

ÁREA TEMÁTICA 2		
Título	Robôs Móveis e Veículos Elétricos Autônomos: Teoria e Aplicações	
Vagas	Mestrado: 2	Doutorado: 1
Palavras-chaves	Robôs móveis de tração diferencial; Veículos aéreos não tripulados; Veículos Elétricos Autônomos, Seguimento e planejamento de trajetórias; métodos de SLAM; nuvem de pontos; reconhecimento de padrões, visão computacional	
Descrição	Robôs autônomos AGV (automated guided vehicles) , robôs aéreos não tripulados UAV (unmanned aerial vehicle), modelagem cinemática e dinâmica, controle de robôs móveis, técnicas de navegação, planejamento de trajetórias, nuvem de pontos e processamento 3D, reconhecimento de Padrões, inteligência artificial, visão computacional, aplicações e estudos de caso nos robôs móveis terrestres de tração diferencial e VANTs multirrotores do Grupo de Pesquisa em Automação Controle e Robótica (https://gpar.ufc.br/) .	
Referências	<p>[1] Robótica. J. J. Craig. Pearson. 2013. Introdução à Robótica.</p> <p>[2] Quan, Q, Introduction to Multicopter Design and Control, Springer, 2017.</p> <p>[3] B. J. Guerreiro, C. Silvestre, R. Cunha, D. Cabecinhas, LiDAR-based control of autonomous rotorcraft for the inspection of pierlike structures, IEEE Transactions on Control Systems Technology 26 (4) (2017) 1430–1438. doi:10.1109/TCST.2017.2705058.</p> <p>[4] S. Siebert, J. Teizer, Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an unmanned aerial vehicle (UAV) system, Automation in construction 41 (2014) 1–14. doi:10.1016/j.autcon.2014.01.004.</p> <p>[5] Y. Cui, Q. Li, B. Yang, W. Xiao, C. Chen, Z. Dong, Auto-matic 3-D reconstruction of indoor environment with mobile laserscanning point clouds, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing 12 (8) (2019) 3117–3130. doi:10.1109/JSTARS.2019.2918937.</p> <p>[6] J. L. Van Genderen, Airborne and terrestrial laser scanning, CRC Press, United Kingdom, 2010. doi:10.1080/17538947.2011.553487.</p> <p>[7] DOURADO, CARLOS M.J.M. ; DA SILVA, SUANE P.P. ; DA NÓBREGA, RAUL V.M. ; BARROS, ANTONIO C.S. ; SANGAIAH, ARUN K. ; REBOUÇAS FILHO, PEDRO P. ; DE ALBUQUERQUE, VICTOR HUGO C. . A new approach for mobile robot localization based on an online IoT system. Future Generation Computer Systems, v. 100, p. 859-881, 2019.</p>	

ÁREA TEMÁTICA 3		
Título	Sistema Baseado Em Internet Das Coisas Para Detecção E Classificação De Falhas Em Aerogeradores	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 1
Palavras-chaves	Machine Learning; Wind Turbine; Internet of Things; Embedded Systems	
Descrição	<p>O uso contínuo e demasiado de fontes de energia derivadas do petróleo resultou em impactos no ecossistema e um alerta surgiu na comunidade científica, gerando discussões e pesquisas neste campo. Devido à tendência mundial na geração de energia elétrica por meio de recursos energéticos renováveis, especialmente a partir da energia eólica, a confiabilidade de tais sistemas tornou-se uma prioridade para empresas e investidores do setor. Por isso, o monitoramento confiável da condição de funcionamento dos aerogeradores por meio de técnicas de aprendizado de máquinas, devem ser adotado para auxiliar na detecção e classificação de falhas incipientes a esse tipo de sistema, com o objetivo de evitar potenciais danos aos aerogeradores Esta pesquisa enfoca na detecção e classificação de falhas em aerogeradores, em específico no Gerador de Indução Gaiola de Esquilo, do inglês Squirrel Cage Induction Generator (SCIG). Dados de vibração, corrente elétrica e fluxo axial serão adquiridos do aerogerador, através de sensores. Um framework será desenvolvido com os extratores de atributos e classificadores para detectar e classificar falhas incipientes. Os resultados são enviados para um sistema supervisorio em nuvem e apresentará, em determinado intervalo de tempo, atualizações do estado de funcionamento do aerogerador. Esse sistema será mais uma ferramenta para auxiliar os profissionais envolvidos no planejamento de manutenções preditivas e corretivas,</p>	

	reduzindo custos operacionais e de manutenção, principalmente em instalações offshore, e também atenuar o valor energia gerada.
Referências	<p>- AFANASYEVA, S.; SAARI, J.; KALKOFEN, M.; PARTANEN, J.; PYRHÖNEN, O. Technical, economic and uncertainty modelling of a wind farm project. <i>Energy Conversion and Management</i>, Elsevier, v. 107, p.22–33, 2016.</p> <p>- BANDYOPADHYAY, D.; SEN, J. Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization. <i>Wireless Personal Communications</i>, Springer, v. 58, n. 1, p. 49–69, 2011.</p> <p>- BARRETT, R.; NING, A. Comparison of airfoil precomputational analysis methods for optimization of wind turbine blades. <i>IEEE Transactions on Sustainable Energy</i>, IEEE, v. 7, n. 3, p. 1081–1088, 2016.</p> <p>- BONNETT, A. H.; SOUKUP, G. C. Cause and analysis of stator and rotor failures in three-phase squirrel-cage induction motors. <i>IEEE Transactions on Industry applications</i>, IEEE, v. 28, n. 4, p. 921–937, 1992.</p> <p>- COVER, T.; HART, P. Nearest neighbor pattern classification. <i>IEEE transactions on information theory</i>, IEEE, v. 13, n. 1, p. 21–27, 1967.</p> <p>- DWYER, R. Detection of non-gaussian signals by frequency domain kurtosis estimation. In: IEEE. <i>Acoustics, Speech, and Signal Processing</i>, IEEE International Conference on ICASSP'83. [S.l.], 1983. v. 8, p. 607–610.</p> <p>- FAHEEM, M.; GUNGOR, V. C. Energy efficient and qos-aware routing protocol for wireless sensor network-based smart grid applications in the context of industry 4.0. <i>Applied Soft Computing</i>, Elsevier, v. 68, p. 910–922, 2018.</p> <p>- FENG, J.; SHEN, W. Z. Wind farm power production in the changing wind: Robustness quantification and layout optimization. <i>Energy Conversion and Management</i>, Elsevier, v. 148, p. 905–914, 2017.</p> <p>- FILHO, P. P. R.; NASCIMENTO, N. M.; SOUSA, I. R.; MEDEIROS, C. M.; ALBUQUERQUE, V. H. C. de. A reliable approach for detection of incipient faults of short-circuits in induction generators using machine learning. <i>Computers & Electrical Engineering</i>, Elsevier, v. 71, p. 440–451, 2018.</p> <p>- GOERTZEL, G. An algorithm for the evaluation of finite trigonometric series. <i>American Math. Monthly</i> v. 65, p. 34–35, 1958.</p> <p>- HUANG, G.-B.; ZHOU, H.; DING, X.; ZHANG, R. Extreme learning machine for regression and multiclass classification. <i>IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)</i>, IEEE, v. 42, n. 2, p. 513–529, 2012.</p> <p>- KHAJENASIRI, I.; ESTEBSARI, A.; VERHELST, M.; GIELEN, G. A review on internet of things solutions for intelligent energy control in buildings for smart city applications. <i>Energy Procedia</i>, Elsevier, v. 111, p. 770–779, 2017.</p> <p>KROTOV, V. The internet of things and new business opportunities. <i>Business Horizons</i>, Elsevier, v. 60, n. 6, p. 831–841, 2017. LU, B.; LI, Y.; WU, X.; YANG, Z. A review of recent advances in wind turbine condition monitoring and fault diagnosis. In: IEEE. <i>Power Electronics and Machines in Wind Applications</i>, 2009. PEMWA 2009. IEEE. [S.l.], 2009. p. 1–7.</p> <p>- MAY, A.; MCMILLAN, D.; THÖNS, S. Economic analysis of condition monitoring systems for offshore wind turbine sub-systems. <i>IET Renewable Power Generation</i>, IET, v. 9, n. 8, p. 900–907, 2015.</p> <p>- PANAHI, D.; DEILAMI, S.; MASOUM, M. A. Evaluation of parametric and non-parametric methods for power curve modelling of wind turbines. In: IEEE. <i>Electrical and Electronics Engineering (ELECO)</i>, 2015 9th International Conference on . [S.l.], 2015. p. 996–1000.</p> <p>- PAPA, J. P.; FALCÃO, A. X.; ALBUQUERQUE, V. H. C. D.; TAVARES, J. M. R. Efficient supervised optimum-path forest classification for large datasets. <i>Pattern Recognition</i>, Elsevier, v. 45, n. 1, p. 512–520, 2012.</p> <p>- PARADA, L.; HERRERA, C.; FLORES, P.; PARADA, V. Wind farm layout optimization using a gaussian-based wake model. <i>Renewable Energy</i>, Elsevier, v. 107, p. 531–541, 2017.</p> <p>- PENMAN, J.; SEDDING, H.; LLOYD, B.; FINK, W. Detection and location of interturn short circuits in the stator windings of operating motors. <i>IEEE transactions on Energy conversion</i>, IEEE, v. 9, n. 4, p. 652–658, 1994.</p> <p>- SALAMEH, J. P.; CAUET, S.; ETIEN, E.; SAKOUT, A.; RAMBAULT, L. Gearbox condition monitoring in wind turbines: A review. <i>Mechanical Systems and Signal Processing</i>, Elsevier, v. 111, p. 251–264, 2018.</p> <p>- SHOKRZADEH, S.; JOZANI, M. J.; BIBEAU, E. Wind turbine power curve modeling using advanced parametric and nonparametric methods. <i>IEEE Transactions on Sustainable Energy</i>, IEEE, v. 5, n. 4, p. 1262–1269, 2014.</p>

ÁREA TEMÁTICA 5		
Título	Controle Cooperativo aplicado à robótica de manipuladores e sistemas industriais	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 0
Palavras-chaves	Controle cooperativo; braço robótico; consenso.	
Descrição	<p>Uma rede de agentes constitui uma formação de unidades independentes, capazes de cooperar ou competir entre si, em busca de otimizar a realização de uma determinada tarefa. Nesse contexto, a comunicação entre os agentes é imprescindível, o que faz que, no caso de agentes que operam de forma cooperativa, algumas etapas como a sincronização e o consenso sejam fundamentais. Ambos dependem da comunicação entre os agentes, também chamados de nós em algumas formações. A sincronização pode ser local, entre agentes vizinhos, mas de âmbito global, como é caso da formação de um bando de pássaros na natureza que, sincronizados entre os vizinhos, podem formar um padrão global em forma de V. O problema de consenso está relacionado sobre como chegar a um estado de acordo mútuo entre os vários agentes autônomos em um ambiente que pode sofrer alterações dinâmicas. Este estudo pretende explorar o controle colaborativo entre dois agentes, no âmbito das aplicações industriais, para a realização de tarefas comumente necessárias, como “pick-and-place” entre um braço robótico e uma esteira dinâmica, ou entre dois braços robóticos que cooperam entre si. Para este propósito, será necessário utilizar de ferramentas computacionais de simulação robótica como o CoppeliaSim, além de pacotes de matemática computacional como Octave ou a biblioteca numpy em Python. No caso da implementação em bancada, pretende-se utilizar placas de desenvolvimento com processadores Arm M4F.</p>	
Referências	<p>Wenwu Yu, GuanghuiWen, Guanrong Chen, Jinde Cao. DISTRIBUTED COOPERATIVE CONTROL OF MULTI-AGENT SYSTEMS. 2016. Wiley.</p> <p>Frank L. Lewis, Hongwei Zhang, Kristian Hengster-Movric, Abhijit Das. Cooperative Control of Multi-Agent Systems</p> <p>Yanhui Zhang, Hongjing Liang, Hui Ma, Qi Zhou, Zhandong Yu. Distributed adaptive consensus tracking control for nonlinear multi-agent systems with state constraints, Applied Mathematics and Computation, Volume 326, 2018, Pages 16-32, ISSN 0096-3003.</p> <p>J. Luo, J. Cooper, C. Cao and K. Pham, “Cooperative adaptive control of a two-agent system,” 2012 American Control Conference (ACC), Montreal, QC, 2012, pp. 2413-2418, doi: 10.1109/ACC.2012.6315206.</p> <p>Xiangyu Meng, Tongwen Chen. Event based agreement protocols for multi-agent networks, Automatica, Volume 49, Issue 7, 2013, Pages 2125-2132, ISSN 0005-1098</p>	

ÁREA TEMÁTICA 6		
Título	Monitoramento não invasivo de motores elétricos para determinação do rendimento	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 0
Palavras-chaves	Motores elétricos trifásicos. Monitoramento não invasiva. Eficiência energética. IIoT. Carregamento de motores	
Descrição	<p>Desenvolvimento de um sistema para monitoramento de motores de indução trifásicos (MIT); de baixo custo; não invasivo; que por análise do fator de carregamento do motor pretende-se estimar o rendimento em operação do MIT. O sistema deve atender aos requisitos da Indústria 4.0, totalmente integrado às tecnologias IoT e com interface intuitiva para o usuário. O sistema proposto (hardware/software) deve ser desenvolvido em plataforma livre e armazenamento em nuvem, com hardware para coleta e cálculo dos valores de corrente true RMS do motor em análise, utilizando componentes microprocessados com tecnologia de comunicação Wifi. A metodologia de cálculo do rendimento, deve se basear em métodos indiretos, como o do circuito equivalente, sendo utilizada a técnica de algoritmos genéticos para o encontro dos valores dos seus parâmetros.</p> <p>O desenvolvimento deve apresentar solução inovadora para o diagnóstico de eficiência energética de motores em operação.</p>	
Referências	<p>ANDRADE, C. T. de C. “Análise de Métodos para Determinação da Eficiência de Motores Trifásicos de Indução”. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Curso de Engenharia Elétrica,</p>	

UFC, Fortaleza, 2009.

MAMEDE FILHO, J. Instalações Elétricas Industriais. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

UMANS, S. D. Máquinas Elétricas de Fitzgerald e Kingsley. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

JOSÉ DANIEL SOARES BERNARDO. “Análise Preditiva de Defeitos em Motores de Indução Trifásicos Utilizando a Corrente de Alimentação”. Dissertação de Mestrado – USP – 2002. SP

Manjeevan Seera, Chee Peng Lim, Saeid Nahavandi, Chu Kiong Loo. “Condition monitoring of induction motors: A review and an application of an ensemble of hybrid intelligent models”. Expert Systems with Applications (4891–4903) Elsevier (2014)

Rodrigo Brandt. “Análise de métodos de baixa intrusividade para estimativa da eficiência de motores trifásicos de indução”. 2011. Dissertação de mestrado, UFRGS- Porto Alegre.

Camila Paes Salomon, Wilson Cesar Sant’Ana, Germano Lambert-Torres, Luiz Eduardo Borges da Silva, Erik Leandro Bonaldi and Levy Ely de Lacerda de Oliveira. “Comparison Among Methods for Induction Motor Low-Intrusive Efficiency Evaluation Including a New AGT Approach With a Modified Stator Resistance”. Energies 2018, 11, 691; doi:10.3390/en11040691

Chang-Hung Hsu, Ann-Shing Chang and Chin-Ping Fung. “Impact of electromagnetic interface of soft magnetic sensor on IoTs current detector: Design and development”. Journal of Electrical and Electronics Engineering Research, ISSN 1993 8225. DOI:10.5897/JEEER2018.0624 – 2019.

Cássio Tersandro de Castro Andrade and Ricardo Silva Thé Pontes
“Economic analysis of Brazilian policies for energy efficient electric motors” Energy Policy – Elsevier. Volume 106, July 2017, Pages 315-325

Alberto Bellini ; Fiorenzo Filippetti ; Carla Tassoni ; GÉRard-André Capolino “Advances in Diagnostic Techniques for Induction Machines”. IEEE Transactions on Industrial Electronics, VOL. 55, Nº. 12, DECEMBER 2008

Farid Zidat, Jean-Philippe Lecoite, Fabrice Morganti, Jean-François Brudny, Thierry Jacq and Frédéric Streiff. “Non Invasive Sensors for Monitoring the Efficiency of AC Electrical Rotating Machines”. Sensors 2010, 10, 7874-7895; doi:10.3390/s100807874. Open Access.

ABNT. ABNT NBR 17094-1: Máquinas elétricas girantes – Parte 1: Motores de indução trifásicos – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ABNT. ABNT NBR 17094-3: Máquinas elétricas girantes – Parte 3: Motores de indução trifásicos – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

WEG. Indústria 4.0 pode mudar o cenário do consumo de energia no Brasil. Valor Econômico, [s. l.], 5 ago. 2019. Disponível em:
<https://valor.globo.com/patrocinado/weg/weg/noticia/2019/08/05/industria-4-0-pode-mudar-o-cenario-do-consumo-de-energia-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 9 abr. 2020.

WEG. Manual geral de instalação, operação e manutenção de motores elétricos. Jaraguá do Sul: WEG, 2019.

WEG. Guia de Especificação: Motores Elétricos. Jaraguá do Sul: WEG, 2020. Disponível em:
<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h32/hc5/WEG-motores-eletricos-guia-de-especificacao-50032749-brochure-portuguese-web.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.

BEN. Balanço Energético Nacional 2019. Brasília: MME; Rio de Janeiro, EPE, 2019. Disponível em:
<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>. Acesso em: 9 abr. 2020.

BRASIL. MME. Portaria Interministerial nº 1, de 29 de junho de 2017. [Aprova o Programa de Metas para Motores Trifásicos de Indução Rotor Gaiola de Esquilo]. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 154, n. 167, p. 50, 30 ago. 2017. Disponível em:
<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=30/08/2017&jornal=1&pagina=50&totalArquivos=192>. Acesso em: 29 maio 2020.

Linha de Pesquisa: ELETRÔNICA DE POTÊNCIA E ACIONAMENTOS ELÉTRICOS

ÁREA TEMÁTICA 7		
Título	Veículos Elétricos	
Vagas	Mestrado: 3	Doutorado: 0
Palavras-chaves	Veículos elétricos; inversores; carregadores de bateria; GaN; SiC	
Descrição	Desenvolvimento de carregadores de baterias/inversores/conversores para aplicação direta em veículos elétricos. A crescente pressão da indústria automotiva para produzir carros com menos emissões de carbono, melhor economia de combustível e economizar energia exigiu a introdução de um sistema de energia elétrica de alta tensão para atender a esses requisitos a curto e médio prazo. Os dispositivos de energia com nitreto de gálio estão prontos para substituir MOSFETs e IGBTs à base de silício em aplicações de comutação de energia automotiva. Com sua vantagem de desempenho projetada 100 × sobre o silício, o GaN é uma tecnologia revolucionária para a eletrônica de potência. Este artigo analisa as vantagens dos materiais e dispositivos GaN, o desempenho desses dispositivos em circuitos de energia e os desafios restantes da tecnologia.	
Referências	<p>[1] K. S. Boutros, R. Chu and B. Hughes, "GaN power electronics for automotive application," 2012 IEEE Energytech, Cleveland, OH, 2012, pp. 1-4.</p> <p>[2] W. Weber, G. Deboy, W. Frank, O. Hellmund, A. Iberl and P. Leteinturier, "Energy saving by power electronics in household and automotive applications," Proceedings of the 17th International Conference Mixed Design of Integrated Circuits and Systems - MIXDES 2010, Warsaw, 2010, pp. 27-29.</p> <p>[3] A. Bousbaine and M. E. Author, "Development of a novel 5kW/42V intelligent converter for automotive applications," 6th IET International Conference on Power Electronics, Machines and Drives (PEMD 2012), Bristol, 2012, pp. 1-6.</p> <p>[4] C. Buttay, H. Morel, B. Allard, P. Lefranc and O. Brevet, "Model requirements for simulation of low-voltage MOSFET in automotive applications," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 21, no. 3, pp. 613-624, May 2006.</p> <p>[5] B. J. Baliga, "Future directions in semiconductor technology for automotive power electronics," Automotive Power Electronics, Dearborn, MI, USA, 1989, pp. 36-.</p> <p>[6] B. Dunn, "Power MOS automotive electronics," Automotive Power Electronics, Dearborn, MI, USA, 1989, pp. 30-35.</p> <p>[7] H. -. Schoner and P. Hille, "Automotive power electronics. New challenges for power electronics," 2000 IEEE 31st Annual Power Electronics Specialists Conference. Conference Proceedings (Cat. No.00CH37018), Galway, Ireland, 2000, pp. 6-11 vol.1.</p>	

ÁREA TEMÁTICA 8		
Título	MICRO-REDES EM CORRENTE CONTÍNUA	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 0
Palavras-chaves	Micro-redes em corrente contínua (cc), distribuição em cc, conversores cc-cc, conversores ca-cc .	
Descrição	Barramentos em corrente contínua têm sido estudados para aplicações em residências, datacenters, telecom e recentemente em aplicações industriais. Entretanto, com a utilização das fontes renováveis de energia para produção de energia elétrica as microrredes em cc passaram a chamar atenção pela facilidade de integração dessas fontes, e de sistemas de armazenamento de energia. Pretende-se portanto estudar e propor novas concepções de microrrede em corrente contínua com magnitude de tensão fixa ou variável para aplicação em ambientes residenciais e industriais visando o uso eficiente da energia elétrica. Pretende-se também a proposição de conversores para integrar sistemas PV, eólicos e sistemas de armazenamento de energia à microrrede cc.	
Referências	<p>[1] Balog, R. S.; Krein, P. T. Bus Selection In Multibus Dc Microgrids. Ieee Transactions On Power Electronics, V. 26, N. 3, P. 860–867, 2011</p> <p>[2] Ahmed T. Elsayeda, Ahmed A. Mohamedb, Osama A. Mohammed, Dc Microgrids And</p>	

	<p>Distribution Systems: An Overview. Journal Of Electric Power Systems Research, Aug, 2015.</p> <p>[3] R. K. Chauhan, B. S. Rajpurohit, R. E. Hebner, S. N. Singh, And F. M. Gonzalez-Longatt, Voltage Standardization Of Dc Distribution System For Residential Buildings. Journal Of Clean Energy Technologies, Vol. 4, No. 3, May 2016.</p> <p>[4] Yang Gao ; Zhiyuan He ; Xiaoguang Wei ; Bingjianyang ; Sheng Zhang; A Dc/Dc Modular-Multilevel Converter For Dc Grid. Epe 2017.</p> <p>[5] Yuru Zhang ; Yunwei Li, Energy Management Strategy For Supercapacitor In Autonomous Dc Microgrid Using Virtual Impedance Apec 2015.</p>
--	---

ÁREA TEMÁTICA 9		
Título	Aplicações de Eletrônica de Potência em Energia Renovável e Geração Distribuída.	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 0
Palavras-chaves	Energia Eólica; Energia Solar; HVDC; FACTS	
Descrição	<p>Atualmente, os sistemas de energia elétrica começam a mudar para produções de energia mais favoráveis ao meio ambiente para limitar as mudanças climáticas e reduzir as poluições. O foco principal é a variabilidade das novas fontes de energia e a confiabilidade do fornecimento. O desafio para as futuras redes de energia elétrica é como integrar uma ampla adição de fontes renováveis com natureza intermitente nas redes de transmissão e distribuição, sem comprometer a confiabilidade, a estabilidade e o custo do serviço aos consumidores. Um sistema que possa lidar com um mix de geração com uma alta porcentagem de fontes renováveis se tornará uma necessidade que requer soluções como maior capacidade de transmissão por meio de soluções CA e CC e / ou maior capacidade de armazenamento de energia nas redes. As tecnologias de conversores conectados à rede tiveram um impacto verdadeiramente revolucionário na maneira como a energia elétrica é entregue aos consumidores em todo o mundo e se tornou uma parte indispensável dos sistemas de energia elétrica atualmente. Prevê-se que até 2030 toda a energia elétrica gerada utilize eletrônicos de potência em algum ponto entre o ponto de geração e seu fim. A eletrônica de potência contribui de várias maneiras para o uso mais eficiente da energia, o que permite economia de energia, o que, por sua vez, leva a um menor impacto ambiental. A pesquisa e o desenvolvimento nesse campo visa otimizar decisões e soluções complexas necessárias para o design desses conversores eletrônicos de potência, para oferecer inovação para futuras conversões, processamento, transmissão, distribuição e armazenamento de energia em uma ampla gama de aplicações.</p>	
Referências	<p>J. Sun et al., "Renewable energy transmission by HVDC across the continent: system challenges and opportunities," in CSEE Journal of Power and Energy Systems, vol. 3, no. 4, pp. 353-364, Dec. 2017.</p> <p>O. I. Adekol, A. M. Almaktoof and A. K. Raji, "Controller design for renewable energy power electronics converter using Simulink control design tool," 2016 International Conference on the Industrial and Commercial Use of Energy (ICUE), Cape Town, 2016, pp. 305-309.</p> <p>F. Luo, L. Yang, L. Zhang, X. Wang, D. Zhao and Y. Liu, "Study on modeling method of renewable energy generation system based on control mode and strategy switching," 2016 IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), Xi'an, 2016, pp. 2111-2116.</p> <p>K. Jia, Z. Yang, Y. Fang, T. Bi and M. Sumner, "Influence of Inverter-Interfaced Renewable Energy Generators on Directional Relay and an Improved Scheme," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 34, no. 12, pp. 11843-11855, Dec. 2019.</p> <p>B. Luscan, "Power Grids Control: Drivers and Trends," 2018 20th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'18 ECCE Europe), Riga, 2018, pp. P.1-P.2.</p> <p>S. Heo, W. Park and I. Lee, "Single-phase power conditioning system with slew-rate controlled synchronizer for renewable energy system in microgrid," 2016 IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), Birmingham, 2016, pp. 550-555.</p> <p>A. Nami, "Power Electronics for Future Power Grids: Drivers and Challenges," 2018 20th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'18 ECCE Europe), Riga, 2018, pp. P.1-P.2.</p>	

- [4] C. Ni, X. Ma, Y. Bai. "Convolutional Neural Network based power generation prediction of wave energy converter" Proceedings of the 24th International Conference on Automation & Computing, Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK, 6-7 September 2018.
- [5] S. Aslam, H. Herodotou¹, N. Ayub, S. M. Mohsin. "Deep Learning based Techniques to Enhance the Performance of Microgrids: A Review" 2019 International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT).
- [6] Z. Zhang, D. Zhang, and R. C. Qiu. "Deep Reinforcement Learning for Power System Applications: An Overview" CSEE JOURNAL OF POWER AND ENERGY SYSTEMS, VOL. 6, NO. 1, MARCH 2020.
- [7] Kumaravel S., Ashok S., "Adapted Multilayer Feedforward ANN Based Power Management Control of Solar Photovoltaic and Wind Integrated Power System" 2011 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies – India.
- [8] H. Lin, K. Sun, Z. Tan, C. Liu, J. M. Guerrero, J. C. Vasquez, "Adaptive protection combined with machine learning for microgrids" IET Generation, Transmission & Distribution, 2019.
- [9] B. Xin, T. Tang, T. Wang, "A Deep Learning and Softmax Regression Fault Diagnosis Method for Multi-Level Converter" 2017 IEEE 11th International Symposium on Diagnostics for Electrical Machines, Power Electronics and Drives (SDEMPED).
- [10] A. H. Bhat, P. Agarwal, "An Artificial-Neural-Network-Based Space Vector PWM of a Three-phase High Power Factor Converter for Power Quality Improvement", Proceedings of India International Conference on Power Electronics 2006.
- [11] J. Xu, Z. Wu, X. Yang, J. Ye, A. Shen, "ANN-based Control Method Implemented in a Voltage Source Converter for Industrial Micro-Grid" 2011 Sixth International Conference on Bio-Inspired Computing: Theories and Applications.
- [12] H. S. Krishnamoorthy, T. N. Aayer. "Machine Learning based Modeling of Power Electronic Converters" 2019 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE) 2019.
- [13] T. Dragicevic, P. Wheeler, F. Blaabjerg, "Artificial Intelligence Aided Automated Design for Reliability of Power Electronic Systems" 2018 IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS.
- [14] D. Sharma, A. H. Bhat, A. Ahmad. "ANN Based SVPWM for Three-Phase Improved Power Quality Converter Under Disturbed AC Mains" 2017 6th International Conference on Computer Applications In Electrical Engineering-Recent Advances (CERA).
- [15] G. Revana, V. R. Kota, "Closed Loop Artificial Neural Network Controlled PV based Cascaded Boost FiveLevel Inverter System" 2017 International Conference on Green Energy and Applications.
- [16] G. S. Martínez, S. Sierla, T. Karhela and V. Vyatkin, "Automatic Generation of a Simulation-Based Digital Twin of an Industrial Process Plant," IECON 2018 - 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Washington, DC, 2018, pp. 3084-3089, doi: 10.1109/IECON.2018.8591464.
- [17] C. Moussa, K. Ai-Haddad, B. Kedjar and A. Merkhouf, "Insights into Digital Twin Based on Finite Element Simulation of a Large Hydro Generator," IECON 2018 - 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Washington, DC, 2018, pp. 553-558, doi: 10.1109/IECON.2018.8591653.
- [18] G. A. Gericke, R. B. Kuriakose, H. J. Vermaak and O. Mardsen, "Design of Digital Twins for Optimization of a Water Bottling Plant," IECON 2019 - 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Lisbon, Portugal, 2019, pp. 5204-5210, doi: 10.1109/IECON.2019.8926880.
- [19] S. Kitzler, J. Stöckl, F. Kupzog and Z. Miletic, "Tracking of Aging Processes in Power Electronic Converters Using the Rainflow Method," IECON 2018 - 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Washington, DC, 2018, pp. 3687-3692, doi: 10.1109/IECON.2018.8592815.
- [20] M. Milton, C. D. L. O, H. L. Ginn and A. Benigni, "Controller-Embeddable Probabilistic Real-Time Digital Twins for Power Electronic Converter Diagnostics," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 35, no. 9, pp. 9850-9864, Sept. 2020, doi: 10.1109/TPEL.2020.2971775.
- [21] Y. Peng, S. Zhao and H. Wang, "A Digital Twin based Estimation Method for Health Indicators of DC-DC Converters," in IEEE Transactions on Power Electronics, doi: 10.1109/TPEL.2020.3009600.
- [22] Modern manufacturing's triple play: Digital twins, analytics and IoT , SAS®, 2020. [Online]. Available: https://www.sas.com/en_us/insights/articles/big-data/modern-manufacturing-s-triple-play-digital-twin-s-analytics-iot.html
- [23] Virtual Commissioning, ABB ABILITY™, 2020. [Online].

ÁREA TEMÁTICA 11		
Título	Sistema Elétrico 100% Renovável	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 0
Palavras-chaves	Eletrônica de Potência, Energia Solar, Energia Eólica Conversores Estáticos	
Descrição	<p>O que significa um sistema elétrico 100% renovável? Alguns países, entre eles o Brasil já têm uma matriz de produção de energia elétrica superior a 70%, entretanto as fontes renováveis como solar e a eólica já estão contribuindo de modo impactante com a matriz de energia elétrica. A natureza variável dessas renováveis faz com que estudos sejam realizados para garantir não apenas a energia necessária à carga, mas garantir também a estabilidade do sistema e o suprimento de energia de acordo com os requerimentos da carga. Neste contexto os sistemas de armazenamento de energia e as redes elétricas inteligentes são partes essenciais do sistema elétrico.</p> <p>Essa proposta tem por objetivo estudar a avaliar as diversas formas da matriz energética para produção de energia elétrica, e propor soluções para redução ou eliminação dos combustíveis fósseis na matriz de energia elétrica.</p>	
Referências	<p>[1] Renewable Energy Overview https://www.chooseenergy.com/blog/energy-101/100-renewable-energy/</p> <p>[2] Power electronics in hydro electric energy systems – A review. R. Raja Singh, Thanga Raj Chelliah, Pramod Agarwal - Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2014</p> <p>[3] 100% Renewable Electricity Generation By 2030 https://www.scoop.co.nz/stories/PA2009/S00085/100-renewable-electricity-generation-by-2030.htm</p> <p>[4] Achieving a 100% Renewable Grid: Operating Electric Power Systems with Extremely High Levels of Variable Renewable Energy - Benjamin Kroposki ; Brian Johnson ; Yingchen Zhang ; Vahan Gevorgian ; Paul Denholm ; Bri-Mathias Hodge ; Bryan Hannegan – IEEE Power and Energy Magazine. 2017</p>	

Linha de Pesquisa: ENERGIAS RENOVÁVEIS E SISTEMAS ELÉTRICOS

ÁREA TEMÁTICA 12		
Título	Microrredes para Integração de Recursos Energéticos Renováveis	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 0
Palavras-chaves	<i>Droop control</i> . Paralelismo de conversores. Microrrede CC. Controle descentralizado.	
Descrição	<p>As microrredes CC e CA são elementos essenciais para integrar recursos energéticos renováveis e distribuídos, bem como sistemas de armazenamento de energia distribuídos. A natureza intermitente das fontes de energia renovável coloca grandes desafios operacionais no setor de energia elétrica. O conceito de microrrede deve permitir que os recursos energéticos distribuídos gerenciem o controle de tensão e frequência, de modo a fornecer a energia ativa e reativa necessária à rede e a carga conectada ao sistema. Assim, tanto as microrredes CA quanto as microrredes CC enfrentam frequentemente problemas de qualidade de energia. Diante do exposto, padrões de despacho elétrico para conferir inteligência e flexibilidade às microrredes serão estudados neste trabalho. Estudos, a título de revisão bibliográfica, a partir da literatura específica sobre técnicas de controle de serão realizados. Finalmente, os trabalhos desenvolvidos nestas duas dissertações de mestrado deverão abordar estudos de casos sobre técnicas de controle aplicadas a microrredes conectadas à rede elétrica, envolvendo sistemas renováveis.</p>	
Referências	<p>[1] J. M. Guerrero, J. C. Vasquez, J. Matas, L. G. de Vicuna and M. Castilla, "Hierarchical Control of Droop-Controlled AC and DC Microgrids—A General Approach Toward Standardization," in <i>IEEE Transactions on Industrial Electronics</i>, vol. 58, no. 1, pp. 158-172, Jan. 2011.</p>	

<p>[2] J. M. Guerrero, M. Chandorkar, T. Lee and P. C. Loh, "Advanced Control Architectures for Intelligent Microgrids—Part I: Decentralized and Hierarchical Control," in <i>IEEE Transactions on Industrial Electronics</i>, vol. 60, no. 4, pp. 1254-1262, April 2013.</p> <p>[3] J. M. Guerrero, J. C. Vasquez, J. Matas, M. Castilla and L. Garcia de Vicuna, "Control Strategy for Flexible Microgrid Based on Parallel Line-Interactive UPS Systems," in <i>IEEE Transactions on Industrial Electronics</i>, vol. 56, no. 3, pp. 726-736, March 2009.</p> <p>[4] J. M. Guerrero, P. C. Loh, T. Lee and M. Chandorkar, "Advanced Control Architectures for Intelligent Microgrids—Part II: Power Quality, Energy Storage, and AC/DC Microgrids," in <i>IEEE Transactions on Industrial Electronics</i>, vol. 60, no. 4, pp. 1263-1270, April 2013.</p> <p>[5] J. C. Vasquez, J. M. Guerrero, A. Luna, P. Rodriguez and R. Teodorescu, "Adaptive Droop Control Applied to Voltage-Source Inverters Operating in Grid-Connected and Islanded Modes," in <i>IEEE Transactions on Industrial Electronics</i>, vol. 56, no. 10, pp. 4088-4096, Oct. 2009.</p>
--

ÁREA TEMÁTICA 13	
Título	Análise da inserção de veículos elétricos e gerações distribuídas em uma rede inteligente
Vagas	Mestrado: 1 Doutorado: 0
Palavras-chaves	Veículos Elétricos, Recarga, Smart Grid/ redes inteligentes, Sistemas de armazenamento, Geração Distribuída, Níveis de qualidade.
Descrição	<p>A questão global das alterações climáticas é atualmente um dos grandes desafios do desenvolvimento sustentável. A transição em direção a um mundo livre das emissões de carbono talvez seja o maior desafio para esta geração. Neste sentido o setor de energia elétrica, devido à grande variedade de fontes renováveis de geração de energia, tais como: fotovoltaica (FV), eólica e hidráulica, é o que mais rápido pode auxiliar na descarbonização da economia, isto significa que a eletrificação pode ajudar outros setores a se descarbonizarem em grande escala, ou seja, o futuro é elétrico. Os veículos elétricos (VE) ganham importância na medida em que o setor dos transportes é responsável pela emissão de cerca de um quarto do total das emissões de gases com efeito de estufa, e podem ser vistos como sendo uma potencial solução, desta forma, acredita-se que o número destes veículos irá crescer nos próximos anos intensamente. Medidas devem ser postas em prática para conectar os novos usuários de eletricidade com os operadores da rede para que um alto engajamento destes consumidores seja obtido, o desafio é a flexibilização das redes (smart grids), dos equipamentos de recarga e dos instrumentos regulatórios. Este trabalho busca analisar a inserção destas novas cargas, os veículos elétricos (VE) plug-in, conectados em redes de baixa tensão, além de fontes de gerações distribuídas, como a fotovoltaica, e o próprio sistema de armazenamento dos VEs, tendo como objetivo identificar o modo como estes podem influenciar em diferentes aspectos positivos e negativos nas redes de distribuição, levando em conta os diferentes cenários de curvas de carga (residencial, comercial, entre outros), como também das características dos diferentes modos de carregamento, que serão determinados por meio de métodos probabilísticos e/ou estatísticos, definindo assim como será feita a integração destas cargas na rede de distribuição, influenciando nos níveis de qualidade até a capacidade de auxiliar a própria entrada de energias renováveis no sistema por meio da regulação de frequência e reserva girante, desde que ambos estejam conectados em uma micro grid. O trabalho também analisa os veículos tracionados por motores elétricos, desde o seu sistema de carregamento e armazenamento, até as características envolvendo o tráfego no meio urbano, portanto, baseando o estudo de caso, visando à conexão à rede de distribuição dos VEs em diferentes cenários (horários, lugares e níveis de carregamento). Assim se obtendo dados para verificar como a rede será impactada em sua qualidade de energia. Logo, os sistemas de armazenamento também terão questões levantadas no modo de retorno de energia para a rede, como dito anteriormente, podendo assim serem utilizados como uma geração distribuída tanto para a própria residência, como para a rede da concessionária (o que será uma oportunidade para discussões sobre uma nova regulamentação do setor), auxiliando no horário de pico e/ou complementando as fontes de energias renováveis, que são intermitentes. Em particular, aqui no Brasil, por ter um Sistema Interligado Nacional (SIN) e pela grande variedade de fontes renováveis na geração. Deste modo, a intenção é adquirir, por meio do uso do software Open DSS, dados para relatar alterações nos níveis de qualidade de energia, entre outros fatores, quando os veículos são conectados em níveis de carregamento mais elevados, realidade que será uma constante, pois a evolução das baterias suportarão correntes cada vez mais altas, porém para a sua plena utilização será exigido em um sistema às redes inteligentes, capazes de realizar associada a uma</p>

	<p>geração distribuída um competente sistema de gerenciamento da carga (GLD), de modo que será requisitada uma reforma na infraestrutura elétrica da concessionária, com a necessidade da transmissão de dados entre a rede, o usuário, os VEs e as gerações distribuídas, permitindo a comunicação em tempo real deste subsistema, contribuindo para a otimização técnico-financeira da qualidade do produto e do serviço, desde a origem até o destino final.</p>
Referências	<p>BARRETO, E. Smart Grid: Eficiência Energética e a Geração Distribuída a Partir das Redes Inteligentes. Mar.,2018.</p> <p>CARNEIRO, M. S. Utilização do software openss para cálculo das perdas técnicas em redes de distribuição. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Elétrica, 2019, 130 f.</p> <p>CASTRO, B; FERREIRA, T. —Veículos elétricos: Aspectos básicos, perspectivas e oportunidades, Revista BNDES Setorial, Setembro 2010.</p> <p>HANAUER, D. Mode 2 Charging Testing and Certification for International Market Access. World Electric Vehicle Journal, v. 9, n. 26, 2018.</p> <p>HANNAN, M. A. et al. State-of-the-art and energy management system of lithium-ion batteries in electric vehicle applications: issues and recommendations. IEEE Access, v. 6, p. 1–1, 2018.</p> <p>HINTERSTOCKER, M. Bidirectional Charging Management – Field Trial and Measurement Concept for Assessment of Novel Charging Strategies. E-Mobility Power System Integration Symposium, 2019.</p> <p>INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 61851-1:2017-02 “Electric Vehicle Conductive Charging System—Part 1: General Requirements”; International Electrotechnical Commission: Geneva, Switzerland, 2017.</p> <p>INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 62196-1:2014-6 “Plugs, Socket-Outlets, Vehicle Connectors and Vehicle Inlets—Conductive Charging of Electric Vehicles—Part 1: General Requirements”; International Electrotechnical Commission: Geneva, Switzerland, 2014.</p> <p>INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 62196-2:2016-02 “Plugs, Socket-Outlets, Vehicle Connectors and Vehicle Inlets—Conductive Charging of Electric Vehicles—Part 2: Dimensional Compatibility and Interchangeability Requirements for a.c. Pin and Contact-Tube Accessories”; International Electrotechnical Commission: Geneva, Switzerland, 2016.</p> <p>INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 62752:2016-03 “In-Cable Control and Protection Device for Mode 2 Charging of Electric Road Vehicles (IC-CPD)”; International Electrotechnical Commission: Geneva, Switzerland, 2016.</p> <p>KEMPTON, W; TOMIC, J —Vehicle-to-Grid Power Implementation: From Stabilizing the Grid to Supporting Large-scale Renewable Energy, Journal of Power Sources, v. 144, n. 1, p. 280-294, Jun., 2005.</p> <p>Kim.H; Shin K.G., “DESA: Dependable, Efficient, Scalable Architecture for Management of Large scale Batteries”, IEEE Trans. on Industrial Informatics, vol. 8, no. 2, pp. 406-417, Mai., 2012.</p> <p>LOPES, J. A. P. Integration of Electric Vehicles in the Electric Power System. A conceptual framework for integrating electric vehicles into electric power systems is given; impacts and benefits arising from their use are discussed. Proceedings of the IEEE, v. 99, n. 1, Jan., 2011.</p> <p>MARRA, F. Electric Vehicles Integration in the Electric Power System with Intermittent Energy Sources - The Charge/Discharge infrastructure. Kgs. Lyngby: Technical University of Denmark (DTU), 2013.</p> <p>MOHITI, M. A Decentralized Model for Coordinated Operation of Distribution Network and EV Aggregators. Conference Papwe, Jun.,2018.</p> <p>PINTO, F. Um Modelo para Dimensionamento de Postos de Recarga Rápida para Veículos Elétricos Baseado no Perfil de Carga das Baterias de Íons de Lítio. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE,Jan., 2016.</p> <p>RIDENOUR, J. Optimal Control in a Smart Grid Aggregator: Connecting PV, EV, Energy Storage, and Heating Systems to Solve the Power Problem. 2nd E-Mobility Power System Integration Symposium,Suécia, Out.,2018.</p> <p>RODRIGUES, M. do C. B. P. et al. Conexão de veículos elétricos à rede de energia elétrica para recarga de baterias: uma visão geral. Eletrôn. Potên., Campo Grande, v. 19, n.2, p.193-207, mar./mai. 2014.</p> <p>SU, W. et al. Smart Grid Operations Integrated with Plug-in Electric Vehicles and Renewable Energy Resources. Under the direction of Dr. Alex Q. Huang. 2012.</p> <p>SU, W. et al. “A Survey on the Electrification of Transportation in a Smart Grid Environment,” IEEE Trans. on Industrial Informatics, v.8, n.1, p.1-10, Feb. 2012.</p>

ÁREA TEMÁTICA 14		
Título	Redes Elétricas Inteligentes	
Vagas	Mestrado: 2	Doutorado: 0
Palavras-chaves	Rede de distribuição ativa, recursos energéticos distribuídos, micro redes, resposta à demanda, transação de energia, interoperabilidade.	
Descrição	<p>Rede elétrica inteligente (REI) é uma rede elétrica ativa moderna, que agrega tecnologias de informação como sensores, medidores digitais e rede de comunicação. Uma rede inteligente garante o suprimento de energia elétrica eficiente e sustentável, com menores perdas e maior confiabilidade e segurança. As redes inteligentes podem integrar de forma inteligente, flexível e responsiva fontes renováveis intermitentes, prossumidores, serviços de carregamento de veículos elétricos e tecnologias de armazenamento de energia. Ao contrário das redes convencionais passivas, a rede elétrica inteligente pode modelar os padrões de consumo, exigindo novos procedimentos de controle avançados e maior harmonização entre os operadores do sistema de distribuição e os usuários finais, geralmente em tempo real, através da resposta à demanda. As redes inteligentes permitem a proteção adaptativa da rede e de recomposição automática. As redes elétricas de distribuição modernas compreendem múltiplas micro redes inteligentes. As micro redes permitem a integração de recursos energéticos distribuídos com menor complexidade operacional e a transação de energia entre os agentes participantes do mercado. Padrões são notadamente necessários em comunicação, medição inteligente, integração de rede e conexões de rede para facilitar a interoperabilidade e promover a integração de Recursos de Energia Distribuída (DER) a um custo mais baixo. A natureza distribuída dos recursos energéticos estabelece mecanismos inteligentes de controle e coordenação descentralizados, com aplicação das mais modernas tecnologias da informação e comunicação (TIC) para enfrentar os novos desafios. Interoperabilidade e flexibilidade são requisitos para a integração de inúmeros componentes e operação das modernas redes elétricas ativas.</p>	
Referências	<p>Abo Rassa, Coen van Leeuwen, Robertjan Spaans, and Koen Kok Developing. Local Energy Markets - A Holistic System Approach. IEEE power & energy magazine, september/october 2019.</p> <p>Sijie CHENE, Chen-Ching LIU. From demand response to transactive energy: state of the art. Journal of Modern Power Systems and Clean Energy. January 2017, Volume 5, Issue 1, pp 10–19.</p>	

ÁREA TEMÁTICA 15		
Título	Impacto do acúmulo de sujidade e degradação de módulos fotovoltaicos em ambientes urbanos sobre a geração de eletricidade	
Vagas	Mestrado: 1	Doutorado: 1
Palavras-chaves	Geração fotovoltaica, eficiência de conversão	
Descrição	Caracterizar os parâmetros, e a interação entre eles, que contribuem para e/ou potencializam o	

Engineering Journal 50, 137–144, Elsevier, 2011.

Souza, André Nunes de. “Desenvolvimento de metodologia para previsão da demanda de energia elétrica residencial considerando aspectos socioeconômicos e ferramentas computacionais inteligentes”. Tese de doutorado – USP 2017 – São Paulo.

BEN. Balanço Energético Nacional 2019. Brasília: MME; Rio de Janeiro, EPE, 2019. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>. Acesso em: 9 abr. 2020.

BRASIL. MME. Portaria Interministerial nº 1, de 29 de junho de 2017. [Aprova o Programa de Metas para Motores Trifásicos de Indução Rotor Gaiola de Esquilo]. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 154, n. 167, p. 50, 30 ago. 2017. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=30/08/2017&jornal=1&pagina=50&totalArquivos=192>. Acesso em: 29 maio 2020