

Breve Relatório de Produção Técnico-Científica

do

Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Elétrica da UFMG

2015 a 2019

13 de março de 2020

Sumário

ANEXO A.....	4
Relação das dissertações escolhidas como as cinco melhores nos últimos 5 anos	
ANEXO B.....	13
Relação das teses escolhidas como as cinco melhores nos últimos 5 anos	
ANEXO C.....	24
Relação das produções escolhidas como as cinco melhores nos últimos 5 anos	
ANEXO D.....	34
Impacto social da produção de conhecimento gerada pelo PPGEE	
ANEXO E	52
Perfil dos egressos	

Os resultados apresentados no presente documento, que foram selecionados dentre sugestões encaminhadas pelos docentes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE) da UFMG por um conjunto de pessoas nomeadas pelo Colegiado, são uma amostra da produção técnico-científica do PPGEE nos anos 2015 a 2019. Em se tratando de uma comunidade de aproximadamente 500 (quinhentas) pessoas, e tendo titulado nesse período 445 pós-graduandos, não foi tarefa fácil escolher uns poucos itens que retratem a diversidade de competências.

O material apresentado está organizado da seguinte maneira:

Anexo A:

Relação das dissertações escolhidas como as cinco melhores nos últimos 5 anos

Anexo B:

Relação das teses escolhidas como as cinco melhores nos últimos 5 anos

Anexo C:

Relação das produções escolhidas como as cinco melhores nos últimos 5 anos

Anexo D:

Impacto social da produção de conhecimento gerada pelo PPGEE

Anexo E:

Perfil dos Egressos

ANEXO A

Relação das dissertações escolhidas como as cinco melhores nos últimos 5 anos

Na avaliação foram considerando o número de artigos publicados em periódicos científicos, distinções recebidas, vinculação do trabalho com projeto de pesquisa e inovação tecnológica e patentes requeridas ou registrada.

Discente	Orientador	Nº artigos	Distinções	Vínculo a P&D	Patente	Tempo de Titulação
Brenner Santana Rego	Guilherme Vianna Raffo	02	----	----	0	
Guilherme da Silva Lima	Alberto Resende De Conti	02	----	Sim	----	
Pedro Henrique Silva Coutinho	Reinaldo Martinez Palhares	01	----	----	0	
Priscila Louise Ribeiro Aguirre	Leonardo Antonio Borges Tôres		----	Sim	2	
Thiago Akio Nakamura	André Paim Lemos	1	----	---	1	

Discente: Brenner Santana Rego

Orientador: Guilherme Vianna Raffo

Área de concentração: Sinais e Sistemas

Título: Path Tracking Control of a Suspended Load Using a Tilt-rotor UAV

Data da defesa: 08/11/2016

Resumo:

Este trabalho trata o problema de transporte de carga usando um veículo aéreo não tripulado (VANT) do tipo tilt-rotor. Um VANT tilt-rotor é uma aeronave híbrida capaz de realizar voos com velocidade de cruzeiro elevada, como VANTs de asa fixa, e decolagem e pouso vertical, como VANTs de asa rotativa. Aborda-se o problema de rastreamento de trajetória da carga suspensa, no qual a carga deve seguir uma trajetória desejada enquanto o VANT tilt-rotor é mantido estável. A cinemática do sistema é formulada do ponto de vista da carga, a partir da qual um modelo dinâmico rigoroso é obtido através da formulação de Euler-Lagrange. Obtém-se uma representação em espaço de estados não linear altamente acoplada e afim nas entradas, na qual a posição e a orientação da carga são diretamente representadas por variáveis de estado. Este fato permite que estratégias de controle por realimentação de estados possam conduzir a carga através de uma trajetória de referência com relação a um sistema de coordenadas inercial. Assumindo que todos os estados do sistema são medidos, duas estratégias de controle linear em tempo discreto são propostas para solucionar o problema de rastreamento de trajetória da carga com rejeição a perturbações constantes: um regulador linear quadrático de tempo discreto e um controlador H-2/H-infinito misto de tempo discreto com restrições na alocação de polos. O primeiro controlador é projetado através da solução de uma equação algébrica de Riccati de tempo discreto, enquanto o segundo controlador é projetado através de uma abordagem de desigualdades matriciais lineares. As equações de estado são linearizadas em torno da trajetória de referência, aumentadas com ações integrais e discretizadas para que os controladores sejam projetados. Por outro lado, considerando que nem todos os estados estão disponíveis para realimentação, medições estão corrompidas com ruído e sensores possuem diferentes períodos de amostragem, propõe-se estratégias de estimação de estados com o intuito de fornecer todo o vetor de estados para os controladores. Um filtro de Kalman linear é proposto para um cenário no qual apenas a metade do vetor de estados é medida (variáveis de posição), e corrompida com ruído Gaussiano com média nula. Para a segunda estratégia de estimação propõe-se um estimador de estados zonotópico, considerando um cenário no qual as medições são fornecidas por sensores que possuem diferentes períodos de amostragem, corrompidas com ruído desconhecido porém limitado. Ambos os estimadores são projetados baseados em equações dinâmicas linearizadas e discretizadas, aumentadas com perturbações externas que afetam o sistema. Para corroborar o bom desempenho das estratégias propostas, resultados de simulação numérica são apresentados.

Justificativa da escolha

A dissertação do Brenner gerou 2 artigos em periódicos científicos e 6 publicados em Anais de congressos seguintes:

Artigos Publicados em Periódicos Científicos

1. REGO, BRENNER S. ; RAFFO, Guilherme V. . Suspended load path tracking control using a tilt-rotor UAV based on zonotopic state estimation. JOURNAL OF THE FRANKLIN INSTITUTE-ENGINEERING AND APPLIED MATHEMATICS, v. 356, p. 1695-1729, 2019. JCR 2018: 3.653
2. SANTOS, M. A. ; REGO, B. S. ; RAFFO, G. V. ; FERRAMOSCA, A. . Suspended Load Path Tracking Control Strategy Using a Tilt-Rotor UAV. JOURNAL OF ADVANCED TRANSPORTATION, v. 2017, p. 1-22, 2017. JCR 2018: 1.983

Trabalhos em Congressos Científicos

1. SANTOS, M. A. ; CARDOSO, D. N. ; REGO, B. S. ; RAFFO, G. V. ; ESTEBAN, S. . A discrete robust adaptive control of a tilt-rotor UAV for an enlarged flight envelope. In: 2017 IEEE 56th Annual Conference on Decision and Control (CDC), 2017, Melbourne. p. 5208-5214
2. LARA, A. V. ; REGO, B. S. ; RAFFO, G.V. ; ARIAS, J. . DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE DE SIMULAÇÃO DE VANTS TILT-ROTOR PARA TESTES DE ESTRATÉGIAS DE CONTROLE. In: XIII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI), 2017, Porto Alegre. p. 1-7.
3. REGO, B. S. ; ADORNO, BRUNO V. ; RAFFO, Guilherme V. . Formation Backstepping Control Based on the Cooperative Dual Task-Space Framework: A Case Study on Unmanned Aerial Vehicles. In: 2016 XIII Latin American Robotics Symposium and IV Brazilian Robotics Symposium (LARS/SBR), 2016, Recife. p. 163-168.
4. REGO, B. S. ; RAFFO, Guilherme V. . Suspended load path tracking control based on zonotopic state estimation using a tilt-rotor UAV. In: 2016 IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2016, Rio de Janeiro. p. 1445-1451.
5. REGO, B. S. ; RAFFO, G.V. . PATH TRACKING CONTROL BASED ON GUARANTEED STATE ESTIMATION FOR A TILT-ROTOR UAV. In: XXI Congresso Brasileiro de Automática - CBA2016, 2016, Vitória. p. 1241-1246.
6. REGO, B. S. ; RAFFO, G.V. . Suspended Load Path Tracking by a Tilt-rotor UAV. In: The 1st IFAC Conference on CyberPhysical & Human-Systems, 2016, Florianópolis. p. 229-234.

Discente: Guilherme da Silva Lima

Orientador: Alberto Resende De Conti

Co-Orientadores: Fernando Henrique Silveira e Silvério Visacro Filho

Área de concentração: Engenharia de Potência

Título: Avaliação da Suportabilidade de Estruturas Monofásicas de Redes de Distribuição Aéreas Compactas Frente a Impulsos Atmosféricos Padronizados

Data da defesa: 05/10/2015

Resumo:

O presente trabalho dedica-se a avaliar a suportabilidade de estruturas monofásicas de redes de distribuição compactas frente a impulsos atmosféricos padronizados com polaridades positivas e negativas. Dedicou-se também à estimação de parâmetros para a caracterização desta suportabilidade. Três situações foram consideradas nos testes em laboratório com as estruturas avaliadas, que são aquelas de uso mais frequente em redes monofásicas compactas no estado de Minas Gerais: (i) cabos cobertos com isolamento nova; (ii) cabos cobertos com isolamento perfurada por impulso atmosférico padronizado; (iii) cabo nu, visando avaliar o caso crítico em que a cobertura isolante esteja completamente deteriorada. Os resultados obtidos indicam valores de tensão disruptiva a 50% (U₅₀) entre 129,9 kV e 185,4 kV para a aplicação de tensões impulsivas padronizadas de polaridade positiva em estruturas montadas com cabos nus. Para aplicação de tensões de polaridade negativa, U₅₀ assumiu valores entre 155,9 kV e 204,5 kV. Em todos os casos envolvendo cabos nus, foram estimados parâmetros das curvas U_{xt} correspondentes às estruturas avaliadas. Também foram determinados parâmetros para emprego do método do efeito disruptivo (método DE), que permite estimar a resposta das estruturas avaliadas frente a formas de onda de tensão não padronizadas. Na avaliação da suportabilidade das estruturas das redes compactas considerando cabos cobertos novos, foram obtidas tensões disruptivas médias entre 188,7 kV e 279,7 kV, para a aplicação de tensões impulsivas de polaridade positiva, e entre 208,5 kV e 243,7 kV, para a aplicação de tensões de polaridade negativa. Os resultados obtidos comprovam, portanto, que a cobertura isolante dos cabos contribui para um aumento na suportabilidade das estruturas da rede compacta frente a sobretensões de natureza impulsiva. Além disso, observou-se que a distância de um furo na cobertura do cabo ao ponto aterrado mais próximo pode afetar o nível de suportabilidade da estrutura. Furos que se manifestam em pontos próximos à estrutura fazem com que a suportabilidade se aproxime do caso crítico onde o cabo coberto é substituído por um cabo nu. Por outro lado, para furos em pontos distantes da estrutura, a suportabilidade tende a se aproximar daquela verificada para a condição de cabo novo, dependendo da polaridade da tensão impulsiva aplicada.

Justificativa da escolha

O trabalho foi feito no contexto de um projeto de P&D em conjunto com a CEMIG e o aluno publicou, como autor principal, dois artigos no Electric Power Systems Research, classificado como QUALIS A1 pela CAPES.

Artigos Publicados em Periódicos Científicos

1. LIMA, GUILHERME S. ; **De Conti, Alberto** . Bottom-up single-wire power line communication channel modeling considering dispersive soil characteristics. ELECTRIC POWER SYSTEMS RESEARCH **JCR**, v. 165, p. 35-44, 2018.
2. LIMA, GUILHERME S. ; GOMES, RAFAEL M. ; SOUZA, RONALDO E. ; **De Conti, Alberto** ; [SILVEIRA, FERNANDO H.](#) ; [Visacro, Silvério](#) ; SOUZA, WILLIAM A. . Corrigendum to -Impulse withstand voltage of single-phase compact distribution line structures considering bare and XPLE-covered cables- [Electr. Power Syst. Res. 153 (2017) 88-93]. ELECTRIC POWER SYSTEMS RESEARCH **JCR**, v. 166, p. 241-241, 2018.

Discente: Pedro Henrique Silva Coutinho

Orientador: Reinaldo Martinez Palhares

Área de concentração: Sinais e Sistemas

Título: Enhanced Nonquadratic Stabilization of Discrete-time Takagi-Sugeno Fuzzy Models

Data da defesa: 26/03/2019

Resumo:

O tema principal abordado nesta dissertação diz respeito a estabilização não-quadrática de sistemas não-lineares a tempo discreto descritos por modelos fuzzy Takagi-Sugeno (TS). Uma das principais vantagens ao se usar a representação TS, além de sua capacidade de representar diferentes classes de sistemas não-lineares, é a possibilidade de se obter condições suficientes e convexas, descritas por desigualdades matriciais lineares (LMIs, do inglês Linear Matrix Inequalities). No entanto, um grau de conservadorismo embutido em tais condições está intimamente relacionado à escolha da função de Lyapunov candidata. Dentro do contexto de modelos TS a tempo discreto, condições multi-parametrizadas baseadas em funções de Lyapunov não-quadráticas com atraso têm se mostrado efetivas para redução do conservadorismo para o projeto de controle. Contudo, essa redução é normalmente alcançada ao custo do aumento excessivo da complexidade computacional. Portanto, os métodos propostos nesta dissertação são tais que o conservadorismo das condições de projeto de controladores fuzzy baseados em LMIs é reduzido sem um aumento substancial do custo computacional. As condições são obtidas para projeto de controladores sem atraso e com atraso e são estendidas para tratar o problema de atenuação de distúrbios. A efetividade dos métodos propostos é ilustrada por simulações numéricas.

Justificativa da escolha:

Os resultados obtidos na dissertação do Pedro teve a sua importância reconhecida ao termos um artigo publicado no periódico internacional de maior prestígio e impacto na área: IEEE Transactions on Fuzzy Systems (<http://dx.doi.org/10.1109/TFUZZ.2019.2892341>).

Artigo Publicado em Periódico Científico

1. COUTINHO, Pedro Henrique Silva ; LAUBER, Jimmy ; BERNAL, Miguel ; **PALHARES, Reinaldo Martinez** . Efficient LMI Conditions for Enhanced Stabilization of Discrete-Time Takagi-Sugeno Models via Delayed Nonquadratic Lyapunov Functions. IEEE TRANSACTIONS ON FUZZY SYSTEMS **JCR**, v. 27, p. 1833-1843, 2019.

Discente: Priscila Louise Ribeiro Aguirre

Orientador: Leonardo Antônio Borges Tôrres

Co-Orientador: André Paim Lemos

Área de concentração: Sinais e Sistemas

Título: Feature Enrichment in Human Activity Recognition

Data da defesa: 02/04/2018

Resumo:

No contexto de Sensoriamento Ubíquo, uma área que investiga a extração de informação por meio de sensores pervasivos, o reconhecimento de atividade humanas é uma tarefa de grande interesse em sistemas de vigilância, assistência médica e entreterimento. Apesar de ter sido explorada por mais de uma década, muitas questões como a coleta de dados em condições realistas, a flexibilidade do sistema para novos usuários, implementações que tendem requisitos de processamento e de consumo de energia, etc, ainda motivam o desenvolvimento de novas técnicas para melhoria de performance de tais sistemas. Ao nosso melhor conhecimento, a maioria dos trabalhos científicos na área consideram o reconhecimento de atividades que envolvem transições posturais, que são categorizados como atividades de locomoção. Motivados principalmente pela falta de estudos que consideram atividades classificadas como cotidianas, que são mais complexas quando comparadas com atividades de locomoção, esse trabalho investiga o enriquecimento de atributos de dados de acelerômetros usados no punho a fim de refinar a habilidade de reconhecimento de tal tipo de atividade humana, que são tipicamente ricos em movimentação de punho e braço. Baseados no pressuposto que a orientação do pulso carrega informação útil que poderia melhorar reconhecimento de atividades do cotidiano, investigamos os efeitos de transformações matemáticas não-lineares os sinais de acelerômetro triaxial para estimação dos ângulos de atitude, rolamento e guinada, do punho. Empregamos, como atributos, coeficientes de modelos autorregressivos (AR) multivariados bidimensionais obtidos de sinais crus de acelerômetro e dos ângulos estimados de atitude. Mostramos que o uso simultâneo de ambos os tipos de modelos melhora a acurácia geral em quase 10% quando comparado a algoritmos recentemente publicados nos quais empregou-se apenas coeficientes univariados de modelos AR a cada sinal de acelerômetro.

Justificativa da escolha:

No trabalho foram desenvolvidas técnicas de enriquecimento de características usando parâmetros de modelos ARMAX identificados para os ângulos de orientação do pulso de indivíduos usando Smart Watches. Com a técnica, melhorou-se a identificação de atividades humanas, dentro de um estudo em conjunto com a empresa Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda, no âmbito do projeto "HAR-HEALTH: Reconhecimento de Atividades Humanas associadas a Doenças Crônicas", cujo objetivo foi a pesquisa e o desenvolvimento de métodos e algoritmos capazes de reconhecer, automaticamente, atividades humanas relacionadas a doenças crônicas (diabetes, hipertensão, obesidade e envelhecimento) a partir de informações visuais, sinais capturados por sensores de dispositivos móveis pessoais e sinais capturados por sensores instalados nos ambientes.

O principal produto foi os seguintes depósitos de patentes (para a mesma invenção, mas um no Brasil e outro nos EUA):

1. SCHWARTZ, W. R. ; TORRES, L. A. B. ; AGUIRRE, P. L. ; PENATTI, O. A. B. ; SANTOS, M. F. S. ; CORREIA, A. J. L. . Método e Sistema de Reconhecimento de Dados de Sensor Utilizando o Enriquecimento de Dados para o Processo de Aprendizagem. 2017, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR10201702625, título: "Método e Sistema de Reconhecimento de Dados de Sensor Utilizando o Enriquecimento de Dados para o Processo de Aprendizagem" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 05/12/2017
2. SCHWARTZ, W. R. ; TORRES, L. A. B. ; AGUIRRE, P. L. ; PENATTI, O. A. B. ; SANTOS, M. F. S. ; CORREIA, A. J. L. . Method and system for sensor data recognition using data enrichment for the learning process. 2018, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: US20190172232A1, título: "Method and system for sensor data recognition using data enrichment for the learning process" , Instituição de registro: United States Patent and Trademark Office. Depósito: 12/07/2018; Em Domínio Público: 06/06/2019.

Trabalhos em Congressos Científicos

1. AGUIRRE, P. L. ; TORRES, L. A. B. ; LEMOS, A. P. . Autoregressive Modeling of Wrist Attitude for Feature Enrichment in Human Activity Recognition. In: CBIC 2017, XIII Brazilian Congress on Computational Intelligence, 2017, Niterói, RJ. XIII Brazilian Congress on Computational Intelligence, 2017. p. 1-12.

Discente: Thiago Akio Nakamura

Orientador: André Paim Lemos

Área de concentração: Sinais e Sistemas

Título: Feature Enrichment in Human Activity Recognition

Data da defesa: 10/12/2018

Resumo:

A revolução do chamado aprendizado profundo, ou deep learning, inflamado recentemente, tocou muito da pesquisa acadêmica atual. Ele teve um impacto ainda maior na indústria, afetando das maiores empresas de tecnologia, até as pequenas startups, agora capazes de construir produtos impensáveis meia dúzia de anos atrás. Neste trabalho, nós exploramos a aplicação das técnicas modernas de aprendizado profundo para contruir uma máquina de busca centrada em modelos neurais. Conduzimos uma profunda discussão a respeito de diversos critérios quantitativos e qualitativos, comparando os trade-offs em adotar a arquitetura neural proposta contra as técnicas tradicionais de recuperação de informação, já maduras e bem-sucedidas. Nós mostramos que a arquitetura neural oferece boa escalabilidade e previsibilidade, e discutimos sob quais condições já é possível obter resultados estado-da-arte. Nós concluímos que sistemas centrados em modelos de deep learning ainda exigem esforços significativamente maiores para implementação e implantação e demandam mais recursos computacionais, mas este trabalho, em conjunto com vários outros na literatura, ajudam a iluminar o caminho

Justificativa da escolha:

A dissertação aborda como modelos neurais, baseados em aprendizado profundo, podem ser utilizados na construção de máquinas de busca. O trabalho revisa aplicações de modelos neurais no problema em questão e propõe soluções neurais e híbridas. Os resultados obtidos são comparáveis com o estado da arte, baseado em técnicas consolidadas da área de recuperação da informação. Além disso, o trabalho apresenta uma discussão detalhada dos trade-offs da utilização de modelos neurais/clássicos para o problema em questão. São avaliados critérios como escalabilidade, previsibilidade de resultados, demanda de recursos computacionais, entre outros. Os resultados foram publicados em um periódico de alto fator de impacto (Information Sciences). O trabalho é relevante pois propõe soluções alternativas promissoras para um problema com uma diversidade de aplicações práticas atuais. Além disso, apresenta uma discussão quantitativa dos aspectos práticos de sua aplicabilidade.

Artigo Publicado em Periódico Científico

1. NAKAMURA, THIAGO AKIO ; CALAIS, PEDRO H. ; REIS, DAVI DE CASTRO ; LEMOS, ANDRÉ PAIM . An anatomy for neural search engines. INFORMATION SCIENCES **JCR**, v. 480, p. 339-353, 2019.

ANEXO B

Relação das teses escolhidas como as cinco melhores nos últimos 5 anos

Na avaliação foram considerando o número de artigos publicados em periódicos científicos, distinções recebidas, vinculação do trabalho com projeto de pesquisa e inovação tecnológica e patentes requeridas ou registrada.

Discente	Orientador	Nº artigos em periódicos	Distinções	Vínculo a P&DI	Patente	Tempo de Titulação (em meses)
Allan Fagner Cupertino	Seleme Isaac Seleme Júnior	05	----	---	0	
Carlos Ermídio Ferreira Caetano	José Osvaldo Saldanha Paulino	03	Artigo da Tese indicado para o IEEE PES Prize Paper Award, em 2019	Sim	0	27
Cassiano Rabelo e Silva	Ado Jorio de Vasconcelos	05	----	----	03 patentes 10 pedidos de patente	
Fillipe Goulart Silva Mendes	Felipe Campelo França Pinto	02	Indicada como melhor tese do PPGE 2018	Sim	0	
Vitor Nazário Coelho	Frederico Gadelha Guimarães	11	Melhor Tese no grupo Grandes Áreas de Ciências Exatas e da Terra e Engenharias, Grande Prêmio UFMG de Teses. 2017.	----	0	24

Detalhamento das teses

Discente: Allan Fagner Cupertino

Orientador: Seleme Isaac Seleme Júnior

Co-orientador: Heverton Augusto Pereira

Área de concentração: Engenharia de Potência

Título: Modeling, Design And Fault-tolerant Strategies For Modular Multilevel Cascaded Converter Based Statcoms

Data da defesa: 29/11/2019

Resumo:

Compensadores Estáticos Síncronos (do inglês, Static Synchronous Compensators STATCOMs) têm um papel fundamental no controle de potência reativa no sistema elétrico de potência. O cenário atual é caracterizado por uma elevada penetração das usinas eólicas e solares, o que tende a reduzir os níveis de curto-circuito da rede elétrica. Portanto, o suporte de tensão durante condições desbalanceadas é exigido pelos códigos de rede modernos. Estes são fatores importantes que motivam o desenvolvimento de STATCOMs com capacidade de injeção de corrente de sequência positiva e negativa. Além disso, os custos operacionais associados às perdas de potência e a manutenção são fatores que afetam diretamente a relação custo-benefício dos STATCOMs. A família dos conversores modulares multinível em cascata (do inglês, Modular Multilevel Cascaded Converter MMCC) apresenta diversas vantagens, dentre as quais podem-se citar: Alta eficiência, baixa distorção harmônica além de uma inerente tolerância a falhas. Devido a estas características, a família MMCC apresenta opções de topologias interessantes para a construção de STATCOMs. Contudo, existem na literatura poucos trabalhos discutindo a modelagem, projeto e estratégias de tolerância a falhas para MMCC-STATCOMs. Esta tese de doutorado pretende preencher esta lacuna através das seguintes contribuições: (i) Comparação e seleção da topologia MMCC mais adequada para a construção de um STATCOM; (ii) Proposta de uma metodologia de projeto baseada na relação de compromisso entre custo e confiabilidade; (iii) Análise comparativa de estratégias de redundância com a finalidade de definir a abordagem mais adequada para um MMCC-STATCOM; (iv) Modelo analítico para cálculo da fronteira entre a região linear e a sobremodulação; (v) Discussão da redundância inerente à estrutura do MMCC-STATCOM na região de sobremodulação. Todos os resultados e conclusões são baseados em modelos analíticos e simulações desenvolvidas nos softwares Matlab e PLECS. O estudo de caso consiste em um STATCOM de 17 MVA / 13,8 kV. Os resultados mostram que a topologia double-star chopper cell (DSCC-MMCC) é interessante para a construção de um STATCOM quando a compensação de correntes de sequência negativa é considerada. Além disso, para o estudo de caso adotado, dispositivos de potência com tensão de bloqueio de 3,3 kV podem atingir os requisitos de confiabilidade com o menor custo. Outrossim, a análise

comparativa das estratégias de redundância indica que os esquemas de redundância fria e redundância inerente são os mais interessantes em termos de eficiência e custo. Finalmente, quando a operação na região de sobremodulação é levada em consideração, um projeto com menor custo inicial pode ser alcançado.

Resultados da Tese:

Artigos Publicados em periódicos:

1. J. V. M. Farias, A. F. Cupertino, H. A. Pereira, S. I. S. Junior and R. Teodorescu, "On the Redundancy Strategies of Modular Multilevel Converters," in IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 33, no. 2, pp. 851-860, April 2018. doi: 10.1109/TPWRD.2017.2713394.
2. A. F. Cupertino, J. V. Farias, H. A. Pereira, S. I. Seleme and R. Teodorescu, "DSCC-MMC STATCOM Main Circuit Parameters Design considering Positive and Negative Sequence Compensation," in Journal of Control, Automation and Electrical Systems, v. 29, p. 62-74, February 2018, doi: 10.1007/s40313-017-0349-4.
3. A. F. Cupertino, J. V. M. Farias, H. A. Pereira, S. I. Seleme and R. Teodorescu, "Comparison of DSCC and SDBC Modular Multilevel Converters for STATCOM Application During Negative Sequence Compensation," in IEEE 62 Chapter 1. Introduction Transactions on Industrial Electronics, vol. 66, no. 3, pp. 2302-2312, March 2019. doi: 10.1109/TIE.2018.2811361.
4. J. V. M. Farias, A. F. Cupertino, V. De Nazareth Ferreira, H. A. Pereira, S. I. Seleme Junior and R. Teodorescu, "Reliability-Oriented Design of Modular Multilevel Converters for Medium-Voltage STATCOM," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, Early Access. doi: 10.1109/TIE.2019.2937050.
5. A. F. Cupertino, H. A. Pereira, S. I. Seleme and R. Teodorescu, "On Inherent Redundancy of MMC based STATCOMs in the Overmodulation Region," in IEEE Transactions on Power Delivery, Early Access. doi: 10.1109/TPWRD.2019.2936784.

Justificativa: Esta tese foi indicada devido ao grande número de publicações em periódico associadas a ela.

Discente: Carlos Ermídio Ferreira Caetano

Orientador: José Osvaldo Saldanha Paulino

Co-orientadores: Wallace do Couto Boaventura e Célio F, Barbosa

Área de concentração: Engenharia de Potência

Título: Caracterização de Arranjos de Aterramento Através de Medições No Domínio do Tempo

Data da defesa: 28/11/2019

Resumo:

A conexão de um circuito à terra é uma prática muito comum, tendo sido adotada há bastante tempo na proteção de seres vivos e do próprio sistema elétrico. Além disso, essa prática está associada à eficiência operacional do sistema, nos casos onde a terra é usada como um condutor de retorno. Em geral, um aterramento adequado requer baixo valor de impedância, e, como boa prática de projeto, este valor deve ser antecipado através de simulações computacionais. Após a construção do aterramento, este deve ter sua resposta verificada periodicamente através de medições. É nesse âmbito que se consolida a proposta deste trabalho de doutoramento, focado na necessidade de se caracterizar, de forma segura, a resposta de arranjos de aterramento, seja através da resistência ou através do comportamento dinâmico do arranjo de interesse. Neste trabalho, novos métodos de medição da resistência e da impedância de aterramento são propostos, discutidos e validados experimentalmente. Técnicas de melhorias associadas aos novos métodos são discutidas e avaliadas de forma preliminar. Adicionalmente, um método para caracterização da resposta ao impulso de arranjos de aterramento através de curvas medidas é também apresentado. O método foi avaliado através de simulações computacionais e validado através de medições. Neste texto de qualificação, a caracterização de arranjos de aterramento é, portanto, o principal foco, passando por sua descrição através do valor de resistência em corrente contínua, até sua resposta dinâmica.

Resultados da Tese:

A Tese originou 03 artigos em periódicos:

1. J. C. de O. e Silva, A. R. Panicali, C. F. Barbosa, C. E. F. Caetano, and J. O. S. Paulino, "Electric charge flow in linear circuits," *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 170, pp. 57–63, May 2019.
2. B. Lima, C. E. F. Caetano, J. O. S. Paulino, W. C. Boaventura, I. J. S. Lopes, C. F. Barbosa, "An original setup to measure grounding resistances using fast impulse currents and very short leads," *Electr. Power Syst. Res.*, 2019.
3. *C. E. F. Caetano, J. O. S. Paulino, C. F. Barbosa, J. C. O. Silva, and A. R. Panicali, "A New Method for Grounding Resistance Measurement Based on the Drained Net Charge," *IEEE Trans. Power Deliv.*, pp. 1–1, 2018.

Justificativa: O artigo indicado por (*) foi um dos quatro artigos indicados para o IEEE PES Prize Paper Award, em 2019. O PES Prize Paper Award é um reconhecimento dado, a cada ano, aos dois melhores artigos publicados nos periódicos da IEEE Power & Energy Society.

Discente: Cassiano Rabelo e Silva

Orientador: Ado Jorio de Vasconcelos

Co-orientadore: Luiz Gustavo de Oliveira Lopes Cançado

Área de concentração: Sistemas de Computação e Telecomunicações

Título: Tip-enhanced Raman Spectroscopy In Graphene

Data da defesa: 20/12/2019

Resumo:

Este trabalho aborda aspectos fundamentais do uso da micro e da nanoespectroscopia óptica para a caracterização de materiais, em especial grafenos e outras estruturas bidimensionais nanométricas. A diferença entre a micro e a nanocaracterização advém da limitação intrínseca à óptica convencional, conseqüentemente à espectroscopia óptica, em que a luz não pode ser localizada em uma região menor do que metade do seu comprimento de onda (da ordem do micrômetro), onde a difração torna-se um fator limitante à resolução espacial. Para adaptar a espectroscopia óptica à nanociência, utilizamos um equipamento de caracterização química e estrutural que permite a manipulação da matéria em escala nanométrica, através da utilização de uma nanoantena óptica. Conhecida como TERS, do inglês Tip-enhanced Raman spectroscopy, esta técnica combina a espectroscopia Raman com técnicas de microscopia de varredura por sonda (SPM - Scanning probe microscopy). O equipamento em questão consiste no acoplamento de uma nanoantena a um microscópio óptico possibilitando a obtenção de informações espectrais de estruturas nanométricas com dimensões inferiores ao comprimento de onda da luz. Em desenvolvimento no Laboratório de Nanoespectroscopia - LabNS - da UFMG desde 2007, este equipamento passou por importantes evoluções durante o desenvolvimento deste trabalho com o objetivo de aumentar sua precisão, repetibilidade, estabilidade e usabilidade, tendo sido utilizado com sucesso para a caracterização microscópica e nanoscópica de diversos materiais, entre eles de flocos de grafeno, principal objeto de investigação deste trabalho, com dimensões inferiores a 500 nanômetros e com um nível de detalhes sem precedentes na literatura. Os experimentos e análises realizadas demonstram que, apesar do comprovado poder de caracterização da espectroscopia micro-Raman, sua aplicação em nanocarbonos pode apresentar resultados que, do ponto de vista metrológico, são imprecisos ou mesmo inconsistentes, sendo relevante para a nanociência de materiais e, em especial, para a indústria, o conhecimento destas divergências relacionadas à escala.

Resultados da Tese:

Artigos em Periódicos Científicos

1. VASCONCELOS, THIAGO L. ; ARCHANJO, BRÁULIO S. ; OLIVEIRA, BRUNO S. ; VALASKI, ROGÉRIO ; CORDEIRO, RAFAEL C. ; MEDEIROS, HELTON G. ; Rabelo, Cassiano ; RIBEIRO, AROLDO ; ERCIUS, PETER ; ACHETE, CARLOS A. ; JORIO, ADO ; CANÇADO, LUIZ GUSTAVO . Plasmon-Tunable Tip Pyramids: Monopole Nanoantennas for Near-Field Scanning Optical Microscopy. *Advanced Optical Materials* , v. 6, p. 1800528, 2018.

2. CAMPOS, JOÃO LUIZ ELIAS ; MIRANDA, HUDSON ; Rabelo, Cassiano ; SANDOZ-ROSADO, EMIL ; PANDEY, SUGANDHA ; RIIKONEN, JUHA ; CANO-MARQUEZ, ABRAHAM G. ; JORIO, ADO . Applications of Raman spectroscopy in graphene-related materials and the development of parameterized PCA for large-scale data analysis. *JOURNAL OF RAMAN SPECTROSCOPY* , v. 48, p. JRS5225, 2017.
3. KASPERCZYK, MARK ; DE AGUIAR JÚNIOR, FILOMENO S. ; Rabelo, Cassiano ; SARAIVA, ANDRE ; SANTOS, MARCELO F. ; NOVOTNY, LUKAS ; JORIO, ADO . Temporal Quantum Correlations in Inelastic Light Scattering from Water. *Physical Review Letters (Print)* , v. 117, p. 243603-1-243603-5, 2016.
4. VASCONCELOS, THIAGO L. ; ARCHANJO, BRÁULIO S. ; FRAGNEAUD, BENJAMIN ; OLIVEIRA, BRUNO S. ; RIIKONEN, JUHA ; LI, CHANGFENG ; RIBEIRO, DOUGLAS S. ; Rabelo, Cassiano ; RODRIGUES, WAGNER N. ; JORIO, ADO ; ACHETE, CARLOS A. ; CANÇADO, LUIZ GUSTAVO . Tuning Localized Surface Plasmon Resonance in Scanning Near-Field Optical Microscopy Probes. *ACS Nano* , v. 9, p. 6297-6304, 2015.
5. FREITAS, TIAGO ABREU ; MIRANDA, HUDSON ; Rabelo, Cassiano ; JORIO, ADO . Instrumentation and Algorithms for the Sonification of Scanning Probe Microscopy Output. In: 2018 3rd International Symposium on Instrumentation Systems, Circuits and Transducers (INSCIT), 2018, Bento Gonçalves. 2018 3rd International Symposium on Instrumentation Systems, Circuits and Transducers (INSCIT), 2018. p. 1.

Patentes

1. Metallic device for scanning near-field optical microscopy and spectroscopy and ...
WO EP US CN BR US10274514B2
Priority 2015-05-07 • Filed 2016-05-06 • Granted 2019-04-30 • Published 2019-04-30
2. Metallic device for scanning probe microscopy and method for manufacturing same
WO EP US CN EP3392663A1 Ado Jorio De Vasconcelos Universidade Federal De Minas Gerais - UFMG
Priority 2015-12-14 • Filed 2016-12-13 • Published 2018-10-24 (Já concedida no EUA, mas ainda aguardando o envio de detalhes finais)
3. Calibrating tip-enhanced Raman microscopes, US
US20190383854A1 Ado JORIO DE VASCONCELOS International Business Machines Corporation, Priority 2018-06-17 • Filed 2018-06-17 • Published 2019-12-19

Justificativa: Esta tese foi indicada devido ao grande número de patentes concedidas (três) e solicitadas (dez), além de publicações em periódico.

Discente: Fillipe Goulart Silva Mendes

Orientador: Felipe Campelo França Pinto

Co-orientadore: Eduardo Gontijo Carrano

Área de concentração: Sistemas de Computação e Telecomunicações

Título: Permutation-based Optimization for the Load Restoration Problem with Improved Time Estimation of Maneuvers

Data da defesa: 26/11/2018

Resumo:

Há duas coisas na vida que continuam inevitáveis: a morte e os impostos. A estes podemos acrescentar um terceiro item: faltas no setor elétrico, que interrompem o suprimento normal de energia aos clientes. Apesar de ser impraticável impedir por completo estes infortúnios, é possível aplicar técnicas de restauração para amenizar os seus impactos. Este trabalho lida com o problema de restauração em sistemas de distribuição, o qual se resume a executar uma sequência de aberturas e fechamentos de chaves de forma a levar o sistema a uma nova configuração que recupere o máximo de cargas no menor tempo possível. Este problema aqui é formulado como a minimização da energia não suprida e da potência total não restaurada. O espaço de busca escolhido consiste no conjunto de permutações das chaves de manobra, e é proposto um mecanismo de decodificação que converte um dado vetor de permutação em uma sequência de manobras que respeita regras de precedência e fornece uma estimativa do tempo gasto e da energia não suprida. Tal estimativa leva em conta a presença de mais de uma equipe de manobra. O processo de otimização torna-se mais eficiente pela proposta de mecanismos de redução, que impedem a criação de algumas permutações redundantes. O problema resultante é resolvido usando um Simulated Annealing seguido de uma busca local. O método proposto é validado comparando-o aos resultados ótimos em instâncias pequenas, e, em cenários mais complexos, foi capaz de obter soluções significativamente melhores quando comparado com um método Branch and Bound com uma heurística de poda.

Resultados da Tese:

- Indicada como melhor tese do PPGE 2018. Realizada como parte de projeto P&D Eletrobrás-CERON.
- Tese interdisciplinar, trabalha com o problema de restauração ótima de redes de distribuição na presença de múltiplas falhas. Propõe uma formulação multiobjetivo (minimização de energia não suprida, minimização de potência não recuperada) e algoritmos especializados para a resolução do problema em redes contendo chaves telecomandadas e manuais, em tempo real para minimização das penalidades regulatórias à empresa.

Artigos Publicados em Periódicos Científicos

1. MARAVILHA, A. L. ; GOULART, F. ; CARRANO, EDUARDO G. ; Campelo, Felipe. Scheduling maneuvers for the restoration of electric power distribution networks: Formulation and heuristics. ELECTRIC POWER SYSTEMS RESEARCH , v. 163, p. 301-309, 2018.
2. GOULART, FILLIPE ; MARAVILHA, ANDRÉ L. ; CARRANO, EDUARDO G. ; CAMPELO, FELIPE . Permutation-based optimization for the load restoration problem with improved time estimation of maneuvers. INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL POWER & ENERGY SYSTEMS , v. 101, p. 339-355, 2018.

Justificativa: Esta tese foi indicada pois foi eleita a melhor tese do PPGEE em 2018.

Discente: Vitor Nazário Coelho

Orientador: Frederico Gadelha Guimarães

Co-orientadore: Eduardo Gontijo Carrano

Área de concentração: Sistemas de Computação e Telecomunicações

Título: Multi-objective Microgrid Storage Planning Problem Using Plug-in Electric Vehicles

Data da defesa: 25/04/2016

Resumo:

Energy storage has been evolving towards a dynamic scenario with bidirectional communication between several autonomous agents. Efficient power dispatching systems have been mainly assisted by the use of Information and Communication Technologies, Distributed Systems and Artificial Intelligence. This thesis describes a Multi-objective Storage Planning Problem considering Plug-in Electric Vehicle (PEV) as storage units. The problem involves several PEVs and a Microgrid (MG) community, composed of small houses, residential areas, and different Renewable Energy Resources. The energy storage planning is formulated as a Mixed-Integer Linear Programming (MILP) problem, considering PEVs' users requirements, minimizing three different objectives and analyzing three different criteria. Two novel cost-to-variability indicators, based on Sharpe Ratio, are introduced for measuring energy storage schedules volatility. By adding these additional criteria, energy storage planning is optimized seeking to minimize the following: total MG costs; PEVs batteries usage; maximum peak load; difference between extreme scenarios and two Sharpe Ratio indices. Since prediction involves inherent uncertainty, the use of probabilistic forecasting is proposed. Probabilistic forecasts of wind and solar power production, energy consumption and prices are used in order to perform smart energy storage, checking storage plan robustness. A novel Hybrid Forecasting Model (HFM) with automatic parameter optimization, done by metaheuristic procedures, is proposed for handling the different MG forecasting problems, generating probabilistic quantiles. Finding optimal values for the HFM fuzzy rules and weights is a highly combinatorial task. Thus, parameter optimization of the model is tackled by a bio-inspired optimizer, namely GES, which combines two heuristic approaches, namely the Evolution Strategies and the GRASP procedure. Storage schedule are scheduled for different time horizons, according to information provided by lower and upper bounds extracted from those probabilistic forecasts. In order to find sets of non-dominated solutions, a Matheuristic black box solves several weighted-sum MILP subproblems. Candidate non-dominated solutions are searched from feasible solutions obtained during the searching process over the branches of a Branch-and-Bound tree. Pareto fronts are discussed and analyzed for different energy storage scenarios

Resultados da Tese:

Aprovado direto para o doutorado, sem mestrado. Tese concluída em apenas dois anos. Os artigos em revista produzidos durante seu doutorado somam hoje um total de 309 citações.

Artigos em Periódicos

1. Coelho, Vitor N.; WEISS COHEN, MIRI ; COELHO, IGOR M. ; LIU, NIAN ; GUIMARÃES, FREDERICO GADELHA . Multi-agent systems applied for energy systems integration: State-of-the-art applications and trends in microgrids. Applied Energy, v. 187, p. 820-832, 2017. **(86 citações)**
2. COELHO, IGOR M. ; Coelho, Vitor N. ; LUZ, EDUARDO J. DA S. ; OCHI, LUIZ S. ; GUIMARÃES, FREDERICO G. ; RIOS, EYDER . A GPU deep learning metaheuristic based model for time series forecasting. Applied Energy, v. 1, p. 1-10, 2017. **(44 citações)**
3. Coelho, V.N.; COELHO, I.M. ; COELHO, B.N. ; SOUZA, M.J.F. ; GUIMARÃES, F.G. ; LUZ, E.J. DA S. ; BARBOSA, A.C. ; COELHO, M.N. ; NETTO, G.G. ; COSTA, R.C. ; PINTO, A.A. ; FIGUEIREDO, A. DE P. ; ELIAS, M.E.V. ; FILHO, D.C.O.G. ; OLIVEIRA, T.A. . EEG time series learning and classification using a hybrid forecasting model calibrated with GVNS. ELECTRONIC NOTES IN DISCRETE MATHEMATICS, v. 58, p. 79-86, 2017. **(4 citações)**
4. Coelho, Vitor N.; COELHO, IGOR M. ; COELHO, BRUNO N. ; COHEN, MIRI WEISS ; REIS, AGNALDO J.R. ; SILVA, SIDELMO M. ; SOUZA, MARCONE J.F. ; FLEMING, PETER J. ; GUIMARÃES, FREDERICO G. . Multi-objective energy storage power dispatching using plug-in vehicles in a smart-microgrid. Renewable Energy, v. 89, p. 730-742, 2016. **(60 citações)**
5. Coelho, Vitor N.; COELHO, IGOR M. ; COELHO, BRUNO N. ; REIS, AGNALDO J.R. ; ENAYATIFAR, RASUL ; SOUZA, MARCONE J.F. ; GUIMARÃES, FREDERICO G. . A self-adaptive evolutionary fuzzy model for load forecasting problems on smart grid environment. Applied Energy, v. 169, p. 567-584, 2016. **(65 citações)**
6. Coelho, Vitor N.; COELHO, IGOR M. ; COELHO, BRUNO N. ; DE OLIVEIRA, GLAUBER C. ; BARBOSA, ALEXANDRE C. ; PEREIRA, LEO ; DE FREITAS, ALAN ; SANTOS, HAROLDO G. ; OCHI, LUIS S. ; GUIMARÃES, FREDERICO G. . A communitarian microgrid storage planning system inside the scope of a smart city. APPLIED ENERGY, v. 1, p. 1-20, 2016. **(23 citações)**
7. MUHAMMAD, SHAKOOR ; Coelho, Vitor N. ; GUIMARÃES, FREDERICO GADELHA ; Takahashi, Ricardo H.C. . An infeasibility certificate for nonlinear programming based on Pareto criticality condition. Operations Research Letters, v. 44, p. 302-306, 2016.
8. Coelho, V. N.; COELHO, I. M. ; SOUZA, M. J. F. ; OLIVEIRA, T. A. ; COTA, L. P. ; HADDAD, M. N. ; MLADENOVIC, N. ; SILVA, R. C. P. ; GUIMARÃES, F. G. . Hybrid self-adaptive evolution strategies guided by neighborhood structures for combinatorial optimization problems. Evolutionary Computation, v. 1, p. EVCO_a_00187, 2016. **(12 citações)**
9. COELHO, V. N.; COELHO, IGOR M. ; COELHO, BRUNO N. ; SOUZA, M. J. F. ; GAMBINI, HAROLDO ; MLADENOVIC, N. ; GUIMARÃES, FREDERICO G. . A Smart Pool Search Matheuristic for Solving a Multi-objective Microgrid Storage Planning Problem. Energy Procedia, v. 103, p. 292-297, 2016. **(4 citações)**
10. Coelho, Vitor N.; COELHO, IGOR M. ; RIOS, EYDER ; FILHO, ALEXANDRE S.T. ; REIS, AGNALDO J.R. ; COELHO, BRUNO N. ; ALVES, ALYSSON ;

- NETTO, GUILHERME G. ; SOUZA, MARCONE J.F. ; GUIMARÃES, FREDERICO G. . A Hybrid Deep Learning Forecasting Model Using GPU Disaggregated Function Evaluations Applied for Household Electricity Demand Forecasting. *Energy Procedia*, v. 103, p. 280-285, 2016. **(4 citações)**
11. Coelho, Vitor N.; OLIVEIRA, THAYS A. ; COELHO, IGOR M. ; COELHO, BRUNO N. ; FLEMING, PETER J. ; GUIMARÃES, FREDERICO G. ; RAMALHINHO, HELENA ; SOUZA, MARCONE J.F. ; TALBI, EL-GHAZALI ; LUST, THIBAUT . Generic Pareto local search metaheuristic for optimization of targeted offers in a bi-objective direct marketing campaign. *Computers & Operations Research*, v. 1, p. 1-12, 2016. **(7 citações)**

Artigos em Congressos

1. NETTO, GUILHERME G. ; BARBOSA, ALEXANDRE C. ; COELHO, MATEUS N. ; MIRANDA, ARTHUR R. L. ; Coelho, Vitor N. ; SOUZA, MARCONE J. F. ; GUIMARAES, FREDERICO G. ; REIS, AGNALDO J. R. . A hybrid evolutionary probabilistic forecasting model applied for rainfall and wind power forecast. In: 2016 IEEE Conference on Evolving and Adaptive Intelligent Systems (EAIS), 2016, Natal. 2016 IEEE Conference on Evolving and Adaptive Intelligent Systems (EAIS), 2016. p. 73-78.
2. Coelho, Vitor N.; COELHO, IGOR M. ; MENEGHINI, IVAN R. ; SOUZA, MARCONE J. F. ; GUIMARAES, FREDERICO G. . An automatic calibration framework applied on a metaheuristic fuzzy model for the CIF competition. In: 2016 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2016, Vancouver. 2016 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2016. p. 1507.
3. Coelho, Vitor N.; GUIMARAES, FREDERICO G. ; REIS, AGNALDO J. R. ; COELHO, BRUNO N. ; COELHO, IGOR M. ; SOUZA, MARCONE J. F. . A General Variable Neighborhood Search heuristic for short term load forecasting in Smart Grids environment. In: 2014 Clemson University Power Systems Conference (PSC), 2014, Clemson. 2014 Clemson University Power Systems Conference. v. 1. p. 1-8.
4. Coelho, Vitor N.; GUIMARAES, FREDERICO G. ; REIS, AGNALDO J. R. ; COELHO, IGOR M. ; COELHO, BRUNO N. ; SOUZA, MARCONE J. F. . A heuristic fuzzy algorithm bio-inspired by Evolution Strategies for energy forecasting problems. In: 2014 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZIEEE), 2014, Beijing. 2014 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE). v. 1. p. 338-362.

Justificativa: Esta tese é indicada, pois recebeu a distinção de Melhor Tese no grupo Grandes Áreas de Ciências Exatas e da Terra e Engenharias, Grande Prêmio UFMG de Teses. 2017.

ANEXO C

Relação das produções escolhidas como as cinco melhores nos últimos 5 anos

Na avaliação foram considerando o impacto científico, tecnológico e social das produções.

Produto	Categoria	Professores do PPGE	Número de discentes do PPGE envolvidos
1. Avellar, G. S., Pereira, G. A., Pimenta, L. C., & Iscold, P. (2015). Multi-UAV routing for area coverage and remote sensing with minimum time. <i>Sensors</i> , 15(11), 27783-27803.	Artigo Científico	2	1
2. Equipe XQuad: Drones Autônomos AlphaPilot e Artificial Intelligence Robotic Racing (AIRR)	Equipe de Competição	4	4
3. Estudo sobre controle de robôs para aplicações cirúrgicas	Projeto de Cooperação Internacional UFMG e a Universidade de Tóquio	1	
4. Monitoramento ambiental por visão computacional aplicado a situações reais	Projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Tecnológica	1	3
5. Sistema Óptico Perifocal com Profundidade de Foco Estendida	Patente	1	1

1. Artigo Científico

Justificativa da Escolha

O artigo científico escolhido foi resultado da dissertação de mestrado do discente Gustavo Avelar, orientado pelos docentes Guilherme Augusto Pereira Luciano da Cunha Pimenta. O mesmo recebeu até a presente data 137 citações no Google Scholar e 81 no Web of Science, sendo o trabalho mais citados do PPGEE nos últimos 5 anos.

Avellar, G. S., Pereira, G. A., Pimenta, L. C., & Iscold, P. (2015). Multi-UAV routing for area coverage and remote sensing with minimum time. *Sensors*, 15(11), 27783-27803.

Descrição

This paper presents a solution for the problem of minimum time coverage of ground areas using a group of unmanned air vehicles (UAVs) equipped with image sensors. The solution is divided into two parts:(i) the task modeling as a graph whose vertices are geographic coordinates determined in such a way that a single UAV would cover the area in minimum time; and (ii) the solution of a mixed integer linear programming problem, formulated according to the graph variables defined in the first part, to route the team of UAVs over the area. The main contribution of the proposed methodology, when compared with the traditional vehicle routing problem's (VRP) solutions, is the fact that our method solves some practical problems only encountered during the execution of the task with actual UAVs. In this line, one of the main contributions of the paper is that the number of UAVs used to cover the area is automatically selected by solving the optimization problem. The number of UAVs is influenced by the vehicles' maximum flight time and by the setup time, which is the time needed to prepare and launch a UAV. To illustrate the methodology, the paper presents experimental results obtained with two hand-launched, fixed-wing UAVs.

Ano	Citações no Google Scholar	Citações Web of Science
2016	9	6
2017	15	10
2018	45	27
2019	54	35
2020	13	3
Total	137	81

2. Equipe de Competição em Robótica

Justificativa da Escolha

A equipe XQuad é composta por alunos e professores dos programas de pós-graduação da Engenharia Elétrica (PPGEE) e Ciência da Computação da UFMG. A equipe foi criada para competir nas corridas de drones autônomos AlphaPilot e Artificial Intelligence Robotic Racing (AIRR), organizadas em 2019 pela Drone Racing League (DRL) e Lockheed Martin incluindo premiação de US\$ 2M.

O primeiro desafio (AlphaPilot) consistiu no desenvolvimento de um sistema inteligente para navegação autônoma de um drone simulado num percurso virtual de corrida. A XQuad se classificou entre as 9 finalistas, competindo com outras 423 equipes de 81 países.

O desafio seguinte (AIRR) correspondeu a uma sequência de 4 corridas com drones reais realizadas em diferentes cidades dos Estados Unidos. Ao final da competição a XQuad, única representante da América Latina, conquistou o 7º lugar, enfrentando equipes de algumas das melhores universidades do mundo (ETH, UCLA, Georgia Tech, Delft, KAIST).

A grande publicidade decorrente da competição possibilitou divulgar a relevância da pesquisa feita no contexto do PPGEE-UFMG, e também promover as áreas de Inteligência Artificial e Robótica na sociedade.

- Site da equipe: <https://xquadufmg.com/>



Matéria publicada pelo Jornal Estado de Minas:

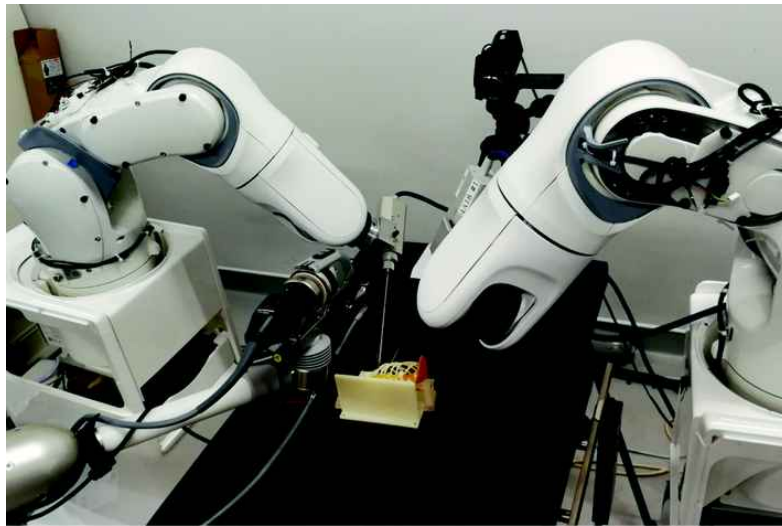
https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/06/06/interna_gerais,1059674/equipe-da-ufmg-se-classifica-para-corrída-internacional-de-drones.shtml

3. Estudo sobre controle de robôs para aplicações cirúrgicas

Justificativa da Escolha

O trabalho é fruto de uma parceria bem sucedida entre a UFMG e a Universidade de Tóquio durante o período de julho de 2017 a julho de 2019. O projeto aprovado pela FINEP para consolidação do Centro de Robótica Cirúrgica da UFMG.

As cirurgias feitas por robôs vêm revolucionando a medicina, já que viabilizam procedimentos minimamente invasivos e proporcionam muito mais precisão e segurança. Em alguns casos, as máquinas realizam operações cuja execução pelo ser humano é simplesmente impossível. Por meio de um acordo de colaboração entre a UFMG e a Universidade de Tóquio, coube ao docente do PPGEE Bruno Adorno elaboração de modelos matemáticos e algoritmos que norteiam o funcionamento “inteligente” de robôs-cirurgiões.



Sistema robótico usado em cirurgia minimamente invasiva em maquete de paciente neonatal Kanako Harada / Universidade de Tóquio

Como resultado da parceria, em maio de 2018, a equipe da Universidade de Tóquio apresentou, durante a International Conference on Robotics and Automation (ICRA/2018), realizada na Austrália pelo Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE), um sistema que possibilita, por exemplo, operar o interior do tórax de fetos sem risco de quebrar costelas ou danificar tecidos. Bruno Adorno participou do desenvolvimento do software para o robô montado pelos pesquisadores japoneses. Em 2019 foi publicado o artigo:

MARINHO, MURILO MARQUES ; Adorno, Bruno Vilhena ; HARADA, KANAKO ; MITSUISHI, MAMORU . Dynamic Active Constraints for Surgical Robots Using Vector-Field Inequalities. IEEE Transactions on Robotics, v. 35, p. 1166-1185, 2019.

Além de ter sido publicado no periódico mais importante na área de robótica, os resultados obtidos com as técnicas propostas no artigo vêm fornecendo evidências empíricas de que essas técnicas possibilitarão cirurgias minimamente invasivas que hoje são inviáveis nos robôs cirurgiões mais avançados.

Mais detalhes por ser encontrados na matéria:

<https://ufmg.br/comunicacao/publicacoes/boletim/edicao/2039/com-precisao-matematica>

4. Monitoramento ambiental por visão computacional aplicado a situações reais

Justificativa da Escolha

O trabalho é fruto de um Projeto de Pesquisa, Desenvolvido e Inovação coordenado por docente do PPGEE. A escolha desse projeto foi baseada nas contribuições científicas e tecnológica e do impacto social. O objetivo do projeto Detectar precocemente a presença de incêndios em áreas de preservação ambiental. É este o objetivo de um equipamento criado pela UFMG em parceria com a Cemig, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e as empresas de tecnologia da informação Enacom, DFP Art e Axxiom.

Relevância científica tecnológica e social:

A detecção de fogo e fumaça em regiões remotas de preservação ambiental por meio da análise de imagens capturadas por câmeras de vídeo permite que incêndios sejam detectados em seus estágios iniciais e, conseqüentemente, extintos com o uso de recursos em quantidade ordens de grandeza inferiores àqueles necessários para combater incêndios florestais de grandes proporções. Do ponto de vista científico, o projeto envolve o desenvolvimento de técnicas inovadoras de classificação de padrões, tanto na extração de características (front end), quanto no processo de classificação propriamente dito (back end). O front end é baseado na extração de características espectrais, temporais e espaciais do fogo e da fumaça. O back end é baseado em deep neural networks aplicadas tanto a imagens estáticas, quanto a trechos de vídeo. Do ponto de vista tecnológico, o projeto envolve o desenvolvimento de redes de comunicação capazes de atingir regiões remotas, além de um site e de um aplicativo que permitam a confirmação de eventos pelo público conectado à Internet. A participação do público conectado à Internet no sistema de monitoramento ambiental faz com que o projeto tenha forte relevância social ao envolver a sociedade diretamente em ações de preservação do meio ambiente.

Descrição do Projeto:

Título: D0619 - Monitoramento ambiental por visão computacional aplicado a situações reais

Coordenador: Hani Camille,

Valor do projeto: Total: R\$ 2.129.680,00 (inclui parte destinada à empresa Gaia)

Destinado à UFMG: R\$ 1.487.440,00

Envolvimento do Corpo Discente do PPGEE:

- Teses de doutorado (UFMG-PPGEE) em andamento:
 1. Roger Júnio Campos, "Uma nova abordagem para a detecção de Incêndio usando séries temporais", (Início em 2019).

2. Antônio Hamilton Magalhães, "Detecção e classificação de eventos em imagens dinâmicas multiespectrais por meio de algoritmos de aprendizado de máquina, filtragem estocástica e visão computacional" (Início em 2019).
- Dissertação (UFMG-PPGEE) em andamento:
 1. Pedro Vinícius Almeida Borges de Venâncio, "Deep learning aplicado à detecção de fogo e fumaça" (Início em 2019).

Resultados:

- Sistema piloto já em funcionamento na Cidade Administrativa do Governo de Minas Gerais, no Parque Tecnológico BH-Tec e, em breve, no Parque do Rola Moça.
- Prêmio Mineiro de Inovação 2015 (FIEMG) na Categoria Intangível.
- Cinco softwares registrados no INPI: -LISBOA, A. C.; BORTOLINI, D. E.; VIEIRA, D. A. G.; YEHIA, H. C.; Magalhães, H. A.; IsThereFire 1.0. 2015.
 1. Patente: Programa de Computador. Número do registro: 01415000133-6, data de registro: 05/10/2015. -LISBOA, A. C.; SANTOS, A. L.; VIEIRA, D. A. G.; YEHIA, H. C.; IsThereSmoke 1.0. 2015.
 2. Patente: Programa de Computador. Número do registro: 01415000133-7, data de registro: 05/10/2015. -LISBOA, A. C.; Magalhães, H. A.; NASCIMENTO, C. A. M.; VENANCIO, P. V. A. B.; BISPO, L. G.; BARBOSA, A. V.; FOLLADOR NETO, A.; YEHIA, H. C.; IsThereFire 2.0. 2020.
 3. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR512020000355-9, data de registro: 15/01/2020. -LISBOA, A. C.; VENANCIO, P. V. A. B.; d-fire 2.0. 2018.
 4. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR512018052137-1, data de registro: 19/11/2018. -LISBOA, A. C.; VENANCIO, P. V. A. B.; BISPO L. G. d-fire 3.0. 2020.
 5. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR512020000353-2, data de registro: 23/01/2020.

Publicações:

6. Vieira, Douglas A. G.; Santos, Adriano L.; Yehia, Hani C.; Lisboa, Adriano C.; Nascimento, Carlos A. M. "Smoke Detection in Environmental Regions by Means of Computer Vision". In: Ioannis Hatzilygeroudis; Vasile Palade; Jim Prentzas. (Org.). Smart Innovation, Systems and Technologies. 1ed.: Springer International Publishing, 2016, p. 135-151.
7. Vieira, Douglas A. G.; Lisboa, Adriano C.; Santos, Adriano L.; YEHIA, H. C.; BORTOLINI, D. E.; Magalhães, H. A.; Nascimento, Carlos A. M. "Visão computacional para monitoramento ambiental das áreas cobertas por linhas de transmissão utilizando reconhecimento de padrões". In: Anais do VIII Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (VIII CITENEL), 2015. p. 1-8.

8. SANTOS, A. L.; BORTOLINI, D. E.; Yehia, H.; VIEIRA, D. A. G.; Magalhães, H. A.; NASCIMENTO, C. A. M. "Detecção de fumaça em vídeos para monitoramento de áreas ambientais". In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Automática, 2014. p. 3938-3945.
9. BORTOLINI, D. E.; SANTOS, A. L.; Magalhães, H. A.; Yehia, H.; VIEIRA, D. A. G.; NASCIMENTO, C. A. M. "Detecção de incêndios utilizando persistência espaço-temporal e segmentação por cor em vídeo." In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Automática, 2014. p. 157-164.
10. VIEIRA, D. A. G.; SANTOS, A. L.; YEHIA, H. C.; LISBOA, A. C.; NASCIMENTO, C. A. M. "A hybrid computational vision technique for smoke detection in videos. In: Proceedings of the 4th International Workshop on Combinations of Intelligent Methods and Applications (CIMA 2014). Patras: Universidade de Patras, 2014. p. 47-50.

Mais detalhes podem ser obtidos na matéria: <https://www.ufmg.br/boletim/bol1880/>

5. Sistema Óptico Perifocal com Profundidade de Foco Estendida

Justificativa da Escolha

A escolha da patente está associada ao caráter inovador, multidisciplinar e social. A mesma é resultante de uma tese de doutorado (Felipe Tayer Amaral) intitulada “A perifocal intraocular lens with extended depth of focus”. 2015. Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Minas Gerais, . Orientador: Davies William de Lima Monteiro.). Houve interesse de uma empresa na compra da patente. Solução inovadora para lentes intraoculares com extensão de foco.

Patente: Privilégio de Inovação.

Número do registro: BR1022016001177

Título: Sistema Óptico Perifocal com Profundidade de Foco Estendida

Inventores: Davies William de Lima Monteiro e Felipe Tayer Amaral

Data depósito: 24/05/2016

Descrição da Patente:

Segundo dados de 2018 da Organização Mundial da Saúde, há 65,5 milhões de casos de catarata no mundo, que leva à cegueira conforme seu amadurecimento. A visão dos paciente pode ser restaurada com a remoção do cristalino opaco e pela sua substituição por uma lente intraocular.

Esta invenção apresenta o desenvolvimento inédito de um conceito óptico que resulta em uma lente com cinco focos, quatro são periféricos e um central, concentrados no eixo óptico principal, com o objetivo de fornecer maior profundidade de foco que as lentes intraoculares (LIOs) convencionais, sem a perda de contraste, nem a dependência do comprimento de onda que são inerentes às LIOs com mais de um foco. Por ser estática esta lente também não depende da ação dos músculos ciliares, que apresentam comportamento incerto após a cirurgia. Deste modo, espera-se que um paciente com esta lente tenha a visão para longe preservada e também possa executar atividades do cotidiano que dependem de visão próxima como a leitura, o uso de tablets, smartphones, computadores e assistir televisão com maior conforto, e sem a necessidade de óculos adicionais. Esses indivíduos também serão favorecidos pelo uso desta lente para executar, sem óculos, atividades diversas de entretenimento e do ofício que também exigem foco próximo como trabalhos manuais, cozinhar, realizar uma cirurgia e até mesmo a prática de alguns esportes.

A lente proposta é composta por duas partes (anterior e posterior) feitas cada uma, por exemplo, com um material óptico diferente. Esta lente possui estruturas em seu interior, sob a forma de lenticulas. Neste caso particular, as lenticulas no interior da lente são convexas e são preenchidas pelo mesmo material que compõe a parte anterior. A parte anterior, que possui as lenticulas é colada na parte posterior. As superfícies externas são como lentes convexas convencionais, podendo ser esférica ou asférica. Para aumentar a profundidade de foco, a lente conta com quatro estruturas em forma de lenticulas, que são responsáveis por criar quatro focos adicionais deslocados em relação ao eixo óptico principal da lente. O termo perifocal se refere ao deslocamento dos quatro focos para o entorno do eixo óptico central da lente. As

quatro estruturas convexas são lenticulas que se sobrepõem no centro da superfície anterior. Esta sobreposição é intencional para evitar a presença de intersecções e orifícios entre as bordas das lenticulas, que poderiam aumentar o efeito prejudicial de difração. As lenticulas separadamente irão formar quatro imagens sobrepostas e independentes, cada uma alinhada com o seu respectivo eixo óptico. Parâmetros das lenticulas como posição, diâmetro e poder dióptrico podem ser otimizados para atender a diferentes necessidades: visão distante, visão próxima ou visão intermediária. O material das lenticulas também pode variar, sendo compostas por líquidos com diferentes índices de refração, como óleo, glicerina e silicone, por exemplo, ou até mesmo ar. Tanto as lenticulas quanto as superfícies externas podem ser esféricas, asféricas, tóricas ou multifocais. Deste modo pode ser conferindo a lente um maior grau de controle de aberração esférica, compensação de astigmatismo ou até mesmo maior profundidade de foco através de técnicas multifocais conhecidas. As lenticulas também podem ser utilizadas para compensar aberrações de alta ordem, ou desviar o feixe do eixo óptico principal, para ser utilizada no tratamento de degeneração macular.

A técnica perifocal não está restrita apenas às lentes intraoculares, podendo ser aplicada em dispositivos e sistemas ópticos como câmeras, endoscópios, telescópios, binóculos, microscópios e afins. Embora a Lente Perifocal tenha outras aplicações, o seu estudo de verificação foi aprofundado para o caso de lentes intraoculares.

ANEXO D

Impacto social da produção de conhecimento gerada pelo PPGEE

A mensuração do impacto social da produção de conhecimento gerada pelo PPGEE será feita a partir da análise e avaliação dos seguintes parâmetros:

- A. Formação de pessoal em nível de doutorado;
- B. Formação de pessoal em nível de mestrado;
- C. Temas trabalhados no programa;
- D. Quantidade e qualidade da interação do programa com a indústria;
- E. Produtos gerados que são ou têm potencial de serem utilizados pela sociedade;
- F. Projetos de cooperação nacionais e internacionais,
- G. Participação dos docentes do PPGEE em comitês e sociedades científicas
- H. Participação dos docentes do PPGEE como revisores de periódicos relevantes
- I. Publicação de artigos em eventos que agregam universidades e empresas;
- J. Produção de artigos científicos em periódicos nacionais e internacionais;
- K. Distinções.

A) FORMAÇÃO DE PESSOAL EM NÍVEL DE DOUTORADO

O PPGEE nos últimos cinco anos (2015 a 2019) produziu 126 (cento e vinte e seis) teses de doutorado, numa média de 25,2 teses de doutorado por ano. A distribuição dessa produção ao longo deste período pode ser vista no gráfico de barras a seguir, Gráfico 1.

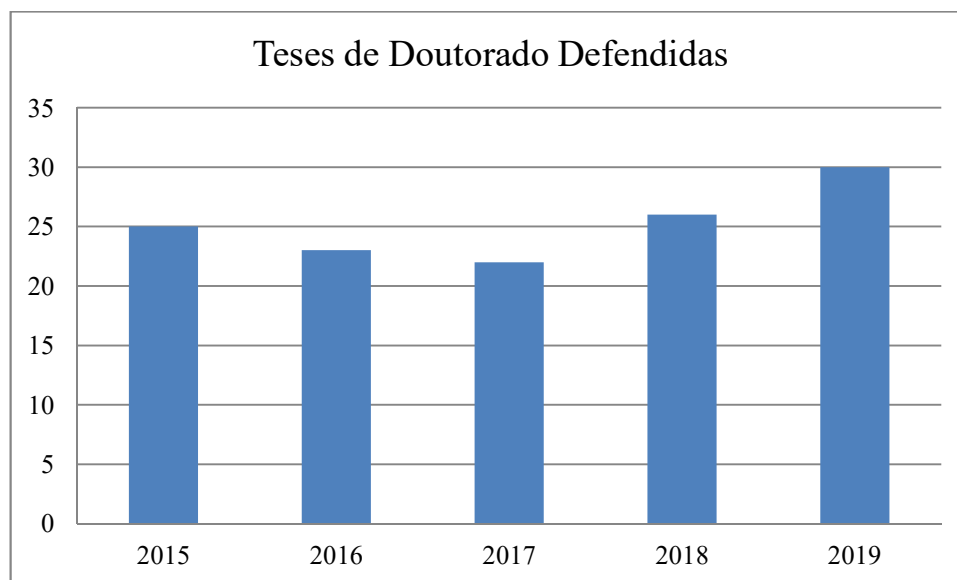


Gráfico 1 – Número de teses de doutorado defendidas no PPGEE-UFMG (2015-2019).

A formação de pesquisadores em nível de doutorado é talvez a mais gratificante e importante produção do PPGEE. Esses pesquisadores estão hoje contribuindo com o avanço da ciência e/ou formação de pessoal qualificado.

B) FORMAÇÃO DE PESSOAL EM NÍVEL DE MESTRADO

As dissertações de mestrado defendidas no PPGEE nos anos de 2015 a 2019 totalizaram 319 (trezentas e dezenove), numa média de 63,8 dissertações por ano. A distribuição dessas dissertações defendidas pode ser vista no gráfico de barras a seguir, Gráfico 2.

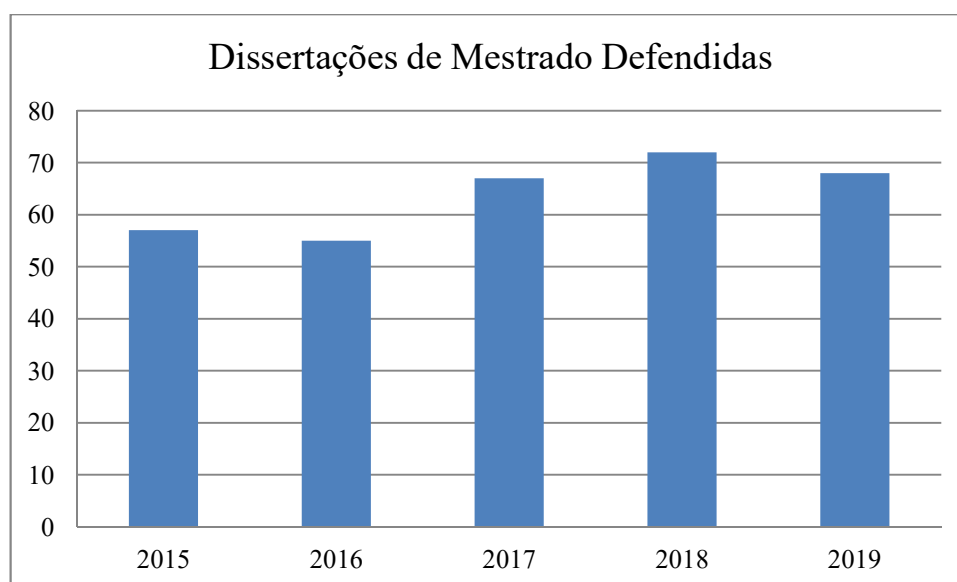


Gráfico 2 – Número dissertações de mestrados defendidas no PPGEE-UFMG (2015-2019).

Nestes cinco anos, a soma de pessoal qualificado em nível de mestrado e doutorado totaliza 445, o que corresponde a uma média de 89.

O impacto para a sociedade brasileira é grande, sobretudo para o estado de Minas Gerais, pois estes profissionais após formados vão enriquecer os quadros de instituições de ensino de nível superior, institutos de pesquisa, startups e empresas. Logo, o retorno esperado para a sociedade, seja na pesquisa científica, seja no desenvolvimento de produtos ou mesmo na formação de pessoal, por este contingente de pessoas é grande, e que será mensurado ao longo da autoavaliação do PPGEE no ano de 2020.

C) TEMAS TRABALHADOS NO PROGRAMA

O PPGEE UFMG possui hoje 03 áreas de concentração divididas em linhas de pesquisa:

- Engenharia de Potência
 - Compatibilidade Eletromagnética e Qualidade de Energia (CEQE)
 - Eletrônica de Potência (EP)
 - Sistemas de Energia Elétrica (SEE)
- Sinais e Sistemas
 - Engenharia Biomédica (EB)
 - Modelagem, Análise e Controle de Sistemas Não Lineares (MACSIN)
 - Controle, Automação e Robótica (CAR)
- Sistemas de Computação e Telecomunicações
 - Microeletrônica e Microssistemas (MeMSs)
 - Inteligência Computacional (IC)
 - Otimização (OT)
 - Antenas, Propagação de Ondas de Rádio e Eletromagnetismo Aplicado (APE)

É importante ressaltar que as linhas de pesquisa do PPGEE cobrem praticamente todas as áreas da classificação Engenharias IV da CAPES.

Tanto áreas clássicas tais como Sistemas de Energia Elétrica e Eletrônica de Potência, bem como áreas emergentes como Robótica e Inteligência artificial são contempladas, oferecendo para a comunidade acadêmica e empresarial um grande leque de opções de estudo e pesquisa.

Essa diversidade é um dos pontos fortes do programa, uma vez que a sociedade é atendida em áreas vitais para o desenvolvimento do país.

Essa diversidade de áreas é uma das razões do número significativo de alunos envolvidos nos programas de mestrado e doutorado: 445 alunos titulados nos últimos 05 anos.

D) QUANTIDADE E QUALIDADE DA INTEIRAÇÃO DO PROGRAMA COM A INDÚSTRIA

O corpo docente do PPGEE tem tradição de desenvolvimento de projetos de pesquisa com a indústria desde o seu nascedouro. Por isto, pode-se afirmar com segurança que essa relação de parceria é madura e pautada pela confiança de que este é um caminho que traz frutos para ambas as partes. Para o PPGEE os ganhos são enormes, sejam:

- i) na capacitação do corpo docente na realização de pesquisa aplicada (desenvolvimento de software, desenvolvimento de novas metodologias para solução de problemas reais complexos, desenvolvimento de equipamentos, dentre outros);
- ii) no suporte financeiro em termos de bolsas de mestrado e doutorado;
- iii) no reequipamento de laboratórios de pesquisa;
- iv) no reconhecimento do PPGEE como centro de excelência em pesquisa aplicada.

Para as empresas, os ganhos são:

- i) na formação de pessoal nos temas dos projetos de pesquisa;
- ii) na obtenção de soluções para problemas complexos que não seriam solucionados pelos profissionais das empresas;
- iii) na melhoria do serviço prestado à sociedade;
- iv) na minimização de custos e otimização de produtos;

Nestes últimos cinco anos, para ilustrar essa cooperação entre PPGEE/UFMG – Empresas, apresenta-se a seguir as principais empresas parceiras.

- Alupar;
- Amazônia-Eletronorte Transmissão;
- CEMIG;
- Cia. Transirapé de Transmissão;
- Cia. Transleste de Transmissão;
- Cia. Transudeste de Transmissão;
- Eletrobras S. A.;
- Empresa de Transmissão de Energia Do Mato Grosso S.A.;
- Empresa de Transmissão de Várzea Grande S.A.;
- Empresa de Transmissão do Espírito Santo S.A.;
- Instituto Tecnológico Vale;
- Invent Vision;
- Jauru Transmissora;
- Mediphacos Indústrias Médicas S.A.;
- Petrobras - Petróleo Brasileiro S. A.;
- Temabit;
- Transmineira;
- Transmissora Matogrossense de Energia S.A.;
- Vale S. A.;
- Clamper.

A maior parte dessa relação com as empresas decorre da participação dos docentes do PPGEE em editais públicos, abertos a todos os pesquisadores brasileiros interessados. É uma competição saudável em que prevalece a qualidade da equipe, do projeto e dos

produtos propostos. Esta relação demonstra o reconhecimento pelas empresas da qualidade do trabalho realizado pelos docentes do PPGEE.

Com base em recursos oriundos desses projetos com empresas brasileiras, com agências de fomento e parcerias internacionais, o orçamento anual do PPGEE em 2018 e 2019 foi em torno de 10 milhões de reais por ano. Esses recursos foram obtidos com as empresas brasileiras citadas anteriormente e com os seguintes parceiros:

- CAPES: COFECUB, RELAI INMETRO, PROBRAL;
- CNPQ;
- FAPEMIG;
- MCTIC/Invent Vision (SibratecNano);
- Research Council of Norway (RCN);
- TEMABIT;
- UFMG: PRPq;
- VINNOVA (Suécia)
- Werner-Grann Foundation (Suécia).

E) PRODUTOS GERADOS QUE SÃO OU TÊM POTENCIAL DE SEREM UTILIZADOS PELA SOCIEDADE;

Merecem destaques alguns trabalhos realizados.

Área: Engenharia de Potência

Este grupo se dedica aos estudos relacionados com Compatibilidade Eletromagnética e Qualidade de Energia (CEQE), Eletrônica de Potência (EP) e Sistemas de Energia Elétrica (SEE).

Deste grupamento podem ser destacados os trabalhos relativos à proteção de edificações e redes e linhas de transmissão e de telecomunicações contra os efeitos das descargas atmosféricas. Oito professores trabalham nesta área tendo gerado trabalhos de destaque regional, nacional e internacional, sendo que estes trabalhos subsidiaram a elaboração de normas de proteção em âmbito nacional e internacional. A maior parte destes trabalhos foi realizada através de projetos de pesquisa e desenvolvimento financiado por empresas, dentre elas a CLAMPER, CEMIG, ENERGIZA, TRANSMINEIRA, ELETRONORTE e CPFL. Um pedido de patente referente a um medidor de impedância de malhas de aterramento de linhas de transmissão foi feito tendo como autores, professores do PPGEE e Engenheiros da

CEMIG (José Osvaldo Saldanha Paulino, Wallace do Couto Bovantura e Maurissone Ferreira Guimarães). PATENTE: método e equipamento para medição da impedância de malhas de aterramento utilizando linhas de transmissão infinitas artificiais, 2014, Brasil. Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020140250530, título: "Método e equipamento para medição da impedância de malhas de aterramento utilizando linhas de transmissão infinitas artificiais", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 07/10/2014. Número do depósito: 2366. A patente se refere a uma nova metodologia de medição da impedância de malhas de aterramento utilizando cabos de medição de pequeno comprimento. Isto é obtido através da substituição dos cabos convencionais (que medem usualmente de 100 a 200 m de comprimento) por linhas de transmissão de baixa velocidade de propagação que medem de 10 a 20 m de comprimento. A utilização de cabos curtos facilita enormemente a medição em áreas urbanas e também em áreas com vegetação.

No momento estão em andamento vários projetos deste grupamento e podem ser destacados os seguintes:

Título: Malha de aterramento de baixa impedância para torre de linha de transmissão utilizando eletrodos verticais profundos.

Período: 22/12/2017 a 21/12/2020. Financiamento: Cia Transleste de Transmissão; Cia Transirapé de Transmissão; Cia Transudeste de Transmissão. Valor: R\$ 993.720,00. Quatro professores envolvidos, 02 alunos de doutorado e dois de iniciação científica. Escopo: pesquisa, por meio de estudos teóricos experimentais, do comportamento transitório de malhas de aterramento constituídas de eletrodos em poço profundo instaladas em solos estratificados em duas camadas, com vistas à proposição de uma configuração de eletrodos de aterramento que levem a uma malha de baixo valor de impedância em solos de alta resistividade. Relevância: obter malhas de aterramento de baixo valor de impedância em solos de elevado valor de resistividade é um problema em grande parte do território nacional. A maioria das empresas utiliza malhas constituídas de condutores horizontais. A utilização de eletrodos verticais profundos já é feito por algumas empresas, mas o comportamento transitório destes eletrodos ainda não é suficientemente conhecido, principalmente em solos estratificados em mais de uma camada. O projeto prevê uma análise teórica do problema e também uma avaliação experimental. A técnica de eletrodos profundos hoje é de baixo custo devido aos avanços ocorridos nas técnicas de perfuração de solos, vide os avanços obtidos na perfuração de poços de petróleo no mar. As

soluções propostas no projeto serão adotadas em linhas de alta tensão das empresas que financiam o projeto. Impacto regional e nacional.

Título: Desenvolvimento de padrões de rede/linhas de distribuição para ambiente rural com alto desempenho e baixo custo.

Período: 15/10/2018 a 14/10/2022. Financiamento: CEMIG Distribuição S/A. Valor: R\$ 1.303.050,00. Quatro professores envolvidos, um aluno de pós-doutorado e um aluno de mestrado. Escopo: Pesquisar e desenvolver o projeto básico de um novo padrão de redes de distribuição aérea rural de 34,5 kV que apresente um elevado desempenho, ou seja, um número reduzido de desligamentos, considerando-se que as redes serão instaladas em regiões de intensa atividade atmosférica, por meio de 02 (duas) abordagens distintas: A primeira que tratará do desenvolvimento de novas estruturas, tanto para linhas convencionais quanto para linhas compactas protegidas e a segunda que tratará do desenvolvimento de um sistema com neutro ressonante. Relevância: Esse projeto é uma sequência de um projeto realizado 40 anos atrás, onde foram propostas novas estruturas isolantes para redes aéreas de 13,8 kV de modo a melhorar o desempenho das mesmas frente às descargas atmosféricas. A CEMIG adotou as estruturas propostas em suas redes e o desempenho das mesmas melhorou de forma significativa. A maioria das concessionárias brasileiras acabou adotando as soluções propostas. Agora a CEMIG começara a utilizar de forma intensiva redes e linhas de 34,5 kV e a proposta do projeto e desenvolver estruturas e também outras técnicas para garantir um bom desempenho destas novas redes. As soluções propostas no projeto serão adotadas nas novas redes da CEMIG e também poderão ser adotadas por outras concessionárias do país. Impacto regional e nacional.

Título: Sistema para medição da impedância transitória de malhas de aterramento de estruturas de linhas de transmissão utilizando ondas impulsivas e cabos de pequeno comprimento - etapa final de ensaios de campo - integração dos protótipos desenvolvidos – cabeça de série.

Período: 28/12/2018 a 27/12/2021. Financiamento: CEMIG Distribuição S/A. Valor: R\$ 1.671.180,00. Quatro professores envolvidos, dois alunos de doutorado e um aluno de mestrado. Escopo: Desenvolvimento e integração dos protótipos de um sistema para medição de impedância de aterramento de estruturas de linhas de transmissão, utilizando ondas impulsivas e cabos de pequeno comprimento, em um único equipamento (maleta de medição) com robustez para operação em campo e preparado para produção seriada em escala. Relevância: o projeto propõe o desenvolvimento de um “cabeça de série” de um medidor baseado em uma nova

metodologia de medição da resistência de malhas de aterramento que utiliza ondas impulsivas de alta tensão (1.500 V) e cabos de medição de pequeno comprimento. Isto é obtido através da substituição dos cabos convencionais (que medem usualmente de 100 a 200 m de comprimento) por linhas de transmissão de baixa velocidade de propagação que medem de 10 a 20 m de comprimento. A utilização de cabos curtos facilita enormemente a medição em áreas urbanas e também em áreas com vegetação. Impacto regional, nacional e internacional.

Área: Sinais e Sistemas

Este grupo se dedica aos estudos relacionados com Engenharia Biomédica (EB), Modelagem, Análise e Controle de Sistemas Não Lineares (MACSIN) e Controle, Automação e Robótica (CAR). Merecem destaque os seguintes projetos:

Título: XQuad.

Descrição: a equipe XQuad é composta por alunos e professores dos programas de pós-graduação da Engenharia Elétrica (PPGEE) e Ciência da Computação da UFMG. A equipe foi criada para competir nas corridas de drones autônomos AlphaPilot e Artificial Intelligence Robotic Racing (AIRR), organizadas em 2019 pela Drone Racing League (DRL) e Lockheed Martin incluindo premiação de US\$ 2M. O primeiro desafio (AlphaPilot) consistiu no desenvolvimento de um sistema inteligente para navegação autônoma de um drone simulado num percurso virtual de corrida. A XQuad se classificou entre as 9 finalistas, competindo com outras 423 equipes de 81 países. O desafio seguinte (AIRR) correspondeu a uma sequência de 4 corridas com drones reais realizadas em diferentes cidades dos Estados Unidos. A equipe recebeu apoio financeiro do PPGEE-UFMG para viabilizar a participação de estudantes e professores. Ao final da competição a XQuad, única representante da América Latina, conquistou o 7º lugar, enfrentando equipes de algumas das melhores universidades do mundo (ETH, UCLA, Georgia Tech, Delft, KAIST). A grande publicidade decorrente da competição possibilitou divulgar a relevância da pesquisa feita no contexto do PPGEE-UFMG, e também promover as áreas de Inteligência Artificial e Robótica na sociedade.

Título: Antibody-dependent enhancement and an antiviral peptide therapy (Caracterização da síndrome congênita do Zika em camundongos imunocompetentes: aprimoramento dependente de anticorpos e terapia com peptídeos antivirais).

A crise em 2015-2016 do Zika vírus no Brasil reforçou a necessidade de pesquisas que pudessem minimizar os efeitos maléficos da doença em recém-nascidos. Os resultados apresentados neste artigo mostram que administração terapêutica do peptídeo antiviral AH-D durante os estágios iniciais da gravidez, em camundongos, impediu a replicação do ZIKV e a morte da prole. No período pós-natal, a CZI foi associada a uma diminuição do volume cerebral total, anormalidades oftalmológicas, alterações na morfologia testicular e interrupção na microarquitetura óssea. Algumas alterações foram aprimoradas na presença do anticorpo 4G2. Projetos: 1) CAPES – Grandes Equipamentos – “CTPMAG - Recuperação de Criógenos: Equipamentos para Liquefação dos Gases Hélio e Nitrogênio para um Scanner de RM de 4.7 Teslas”

– 2013-2014, 2) FAPEMIG TEC - APQ-03197-18 - “Modelagem, Análise e Estudo da Dinâmica Linear e Não-Linear de Osciladores Neurais Durante Processo Ictogênico Perante Estimulação Elétrica Cerebral Profunda” – 2018-2022. O projeto principal, do qual participamos mas não oficialmente, é 3) Chamada MCTIC/FNDCT-CNPq/ MEC-CAPES/ MS-Decit / N° 14/2016 - Prevenção e Combate ao vírus Zika – 2016-2020. Impacto Social (Regional, Nacional e Internacional).

Título: Deep brain stimulation probing performance is enhanced by pairing stimulus with epileptic seizure (O desempenho da sondagem via estimulação cerebral profunda é aprimorado por meio de pareamento do estímulo com a crise epiléptica).

A epilepsia é um distúrbio neurológico comum que afeta aproximadamente 1% da população mundial, caracterizado pela ocorrência de episódios convulsivos imprevisíveis e recorrentes. Neste trabalho verificamos que 1) a sondagem da estimulação cerebral profunda não causou efeitos observáveis na gravidade das crises em modelos animais, 2) a sondagem do tálamo, mas não da amígdala, provocou resposta cortical antes do início das crises e 3) a predição de crises foi potencializada pelo emparelhamento prévio de estímulos com amígdala e ictus. Esses resultados mostram a potencialidade do uso de estimulação para predição de crises o que certamente ajudaria na qualidade de vida, especialmente, daqueles pacientes cuja epilepsia não pudesse ser tratada por métodos convencionais. Projetos: 1) FAPEMIG TEC - APQ-01084-13 – “Manutenção do Aparelho de fMRI de 4.7 Teslas do Estado de Minas Gerais”- 2013-2015 e 2) CAPES – Grandes Equipamentos – “CTPMAG - Recuperação de Criógenos: Equipamentos para Liquefação dos Gases Hélio e Nitrogênio para um Scanner de RM de 4.7 Teslas” – 2013-2014. Impacto Social (Regional, Nacional e Internacional).

Área: Sistemas de Computação e Telecomunicações

Este grupo se dedica aos estudos relacionados com Microeletrônica e Microssistemas (MeMSs), Inteligência Computacional (IC), Otimização (OT) e Antenas, Propagação de Ondas de Rádio e Eletromagnetismo Aplicado (APE). Na linha de Microeletrônica merecem destaque os seguintes projetos:

Título: Monitoramento ambiental por visão computacional aplicado a situações reais.

Valor do projeto: Total: R\$ 2.129.680,00 (inclui parte destinada à empresa Gaia), destinado à UFMG: R\$ 1.487.440,00. Relevância científica tecnológica e social: a detecção de fogo e fumaça em regiões remotas de preservação ambiental por meio da análise de imagens capturadas por câmeras de vídeo permite que incêndios sejam detectados em seus estágios iniciais e, conseqüentemente, extintos com o uso de recursos em quantidade ordens de grandeza inferiores àqueles necessários para combater incêndios florestais de grandes proporções. Do ponto de vista científico, o projeto envolve o desenvolvimento de técnicas inovadoras de classificação de padrões, tanto na extração de características (front end), quanto no processo de classificação propriamente dito (back end). O front end é baseado na extração de características espectrais, temporais e espaciais do fogo e da fumaça. O back end é baseado

em deep neural networks aplicadas tanto a imagens estáticas, quanto a trechos de vídeo. Do ponto de vista tecnológico, o projeto envolve o desenvolvimento de redes de comunicação capazes de atingir regiões remotas, além de um site e de um aplicativo que permitam a confirmação de eventos pelo público conectado à Internet. A participação do público conectado à Internet no sistema de monitoramento ambiental faz com que o projeto tenha forte relevância social ao envolver a sociedade diretamente em ações de preservação do meio ambiente. Resultados: Sistema piloto já em funcionamento na Cidade Administrativa do Governo e Minas Gerais, no Parque Tecnológico BH-Tec e, em breve, no Parque do Rola Moça. Três dissertações de mestrado concluídas, duas teses de doutorado em andamento, duas iniciações científicas em andamento. Cinco softwares registrados no INPI. Prêmio Mineiro de Inovação 2015 (FIEMG) na Categoria Intangível.

Título: Chip IR3. Descrição: foi elaborado um projeto de chip microeletrônico (circuito integrado) com eletrônica digital, analógica e sensores ópticos integrados.

Desenvolvido no final de 2014 por 10 projetistas (03 professores, 01 aluno de doutorado, 06 alunos de iniciação científica). Chip patrocinado pelo CNPq, através do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Nanodispositivos Semicondutores (INCT-DISSE). O chip foi caracterizado e utilizado em 2019 como o primeiro demonstrador de viabilidade de um sistema LiFiX, pretendido para transmissão óptica criptografada, em parceria com a empresa Suíça PiLighting.

Título: Projeto Mediphacos 01/03/2018 a 30/11/2019: “Sistema Embarcado para Avaliação e Indicação de Lente Intraocular Semi-Personalizada”.

Projeto envolvendo 02 professores do PPGEE/UFMG, 01 aluno de doutorado e 02 alunos de mestrado do PPGEE/UFMG, e um aluno de IC do curso de Eng. Elétrica da UFMG. O projeto teve o objetivo bem sucedido de elaborar um sistema integrado que recebesse de forma automática os dados do diagnóstico de aberrações do olho de um paciente e sugerisse a lente intraocular de um catálogo que melhor atendesse aquele paciente. O sistema construía automaticamente um modelo de olho personalizado e realizava análise de desempenho com imagens resultantes apresentadas em um display, tudo em um intervalo inferior a 5 minutos. O projeto foi realizado em parceria com a empresa Mediphacos Indústrias Médicas S.A., e foi desenvolvido de forma multidisciplinar, envolvendo engenharia elétrica, computação, física, óptica técnica e oftalmologia.

Estes dois projetos de microeletrônica geraram uma patente: Perifocal INPI 2016: Amaral, F. T.; D.W. de Lima Monteiro. SISTEMA ÓPTICO PERIFOCAL COM

PROFUNDIDADE DE FOCO ESTENDIDA. 2016, Brasil. Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1022016001177, título: "SISTEMA ÓPTICO PERIFOCAL COM PROFUNDIDADE DE FOCO ESTENDIDA", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 25/05/2016.

Projeto: Nanoscópio.

Descrição: o projeto envolveu a construção de um equipamento inovador, capaz de realizar medidas de espectroscopia óptica com resolução abaixo do limite de difração da luz (da ordem de 10nm), o chamado NANOSCÓPIO (em menção ao MICROSCÓPIO). Foram feitos onze pedidos de depósito de patente, relacionados a quatro tecnologias, sendo que duas delas foram também depositadas nos EUA, Europa e China, as duas já concedidas nos EUA, em 2019, além de um pedido de patente realizado pela IBM nos EUA, que também já foi concedido. O projeto foi financiado pela Embrapii (DCC/UFGM e Senai/Cimatec de Salvador) e pela Codemge. O desenvolvimento do Nanoscópio a TRL6, conta com um financiamento total de 12 milhões de reais. Esse equipamento inovador desenvolveu as bases da nanoespectroscopia óptica para a caracterização de defeitos em nanoflocos de grafeno com precisão nanométrica. Seu resultado é inovador por demonstrar que, em regime de campo próximo, a interferência dos campos modifica o resultado espectral, fazendo com que protocolos largamente utilizados em ciências de materiais para a caracterização de estruturas devam ser reparametrizados na escala nanométrica. Até o final do ano será finalizado um protótipo comercializável do Nanoscópio. As três patentes concedidas são: Metallic device for scanning near-field optical microscopy and spectroscopy, WO EP US CN BR US10274514B2, Priority 2015-05-07 • Filed 2016-05-06 • Granted 2019-04-30 • Published 2019-04-30. Metallic device for scanning probe microscopy and method for manufacturing same, WO EP US CN EP3392663A1 Ado Jorio De Vasconcelos Universidade Federal De Minas Gerais – UFGM, Priority 2015-12-14 • Filed 2016-12-13 • Published 2018-10-24. Calibrating tip-enhanced Raman microscopes, US US20190383854A1 Ado JORIO DE VASCONCELOS International Business Machines Corporation, Priority 2018-06-17 • Filed 2018-06-17 • Published 2019-12-19.

Na linha de Inteligência Computacional (IC), Otimização (OT) merecem destaque os seguintes projetos:

Título: Coordenação robusta da proteção de sistemas de transmissão via otimização multicritério.

Descrição: o ajuste de parâmetros de dispositivos de proteção em SEP é considerado um problema bastante complexo. Muitas publicações mostram que os algoritmos baseados em inteligência computacional se destacam quando comparados aos métodos clássicos neste problema (So et al., 1997; Urdaneta et al., 1988; Leite et al., 2010). Todos estes trabalhos apresentam uma formulação mono-objetivo. No entanto, quando se considera a ocorrência de possíveis alterações/contingências no sistema e também o desgaste físico dos equipamentos, surge a necessidade de uma formulação mais robusta, capaz de lidar com essas condições não esperadas no funcionamento normal do sistema. Para isso, será modelada uma análise multiobjetivo do problema de coordenação, tornando possível estimar o máximo desempenho que pode ser extraído da proteção, tendo em vista os equipamentos atualmente instalados no sistema. Situação: início 2018, em andamento. Alunos envolvidos: Mestrado acadêmico: (1). Financiador: Alupar. Investimento. Valor: R\$ 2.644.661,93

Título: Gestor Integrado de Falhas.

Descrição: este projeto propõe o desenvolvimento de um protótipo de um aplicativo de software especializado na localização de falhas em redes de distribuição, a ser utilizado em casos de desligamentos com perda de carga, capaz de fornecer estimativas de localização de falhas em tempo real e de definir as manobras necessárias para isolar trechos de circuito afetados e restabelecer o fornecimento de energia nos demais trechos, minimizando os tempos de restabelecimento do fornecimento de energia para os consumidores..

Situação: Concluído; Natureza: Pesquisa. Alunos envolvidos: Doutorado: (2). Financiador(es): Eletrobrás Distribuição Rondônia. Valor: R\$ 1.025.545,50

Título: Sistema para Gestão Estratégica de Ativos do Sistema Elétrico da CEMIG D (Projeto APQ-3291-11).

Descrição: este projeto tem por objetivo planejar e implementar o protótipo de um sistema para Gestão Estratégica de Ativos do Sistema Elétrico da Cemig-D, apoiado numa infraestrutura de serviços de interação com sistemas já existentes na Concessionária, conforme arquitetura preconizada pelo NIST (National Institute of Standards and Technology - EUA) para a plataforma de interoperabilidade de Smart

Grids. Situação: Concluído. Financiador(es): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - Auxílio financeiro / CEMIG / ANEEL - Auxílio financeiro. Valor: R\$ 3.745.947,91.

F) PROJETOS DE COOPERAÇÃO NACIONAIS E INTERNACIONAIS.

Os docentes do PPGE possuem vários convênios com instituições internacionais, o que demonstra o impacto da produção e inserção do PPGE em níveis internacionais. No ano de 2018, os convênios vigentes eram com as seguintes instituições:

- 1) Albrechts-Universität zu Kiel (CAU);
- 2) Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI, Alemanha);
- 3) Freie Universität Berlin - Humboldt Foundation;
- 4) Institut de Recherche Technologique - IRT Saint Exupéry;
- 5) Instituto Tecnológico de Sonora - ITSON – México;
- 6) Laplace - Université de Toulouse;
- 7) LLC «TEMABIT» (Ucrânia);
- 8) Massachusetts Institute of Technology (USA);
- 9) North Carolina State University (NCSU);
- 10) Norwegian University of Science and Technology – NTNU;
- 11) Pi Lighting (setor de P&D, empresa Suíça);
- 12) Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP);
- 13) Universidade de Tóquio;
- 14) Université Grenoble Alpes;
- 15) Université Montpellier 2.

Como pode se observar, são instituições renomadas da Alemanha, França, Estados Unidos, Noruega, Suíça, Japão, México, Peru e Ucrânia.

O impacto social em decorrência destes convênios decorre da formação em alto nível dos alunos em diferentes grupos internacionais de pesquisa, com enorme retorno para a sociedade brasileira.

G) PARTICIPAÇÃO DOS DOCENTES DO PPGE EM COMITÊS E SOCIEDADES CIENTÍFICAS

A participação de docentes em comitês e sociedades científicas, sejam brasileiras ou estrangeiras, tem impacto na definição de políticas de incentivo e promoção da

ciência, na realização de eventos científicos ou na forma mais usual que é a revisão de artigos científicos.

Essa participação ocorre nos seguintes quesitos:

- Editorias e Corpo Editorial de Periódicos de Circulação Nacional e Internacional em 2018

- 1) Brazilian Journal of Science and Technology;
- 2) Chaos, Solitons and Fractals;
- 3) Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation;
- 4) Gestão de Produção, Operações e Sistemas;
- 5) Group Decision and Negotiation;
- 6) IEEE Computational Intelligence Magazine;
- 7) IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation;
- 8) IEEE Transactions on Industrial Electronics;
- 9) IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems;
- 10) Information Fusion;
- 11) Information Sciences;
- 12) International Journal of Computational Intelligence and Applications;
- 13) International Journal of Modeling, Identification & Control;
- 14) International Journal of Systems Science;
- 15) International Journal of Systems, Control and Communications;
- 16) Journal of Control, Automation and Electrical Systems;
- 17) Journal of Microwaves, Optoelectronics and Electromagnetic Applications;
- 18) Metaheuristics;
- 19) Neural Processing Letters;
- 20) Pesquisa Operacional;
- 21) Polytechnica;
- 22) Produção (São Paulo).

- Participação em comitês e sociedades científicas em 2019

- 1) Conselho Executivo da Sociedade Brasileira de Óptica e Fotônica (SBFOTON);
- 2) Conselho Executivo da Sociedade Brasileira de Microeletrônica (SBMicro);
- 3) Coordenador do CA Eng. Elétrica e Biomédica (CNPq);
- 4) Diretor Vice-Presidente da Sociedade Brasileira de Automática;
- 5) Membro do CA-ME (Micro Eletronica);
- 6) Membro do Comitê de Avaliação do CNPEM (MCTIC);
- 7) Membro do Comitê de Nanotecnologia (MCTIC);
- 8) Membro do Comitê Diretor do PRINT-UFMG/CAPES;
- 9) Membro do Conselho Científico do IEAT;
- 10) Membro do International Advisory Board do Center for Innovation on New Energies (CINE);

11) Presidente do Conselho do BHTec;

H) Participação dos docentes do PPGE como revisores de periódicos relevantes

É grande a participação de docentes como revisores em periódicos nacionais e internacionais relevantes, podendo se destacar os seguintes:

IEEE Transactions on Power Delivery;
IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility;
IEEE Communications Magazine;
IEEE Access;
IEEE Transactions on Magnetics;
IEEE Sensors Journal;
IEEE Transactions on Industrial Informatics;
IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation;
Electric Power Systems Research;
Evolutionary Intelligence;
Engineering Applications of Artificial Intelligence;
Electrical Engineering (Berlin. Print);
International Journal of Electrical Power & Energy Systems;
Evolutionary Computation;
Journal of Computer Science and Technology;
Applied Soft Computing (Print);
Revista de Sistemas de Informação da FSMA;
Information Sciences;
Applied Computing and Informatics;
International Journal of Natural Computing Research;
Applied Mathematics & Information Sciences (Print);
Swarm and Evolutionary Computation;
Simulation Modelling Practice and Theory;
IET Generation, Transmission & Distribution (Print);
Neural Computing & Applications (Print);
Complex & Intelligent Systems;
Journal of Microwaves, Optoelectronics and Electromagnetic Applications;
Pesquisa Operacional (impresso);
Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering-revue Canadienne DE;
Journal of Heuristi;
Sustainable Energy, Grids and Networks;
Journal of Geophysical Research;

D) PARTICIPAÇÃO E PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS EM EVENTOS QUE AGREGAM UNIVERSIDADES E EMPRESAS

Artigos apresentados e publicados em anais de eventos, em geral, não são significativos em processos de avaliação individual ou institucional. Entretanto, a participação de membros do PGGGE em eventos que reúnem as comunidades acadêmicas, industriais e empresarias devem ser considerados na mensuração do impacto social da produção de conhecimento gerada por um programa de pós-graduação. O PPGEE tem uma grande participação em eventos nacionais e internacionais com a publicação de artigos no principais eventos, podendo-se destacar a participação nos seguintes eventos:

SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica;
CITENEL - Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica;
SIPDA – Seminário Internacional de Proteção Contra Descargas Atmosféricas;
SBSE - Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos;
ICLP – International Conference on Lightning Protection;
IPST - International Conference on Power Systems Transients;
GROUND & LPE - International Conference on Grounding & Lightning Physics and Effects;
ERIAC - Encontro Regional Iberoamericano do Cigré;
CBMag - Congresso Brasileiro de Eletromagnetismo.

J) PRODUÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS EM PERIÓDICOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Os docentes permanentes do PPGEE em 2019, no período 2015 a 2019 publicaram 835 artigos, conforme o Web of Science (consulta em 11/03/2020). Em números médios aproximados, isso corresponde a quase três artigos por docente por ano.

Esses artigos receberam desde 2015, 3288 citações e o fator h desse conjunto é $h=24$, conforme pode ser visto abaixo, Figura 3.

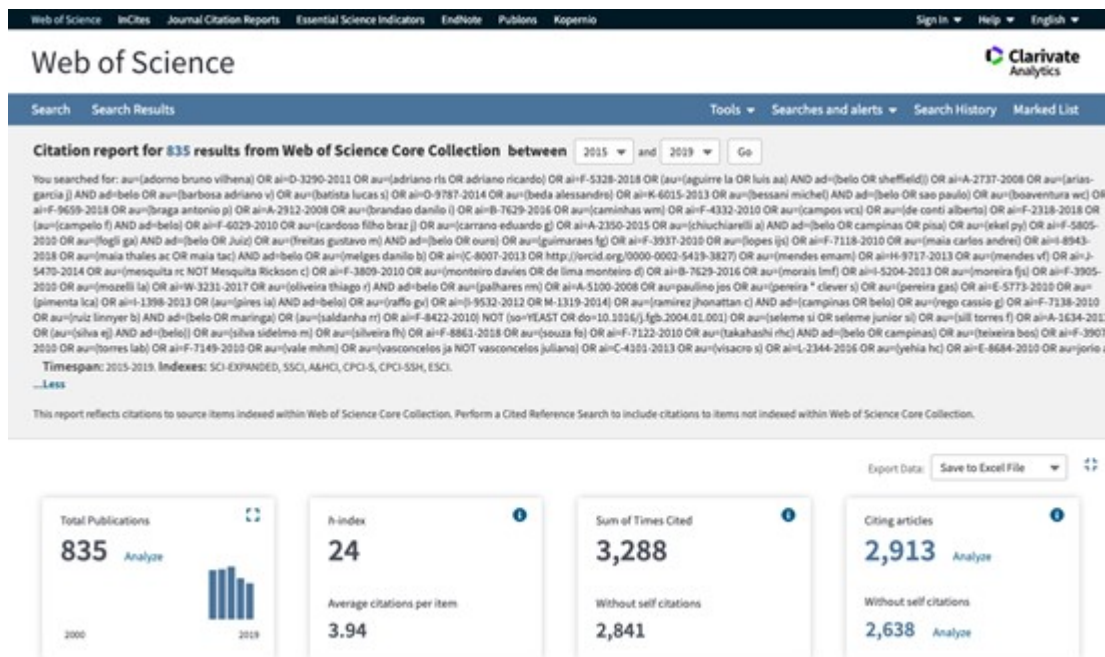


Figura 3 – Publicações dos docentes permanentes do PPGEE em 2019, no período 2015 a 2019, conforme o Web of Science (consulta em 11/03/2020).

Buscas semelhantes usando o Scopus ou o Google Scholar produzirão números um pouco diferentes, mas em todos os casos é possível concluir que a produção científica do PPGEE tem um bom volume e um claro impacto internacional.

K - DISTINÇÕES

O projeto Monitoramento Ambiental Por Visão Computacional Aplicado a Situações Reais foi agraciado com o Prêmio Mineiro de Inovação 2015 (FIEMG) na Categoria Intangível.

O artigo [VISACRO, S., ALIPIO, R., MURTA VALE, M. H. AND PEREIRA, C., The response of grounding electrodes to lightning currents: the effect of frequency-dependent soil resistivity and permittivity, IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, vol. 53, no. 2, pp. 401–406, May 2011.] foi agraciado em 2016 com o IEEE Motohisa Kanda Award por ser o artigo mais citado nos últimos 5 anos do IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility.

O projeto Gestor Integrado de Falhas foi agraciado com os prêmios: Prêmio O Setor Elétrico 2019 - Edição Minas Gerais - Melhor projeto de pesquisa e desenvolvimento, CINASE / Revista O Setor Elétrico. Prêmio O Setor Elétrico 2019 - Edição Minas

Gerais - Projeto OSE 2019 (melhor projeto geral), CINASE / Revista O Setor Elétrico.

O artigo [C. E. F. Caetano, J. O. S. Paulino, C. F. Barbosa, J. C. O. Silva, and A. R. Panicali, “A New Method for Grounding Resistance Measurement Based on the Drained Net Charge,” IEEE Transactions on Power Delivery, pp. 1011–1018, 2018.] foi um dos quatro artigos indicados para o IEEE PES Prize Paper Award, em 2019. O PES Prize Paper Award é um reconhecimento dado, a cada ano, aos dois melhores artigos publicados nos periódicos da IEEE Power & Energy Society. Até a data de elaboração deste documento, não havia ainda a definição dos artigos selecionados.

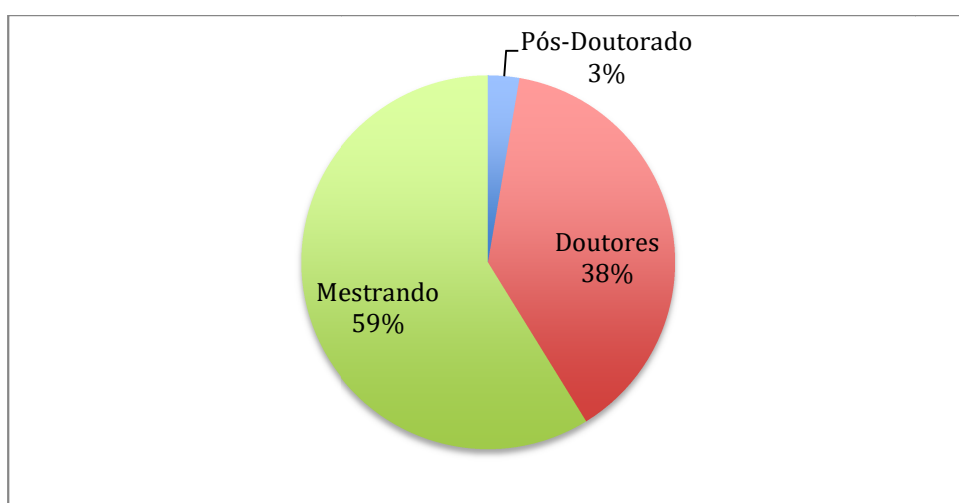
ANEXO E

Perfil dos egressos

No início de 2020 foi realizada uma enquete envolvendo egressos do PPGEE. As respostas foram úteis para melhor delinear o perfil do egresso. Em síntese, indicamos os seguintes fatos:

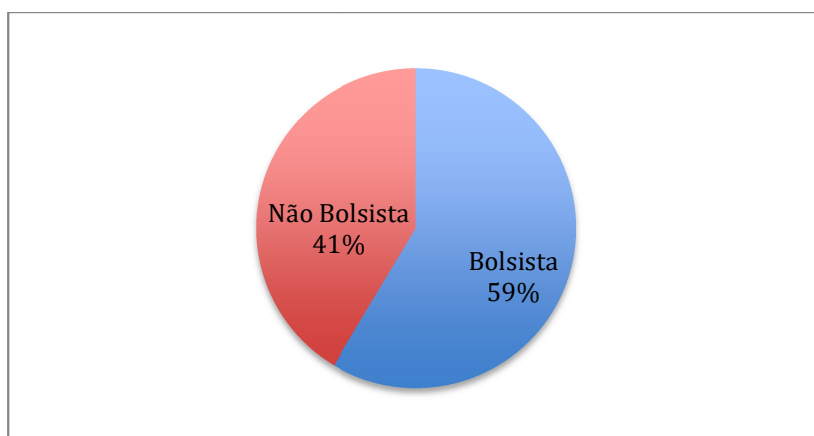
Houve 187 respostas, sendo 110 mestres (58,8%), 72 doutores (38,5) e 5 pós-doutores (2,7), Gráfico 3.

Gráfico 3: Categorização das respostas por tipo de titulação



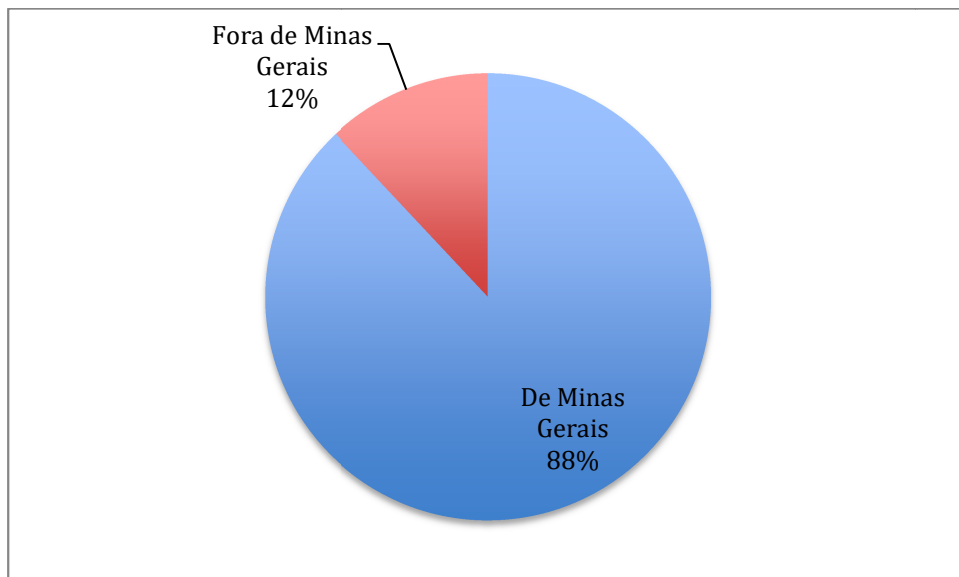
Dos egressos que responderam, 110 foram bolsistas do PPGEE por mais de 12 meses e 77 não, Gráfico 2.

Gráfico 4: Quantidade de bolsistas e não bolsistas



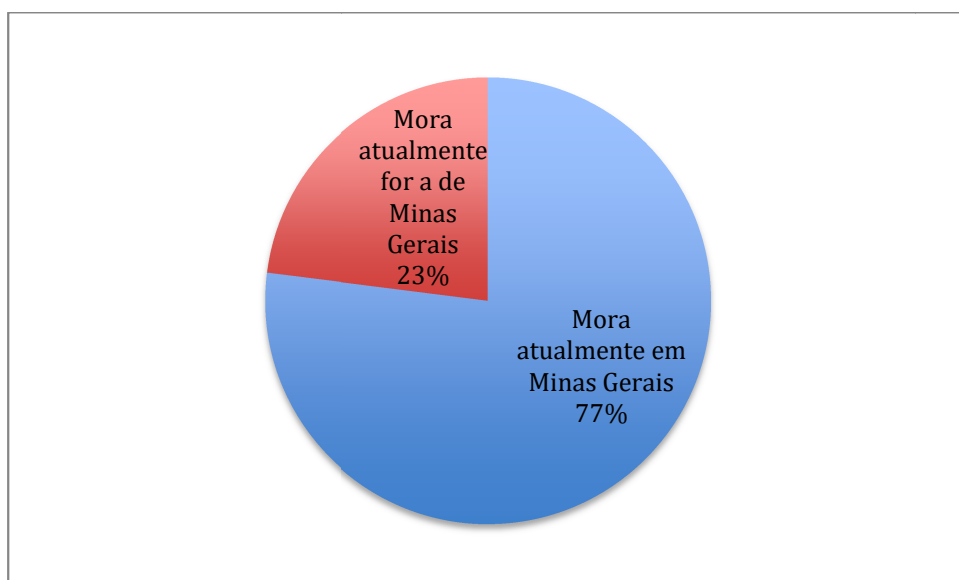
Com relação à cidade de origem dos egressos, 164 (88,58%) moravam m estado de Minas Gerais quando entraram no PPGEE.

Gráfico 5: Procedência no momento que entrou no PPGEE



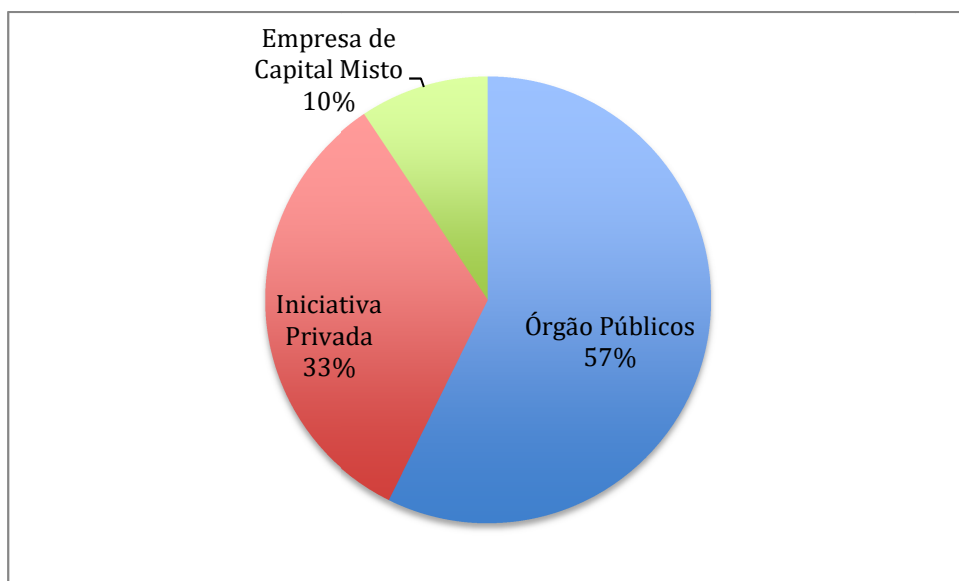
Depois da conclusão dos estudos no PPGEE, 77% continuaram em Minas Gerais.

Gráfico 6: Local onde mora após concluídos os estudos;



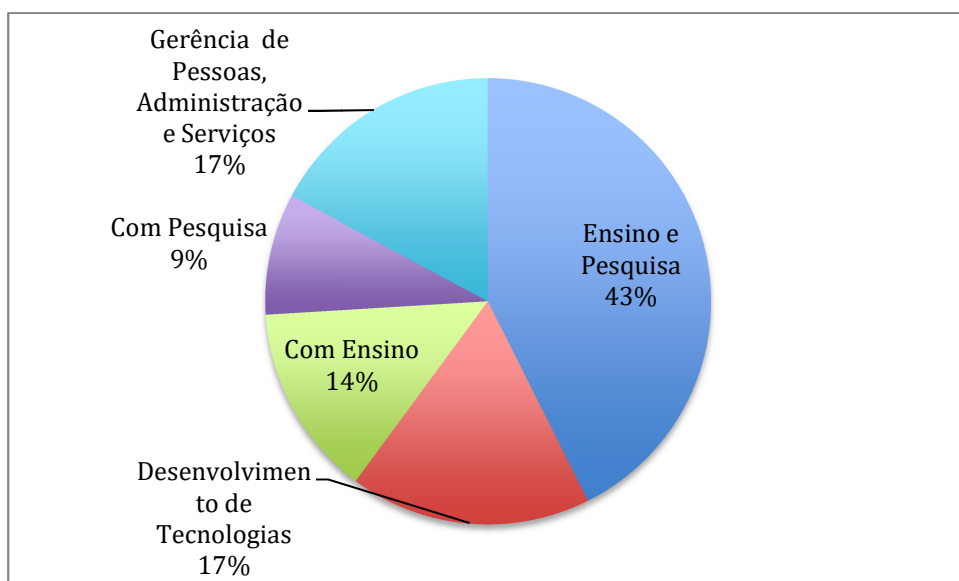
Com relação a ocupação, 57% trabalha para o governo; 33% trabalha na iniciativa privada; 10% trabalha em empresa de capital misto.

Gráfico 7: Tipo de empresa onde estão trabalhando atualmente



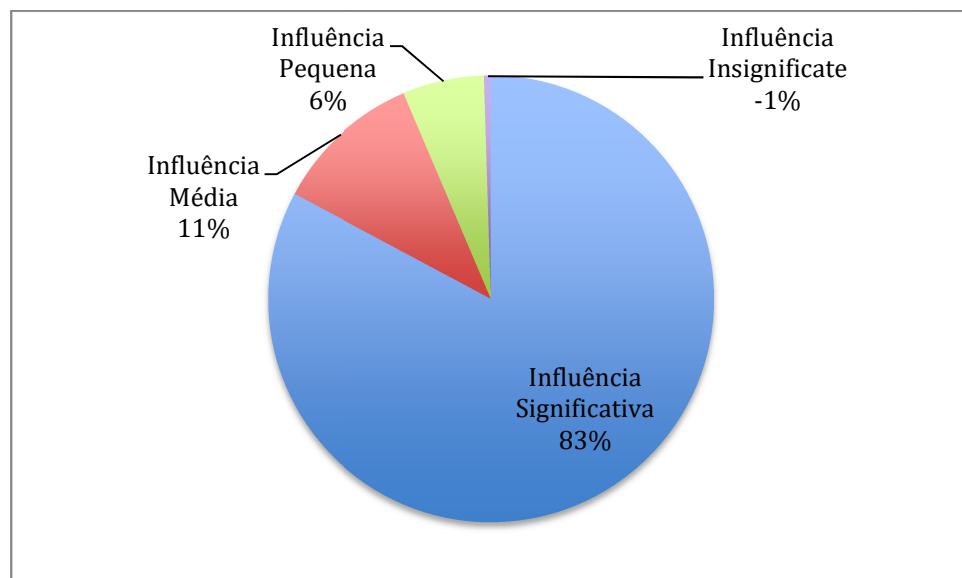
Com relação à atividade exercida, 43% trabalha com ensino e pesquisa; 17% com desenvolvimento de tecnologias; 14% com ensino; 9% com pesquisa; 17% com gerência de pessoas, administração e serviços.

Gráfico 8: Tipo de empresa onde estão trabalhando atualmente



Com relação a influência da formação recebida no PGEE para sua vida profissional, 83% disseram que a influência de ter estudado no PPGE foi significativa; 11% média; 5,5% pequena; 0,5% insignificante.

Gráfico 9: Influência da formação recebida para a vida profissional



Diversas análises poderiam ser feitas com base nesses dados, mas o que parece ser mais fundamental é:

- 1) Estudar no PPGE aumenta a mobilidade do egresso. É desejável que essa mobilidade fosse maior, mas é indiscutível que ainda há um déficit de mão de obra qualificada no Estado de Minas Gerais, especialmente em algumas IES e IFETS, que acabam absorvendo os egressos do PPGE;
- 2) É desejável aumentar a capacidade do PPGE de atrair e segurar estudantes de fora do Estado. O custo de vida em Belo Horizonte e o baixo valor das bolsas são aspectos que agravam esse problema;
- 3) Praticamente não há desempregados entre os que responderam à enquete e apesar de a atividade dominante ser ensino e pesquisa, há egressos na iniciativa privada, donos de empreendimentos, etc.
- 4) Uma grande parcela de egressos avalia que ter obtido um título no PPGE teve influência significativa.