "Grid-Connected Photovoltaic Systems: An Overview of Recent Research and Emerging PV Converter Technology," in IEEE Industrial Electronics Magazine, vol. 9, no. 1, pp. 47-61, March 2015, doi: 10.1109/MIE.2014.2376976.
2. S. Bacha, D. Picault, B. Burger, I. Etxeberria-Otadui and J. Martins, "Photovoltaics in Microgrids: An Overview of Grid Integration and Energy Management Aspects," in IEEE Industrial Electronics Magazine, vol. 9, no. 1, pp. 33-46, March 2015, doi: 10.1109/MIE.2014.2366499.
3. H. Badihi, Y. Zhang, B. Jiang, P. Pillay and S. Rakheja, "A Comprehensive Review on Signal-Based and Model-Based Condition Monitoring of Wind Turbines: Fault Diagnosis and Lifetime Prognosis," in Proceedings of the IEEE, vol. 110, no. 6, pp. 754-806, June 2022, doi: 10.1109/JPROC.2022.3171691.
4. B. Yang et al., "A critical survey of technologies of large offshore wind farm integration: summary, advances, and perspectives," in Protection and Control of Modern Power Systems, vol. 7, no. 2, pp. 1-3, April 2022, doi: 10.1186/s41601-022-00239-w.

	<ol style="list-style-type: none"> 5. Y. Sun, Z. Zhao, M. Yang, D. Jia, W. Pei and B. Xu, "Overview of energy storage in renewable energy power fluctuation mitigation," in <i>CSEE Journal of Power and Energy Systems</i>, vol. 6, no. 1, pp. 160-173, March 2020, doi: 10.17775/CSEEJPES.2019.01950. 6. V. Gevorgian, S. Shah, W. Yan and G. Henderson, "Grid-Forming Wind: Getting ready for prime time, with or without inverters," in <i>IEEE Electrification Magazine</i>, vol. 10, no. 1, pp. 52-64, March 2022, doi: 10.1109/MELE.2021.3139246. 7. P. K. Maroti, S. Padmanaban, J. B. Holm-Nielsen, M. Sagar Bhaskar, M. Meraj and A. Iqbal, "A New Structure of High Voltage Gain SEPIC Converter for Renewable Energy Applications," in <i>IEEE Access</i>, vol. 7, pp. 89857-89868, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2925564. 8. S. Kumar Tiwari, B. Singh and P. K. Goel, "Design and Control of Microgrid Fed by Renewable Energy Generating Sources," in <i>IEEE Transactions on Industry Applications</i>, vol. 54, no. 3, pp. 2041-2050, May-June 2018, doi: 10.1109/TIA.2018.2793213. 9. S. N. Mtolo and A. K. Saha, "A Review of the Optimization and Control Strategies for Fuel Cell Power Plants in a Microgrid Environment," in <i>IEEE Access</i>, vol. 9, pp. 146900-146920, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3123181. 10. C. Dhananjayulu, S. R. Khasim, S. Padmanaban, G. Arunkumar, J. B. Holm-Nielsen and F. Blaabjerg, "Design and Implementation of Multilevel Inverters for Fuel Cell Energy Conversion System," in <i>IEEE Access</i>, vol. 8, pp. 183690-183707, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3029153
--	---

ÁREA TEMÁTICA 8		
Título	Conversores CA/CC Isolados Bidirecionais de Alto Desempenho com Interruptores Monolíticos Bidirecionais para Aplicações em Data Centers, Veículos Elétricos e Sistemas de Armazenamento de Energia	
Vagas	Mestrado: 2	Doutorado: 1
Palavras-chaves	Conversores CA/CC; Interruptores bidirecionais monolíticos; Semicondutores de banda larga (GaN); Alta densidade de potência; Dissipação de calor; Resfriamento com líquido bifásico; Eficiência energética; Controle de potência bidirecional; Eletrônica de potência.	
Descrição	<p>A demanda por conversores estáticos que realizam retificação com alto desempenho, em termos de eficiência e densidade de potência, e que exigem, para conformidade com normas de segurança, isolamento galvânico, tem crescido com o desenvolvimento tecnológico geral. Recentemente, aplicações mais tradicionais, como sistemas de telecomunicações, aumentaram significativamente os níveis de potência exigidos, impulsionados pelo surgimento da Inteligência Artificial, que requer grandes data centers. Novas aplicações, como veículos elétricos, que requerem carregadores a bordo e externos, e sistemas de armazenamento de energia para suporte à rede, aumentaram os requisitos técnicos para esses conversores, incluindo também a exigência de fluxo de potência bidirecional. Além disso, a gestão térmica, particularmente a dissipação de calor, torna-se um aspecto crítico no projeto desses conversores, especialmente diante da crescente demanda por alta densidade de potência. Técnicas avançadas de refrigeração, como o uso de líquidos bifásicos, são essenciais para remover eficientemente o calor concentrado e garantir a confiabilidade e a vida útil dos componentes [15][16].</p> <p>Tradicionalmente, para atender aos rigorosos requisitos, a conversão CA/CC é realizada usando 2 estágios de conversão: um estágio retificador e um estágio CC/CC com isolamento em alta frequência. Para o primeiro estágio, várias soluções bem estabelecidas, como o retificador PWM de seis interruptores, bem como soluções multinível, podem ser usadas. A conversão CC/CC pode ser realizada por conversores Dual Active Bridge com modulação por deslocamento de fase [1], ou por conversores ressonantes. Considerando eficiências de pico típicas de 98% a 99,3% para o primeiro estágio e de 97%</p>	

	<p>a 98,5% para o estágio CC-CC, a eficiência de pico global para uma solução de dois estágios está tipicamente na faixa de 95% a 97,8%, considerando uma variação de tensão de saída de $\pm 15\%$.</p> <p>Na busca por um desempenho aprimorado, pesquisas significativas exploraram novas topologias de estágio único [2][3][4][5] e sua otimização [6][7]. Um desafio predominante é que essas configurações frequentemente impõem um compromisso, exigindo semicondutores com maiores capacidades de corrente [2][3], maiores tensões nominais no lado CA [4] ou um número maior de interruptores [5], limitações que restringem seu potencial de desempenho geral.</p> <p>Concomitantemente, pesquisas intensivas em semicondutores de banda larga [8] permitiram a implementação de interruptores bidirecionais monolíticos (M-BDS) [9]. Esses dispositivos abriram novos horizontes na eletrônica de potência, não apenas aprimorando o desempenho de topologias existentes, mas também permitindo a concepção de outras totalmente novas [10].</p> <p>Este potencial foi demonstrado pela primeira vez em [5], onde MBS foram usados para criar um retificador trifásico isolado de estágio único que empregava semicondutores com tensão nominal mais baixa no lado CA. Pesquisas subsequentes refinam este conceito: uma versão ressonante alcançou 97,4% de eficiência [11], enquanto um projeto posterior com um secundário de quatro braços forneceu maior flexibilidade de modulação e maior eficiência [12]. Uma análise mais aprofundada em [13] projetou as perdas totais nos semicondutores em 1,4%, e um esquema de modulação otimizado elevou a eficiência teórica, apenas nos semicondutores, para 98,9%. Uma abordagem alternativa em [14] usou doze interruptores no lado secundário para benefícios de controle semelhantes, projetando uma eficiência de pico de 98,1%.</p> <p>Neste contexto, esta pesquisa propõe novas topologias que utilizam semicondutores M-BDS, com tensão nominal para a tensão de fase de pico, no lado CA e apenas interruptores unidirecionais no lado CC. Esta nova topologia utiliza um esquema de modulação simples, alcança perdas por comutação reduzidas e permite o controle simples da potência ativa e reativa mesmo sob condições de rede desequilibradas</p>
Abstract	
Referências	<p>[1] R. W. A. A. De Doncker, D. M. Divan, and M. H. Kheraluwala, "A three-phase soft-switched high-power-density DC/DC converter for high-power applications," <i>*IEEE Trans. on Ind. Applicat.*</i>, vol. 27, no. 1, pp. 63–73, Feb. 1991, doi: 10.1109/28.67533.</p> <p>[2] M. H. Kheraluwala and R. W. De Doncker, "Single phase unity power factor control for dual active bridge converter," in <i>*Conference Record of the 1993 IEEE Industry Applications Conference Twenty-Eighth IAS Annual Meeting*</i>, Toronto, Ont., Canada: IEEE, 1993, pp. 909–916. doi: 10.1109/IAS.1993.299007.</p> <p>[3] B. R. De Almeida, J. W. M. De Araujo, P. P. Praca, and D. De S. Oliveira, "A Single-Stage Three-Phase Bidirectional AC/DC Converter With High-Frequency Isolation and PFC," <i>*IEEE Trans. Power Electron.*</i>, vol. 33, no. 10, pp. 8298–8307, Oct. 2018, doi: 10.1109/TPEL.2017.2775522.</p> <p>[4] M. Antivachis, D. Bortis, L. Schrittwieser, and J. W. Kolar, "Three-phase buck-boost Y-inverter with wide DC input voltage range," in <i>*2018 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*</i>, San Antonio, TX, USA: IEEE, Mar. 2018, pp. 1492–1499. doi: 10.1109/APEC.2018.8341214.</p> <p>[5] D. Menzi, J. W. Kolar, H. Sarnago, Ó. Lucía, and J. E. Huber, "New 600V GaN Single-Stage Isolated Bidirectional 400V Input Three-Phase PFC Rectifier," in <i>*2023 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*</i>, Nashville, TN, USA: IEEE, Oct. 2023, pp. 6529–6531. doi: 10.1109/ECCE53617.2023.10362864.</p>

[6] J. Everts, F. Krismer, J. Van Den Keybus, J. Driesen, and J. W. Kolar, "Optimal ZVS Modulation of Single-Phase Single-Stage Bidirectional DAB AC-DC Converters," **IEEE Trans. Power Electron.**, vol. 29, no. 8, pp. 3954–3970, Aug. 2014, doi: 10.1109/TPEL.2013.2292026.

[7] M. Zhang, H. Zou, Z. Chen, R. Yu, and A. Q. Huang, "A Novel Single-Stage Bidirectional Isolated Three-Phase Resonant Mode AC-DC PFC Converter," in **2023 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)**, Nashville, TN, USA: IEEE, Oct. 2023, pp. 2222–2229. doi: 10.1109/ECCE53617.2023.10362374.

[8] B. J. Baliga, "Silicon Carbide Power Devices: Progress and Future Outlook," **IEEE J. Emerg. Sel. Topics Power Electron.**, vol. 11, no. 3, pp. 2400–2411, June 2023, doi: 10.1109/JESTPE.2023.3258344.

[9] V. Veliadis and T. M. Jahns, "Monolithic Bidirectional Lateral GaN Switches Reinvigorate Power Electronics Applications," **IEEE Power Electron. Mag.**, vol. 12, no. 1, pp. 22–28, Mar. 2025, doi: 10.1109/MPEL.2025.3528696.

[10] J. Huber and J. W. Kolar, "Monolithic Bidirectional Power Transistors," **IEEE Power Electron. Mag.**, vol. 10, no. 1, pp. 28–38, Mar. 2023, doi: 10.1109/MPEL.2023.3234747.

[11] S. Weihe, **Novel Bidirectional Single-Stage Isolated 600-V GaN M-BDSBased Single/Three-Phase-Operable EV On-Board Charger**. DE: VDE VERLAG GMBH, 2024. Accessed: Nov. 19, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.30420/566262040>

[12] D. Zhang, S. Weihe, J. Huber, and J. W. Kolar, "Single-Stage Isolated Bidirectional Extended-Functionality X-Rectifier for EV Chargers with Three/Single-Phase AC Input Capability," in **2024 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)**, Phoenix, AZ, USA: IEEE, Oct. 2024, pp. 2906–2913. doi: 10.1109/ECCE55643.2024.10860867.

[13] S. Weihe, **Optimized Modulation of Isolated Bidirectional Single-Stage Three-/Single-Phase X-Rectifier for EV On-Board Chargers**. DE: VDE VERLAG GMBH, 2025. Accessed: Nov. 19, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.30420/566541039>

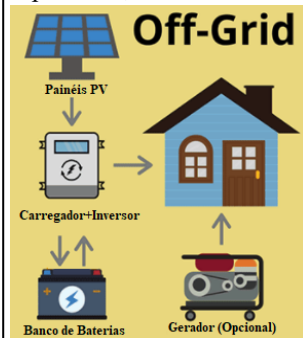
[14] M. Zhang, H. Zou, S. Farzamkia, C. Chen, and A. Q. Huang, "Three Phase High-Frequency-Link-Y-Configuration AC-DC DAB Converter with Monolithic Bidirectional GaN Switch," in **2024 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)**, Phoenix, AZ, USA: IEEE, Oct. 2024, pp. 1130–1136. doi: 10.1109/ECCE55643.2024.10860939.

[15] Y. A. Çengel and A. J. Ghajar, **Heat and Mass Transfer: Fundamentals & Applications**, 6th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2020.

[16] L. Wang, H. Zheng, Y. Wang, J. Gong, B. Hu, W. Mu, J. Li, T. Long, and Z. Zeng, "Forced Fluorinated Liquid Cooling for Medium Voltage SiC Power Modules: Concurrently Addressing Electrical and Thermal Challenges," **IEEE Trans. Power Electron.**, vol. 39, no. 12, pp. 14450–14465, Dec. 2024.

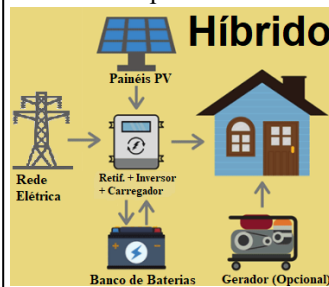
ÁREA TEMÁTICA 9	
Título	Fontes de Alimentação Usando Energias Renováveis
Vagas	Mestrado: 2 Doutorado: 2
Palavras-chaves	Sistemas Off-Grid, Sistemas Híbridos e Sistemas On-Grid
Descrição	<p>1. Sistemas <i>Off-Grid</i></p> <p>Os sistemas <i>Off-Grid</i> ou autônomos, tal como ilustrado na Fig. 1, são usados 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 baterias.</p>

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.



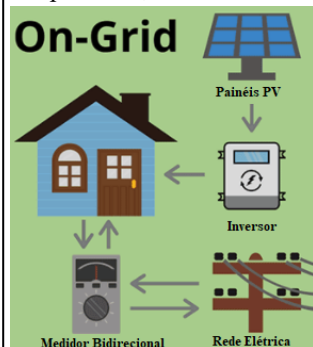
2. Sistemas Híbridos

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 da 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.



3. Sistemas On-Grid

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



Abstract

1. Off-Grid Systems

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:

	<p>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: full-time sharing of renewable energy and energy coming from the grid; and the partial use of the electrical network only to charge the batteries. UPSs with the addition of renewable energy sources belong to this type of family. There are research opportunities: the design of high-performance static converters, the 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: full-time sharing of renewable energy and energy coming from the grid; and the partial use of the electrical network only to charge the batteries. UPSs with the addition of renewable energy sources belong to this type of family. The research opportunities are the design of high-performance static converters, the 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] Imène 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>

Linha de Pesquisa: ENERGIAS RENOVÁVEIS E SISTEMAS ELÉTRICOS

ÁREA TEMÁTICA 10		
Título	Análise Da Composição Do Pico De Demanda Formado Por Cargas Residenciais Para Fins De Adequação Da Resposta À Demanda Utilizando Teoria Dos Jogos.	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 1
Palavras-chaves	Resposta à demanda. Eficiência energética. Teoria dos Jogos.	
Descrição	<p>A resposta à demanda é um conjunto de estratégias e técnicas usadas pelas concessionárias de energia elétrica e/ou consumidores para controlar, reduzir ou deslocar o consumo de eletricidade em horários de pico. Isso é feito para equilibrar a oferta em relação à demanda, evitando sobrecarga na rede elétrica e melhorando a eficiência do sistema como um todo. O objetivo desta proposta é sugerir que seja feita uma análise das características das cargas que estão causando um pico de demanda e as redistribuir temporalmente, mantendo a métrica de conforto média, conforme definido em [Coutinho 2024], em relação à disposição original. O setor elétrico enfrenta grandes desafios durante os picos de carga, que são períodos em que a demanda de eletricidade atinge seu nível máximo, geralmente em horários de alta atividade, como, durante o fim da tarde e início da noite, quando muitas pessoas chegam em casa e ligam aparelhos como ar-condicionado, aquecedores, eletrodomésticos, etc. Além disso, em dias muito quentes ou frios, quando o uso de sistemas de climatização (ar-condicionado, aquecedores) aumenta consideravelmente. Para resolver o problema, sugere-se inicialmente que se investigue a possibilidade de modelar as cargas no tempo como fasores. Em seguida, analisar a disposição dessas cargas no tempo sob a óptica do jogo proposto em [Coutinho 2013], a fim de investigar se o problema converge para o ponto focal contextual. Essa última etapa ainda deverá ser dividida em quatro cenários: cargas idênticas ou homogêneas; cargas com a mesma duração mas com potências diferentes; cargas com duração diferente, mas com mesma potência; e cargas heterogêneas. Como resultado, espera-se obter, de forma empírica ou teórica, uma função de recompensa adequada, derivada dos parâmetros da carga, de forma que com a repetição do jogo o resultado seja convergente. A contribuição do trabalho pode ser relevante para o setor energético, ao sugerir novas formas de gestão da demanda e ao contribuir com soluções tecnológicas para um consumo mais sustentável e eficiente. Embora os resultados ainda não tenham sido alcançados, a pesquisa tem o potencial de oferecer uma abordagem inovadora para os desafios da rede elétrica, com aplicações práticas para concessionárias e consumidores</p>	
Abstract	<p>Demand response is a set of strategies and techniques used by electricity utilities and/or consumers to control, reduce, or shift electricity consumption during peak hours. This is done to balance supply and demand, preventing overloads in the electrical grid and improving the overall efficiency of the system. The objective of this proposal is to suggest an analysis of the characteristics of the loads contributing to a demand peak and to temporally redistribute them while maintaining the average comfort metric, as defined in [Coutinho 2024], relative to the original arrangement. The electric sector faces significant challenges during load peaks, which occur when electricity demand reaches its highest level, usually during high-activity periods such as late afternoon and early evening when many people return home and turn on appliances such as air conditioners, heaters, and household devices. Additionally, on very hot or cold days, the use of climate control systems (air conditioning, heaters) increases considerably. To address this issue, it is initially suggested to investigate the possibility of modeling loads over time as phasors. Next, the temporal distribution of these loads should be analyzed from the perspective of the game proposed in [Coutinho 2013] to determine whether the problem converges to the contextual focal point. This final step should be further divided into four scenarios: identical or homogeneous loads; loads with the same duration but different power levels; loads with different durations but the same power level; and heterogeneous loads. As a result, it is expected that an appropriate reward function, derived from the load parameters, will be obtained empirically or theoretically. This function should ensure that, with repeated iterations of the game, the outcome converges. The contribution of</p>	

	<p>this work may be relevant to the energy sector by suggesting new demand management strategies and contributing technological solutions for more sustainable and efficient consumption. Although the results have not yet been achieved, this research has the potential to offer an innovative approach to the challenges of the electrical grid, with practical applications for utilities and consumers.</p>
Referências	<p>COUTINHO, L. R. R. Método de Ordenação de Eventos para Sistemas Embarcados Multitarefa com Múltiplos Níveis Críticos. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2013. COUTINHO, L. R. R. Tariff Spaces: A New Concept for Optimizing the Use of Electrical Loads in Smart Homes. Dissertação (Doutorado em Engenharia Elétrica) — Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024. NISAN, Noam et al. Algorithmic game theory. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. ROUGHGARDEN, Tim. Twenty lectures on algorithmic game theory. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. CORMEN, Thomas H.; LEISERSON, Charles E.; RIVEST, Ronald L.; STEIN, Clifford. Introduction to algorithms. 3rd ed. Cambridge: MIT Press, 2009. HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. Introduction to operations research. 9th ed. New York: McGraw-Hill, 2010. KITCHENHAM, Barbara A.; CHARTERS, Stuart. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. EBSE Technical Report. Keele University; University of Durham, 2007. TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Philip. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. British Journal of Management, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003. ANEEL: Brazil. Base de Dados das Tarifas das Distribuidoras de Energia Elétrica. 2023. Available in: https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/basestarifas. Accessed: 15 fev. 2024. PRAJAPATI, Anjani Kumar; SRIVASTAVA, S.K.; NARAIN, Aishvarya. Electricity Price Forecasting: A Bibliographical Review. IEEE Transactions on Power Systems, vol. 1, n. 1, p. 123-134, jan. 2022. Disponível em: . Acesso em: 9 fev. 2025. GOULARTE, Kemily Monteiro Cardoso; MUNIZ, Pablo Rodrigues; NUNES, Reginaldo Barbosa. Analysis of the Effectiveness of the Social Electricity Tariff in Serving the Target Public: Case Study in the State of Espírito Santo (Brazil). IEEE Latin America Transactions, vol. 2, n. 2, p. 234-245, fev. 2023. Disponível em: . Acesso em: 9 fev. 2025. PAZ, José Miguel Mostacilla; PANTANO, Gustavo Coria; QUETE, Andrés Arturo Romero. Dynamic Electricity Tariff in Distribution Systems. IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 3, n. 3, p. 345-356, mar. 2024. Disponível em: . Acesso em: 9 fev. 2025.</p>

ÁREA TEMÁTICA 11		
Título	Análise Experimental do Desempenho Térmico e Elétrico de Sistemas Fotovoltaicos Flutuantes no Semiárido Brasileiro.	
Vagas	Mestrado: 0	Doutorado: 1
Palavras-chaves	Sistemas Fotovoltaicos Flutuantes; Desempenho Térmico; Eficiência Energética.	
Descrição	<p>O presente plano propõe a análise experimental e a modelagem matemática do desempenho térmico e elétrico de sistemas fotovoltaicos flutuantes (FVF) em condições de clima semiárido. A proposta justifica-se pela escassez de literatura científica focada nestas condições, visto que a maioria dos estudos se concentra na Ásia e Europa, cujas condições climáticas diferem das encontradas no Nordeste brasileiro [1]. A pesquisa visa preencher lacunas críticas identificadas no estado da arte: a insuficiência de dados sobre o desempenho a longo prazo em regiões de alta irradiância e a carência de modelos preditivos calibrados para variáveis tropicais específicas [1]. O projeto prevê a instalação de uma planta piloto em um reservatório no Ceará para quantificar os ganhos de eficiência decorrentes do arrefecimento proporcionado pela água e investigar a influência de regimes de vento locais na dissipação térmica. Os dados experimentais alimentarão algoritmos de Machine Learning para desenvolver novos modelos de temperatura de operação, visando mitigar perdas térmicas e validar a viabilidade técnica da tecnologia como solução para a conservação hídrica e geração de energia limpa.</p>	
Abstract	<p>This research proposal focuses on the experimental assessment and mathematical modeling of floating photovoltaic (FPV) systems operating under the specific conditions of the Brazilian semi-arid climate. The proposal addresses a significant geographical imbalance in current research, which is</p>	

	<p>predominantly concentrated in Asia and Europe, leaving a gap in data regarding FPV performance in tropical regions [1]. The study aims to tackle critical knowledge gaps identified in recent literature: the lack of long-term performance data in high-irradiance environments and the scarcity of predictive thermal models tailored to tropical variables [1]. The project involves deploying a pilot FPV plant in a water reservoir in Ceará to quantify efficiency gains attributed to the water-cooling effect and to analyze the role of local wind regimes in thermal dissipation. Experimental data will be used to refine Machine Learning algorithms and develop robust operating temperature models.</p> <p>Ultimately, this research seeks to validate the technical viability of FPVs in the semi-arid context, promoting the synergy between sustainable energy generation and water resource conservation.</p>
Referências	<p>[1] A. W. D. da Costa, L. O. Santos, e P. C. M. de Carvalho, “A Review of Thermal Behavior of Floating Photovoltaic Under Tropical Climates,” IEEE Latin America Transactions, vol. 23, nov. 2025. DOI: 10.1109/TLA.2025.11194770.</p> <p>[2] A. Sahu, N. Yadav, e K. Sudhakar, “Floating photovoltaic power plant: A review,” Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 66, pp. 815–824, 2016.</p> <p>[3] O. S. H. Mendoza et al., “Usinas fotovoltaicas flutuantes em reservatórios do Ceará,” Repositório Institucional UFC, 2023.</p> <p>[4] CARVALHO, PAULO C. M.; DE ARAÚJO, JOSÉ C. ; DE LIMA, JOSÉ B. C. ; CARNEIRO, TATIANE C. ; FERNANDEZ-RAMIREZ, LUIS M. . Floating Photovoltaic Plants: Exploring the Water-Energy Nexus. IEEE Access, v.13, p. 1-1, 2025.</p>

ÁREA TEMÁTICA 12	
Título	Otimização de projetos de parques híbridos.
Vagas	Mestrado: 0 Doutorado: 1
Palavras-chaves	Parque eólico; Parque fotovoltaico; Parques híbridos; Otimização da geração.
Descrição	Desde 2021, a regulação brasileira permite a implantação de projetos de geração que combinam diferentes fontes em um mesmo local. Esse modelo contribui para a expansão da oferta de energia ao aproveitar sinergias importantes: redução de investimentos em infraestrutura, mitigação de riscos comerciais e até economia na aquisição de terrenos. Nesse contexto, a presente proposta visa a otimização da geração de energia elétrica de parques híbridos eólicos – fotovoltaicos.
Abstract	Since 2021, Brazilian regulation has allowed the implementation of generation projects that combine different sources in the same location. This model contributes to expanding the energy supply by taking advantage of important synergies: reducing infrastructure investments, mitigating commercial risks, and even saving on land acquisition. In this context, the present proposal aims at optimizing the electricity generation of hybrid wind – photovoltaic parks.
Referências	<p>[1] ADECE. Atlas eólico e solar apresenta potenciais de geração do Ceará. Disponível em: http://investeaceara.adece.ce.gov.br/atlas-eolico-e-solar-apresenta-potenciais-de-geracao-do-ceara. Acesso em: 21 maio 2022.</p> <p>[2] ANEEL. SIGA - Sistema de Informações de Geração da ANEEL Disponível em: https://dados.gov.br/dataset/siga-sistema-de-informacoes-de-geracao-da-aneel. Acesso em: 22 maio 2022.</p> <p>[3] CARVALHO, P. C. M. et al. Land requirement scenarios of PV plants in Brazil. Renewable Energy and Power Quality Journal, v. 1, n. 16, p. 170–174, 2018.</p> <p>[4] CHAVES, C. M. N. D. M. Utilização do modelo numérico WRF para fins de geração eólicoelétrica: estudo de caso para Maracanaú, Ceará. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.</p> <p>[5] LETCHER, T. M. Wind energy engineering. London:ELSEVIER, 2017.</p> <p>[6] NREL. Land-use requirements of modern wind power plants in the United States. Colorado,2009.</p> <p>[7] DA SILVA, ANTONIO NEILTON ; DANTAS DA COSTA, ANTONIO WELLINGTON ; TERRANOVA, ANANDA ; BEZERRA FREITAS, BRENO ; FREITAS DE ANDRADE, CARLA ; MACIEL AMANAJÁS, CÁSSIO ; PORFÍRIO DE ASSIS, DIONIZIO ; MIRANDA DE ARAÚJO, ESDRAS ; MAGALHÃES DE LIMA, JOÃO PEDRO ; LEMOS COSTA GUERRA, LUCCA ; RAMOS LIMAVERDE, MARCIO VENICIO ; DE MACEDO NUNES, OTACILIO JOSÉ ; MARQUES DE</p>

	CARVALHO, PAULO CESAR ; DA LUZ REGIS, PLÁCIDO NETO ; MARTINS DE DEUS, RAFAEL ANTONIO . Investiga�o de densidade de potência e de gera�o de parques eólicos no Ceará. Revista Brasileira de Energia, v. 31, p. 107, 2025.
--	--

ÁREA TEMÁTICA 13	
Título	IoT para Monitoramento de Plantas Fotovoltaicas em Solo e Flutuante visando diagnóstico e previsão do comportamento.
Vagas	Mestrado: 0 Doutorado: 1
Palavras-chaves	IoT; LoRa; LoRaWAN; Monitoramento Fotovoltaico; Aquisi�o de Dados; Sensores Ambientais; Aprendizado de Máquina; Diagnóstico; Previsão; Energias Renováveis
Descri�o	A proposta do projeto se fundamenta no desenvolvimento e aprimoramento de sistemas IoT para o monitoramento contínuo de variáveis ambientais e operacionais em plantas fotovoltaicas instaladas em solo e em plataformas flutuantes. O sistema previsto realizar� a aquisi�o em alta resolu�o de parâmetros como irradiância, temperatura ambiente, umidade relativa, velocidade do vento e temperaturas dos módulos, transmitindo-os a uma esta�o remota por meio de comunica�o de longo alcance utilizando tecnologia LoRa ou LoRaWAN. No ponto de recep�o, os dados serão processados e armazenados em bancos de dados locais e em plataformas em nuvem, permitindo visualiza�o, análise e exporta�o por interface web acessível. Esse monitoramento em tempo real possibilitará a identifica�o de falhas, condi�es operacionais não ideais e varia�es microclimáticas, além de subsidiar análises de eficiência energética, detec�o automática de anomalias e aplica�es de técnicas de aprendizado de máquina voltadas tanto para diagnóstico quanto para previsão do comportamento do sistema. O projeto propõe uma arquitetura modular, escalável e de baixo custo, capaz de contribuir para o avanço das solu�es de monitoramento inteligente aplicadas a sistemas de energia solar no contexto das energias renováveis.
Abstract	The project proposal is grounded in the development and enhancement of IoT systems for continuous monitoring of environmental and operational variables in photovoltaic plants installed both on land and on floating platforms. The envisioned system will perform high-resolution acquisition of parameters such as solar irradiance, ambient temperature, relative humidity, wind speed, and module temperatures, transmitting them to a remote station through long-range communication using LoRa or LoRaWAN technology. At the receiving point, the data will be processed and stored in local databases and cloud platforms, enabling visualization, analysis, and export through an accessible web interface. This real-time monitoring will allow the identification of faults, non-ideal operating conditions, and microclimatic variations, in addition to supporting efficiency assessments, automatic anomaly detection, and machine learning applications for both diagnostics and system behavior forecasting. The project proposes a modular, scalable, and low-cost architecture capable of advancing intelligent monitoring solutions applied to solar energy systems within the context of renewable energy technologies.
Referências	PEREIRA, M. F.; CARVALHO, P. C. M.; JUC�, S. C. S. Embedded Linux system applied to real-time cloud monitoring of decentralized photovoltaic plant. Renewable Energy, 2017. PEREIRA, M. F.; CARVALHO, P. C. M.; JUC�, S. C. S. Comparative analysis of PV modules temperature between center and edge using IoT embedded system. PVSC, 2019. VICTOR, L. D.; CARVALHO, P. C. M.; JUC�, S. C. S. IoT-based monitoring applied to photovoltaic generation. ICSES, 2019. DUPONT, V. L.; CARVALHO, P. C. M.; JUC�, S. C. S. IoT data acquisition system applied to photovoltaic water pumping. ICRERA, 2018. ASSIS, D. P. et al. Sistema de monitoramento IoT da irradiância solar com LDR aplicando aprendizagem de máquina. CBENS, 2024. ASSIS, D. P. et al. Scalable data acquisition system for long-range monitoring of photovoltaic plants in real-time. IEEE Access, 2025. DUPONT, I. M. et al. Sistema embarcado Linux aplicado ao monitoramento em nuvem de planta de microgera�o fotovoltaica. CBENS, 2016. PEREIRA, R. I. S.; CARVALHO, P. C. M.; JUC�, S. C. S. Integra�o de sistemas de monitoramento IoT em rede aplicados em plantas de microgera�o fotovoltaica. SNPTEE, 2016.

<p>LOUBANY, A.; LAHOUD, S.; EL CHALL, R. Adaptive algorithm for spreading factor selection in LoRaWAN networks with multiple gateways. <i>Computer Networks</i>, v. 182, p. 107491, 2020.</p> <p>SHUDA, J.; RIX, A.; BOOYSEN, M. Towards module-level performance and health monitoring of solar PV plants using LoRa wireless sensor networks. In: 2018 IEEE PES/IAS PowerAfrica. p.172–177.</p> <p>JABBAR, W. A. et al. Smart energy meter based on a long-range wide-area network for a stand-alone photovoltaic system. <i>Expert Systems with Applications</i>, v. 197, p. 116703, 2022.</p>

ÁREA TEMÁTICA 14	
Título	Redes Elétricas Inteligentes
Vagas	Mestrado: 2 Doutorado: 1
Palavras-chaves	Sistema de Distribuição de Energia; Recursos Renováveis Distribuídos, Geração Distribuída; Proteção Adaptativa.
Descrição	<p>A transição energética no Brasil e no mundo tem impulsionado a descentralização da geração de eletricidade, fomentando a conexão de Recursos Energéticos Renováveis nos sistemas de transmissão e de distribuição de energia, em especial priorizado a expansão de fontes de Energias Renováveis Variáveis (ERV), eólica e solar. Em ambos os segmentos, os Recursos Energéticos Renováveis têm proporcionado benefícios técnicos, econômicos, sociais e ambientais, contribuindo assim para a descarbonização do planeta. No entanto, a crescente expansão das fontes de ERV nos sistemas de transmissão e de distribuição têm imposto novos desafios técnicos e operacionais às empresas e operadores do sistema elétrico. Para superar esses desafios, a literatura destaca a aplicação de restrições operativas, denominadas curtailment nos sistemas de transmissão e distribuição; investimentos na expansão das redes elétricas para escoamento da energia produzida pelas fontes renováveis; reformas regulatórias e uso de tecnologias de Sistemas de Armazenamento de Energia e conexão de grandes blocos de cargas nos sistemas de transmissão.</p> <p>No sistema de transmissão brasileiro está em curso o curtailment de fontes de ERV eólicas e fotovoltaicas. Curtailment é uma prática que consiste na redução, limitação ou corte, de geração eólica e fotovoltaica, quando o montante de ERV produzida por essas fontes supera a capacidade do sistema de transmissão ou a necessidade de consumo demandada pela sociedade. Por outro lado, no sistema de distribuição, há um aumento de restrições para conexão de mini e microgeração distribuída fotovoltaica (MMGD) em função dos impactos do fluxo reverso que afetam a qualidade, confiabilidade e segurança da rede elétrica, como por exemplo, sobretensão, desequilíbrio tensão, aumento das perdas técnicas, atuação indevida ou insensibilidade dos relés de proteção que tem afetado a confiabilidade e segurança do sistema de proteção.</p> <p>Dentro deste contexto, o objetivo dessa pesquisa abrange o desenvolvimento dos seguintes sistemas inteligentes distribuídos aplicados à mitigação dos impactos da crescente expansão da MMGD a redes de distribuição de energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Alocação Ótima de SAEB na rede de distribuição de média tensão com base nas características e mudanças topológicas da rede, na operação das MMGDs nos modos on-grid e off-grid e nos índices de DEC e FEC da rede • Sistema de Proteção Adaptativa para rede de distribuição de média tensão com SAEB e MMGD baseado em cenários de mudanças topológicas da rede, coordenação dos relés de proteção, operação das MMGDs nos modos on-grid e off-grid, impactos das perdas e do nível de tensão inadequados e na elavação dos índices de DEC e FEC da rede. • Sistemas Inteligentes multifunção para Gerenciamento de Energia pelo Lado da Demanda em Unidades Consumidoras com MMGD e SAEB.
Abstract	
Referências	<p>Khajeh, H., Parthasarathy, C., Doroudchi, E., & Laaksonen, H. (2023). Optimized siting and sizing of distribution-network-connected battery energy storage system providing flexibility services for system operators. <i>Energy</i>, 285, 129490.</p> <p>Sorokin, D. (2024). Battery Energy Storage System Placement And Sizing In Distribution Networks. In <i>E3S Web of Conferences</i> (Vol. 584, p.01010). EDP Sciences.</p> <p>Zhang, D., Shafiullah, G. M., Das, C. K., & Wong, K. W. (2023). Optimal allocation of battery</p>

	<p>energy storage systems to enhance system performance and reliability in unbalanced distribution networks. <i>Energies</i>, 16(20), 7127.</p> <p>Stecca, M., Elizondo, L. R., Soeiro, T. B., Bauer, P., & Palensky, P. (2020). A comprehensive review of the integration of battery energy storage systems into distribution networks. <i>IEEE Open Journal of the Industrial Electronics Society</i>, 1, 46-65.</p>
--	--

ÁREA TEMÁTICA 15	
Título	Redes Elétricas Inteligentes (REI) e a Integração do Hidrogênio Verde (H2V)
Vagas	Mestrado: 2 Doutorado: 1
Palavras-chaves	Redes Elétricas Inteligentes (REI) / Smart Grids. Hidrogênio Verde (H2V). Transição Energética. Fontes de Energia Renovável (FER). Geração Distribuída (GD). Eletrólise / Eletrolisadores. Armazenamento de Energia de Longa Duração. Acoplamento Setorial (Power-to-X)
Descrição	<p>Esta área temática concentra-se na convergência tecnológica e operacional de dois pilares fundamentais da transição energética: as Smart Grids (REI) e o Hidrogênio Verde (H2V). As Redes Elétricas Inteligentes (REI) são sistemas de energia modernizados que utilizam tecnologias de comunicação, sensoriamento e controle avançado para monitorar, analisar e otimizar o fluxo de energia em tempo real. Seu principal objetivo é acomodar de forma segura e eficiente a crescente penetração de Fontes de Energia Renovável (FER) intermitentes (como solar e eólica) e a Geração Distribuída (GD). A integração do H2V — produzido por eletrólise da água usando eletricidade de fontes renováveis — insere-se na REI como um poderoso mecanismo de acoplamento setorial (Power-to-X) e armazenamento de energia de longa duração. O H2V atua como uma carga flexível massiva (os eletrolisadores) que pode consumir o excedente de energia renovável não absorvido pela rede. O desafio central desta área é desenvolver modelos, algoritmos e infraestruturas que permitam que o sistema elétrico e o ecossistema de hidrogênio funcionem de maneira sinérgica e otimizada, garantindo a estabilidade, a resiliência e a eficiência do sistema energético descarbonizado.</p> <p>Linhas de Pesquisa Relacionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelagem e Otimização da Flexibilidade <p>Esta linha foca em como os eletrolisadores, sendo cargas controláveis, podem fornecer serviços essenciais à rede.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Otimização de Despacho de Energia: Desenvolvimento de algoritmos que otimizam a operação conjunta de usinas renováveis, sistemas de armazenamento por bateria (BESS), eletrolisadores e a rede tradicional, minimizando custos e maximizando a absorção de energias renováveis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Serviços de Flexibilidade: Investigação de como os eletrolisadores podem participar nos mercados de serviços ancilares, fornecendo regulação de frequência, controle de tensão e alívio de congestionamento na rede.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Gestão de Microrredes: Modelagem da operação de microrredes isoladas ou conectadas à rede que utilizam H2V como principal vetor de armazenamento para balancear a intermitência de eólica/solar.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Controle e Operação em Tempo Real <p>O foco é garantir que a rede permaneça estável e segura diante das rápidas mudanças de carga e geração.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Sistemas de Gerenciamento de Energia (EMS) Híbridos: Criação de plataformas de controle avançado capazes de coordenar a operação dos eletrolisadores com outros ativos de rede (baterias, capacitores, etc.) em milissegundos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Controle Preditivo: Utilização de previsões de produção renovável e demanda da rede para pré-programar o ciclo de operação dos eletrolisadores, aumentando a eficiência e reduzindo os impactos na qualidade da energia.</p> <ul style="list-style-type: none"> •

	<p>Análise de Qualidade de Energia: Estudo dos impactos harmônicos e de flutuação de tensão causados pela operação dinâmica de grandes eletrolisadores e conversores de potência na rede elétrica.</p> <p>- Infraestrutura, Comunicação e Cibersegurança</p> <p>A expansão do sistema exige robustez nas tecnologias de informação e comunicação (TIC).</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Infraestrutura de Comunicação: Projeto de redes de comunicação de baixa latência (5G, fibra óptica) para garantir a troca de dados em tempo real entre centros de controle, subestações e eletrolisadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Cibersegurança e Resiliência: Desenvolvimento de protocolos de segurança para proteger a infraestrutura de produção de H2V e os sistemas de controle de REI contra ataques cibernéticos, prevenindo falhas em cascata que afetem tanto a rede elétrica quanto o fornecimento de hidrogênio.</p> <p>Interoperabilidade de Protocolos: Padronização de interfaces (como IEC 61850 e Modbus) para que os ativos de hidrogênio e eletrolisadores "conversen" perfeitamente com os sistemas de controle das Smart Grids.</p> <p>- Análise Econômica, Regulamentação de Mercado e Gestão de Curtailment</p> <p>Avalia a viabilidade, os modelos de negócio e as mudanças regulatórias necessárias para impulsionar a integração otimizada do H2V na REI, com foco na mitigação do descarte de energia renovável.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Valoração do H2V como Mitigador de Curtailment: Determinação do valor econômico e ambiental do Hidrogênio Verde não apenas como um produto final (combustível), mas como um serviço de rede (asset de flexibilidade) que evita o custo de oportunidade do curtailment.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Desenho de Mercado e Incentivos: Proposição de mecanismos de mercado (ex: tarifas diferenciadas, leilões de flexibilidade) e modelos de tarifação que incentivem a operação intermitente e flexível dos eletrolisadores para consumir o excedente de geração renovável.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Análise Regulamentar: Avaliação do arcabouço regulatório existente e sugestão de políticas que facilitem o licenciamento, a interligação à rede e a participação dos eletrolisadores nos mercados de eletricidade.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Otimização Financeira da Localização (Curtailment Hotspots): Estudo de modelos de investimento que priorizem a instalação de eletrolisadores em "pontos quentes" (hotspots) da rede onde o curtailment é historicamente elevado, maximizando a taxa de utilização e o retorno econômico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <p>Análise de Custo-Benefício Integrada: Estudos comparativos da viabilidade econômica do H2V como solução de armazenamento em grande escala (mitigação do curtailment) versus outras tecnologias (baterias BESS, flexibilização da demanda tradicional).</p> <p>A constante evolução tecnológica e a crescente importância da sustentabilidade e da eficiência energética impulsionam novas pesquisas e descobertas nesse campo promissor.</p>
Abstract	<p>Smart Grids (SG) are modernized power systems that utilize communication, sensing, and advanced control technologies to monitor, analyze, and optimize energy flow in real time. Their primary goal is to safely and efficiently accommodate the increasing penetration of intermittent Renewable Energy Sources (RES), such as solar and wind, and Distributed Generation (DG).</p> <p>The integration of H2V—produced by the electrolysis of water using electricity from renewable sources—is incorporated into the SG framework as a powerful mechanism for Sector Coupling (Power-to-X) and Long-Duration Energy Storage (LDES). H2V acts as a massive flexible load (the electrolyzers) that can consume surplus renewable energy not absorbed by the grid.</p> <p>The central challenge of this area is to develop models, algorithms, and infrastructures that allow the electric system and the hydrogen ecosystem to function synergistically and optimally, ensuring the stability, resilience, and efficiency of the decarbonized energy system.</p>

Referências	<p>1. CES, NATALIA PIMENTEL LADO; ALMADA, Janaina Barbosa; TOFOLI, FERNANDO LESSA; SAMPAIO, Raimundo Furtado; MELO, LUCAS SILVEIRA; LEÃO, RUTH PASTÔRA SARAIVA. Comparative analysis of distributed optimization algorithms for economic dispatch in microgrids with energy storage systems. JOURNAL OF ENERGY STORAGE. v.132, p.117693, 2025.</p> <p>2. ALMADA, JANAINA BARBOSA; LESSA TOFOLI, FERNANDO; GREGORY, Raquel Cristina Filiagi; SAMPAIO, Raimundo Furtado; MELO, L. S.; LEAO, RUTH P. S. Distributed Multi-Agent Energy Management for Microgrids in a Co-Simulation Framework. Energies. v.18, p.1/ - 27, 2025.</p> <p>3. SGRÒ, DOMENICO; CORREIA, WILKLEY BEZERRA; LEÃO, RUTH PASTÔRA SARAIVA; TOFOLI, FERNANDO LESSA. Nonlinear control technique for enhanced synchronization systems: Improving dynamics and noise rejection of phase-locked loops. ISA TRANSACTIONS. v.167, p.1 - 19, 2025.</p> <p>4. LEAL, JAIRON ISAIAS; TOFOLI, FERNANDO LESSA; MELO, FRANCISCA DAYANE CARNEIRO et al. Site suitability analysis for green hydrogen production using multi-criteria decision-making methods: A case study in the state of Ceará, Brazil. International Journal of Hydrogen Energy. v.97, p.406 - 418, 2025.</p> <p>5. PINHEIRO, FLÁVIA PEREIRA; GOMES, DAVI MENDES; TOFOLI, FERNANDO LESSA; LEÃO, RUTH PASTÔRA SARAIVA et al. Techno-economic analysis of green hydrogen generation from combined wind and photovoltaic systems based on hourly temporal correlation. International Journal of Hydrogen Energy. v.97, p.690 - 707, 2025.</p> <p>6. DE FREITAS, CLAUDIVAN DOMINGOS; MARTINS, LUIS L'AIGLON PINTO; DE SOUSA FREITAS, ALICE; MONTEIRO, MATHEUS SOUZA; TOFOLI, FERNANDO LESSA; MELO, LUCAS SILVEIRA; BARROSO, Giovanni Cordeiro; SAMPAIO, Raimundo Furtado; LEÃO, RUTH PASTÔRA SARAIVA. Testbed for assessing protection, automation, and control functions of digital substations based on the IEC 61850 standard. ELECTRICAL ENGINEERING. v.online, p.1 - 15, 2025.</p> <p>7. BARNABÉ, Guilherme Pinheiro; TOFOLI, FERNANDO LESSA; MELLO, LUCAS SILVEIRA; LEÃO, RUTH PASTÔRA SARAIVA et al. Non-intrusive demand response management strategy to mitigate the impacts of residential electric vehicle charging on distribution systems. Electric Power Systems Research. v.235, p.110849, 2024.</p> <p>8. CABRAL, EDUARDO ALMEIDA; TOFOLI, FERNANDO LESSA; SAMPAIO, Raimundo Furtado et al. Reliability assessment applied in the design of an industrial substation in the context of Industry 4.0. Electric Power Systems Research. v.231, p.110365 - 9, 2024.</p>
-------------	---

ÁREA TEMÁTICA 16		
Título	Sistema Fotovoltaico com Armazenamento de Energia Elétrica	
Vagas	Mestrado: 2	Doutorado: 3
Palavras-chaves	Armazenamento de Energia, Eletrônica de Potência, BESS	
Descrição	<p>Desenvolver um sistema de armazenamento de energia utilizando BESS – Battery Energy Storage System. A busca por fontes renováveis de energia tem se intensificado devido à crescente demanda por energia elétrica e acessibilidade por parte dos consumidores. Essas fontes apresentam uma crescente competitividade em termos de custo, impulsionando a transição energética dos sistemas elétricos no mundo todo. No entanto, às renováveis sofrem de aspectos como a intermitência, requerendo armazenar energia em BESS ou em outra forma de armazenamento. A integração desses sistemas com a infraestrutura existente apresenta desafios significativos, exigindo o desenvolvimento</p>	

	de técnicas para garantir a confiabilidade e a qualidade da energia elétrica fornecida e, em alguns casos, a ausência de energia elétrica
Abstract	
Referências	<p>1- AHMED, Jubaer; SALAM, Zainal. A critical evaluation on maximum power point tracking methods for partial shading in PV systems. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>, v. 47, p. 933-953, jul. 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.080. Acesso em: 21 set. 2024.</p> <p>2- CARRIERE, Thomas et al. Strategies for combined operation of PV/storage systems integrated into electricity markets. <i>IET Renewable Power Generation</i>, v. 14, n. 1, p. 71-79, 31 maio 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1049/ietrpg.2019.0375. Acesso em: 21 set. 2024.</p> <p>3- CONTE, Francesco et al. A Stochastic Optimization Method for Planning and RealTime Control of Integrated PV-Storage Systems: Design and Experimental Validation. <i>IEEE Transactions on Sustainable Energy</i>, v. 9, n. 3, p. 1188-1197, jul. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1109/tste.2017.2775339. Acesso em: 21 set. 2024.</p> <p>4- LIU, Mingjun et al. Reliability Evaluation of Large Scale Battery Energy Storage Systems. <i>IEEE Transactions on Smart Grid</i>, v. 8, n. 6, p. 2733-2743, nov. 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1109/tsg.2016.2536688. Acesso em: 21 set. 2024.</p>

ÁREA TEMÁTICA 17		
Título	Avaliação do impacto de um sistema PV na rede de transmissão/distribuição de energia usando o software OpenDSS e o sistema do IEEE de 13 barras	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 1
Palavras-chaves	Geração solar. Geração distribuída. Curto-circuito. Níveis de tensão. Sistema de distribuição.	
Descrição	<p>Propõe-se o desenvolvimento de análise dos efeitos da conexão de uma usina fotovoltaica de 2,5 MVA ao sistema de distribuição IEEE 13 barras, por meio de simulações realizadas no software OpenDSS. Busca-se também avaliar como diferentes pontos de conexão da usina que influenciam o perfil de tensões e as condições de curto-circuito em um sistema desequilibrado. Devem ser considerados cenários operacionais, incluindo a rede sem GD e com a usina conectada em diferentes barras. Buscam-se resultados que revelem que, dependendo do local de inserção, a geração solar pode melhorar o perfil de tensão, adequando-o aos limites normativos. Entretanto, sua conexão também afeta as correntes de curto-circuito, podendo assumir o valor do dobro da corrente nominal do inversor em determinadas condições. A partir das análises realizadas, pretende-se desenvolver estudos que forneçam subsídios para a compreensão dos impactos da produção solar na operação da rede e na coordenação do sistema de proteção. Pretende-se também desenvolver técnicas de armazenamento de energia que possa contribuir para uma operação despachável das fontes renováveis tornando-se independente das fontes e ao mesmo tempo despacháveis.</p>	
Abstract		
Referências	<p>ABB. Inversores solares PVS-100/120-TL. [S.l.], 2017. Acesso em: 01 dez. 2024. Disponível em:</p> <p>ABELLA, M. A.; CHENLO, F. Choosing the right inverter for grid-connected pv systems. <i>Renewable Energy World</i>, v. 7, n. 2, p. 132–147, 2004. Disponível em: . Agencia Nacional de Energia Eletrica (ANEEL). Resolucao Normativa no 1000, de 7 de dezembro de 2021. 2021. Disponível em: .</p> <p>ANDERSON, P. M. <i>Analysis of Faulted Power Systems</i>. [S.l.]: Wiley-IEEE Press, 1995. (IEEE Press Series on Power Engineering).</p>	

	ANEEL. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST: Modulo 8. 2020. Acesso em: 11 jan. 2025. Disponível em: ATONOMETRICS. What is a PV Module IV Curve. 2017. Acesso em: 22 dez. 2024. Disponível em:
--	--