



INSTITUTO NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - INERGE

Coordenador: Prof. José Luiz Rezende Pereira

Faculdade de Engenharia

Universidade Federal de Juiz de Fora

jluiz@ieee.org

Financiadores: FAPEMIG, CNPq, CAPES.



INERGE
inct de energia elétrica

ANEXO A - RELATÓRIO DE ATIVIDADES

2009-2012



INERGE
inct de energia elétrica

Sumário

1	Introdução	7
2	Pesquisadores.....	8
2.1	UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA	8
2.2	UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ	8
2.3	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI	8
2.4	UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE	9
2.5	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.....	9
3	Comitê Gestor.....	10
4	Principais Tópicos de Pesquisa	11
4.1	Planejamento e Operação do Setor Elétrico	11
4.1.1	Análise de Redes em Regime Permanente, Segurança de Tensão, Recomposição, Controle e Otimização de Sistemas de Potência	11
4.1.2	Planejamento da Operação de Sistemas Elétricos no Médio/Longo Prazo, Mercado de Energia Elétrica, Despacho Hidrotérmico, Pesquisa Operacional, Sistemas Equivalentes de Energia	11
4.1.3	Operação Automática e Auxílio à Tomada de Decisões Focadas em SmartGrids	12
4.2	Processamento de Sinais e Telecomunicações para Smart Grids.....	12
4.2.1	Cognição, Processamento de Informação e Telecomunicações para Novas Gerações de Sistemas de Potência.....	12
4.3	Modelos Matemáticos e Inteligentes	12
4.3.1	Desenvolvimento de Novos Modelos para a Otimização do Planejamento e Operação de Sistemas Elétricos de Potência	12
4.3.2	Emprego de Inteligência Computacional para Auxílio à Tomada de Decisão 13	
4.3.3	Métodos Probabilísticos Aplicados a Sistemas de Potência	13
4.3.4	Confiabilidade de Sistemas Elétricos.....	13
4.3.5	Planejamento de Sistemas de Geração e Transmissão	13
4.3.6	Planejamento e Operação em Ambientes Competitivos	14
4.3.7	Qualidade da Energia Elétrica	14
4.4	Proteção de Sistemas Elétricos	14
4.5	Robótica Inteligente aplicada ao Setor Energético	15
4.5.1	Desenvolvimento de Robôs Autônomos aplicados em Manutenção de Sistemas Elétricos e Cidades Energeticamente Inteligentes	15
4.6	Instrumentação e Processamento Inteligente de Sinais voltados para o ATLAS.	15

5	Principais Atividades em Parceria com a Indústria.....	16
5.1	Desenvolvimento de Modem PLC para Aplicações de Telecomunicações e Smart Grids em Redes de Baixa Tensão	16
5.2	Nova Geração de Sistema Power Line Communication Systems para Smart Grids e Inclusão Digital.....	17
5.3	Análise das Redes Distribuição de Energia Elétrica de Baixa e Média Tensões para a Transmissão de Dados Via Rede Elétrica	18
5.4	Cognição, Processamento de Sinais E Telecomunicações para Sistemas de Potência.....	19
5.5	Metodologia e Equipamento para Caracterização de Canais PLC: Smart Grid Communication, Inclusão Digital e Veículos.....	20
5.6	Modelo do Despacho Hidrotérmico: Abordagem PDDE e PDE, Modelo do Rateio do Bloco Hidráulico e Geração de Cenários Sintéticos de Vazões e Energia.....	21
5.7	Desenvolvimento de um Protótipo, Denominado Módulo Portátil, para Proteção dos Sistemas Elétricos em Subestações	23
5.8	Planejamento Eletro-Energético - Uma Interface entre Operação a Usinas Individualizadas e a Rede Básica.....	23
5.9	Desenvolvimento de Modelo para Simulação de Transitórios Eletromecânicos e Termodinâmicos para Avaliação Integrada em Plantas de Co-Geração	24
5.10	Sistema Inteligente de Supervisão Georeferenciada de Reservatório Através de Veículo Autônomo.....	25
5.11	Desenvolvimento de um Veículo Aéreo Autônomo Não Tripulado para Multi-Inspeção	27
5.12	Desenvolvimento de Ferramenta Computacional para Otimização e Melhoria da Confiabilidade dos Processos de Operação e Manutenção da Distribuição através da Supervisão e Análise dos Índices de Qualidade de Serviço	28
5.13	Metodologia Probabilística e Software para o Dimensionamento Ótimo de Reserva Técnica de Equipamentos de Subestação	29
5.14	Modelagem de Aterramentos Elétricos Considerando a Variação dos Parâmetros do Solo com a Frequência para Determinação do Desempenho de Linhas de Transmissão Frente a Descargas Atmosféricas	30
5.15	Metodologia para a Reconfiguração Ótima de Sistemas de Distribuição	31
5.16	Metodologia para Alocação dos Custos do Sistema de Transmissão	32
5.17	Desenvolvimento de Novas Funcionalidades dos Programas FLUPOT e FormCEPEL de Propriedade do CEPEL.....	33
5.18	Outros Projetos de Pesquisa em Planejamento e Operação de Sistemas de Elétricos de Potência	34
5.19	Instrumentação e Processamento Inteligente de Sinais voltados para o ATLAS.	35

5.20	Desenvolvimento de um Sistema Computacional para Cálculo de Desempenho de Linhas de Distribuição/Transmissão Frente às Descargas Atmosféricas com Enfoque em uma Abordagem Probabilística	36
5.21	Controle Otimizado das Tensões em Redes Primárias de Distribuição da Cemig.....	37
5.22	Proposição de Padrões de Referência para Indicadores de Variações de Tensão de Curta Duração em Sistemas de Distribuição.....	38
5.23	Otimização dos ajustes de controladores de geradores elétricos utilizando metaheurísticas.....	39
5.24	Sistema Inteligente para Avaliação de Desempenho dos Controladores de Geradores Elétricos	40
5.25	Avaliação de segurança operativa com auxílio de previsão estatística e redes neurais	41
5.26	Desenvolvimento de Ferramenta Computacional para Cálculo dos Limites Operativos de Linhas de Transmissão e Transformadores da Rede Básica da Cemig.....	42
5.27	Painéis solares fotovoltaicos de baixo custo obtidos a partir de tinta semicondutora	43
5.28	Efeitos de Mudanças Climáticas no Regime Hidrológico de Bacias Hidrográficas e na Energia Assegurada de Aproveitamentos Hidrelétricos....	44
5.29	Identificação do Vetor Econômico para Qualidade do Serviço de Distribuição de Energia Elétrica	45
6	Participação do Inerge em Eventos	47
6.1	IEEE ISPLC2010.....	47
6.2	X CHALLENGE BIBENDUM - 2010 Rio de Janeiro	49
6.3	Olimpíadas de Robôs da UFJF.....	51
6.4	X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente.....	55
6.5	Workshop Integração da Geração Eólica no Contexto de Redes Inteligentes	58
6.6	International Workshop on Smart Grid Communications.....	60
6.7	V SISG - Seminário Internacional de Smart Grid	64
7	Produção Científica e Tecnológica do INERGE	66
8	Parcerias Nacionais e Internacionais	67
8.1	Parcerias Internacionais	67
8.1.1	Universidade do Porto, Porto	67
8.1.2	Imperial College, Inglaterra	67
8.1.3	Eindhoven University of Technology, Holanda	68
8.1.4	Kinectrics - Toronto, Canadá.....	68

8.1.5	University of Saskatchewan, Canadá.....	68
8.1.6	CERN - The European Organization for Nuclear Research.....	68
8.1.7	Standford University e Princeton University, EUA	68
8.1.8	University of Florida, EUA.....	69
8.2	Visitas Técnicas no Exterior	69
8.3	Parcerias Nacionais	69
9	Pontos de Destaque.....	71
9.1	Captação de Alunos	71
9.2	Manutenção de Futuros Professores.....	71
9.3	Impacto na Pós-Graduação	71
9.4	Impacto na Indústria	72
9.5	Impacto na Comunidade	72
9.6	Informações Adicionais	72
9.6.1	PMAPS Merit Award.....	72
9.6.2	Visitas de Professores do Exterior.....	73
9.7	Spinoff Smarti9 Ltda.....	73
9.8	Centro de Excelência em PLC	73
10	Conclusões.....	75

1 Introdução

O Instituto Nacional de Energia Elétrica, INERGE, é um instituto de pesquisa sob chancela da CAPES/CNPq e FAPEMIG, formado por um conjunto de pesquisadores das Universidades Federais de Juiz de Fora (UFJF), Itajubá (UNIFEI), Rio de Janeiro (UFRJ), Fluminense (UFF) e São João Del Rei (UFSJ). Hoje o INERGE conta com cinco pesquisadores nível 1 do CNPq (um membro *fellow* do IEEE), 14 pesquisadores nível 2, além de bolsistas de pesquisa das entidades de fomento.

O instituto foi criado com o objetivo de atuar, principalmente na área de Energia Elétrica através do desenvolvimento de pesquisa científica e tecnológica com alto padrão de qualidade de forma a competir em nível internacional através de cooperações internacionais.

Os resultados diretos do INERGE são contabilizados através da transferência do conhecimento tecnológico para os arranjos produtivos do setor elétrico através de publicações em periódicos, registro de patentes e softwares resultantes dos projetos realizados em conjunto com as empresas além da formação de pessoal qualificado nos níveis de graduação e, principalmente, pós-graduação, além das atividades de popularização da ciência, junto ao ensino médio e básico.

2 Pesquisadores

2.1 UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

José Luiz Rezende Pereira, Nível 1B/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/5298273545023416>)
Edimar José de Oliveira, Nível 2/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/9587439089642912>)
Ivo Chaves da Silva Junior, Nível 2/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/6893941321946438>)
André Luís Marques Marcato, Nível 2/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/1033215067775319>)
Moisés Vidal Ribeiro, Nível 2/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/1290711673273506>)
Carlos Augusto Duque, Nível 2/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/6885901755516721>)
Augusto Santiago Cerqueira, Nível 2/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/3648221859200471>).
Leonardo de Mello Honório, (<http://lattes.cnpq.br/4319412527458142>).
João Alberto Passos Filho (<http://lattes.cnpq.br/0004473428354479>).
Abílio Manuel Variz (<http://lattes.cnpq.br/4614256989245245>)
Leandro Ramos de Araujo (<http://lattes.cnpq.br/5968839321163534>)
Débora Rosana Ribeiro Penido de Araújo(<http://lattes.cnpq.br/9225532686125475>)
Paulo Augusto Nepomuceno Garcia (<http://lattes.cnpq.br/3655292576606914>)
André Augusto Ferreira (<http://lattes.cnpq.br/7754410281265624>)

2.2 UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

Armando Martins Leite da Silva*, Nível 1A/CNPq, (<http://lattes.cnpq.br/6871556145533245>)
Antônio Carlos Zambroni de Souza, Nível1C/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/4860175234818683>)
José Wanderley Marangon, Nível 1C/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/4830182825385638>)
Paulo Márcio da Silveira, Nível 2/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/3583817683372046>)
Edson da Costa Bortoni, Nível 2/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/0936619055402651>)
José Maria de Carvalho Filho (<http://lattes.cnpq.br/5461838985577307>)
Benedito Isaias de Lima Lopes, Nível 2/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/7147889968100804>)

* IEEE Fellow Member

2.3 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI

Luiz Antonio da Fonseca Manso, Nível 2/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/9650179794608517>)
Erivelton Geraldo Nepomuceno, Nível 2/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/5858842244938381>)
Leônidas Chaves de Resende, Nível 2/CNPq (<http://lattes.cnpq.br/7342383170952914>)

Marco Aurélio de Oliveira Schroeder (<http://lattes.cnpq.br/0007332204631197>)

Warley de Sousa Sales (<http://lattes.cnpq.br/2127102036483236>)

Fernando Lessa Tofoli (<http://lattes.cnpq.br/0182863293347169>)

2.4 UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

Julio Cesar Stacchini de Souza, Nível 1C/CNPq, (<http://lattes.cnpq.br/8691314378381640>)

Guilherme Gonçalves Sotelo, Nível 2/CNPq, (<http://lattes.cnpq.br/1104988511999827>)

Vitor Hugo Ferreira (<http://lattes.cnpq.br/3961773765127529>)

2.5 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Marcello Luiz R. de Campos, Nível 2/CNPq, (<http://lattes.cnpq.br/2402401592333107>)

Antônio Carlos Siqueira de Lima (<http://lattes.cnpq.br/0342367279777983>)

3 Comitê Gestor

O comitê gestor é formado por pesquisadores de todas as instituições membro do INERGE, e tem como objetivo definir os planos estratégicos de atuação, além de atuar na gestão financeira e de pesquisadores. Atualmente, é formado pelos seguintes professores:

- José Luiz Rezende Pereira (Coordenador),
- Armando Martins Leite da Silva (Vice-Coodenador),
- Moisés Vidal Ribeiro,
- José Maria de Carvalho Filho,
- Luiz Antonio da Fonseca Manso,
- Julio Cesar Stacchini de Souza,
- Antônio Carlos Siqueira de Lima.

4 Principais Tópicos de Pesquisa

Inicialmente, o INERGE foi formado com 3 projetos em 3 linhas de pesquisa distintas. Porém, desde sua criação, o foco foi atender as necessidades presentes e futuras do segmento energético brasileiro. Desta forma, ao longo de sua existência, novas linhas e projetos de pesquisa foram criados dada a demanda de vários setores da cadeia produtiva de energia. Atualmente as principais áreas são:

- Planejamento e Operação do Setor Elétrico,
- Modelos Matemáticos e Inteligentes,
- Confiabilidade do Sistema Elétrico,
- Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica no contexto de Smart Grids,
- Eficiência Energética,
- Fontes Alternativas de Energia,
- Robótica Inteligente,
- Processamento de Sinais e Telecomunicações para Smart Grids,
- física experimental de alta-energia.

Cada área com suas respectivas linhas e projetos é detalhada abaixo.

4.1 Planejamento e Operação do Setor Elétrico

4.1.1 Análise de Redes em Regime Permanente, Segurança de Tensão, Recomposição, Controle e Otimização de Sistemas de Potência

Esta linha de pesquisa tem como objetivo principal o desenvolvimento de técnicas avançadas de análise e projeto de redes, tendo-se em vista o crescente aumento de complexidade, dimensão e carregamento dos sistemas de potência. Estas ferramentas são de grande importância para o planejamento da expansão, planejamento da operação e operação em tempo real propriamente dita dos sistemas, sendo sua utilização intensiva para avaliação de condições seguras de operação, tema de grande relevância.

4.1.2 Planejamento da Operação de Sistemas Elétricos no Médio/Longo Prazo, Mercado de Energia Elétrica, Despacho Hidrotérmico, Pesquisa Operacional, Sistemas Equivalentes de Energia

Esta linha de pesquisa visa contribuir para o aperfeiçoamento dos modelos computacionais aplicados à operação de sistemas elétricos de grande porte, como, por exemplo, o Sistema Interligado Nacional. A partir das técnicas desenvolvidas, diversos estudos importantes para o Setor Elétrico podem ser realizados, como, por exemplo, avaliação da incorporação da rede de gasodutos nos modelos computacionais, avaliação de novas ferramentas para análise das regras de mercado de energia elétrica, avaliação da energia firme e garantida atribuída às usinas hidrelétricas, avaliação da Função de Custo Futuro.

4.1.3 Operação Automática e Auxílio à Tomada de Decisões Focadas em SmartGrids

Com o aumento da eficiência de pequenos dispositivos de geração é cada vez mais comum a entrada da geração distribuída de vários elementos no sistema elétrico, o que, nas próximas décadas, irá alterar de forma drástica a matriz energética brasileira. Desta forma, é necessário que dispositivos dedicados para controlar e automatizar este novo sistema sejam estudados para que sejam capazes de atender prontamente às transações definidas pelos Centros de Operação do Sistema (COS). Entretanto, ainda não está definido como os COS devem interagir, exigindo estudos de implantação para assegurar a integridade desta nova matriz de operação. Os benefícios desta linha de pesquisa para o setor elétrico e para a sociedade são inúmeros: diminuição das interrupções, aumento da qualidade de suprimento de energia, redução do tempo de utilização indevida de equipamentos como transformadores gerando diminuição dos custos de manutenção e, conseqüentemente, das tarifas de energia, melhor qualidade da energia fornecida na ponta.

4.2 Processamento de Sinais e Telecomunicações para Smart Grids

4.2.1 Cognição, Processamento de Informação e Telecomunicações para Novas Gerações de Sistemas de Potência

Esta linha tem como objetivo principal fomentar a discussão, a proposição, a conceituação, a formalização e o desenvolvimento de novas gerações de equipamentos, sistemas de monitoramento de sistemas de potência, e sistemas de proteção baseados na abordagem cognitiva visando a massificação do paradigma *Smart Grid* em sistemas de potência. Para tanto, a linha de pesquisa foca no desenvolvimento de ferramentas matemáticas baseadas em processamento da informação e inteligência computacional. Além disso, a linha tem como objetivo o desenvolvimento de sistema PLC (*Power Line Communication*) para aplicações banda-estreita e banda-larga.

4.3 Modelos Matemáticos e Inteligentes

4.3.1 Desenvolvimento de Novos Modelos para a Otimização do Planejamento e Operação de Sistemas Elétricos de Potência

Esta linha prevê o desenvolvimento e aplicações de novos modelos numéricos e inteligentes de métodos de otimização aplicados a sistemas elétricos de potência. O objetivo é fornecer ferramentas para que os planejadores e operadores do sistema elétrico possam atuar de forma mais segura e econômica, aumentando a confiabilidade e reduzindo custos. Tais ferramentas devem incorporar novos modelos, cada vez mais complexos, que considerem a natureza probabilística do comportamento dos sistemas, fazendo uso de modelos

matemático-estatísticos mais rigorosos, oriundos da teoria das probabilidades e dos conjuntos difusos, e de modernas técnicas de otimização, principalmente aquelas capazes de lidar com problemas de alta complexidade (e.g., técnicas baseadas em população - algoritmos evolucionários).

4.3.2 Emprego de Inteligência Computacional para Auxílio à Tomada de Decisão

Esta linha de pesquisa busca a construção de modelos inteligentes para a solução de problemas que requerem o reconhecimento e tratamento de padrões complexos de comportamento do sistema elétrico de potência e/ou de seus componentes, para posterior tomada de decisão. As aplicações a serem abordadas envolvem a previsão de carga a curto prazo e a previsão de estado para a supervisão em tempo real, além da análise e diagnóstico da condição operativa do sistema de potência e de seus equipamentos. Neste contexto é prevista a investigação de diferentes modelos especialistas, neurais e híbridos.

4.3.3 Métodos Probabilísticos Aplicados a Sistemas de Potência

Esta linha de pesquisa trata da utilização de métodos probabilísticos na avaliação do desempenho passado, presente e futuro de sistemas elétricos de potência. Não somente os aspectos conceituais são devidamente estudados como também aspectos práticos que irão determinar novas técnicas e critérios de planejamento da expansão, operação, manutenção e supervisão do desempenho dos sistemas de potência atuais. São utilizados modelos matemáticos e estatísticos rigorosos, oriundos das teorias de probabilidades, dos processos estocásticos, da confiabilidade e de métodos de otimização, incluindo as técnicas metaheurísticas.

4.3.4 Confiabilidade de Sistemas Elétricos

Esta linha de pesquisa cobre os vários aspectos conceituais relacionados à confiabilidade de sistemas de potência, isto é: (i) simulação Monte Carlo (SMC); (ii) confiabilidade composta - geração e/ou transmissão; (iii) confiabilidade de sistemas de distribuição; e (iv) manutenção e reserva técnica de equipamentos. Grande ênfase tem sido dada ao aumento da eficiência dos métodos SMC, em particular com o uso de técnicas baseadas no conceito de Entropia Cruzada.

4.3.5 Planejamento de Sistemas de Geração e Transmissão

Esta linha de pesquisa cobre principalmente a aplicação de métodos e modelos probabilísticos, incluindo confiabilidade, no planejamento de sistemas elétricos. Vários aspectos têm sido abordados: (i) avaliação e utilização dos custos de interrupção, (ii) planejamento de sistemas de transmissão; e (iii) planejamento de sistemas de geração com alta penetração de produção renovável. O item (iii) tem recebido bastante atenção, em particular no que diz respeito ao aumento da presença de fontes eólicas nos sistemas atuais.

Tendo em vista a volatilidade dessas fontes, a forma de se planejar a capacidade de geração, a reserva operativa, e as redes de transmissão, tem sido revista.

4.3.6 Planejamento e Operação em Ambientes Competitivos

Esta linha de pesquisa cobre também a aplicação de métodos e modelos probabilísticos no planejamento dos sistemas, adicionando uma complexidade ainda maior ao problema, nomeadamente os ambientes competitivos o que inclui a re-regulamentação dos sistemas elétricos atuais. Vários aspectos têm sido abordados: (i) capacidade de transferência entre subsistemas de potência; (ii) dimensionamento da reserva operativa; (iii) alocação de perdas; (iv) montantes e tarifas de uso dos sistemas de transmissão; e (v) sistemas multi-agentes.

4.3.7 Qualidade da Energia Elétrica

Esta linha de pesquisa tem como objetivo principal estudar os principais fenômenos que afetam a qualidade do produto energia elétrica, destacando: variações de tensão de longa duração, variações de tensão de curta duração, harmônicos, desequilíbrios e flutuações de tensão. As pesquisas desenvolvidas nesta área englobam: estudos do impacto destes fenômenos nos mais diversos equipamentos do sistema elétrico, destacando transformadores, geradores, motores e acionamentos (corrente alternada e continua); estudos das soluções aplicáveis para mitigação dos efeitos dos distúrbios de qualidade (condicionadores de energia), protocolos de medição e monitoração da qualidade, definição de indicadores de qualidade e seus limites, aspectos regulatórios, normativos e econômicos da qualidade.

4.4 Proteção de Sistemas Elétricos

Esta linha de pesquisa tem como objetivo principal estudar as questões relativas à proteção de sistemas elétricos, englobando desde a geração, transmissão e distribuição de energia, até as instalações dos consumidores finais, sobretudo, os consumidores industriais de médio e grande porte.

As pesquisas desenvolvidas nesta área englobam: testes em laboratório de relés numéricos utilizando RTDS (*real time digital simulator*); levantamento da sensibilidade e segurança de relés numéricos; definição de ajustes adaptativos de relés de proteção de linhas de transmissão; teste de comunicação utilizando diversos protocolos de comunicação, sobretudo o protocolo IEC 61850, desenvolvimento de novos algoritmos de relés de proteção; localização de faltas utilizando PMUs (*phase measurement units*).

4.5 Robótica Inteligente aplicada ao Setor Energético

4.5.1 Desenvolvimento de Robôs Autônomos aplicados em Manutenção de Sistemas Elétricos e Cidades Energeticamente Inteligentes

Esta linha tem como objetivo principal fomentar o desenvolvimento de robôs autônomos (não tripulados) para a manutenção de sistemas elétricos. Para tanto, técnicas de otimização, aprendizado de máquina e controle são estudadas e aplicadas a dispositivos destinados a auxiliar a manutenção preditiva em usinas e torres de transmissão. Há três principais focos nesta linha: i) o desenvolvimento de veículos subaquáticos para vistoria de dutos e barragens; ii) veículos aéreos para a vistoria de linhas de transmissão e subestações; iii) desenvolvimento de robôs autônomos para realizar substituir tarefas humanas, como o religamento de chaves de alta tensão, inspeção de áreas de risco, entre outras. Paralelo a este estudo, as técnicas desenvolvidas são aplicadas a veículos inteligentes com o objetivo de aumentar a eficiência energética no transporte coletivo.

4.6 Instrumentação e Processamento Inteligente de Sinais voltados para o ATLAS

As pesquisas desenvolvidas têm tido foco no Calorímetro de Telhas, o TileCal, que é o calorímetro hadrônico do experimento ATLAS, no LHC (O Grande Colisionador de Prótons). Este calorímetro ajuda na detecção e reconstrução da energia e do momento das partículas hadrônicas provenientes das colisões próton-próton ocorridas no LHC, a cada 50ns.

5 Principais Atividades em Parceria com a Indústria

As linhas de pesquisa acima descritas são desenvolvidas, principalmente, através de trabalhos de pesquisa para elaboração de teses de doutorado e dissertações de mestrado dos alunos de pós-graduação. Os pesquisadores vêm atuando de forma ativa em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) junto às empresas do setor elétrico. Estes projetos são desenvolvidos em harmonia com as áreas de pesquisa do INERGE, com o objetivo a transferência de conhecimento bem como a formação de mão de obra qualificada (engenheiros, técnicos, estudantes de graduação e pós-graduação) para a solução de problemas reais. A seguir são apresentados de forma resumida os principais projetos de pesquisa.

5.1 Desenvolvimento de Modem PLC para Aplicações de Telecomunicações e Smart Grids em Redes de Baixa Tensão

Este projeto visa o desenvolvimento de chipset e dos dispositivos modem e concentrador para sistemas PLC banda-larga para operação nas redes de distribuição de energia elétrica de baixa tensão (BT) voltados, sobretudo, para as aplicações de acesso as redes de dados e *smart grids*, de baixo custo e com garantia de qualidade de serviços (*quality of service* - QoS) para aplicações *triple-play*.

O desenvolvimento dos equipamentos supracitados visa introduzir nos mercados nacionais e internacionais equipamentos para sistemas PLC banda larga de baixo custo e que atendem as necessidades e as demandas, por acesso banda larga, de uma grande parcela da população mundial, a qual dispõe de recursos limitados para custear este tipo de serviço. Além disso, os equipamentos constituem uma rede de telecomunicações capilar para viabilizar a implementação do conceito *smart grids* nas concessionárias de energia elétrica.

As informações gerais, bem como as produções tecnológica, científica e a formação de recursos humanos até o presente momento são apresentadas nas tabelas a seguir.

Informações Gerais

Entidade Executora	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Entidade Proponente	Fundação de Apoio a Pesquisa e Extensão (FADEPE-JF)
Entidades Financiadoras	FINEP e P&D ANEEL
Empresa Interveniente	CEMIG D S.A.
Período	2008-2013
Status atual	Finalizando
Coordenador	Prof. Moisés Vidal Ribeiro (UFJF)

Produção Tecnológica

Patentes depositadas	01 (02 em preparação)
Protótipos	06
Total	07

Produção Científica

Artigos em Periódicos	02
Artigos em Eventos	15
Dissertações de Mestrado	08
Teses de Doutorado	01
Relatórios Técnicos	08
Capítulos de Livros	01
Total	41

Formação de mão-de-obra

Pós-doutorados	06
Doutorados	01
Mestrados	08
Graduados (IC/IT)	20
Técnicos/Engenheiros	4
Total	39

5.2 Nova Geração de Sistema Power Line Communication Systems para Smart Grids e Inclusão Digital

Este projeto tem como objetivo a concepção de uma nova geração da tecnologia PLC com funcionalidades de cooperação, comunicação MIMO (*multiple input - multiple output*) e cognição para aplicações *smart grids* e de inclusão digital. O projeto contempla a permanência do coordenador na Stanford University (Anfitrião: prof. John Cioffi) e Princeton University (Anfitrião: prof. Vincent Poor). Os seguintes problemas serão investigados:

- técnicas UWB para sistemas PLC associados a comunicação MIMO,
- sistemas PLC cognitive para permitir que o dispositivo PLC tenha as mesmas funcionalidades dos rádios cognitivos,
- adequação dos conceitos de cooperação para sistemas PLC,
- análise das abordagens de comunicação MIMO para sistemas PLC em redes de baixa e média tensões,
- técnicas de alocação de recursos baseadas em abordagem *cross-layer* para acesso ao meio pelos dispositivos PLC.

As informações gerais são apresentadas na tabela a seguir.

Informações Gerais

Entidade Executora	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Entidade Proponente	UFJF/Stanford University/Princeton University
Entidades Financiadoras	CAPES - FULLBRIGHT
Empresa Interveniente	
Período	2011-2012
Status atual	Finalizado
Coordenador	Prof. Moisés Vidal Ribeiro (UFJF)

5.3 Análise das Redes Distribuição de Energia Elétrica de Baixa e Média Tensões para a Transmissão de Dados Via Rede Elétrica

O uso indiscriminado de tecnologias PLC fornecidas por empresas estrangeiras e não adequadas as características das redes de distribuição de energia elétrica brasileira tem sido uma grande decepção em relação ao desempenho dos sistemas PLC implementados no Brasil. Diversos problemas são relatados para justificar o baixo desempenho das tecnologias PLC implementadas. No entanto, é sabido que o uso de um canal como meio de transmissão de dados passa primeiramente pela caracterização apropriada do mesmo, de forma que modelos dos ruídos e da resposta ao impulso do mesmo (variante e invariante no tempo) sejam corretamente levantados para se analisar *a priori* a capacidade do mesmo. O presente projeto de pesquisa visa suprir esta lacuna, na medida em que se propõe a desenvolver um sistema de análise de canais PLC na faixa de frequência entre 0 e 100 MHz. A partir das informações obtidas, no presente projeto de pesquisa, é introduzido uma metodologia para orientar as concessionárias de energia elétrica sobre a real capacidade de sua infraestrutura para a transmissão de dados na faixa entre 3kHz e 100 MHz, e os requisitos mínimos que um sistema de telecomunicações deve ter para atender aplicações que fazem uso dos cabos de energia elétrica como meio de transmissão de dados. A partir dos resultados obtidos, poder-se-á discutir com maior propriedade a adequação das tecnologias PLC implementadas no Brasil e introduzir requisitos mínimos para o desenvolvimento de chipset de modem PLC para aplicações banda-larga e banda-estreita.

As informações e os resultados obtidos são apresentados nas tabelas a seguir.

Informações Gerais

Entidade Executora	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Entidade Proponente	UFJF
Entidades Financiadoras	CNPq e FAPEMIG
Empresa Interveniente	
Período	2008-2010
Status atual	Finalizado
Coordenador	Prof. Moisés Vidal Ribeiro (UFJF)

Produção Tecnológica

Patentes depositadas	01
Protótipos	01
Total	02

Produção Científica

Artigos em Periódicos	01
Artigos em Eventos	06
Dissertações de Mestrado	02
Teses de Doutorado	00
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	01
Total	10

Formação de mão-de-obra

Pós-doutorados	00
Doutorados	00
Mestrados	02
Graduados (IC/IT)	02
Técnicos/Engenheiros	00
Total	04

5.4 Cognição, Processamento de Sinais E Telecomunicações para Sistemas de Potência

Este projeto de P&D tem os seguintes objetivos: i) propor, conceituar e formalizar sistemas de potência cognitivos, sistemas de monitoramento cognitivo da qualidade da energia elétrica (QEE) e sistemas de proteção cognitivos; ii) desenvolver, a partir da abordagem cognitiva, de ferramentas computacionais, baseadas em técnicas de processamento de sinais e inteligência computacional, para a análise da qualidade da energia elétrica. Neste caso, buscar-se-á o desenvolvimento das seguintes técnicas: ii.a) técnicas de detecção, segmentação, compressão, classificação e decomposição de distúrbios em sistemas de potência, ii.b) Estimação da fundamental, harmônicas e interharmônicas; ii.c) identificação de fonte geradoras de distúrbios; iii) desenvolver hardware mínimo, baseado em dispositivo FPGA (*flexible programmable gate array*), de um monitor cognitivo da qualidade da energia elétrica. iv) analisar as implicações e possibilidades de investigação do uso da abordagem cognitiva dentro da conceituação de *smart grids*; v) analisar dos requisitos mínimos e demandas por sistemas de telecomunicações pelo uso da abordagem cognitiva em sistemas de potência e *smart grids*. Os resultados esperados com o presente projeto de pesquisas são promissores na medida em que os temas de pesquisa são emergentes e de grande impacto para o setor nacional e mundial de energia elétrica no futuro.

As informações gerais e os resultados obtidos são apresentados nas tabelas a seguir.

Informações Gerais

Entidade Executora	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Entidade Proponente	UFJF
Entidades Financiadoras	INERGE/FAPEMIG
Empresa Interveniente	
Período	2008-2012
Status atual	Finalizado
Coordenador	Prof. Moisés Vidal Ribeiro (UFJF)

Produção Tecnológica

Patentes depositadas	02
Protótipos	01
Total	02

Produção Científica

Artigos em Periódicos	11
Artigos em Eventos	08
Dissertações de Mestrado	01
Teses de Doutorado	01
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	03
Total	24

Tabela 13. Formação de mão-de-obra

Pós-doutorados	00
Doutorados	01
Mestrados	01
Graduados (IC/IT)	02
Técnicos/Engenheiros	00
Total	04

5.5 Metodologia e Equipamento para Caracterização de Canais PLC: Smart Grid Communication, Inclusão Digital e Veículos

A presente proposta tem os seguintes objetivos: i) desenvolver uma metodologia para a medição e caracterização de redes de energia elétrica como meio de transmissão de dados, considerando esta transmissão por um único canal (SISO) ou por vários canais em paralelo (MIMO), nos casos em que a rede elétrica é composta por mais de dois condutores; ii) desenvolver um protótipo de um equipamento para medição e caracterização de canais PLC SISO e MIMO (até 4x4) e dos ruídos aditivos; iii) Analisar e caracterizar, através da aplicação da metodologia desenvolvida, as redes de média e baixa tensões na faixa entre 9 kHz e 200 MHz para a transmissão banda-estreita e banda larga de dados das concessionárias de energia elétrica e em veículos; iv) caracterizar e analisar através da aplicação da metodologia desenvolvida, na faixa de frequência entre 0 e 200 MHz, os canais de comunicação híbridos (rede de energia elétrica e meio sem fio) e gerar modelos; v) Analisar e caracterizar canais PLC em veículos e gerar modelos. vi) Gerar especificações mínimas para projeto de sistemas de comunicação de dados para uso dos canais mencionados nos itens anteriores.

As informações gerais e os resultados esperados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Entidade Proponente	UFJF
Entidades Financiadoras	CNPq
Empresa Interveniente	
Período	2012-2015
Status atual	Em andamento
Coordenador	Prof. Moisés Vidal Ribeiro (UFJF)

Produção Tecnológica.

Patentes depositadas	02
Protótipos	01
Total	03

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	02
Artigos em Eventos	06
Dissertações de Mestrado	02
Teses de Doutorado	01
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	01
Total	12

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	01
Mestrados	02
Graduados (IC/IT)	02
Técnicos/Engenheiros	00
Total	05

5.6 Modelo do Despacho Hidrotérmico: Abordagem PDDE e PDE, Modelo do Rateio do Bloco Hidráulico e Geração de Cenários Sintéticos de Vazões e Energia

A partir da Chamada de Projetos de P&D Estratégicos da ANEEL publicada no Diário Oficial da União (D.O.U) de 18 de novembro de 2008, diversas Universidades, Centros de Pesquisa e Empresas do Setor Elétrico Brasileiro (SEB) se mobilizaram para propor projetos de pesquisa de importância estratégica para o Brasil.

Os projetos de P&Ds estratégicos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) tem um tratamento peculiar em relação aos demais projetos de P&D supervisionados pela agência em função da importância dos temas para o SEB. Nesta primeira chamada de P&D Estratégicos o INERGE em conjunto com a PUC-Rio submeteram e aprovaram uma proposta em relação ao tema No. 001-2008 - Modelo de Otimização do Despacho Hidrotérmico.

A Duke Energy International, Geração Paranapanema é a empresa proponente, em conjunto com mais 19 empresas de energia elétrica do SIN, como empresas cooperadas, financiaram a execução deste projeto de P&D para prover subsídios técnicos à ANEEL.

O objetivo do presente projeto é desenvolver uma alternativa ao modelo oficialmente utilizado pelo Setor Elétrico Brasileiro para realizar o planejamento da operação de médio/longo prazo do sistema (5 a 10 anos a frente). Para isto, as seguintes metodologias estão sendo investigadas pelos pesquisadores do INERGE:

- Programação Dinâmica Estocástica,
- Programação Dinâmica Dual Estocástica,
- Programação Não-Linear para realização do Rateio do Bloco Hidráulico,
- Utilização de Redes Neurais Artificiais para construção interativa da função de custo futuro.

Em paralelo, a PUC-Rio desenvolve pesquisas relacionadas à geração de cenários sintéticos de vazões e energias que servirão de base de dados para os modelos pelo INERGE.

As informações gerais e os resultados esperados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) - INERGE
Entidade Proponente	Fundação de Apoio a Pesquisa e Extensão (FADEPE-JF)
Entidades Financiadoras	P&D ANEEL
Empresa Interveniente	Duke Energy Internacional Geração Paranapanema\
Período	2010-2015
Status atual	Finalizado (parte 1 – 2010-2011), Finalizado (parte 2 - 2012), Em andamento (parte 3 – 2013-2015)
Coordenador	Prof. André Marcato (UFJF) e Reinaldo Castro (PUC-Rio)

Produção Tecnológica.

Software	Modelo MDDH
----------	-------------

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	05
Artigos em Eventos	15
Dissertações de Mestrado	06
Teses de Doutorado	02
Relatórios Técnicos	36
Livros	02 (no prelo)
Total	66

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	02
Mestrados	06
Graduados (IC/IT)	20
Técnicos/Engenheiros	00
Total	28

5.7 Desenvolvimento de um Protótipo, Denominado Módulo Portátil, para Proteção dos Sistemas Elétricos em Subestações

Este projeto objetiva desenvolver e construir de um protótipo de dispositivo tipo "rack" com característica móvel para atuar como proteção elétrica secundária nas subestações, sendo sua função básica operar em situação de emergência ou tomando a função de um painel de proteção existente que esteja desativado por motivo de intervenção, manutenção ou substituição. A partir deste protótipo, espera-se diminuir os impactos causados pelos desligamentos das proteções do Sistema Elétrico de Potência, sejam eles programados ou não programados, mantendo-se a função de proteção sempre operante, melhorando a confiabilidade e seletividade do sistema durante as intervenções.

Adicionalmente, foi desenvolvido um software dedicado para cálculo de curto-circuito utilizando componentes de fase associado a um fluxo de potência continuado, o que constitui outra inovação tecnológica do presente projeto.

A principal inovação deste projeto é a implantação de uma rotina de localização de todos os tipos de falta independente de qualquer parâmetro de sequência zero da rede.

As informações gerais e os resultados esperados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) - INERGE
Entidade Proponente	CEMIG
Entidades Financiadoras	P&D ANEEL
Empresa Interveniente	FCT
Período	2010-2012
Status atual	Finalizado
Coordenador	Prof. André Luis Marques Marcato (UFJF)

5.8 Planejamento Eletro-Energético - Uma Interface entre Operação a Usinas Individualizadas e a Rede Básica

Este projeto terá como principal produto uma plataforma computacional que possa interagir com os principais modelos computacionais utilizados para realizar o planejamento da operação do sistema elétrico e será capaz de simular de forma detalhada as regras/heurísticas operativas do despacho a usinas individualizadas com representação da rede de transmissão.

Três modelos computacionais importantes são os mais utilizados hoje em dia para realizar o planejamento da operação do sistema elétrico energético brasileiro são eles:

- NEWAVE;
- SUISHI-O;
- ANAREDE.

Neste projeto, os arquivos de entrada dos três modelos são lidos e os dados são integrados numa plataforma computacional que é capaz de conciliar o planejamento de médio/longo prazo com a representação do sistema de transmissão.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) - INERGE
Entidade Proponente	CESP
Entidades Financiadoras	P&D ANEEL
Empresa Interviente	FADEPE
Período	2009-2011
Status atual	Finalizado
Coordenador	Prof. André Luis Marques Marcato (UFJF)

Produção Tecnológica.

Patentes depositadas	00
Protótipos - Software	01
Protótipos	00

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	00
Artigos em Eventos	02
Dissertações de Mestrado	01
Teses de Doutorado	00
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	00
Total	03

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	00
Mestrados	01
Graduados (IC/IT)	04
Técnicos/Engenheiros	00
Total	05

5.9 Desenvolvimento de Modelo para Simulação de Transitórios Eletromecânicos e Termodinâmicos para Avaliação Integrada em Plantas de Co-Geração

Os objetivos deste projeto incluem: Definição de metodologia para avaliação de desempenho térmico e elétrico de unidades termoeletricas de geração de energia elétrica em operação ilhada com co-geração de vapor; Desenvolvimento e consolidação de modelos elétricos e térmicos para operação ilhada de unidades termoeletricas; Desenvolvimento de uma plataforma computacional para suporte ao processo de avaliação de estratégias de operação ilhada de plantas com co-geração a qual contemplará também um banco de dados com os modelos dos principais componentes dos sistemas térmicos e elétricos que afetam a análise dinâmica da operação ilhada das plantas e unidades termoeletricas. Isto possibilitará a construção de CDUs (Controle Definido pelo Usuário) de maneira versátil para diversos empreendimentos. Esta plataforma computacional possibilitará também a edição das malhas de controle associadas aos ciclos térmico e elétrico de acordo com o diagrama esquemático

das plantas em análise; Realização de um estudo prático em uma unidade termoeletrica que forneça energia e vapor para uma planta industrial de grande porte; Montagem de uma base de dados de controles e configurações de usinas termelétricas que possam subsidiar o processo de tomada de decisão, viabilizando a operação isolada destas usinas. Como o projeto acaba de ser iniciado, os resultados ainda são incipientes.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) - INERGE
Entidade Proponente	PETROBRAS
Entidades Financiadoras	P&D ANEEL
Empresa Interviente	FADEPE
Período	2013-2014
Status atual	Em execução
Coordenador	Prof. André Luis Marques Marcato (UFJF)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	00
Artigos em Eventos	00
Dissertações de Mestrado	00
Teses de Doutorado	00
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	00
Total	00

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	00
Mestrados	02
Graduados (IC/IT)	06
Técnicos/Engenheiros	00
Total	08

5.10 Sistema Inteligente de Supervisão Georeferenciada de Reservatório Através de Veículo Autônomo

A fartura de recursos hídricos presentes no Brasil incentiva a construção de barragens. Tais barragens são infraestruturas, cuja longevidade e o rendimento, são fortemente dependentes da integridade da estrutura integrante bem como da morfologia da bacia hidrográfica.

Em relação à estrutura física da barragem, é necessário que um controle rigoroso seja realizado para suprimir qualquer possibilidade de rupturas ou acidentes. Este fator de segurança é tão crítico que foi criado um Projeto de Lei (nº 1.181 / 2003) estabelecendo que as barragens devam passar por inspeções em prazos determinados.

Já em relação à morfologia, apesar de não existir uma legislação sobre o assunto, a literatura mostra que em todo mundo são gastos 6 bilhões de dólares anuais para a remoção dos volumes assoreados. Sem falar no custo ambiental que é inimaginável.

Desta forma este projeto propõe um conjunto de soluções integradas, baseadas em um veículo submarino autônomo, que têm por objetivo primário a supervisão completa do reservatório das hidroelétricas; tanto as barragens como o assoreamento dos reservatórios.

Uma tecnologia bastante promissora para realizar ambas as atividades é a de veículos autônomos aquáticos, tanto de superfície quando de profundidade. Apesar destes veículos já existirem, seu projeto para funcionar de forma a atender as inspeções sugeridas não é uma tarefa trivial. Para tanto, é necessário que o veículo seja capaz de mapear, simultaneamente, diversos tipos de dados e associá-los com as suas respectivas posições absolutas.

Além do ganho direto em termos de operação e manutenção, é possível utilizar a mesma plataforma para um ganho ecológico. Como dito anteriormente são gastos bilhões de dólares para a retirada e descarte do material assoreado do reservatório. Entretanto existem estudos que apontam que o material assoreado que se acumula em reservatórios pode ter seus teores de C (carbono) e P (potássio) aumentados, significando uma boa qualidade de solo para plantio. Desta forma o recolhimento de amostras de material assoreado junto com amostras para medir a qualidade da água determina a saúde ecológica do reservatório e o potencial do material assoreado para ser utilizado como cobertura em áreas como, por exemplo, de reflorestamento.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)\ Universidade do Porto
Entidade Proponente	Fundação de Apoio a Pesquisa e Extensão (FADEPE-JF)
Entidades Financiadoras	EDP - Energias de Portugal
Empresa Interveniente	
Período	2008-2013
Status atual	
Coordenador	Prof. Leonardo de Mello Honório (UFJF)

Produção Tecnológica.

Patentes depositadas	03
Total	03

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	10
Artigos em Eventos	10
Dissertações de Mestrado	08
Teses de Doutorado	05
Relatórios Técnicos	06
Capítulos de Livros	00
Total	39

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	02
Doutorados	05
Mestrados	08
Graduados (IC/IT)	08
Técnicos/Engenheiros	02
Total	27

5.11 Desenvolvimento de um Veículo Aéreo Autônomo Não Tripulado para Multi-Inspeção

Problemas em linhas e torres de transmissão geram, anualmente, milhões em prejuízos em todo o país. Uma das formas de evitar contingências associadas a estas estruturas é através de vistorias visuais sistemáticas. Através de vistoria é possível identificar problemas relacionados à integridade física dos componentes (cabos condutores, isoladores e torres) como fissuras, corrosão, danificação em estruturas, ausência de peças e ocupações (seja por pessoas ou vegetação) da faixa de domínio de linhas de transmissão. Outra grande vantagem é que, com a utilização de um termovisor (equipamento que detecta calor) é possível identificar superaquecimento das conexões, o que é extremamente importante na prevenção de problemas e incidentes que possam prejudicar o sistema elétrico.

Entretanto, a maior parte das linhas de transmissão está em áreas isoladas, de difícil acesso e lançadas em torres de 30 a 35 metros, induzindo uma necessidade de que esta inspeção seja realizada de forma aérea. Isto faz com que o custo deste tipo de inspeção seja altíssimo. Normalmente as empresas de transmissão alugam horas de helicóptero de empresas de taxi aéreo para a realização de tais tarefas.

Para aprimorar a solução, a proposta deste projeto é o desenvolvimento de um veículo aéreo autônomo não tripulado (VANNT) de propulsão híbrida. Por ser autônomo o controle de estabilidade do veículo vai fornecer uma grande precisão levando a uma geração de imagens mais precisas e nítidas. Por possuir propulsão híbrida, os sistemas de *hardware* como uma propulsão auxiliar irão fornecer uma grande autonomia ao sistema, possibilitando que este percorra grandes distâncias sem a intervenção humana.

Dentro deste contexto, o VAANT será capaz de percorrer grandes distâncias, adquirindo dados em forma de imagem visual de alta definição e imagem termográfica para futura análise. Estes dados serão ligados a uma precisa posição georeferenciada fornecida por um sensor DGPS. Equipado também com um sensor laser de varredura, o sistema será capaz, ainda, de fornecer dados topográficos e de ocupação da faixa de domínio das LTs. Por sua flexibilidade de acesso e baixo custo de operação o VAANT pode também ser utilizado para fazer levantamento de queimadas, áreas alagadas e mapeamento de reservatórios.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Entidade Proponente	Fundação de Apoio a Pesquisa e Extensão (FADEPE-JF)
Entidades Financiadoras	Grupo Itapebi, Itapebi Geração e Transmissão
Empresa Interveniente	
Período	2008-2013
Status atual	Finalizado
Coordenador	Prof. Leonardo de Mello Honório (UFJF)

Produção Tecnológica.

Patentes depositadas	02
Protótipos	00
Total	02

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	05
Artigos em Eventos	04
Dissertações de Mestrado	04
Teses de Doutorado	03
Relatórios Técnicos	23
Capítulos de Livros	00
Total	44

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	02
Doutorados	03
Mestrados	04
Graduados (IC/IT)	10
Técnicos/Engenheiros	00
Total	19

5.12 Desenvolvimento de Ferramenta Computacional para Otimização e Melhoria da Confiabilidade dos Processos de Operação e Manutenção da Distribuição através da Supervisão e Análise dos Índices de Qualidade de Serviço

Neste projeto de P&D foi desenvolvido um sistema computacional para a avaliação da qualidade do serviço prestado, através da montagem de um modelo quantitativo e temporal para os índices DEC, FEC, DIC, FIC E DMIC, aliado aos parâmetros de custos e cenários econômicos. Tal sistema tem aplicação no planejamento da operação e da expansão de redes de distribuição.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Itajubá
Entidade Proponente	FAPEPE
Entidades Financiadoras	CEMIG, FAPEMIG, CNPQ e CAPES
Empresa Interveniente	FUPAI
Período	2009-2010
Status atual	Finalizado
Coordenador	Prof. Armando Martins Leite da Silva (UNIFEI)

Produção Tecnológica.

Patentes depositadas	00
Programa Computacional	01
Total	01

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	02
Artigos em Eventos	05
Dissertações de Mestrado	02
Teses de Doutorado	01
Relatórios Técnicos	12
Capítulos de Livros	00
Total	22

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	01
Mestrados	02
Graduados (IC/IT)	00
Técnicos/Engenheiros	00
Total	03

5.13 Metodologia Probabilística e Software para o Dimensionamento Ótimo de Reserva Técnica de Equipamentos de Subestação

Neste projeto de P&D, é desenvolvido um sistema computacional para o dimensionamento ótimo de reserva técnica de equipamentos (transformadores, etc.) de subestações da CEMIG. A metodologia em desenvolvimento considera o envelhecimento dos equipamentos utilizando modelos não Markovianos e técnicas de simulação Monte Carlo. O método proposto permite a avaliação de indicadores de confiabilidade como probabilidade, frequência e duração média das falhas, MTTF (*mean time to failure* - tempo médio até a falha) e MTBF (*mean time between failures* - tempo médio entre falhas). O número ótimo de equipamentos de reserva é calculado por um processo de otimização que considera custos de investimento, reposição de equipamentos avariados, não-faturamento e interrupção.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)
Entidade Proponente	CEMIG e UNIFEI
Entidades Financiadoras	CEMIG, FAPEMIG, CNPQ e CAPES
Empresa Interveniente	FUPAI
Período	2009-2013
Status atual	Em fase final
Coordenador	Prof. Armando Martins Leite da Silva (UNIFEI)

Produção Tecnológica.

Patentes depositadas	00
Programa Computacional	01
Total	01

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	01
Artigos em Eventos	02
Dissertações de Mestrado	01 (em fase final)
Teses de Doutorado	01 (em andamento)
Relatórios Técnicos	10
Capítulos de Livros	00
Total	15

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	01 (em andamento)
Mestrados	01 (em fase final)
Graduados (IC/IT)	00
Técnicos/Engenheiros	00
Total	02

5.14 Modelagem de Aterramentos Elétricos Considerando a Variação dos Parâmetros do Solo com a Frequência para Determinação do Desempenho de Linhas de Transmissão Frente a Descargas Atmosféricas

Neste projeto de P&D é desenvolvido um modelo eletromagnético de aterramento elétrico que represente sua resposta a solicitações associadas às descargas atmosféricas, com os parâmetros do solo variáveis ao longo do espectro de frequência característico, determinados através do levantamento experimental para solos típicos. Também é objetivo do projeto o desenvolvimento de um pacote computacional deste modelo e o seu acoplamento a um programa computacional de simulações de transitórios (EMTP - Electromagnetic Transients Program / ATP Alternative Transients Program), para avaliação de desempenho de linhas de transmissão frente às descargas atmosféricas.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)
Entidade Proponente	Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)
Entidades Financiadoras	CEMIG, FAPEMIG, CNPQ e CAPES
Empresa Interveniente	
Período	2008-2012
Status atual	Finalizado
Coordenador	Prof. Marco Aurélio de Oliveira Schroeder (UFSJ)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	05
Artigos em Eventos	11
Dissertações de Mestrado	03
Teses de Doutorado	00
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	00
Total	19

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	00
Mestrados	03
Graduados (IC/IT)	04
Técnicos/Engenheiros	00
Total	07

5.15 Metodologia para a Reconfiguração Ótima de Sistemas de Distribuição

Neste projeto de P&D será desenvolvida uma metodologia de operação otimizada do sistema de subtransmissão de forma a minimizar perdas e manter a sua confiabilidade. Aspectos como curva de carga, demanda máxima, custos de operação, de manutenção e de interrupção serão considerados. Técnicas de modelagem probabilística e de otimização, baseadas em metaheurísticas, serão empregadas para avaliar a reconfiguração do sistema. O impacto das incertezas associadas à indisponibilidade dos equipamentos de transmissão e geração, no processo de tomada de decisão será considerado através do índice LOLC - *Loss of Load Cost*. O principal produto deste projeto será a definição de uma metodologia para a reconfiguração ótima do sistema de subtransmissão existente, bem como a elaboração de procedimentos computacionais, com base em programas disponíveis na CEMIG (ANAREDE, NH2, FLUPOT, etc.).

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)
Entidade Proponente	UFSJ e UNIFEI
Entidades Financiadoras	CEMIG, FAPEMIG, CNPQ e CAPES
Empresa Interveniente	
Período	2008-2012
Status atual	Finalizado
Coordenador	Prof. Luiz Antônio da Fonseca Manso (UFSJ)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	01
Artigos em Eventos	02
Dissertações de Mestrado	02
Teses de Doutorado	00
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	00
Total	05

5.16 Metodologia para Alocação dos Custos do Sistema de Transmissão

Neste projeto de P&D. vem sendo desenvolvida uma nova metodologia para alocação dos custos do sistema de transmissão brasileiro. Estão sendo consideradas técnicas de decomposição tarifária por subsistemas, multi-despachos, etc., permitindo identificar de forma clara as parcelas de utilização que cada gerador ou carga do sistema exerce sobre a rede de transmissão de cada submercado.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	UNIFEI, UFSJ
Entidade Proponente	Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)
Entidades Financiadoras	P&D ANEEL (Duke Energy), CNPq, Capes e FAPEMIG e outras 18 empresas
Empresa Interveniente	FADEPE-JF
Período	2009-2011
Status atual	Finalizado
Coordenador	Prof. Armando Martins Leite da Silva (UNIFEI)

Produção Tecnológica.

Patentes depositadas	00
Programa Computacional	01
Total	01

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	02
Artigos em Eventos	02
Dissertações de Mestrado	01
Teses de Doutorado	01
Relatórios Técnicos	08
Capítulos de Livros	00
Total	14

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	01
Mestrados	01
Graduados (IC/IT)	00
Técnicos/Engenheiros	00
Total	02

5.17 Desenvolvimento de Novas Funcionalidades dos Programas FLUPOT e FormCEPEL de Propriedade do CEPEL

O projeto desenvolvido em parceria com o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) tem por objetivo principal o desenvolvimento e implementação de novas funcionalidades nos programas FLUPOT (Fluxo de Potência Ótimo) e FormCEPEL (programa de visualização de resultados dos programas desenvolvidos pelo CEPEL).

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	UFJF, CEPEL
Entidade Proponente	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Entidades Financiadoras	CEPEL
Empresa Interveniente	
Período	2010-2013
Status atual	Em andamento
Coordenador	Prof. José Luiz Rezende Pereira (UFJF)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	04
Artigos em Eventos	10
Dissertações de Mestrado	02
Teses de Doutorado	00
Relatórios Técnicos	03
Capítulos de Livros	00
Total	19

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	00
Mestrados	02
Graduados (IC/IT)	00
Técnicos/Engenheiros	03
Total	05

5.18 Outros Projetos de Pesquisa em Planejamento e Operação de Sistemas de Elétricos de Potência

Neste tópico são agrupados alguns projetos de pesquisa, coordenados pelo Professor Armando Martins Leite da Silva, os quais não foram descritos anteriormente. Trata-se de um conjunto de projetos com a participação de pesquisadores do Brasil e do exterior, voltados para o planejamento e a operação de sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Os principais projetos são:

Transmission Contingency Ranking and Expansion Planning: Desenvolvimento de uma ferramenta computacional eficiente para classificar automaticamente contingências de transmissão de sistemas de grande porte tendo em vista o planejamento da rede. O projeto de pesquisa trata adequadamente contingências até 3ª ordem e a classificação é feita através de diferentes índices de desempenho.

Planejamento da Reserva Operativa na Presença de Fontes Renováveis (Hídrica, Eólica, etc.): Aplicação de metodologias probabilísticas para avaliar os requisitos de reserva operativa de sistemas de geração com elevada participação de fontes renováveis, especialmente a eólica.

Study on the Impact of Large Renewable Deployment on European Electricity High Voltage Systems - Reliability Evaluation: Estudo englobando a avaliação da confiabilidade composta de geração e transmissão de sistemas reais (e.g., Portugal, etc.), considerando uma participação relevante de energias renováveis, principalmente hidráulica, eólica, solar térmica e fotovoltaica.

Transmission Expansion Planning Optimization: Desenvolvimento de metodologias para o planejamento da expansão de sistemas de transmissão, utilizando meta-heurísticas e considerando incertezas internas e externas.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	UNIFEI e UFSJ
Entidade Proponente	UNIFEI
Entidades Financiadoras	CNPq, CAPES e MCT (Portugal)
Empresa Interveniente	
Período	2009-2012
Status atual	Finalizado
Coordenador	Prof. Armando Martins Leite da Silva (UNIFEI)

Produção Tecnológica.

Patentes depositadas	00
Programa Computacional	01
Total	01

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	07
Artigos em Eventos	15
Dissertações de Mestrado	00
Teses de Doutorado	03
Relatórios Técnicos	05
Capítulos de Livros	03
Total	33

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	03
Mestrados	00
Graduados (IC/IT)	00
Técnicos/Engenheiros	00
Total	03

5.19 Instrumentação e Processamento Inteligente de Sinais voltados para o ATLAS

Atualmente, um grupo de pesquisadores do INERGE/UFJF faz parte do grupo ATLAS-Brasil que desenvolve um trabalho de pesquisa na linha de instrumentação eletrônica e processamento digital de sinais no experimento ATLAS, no CERN (Centro Europeu para Pesquisa Nuclear), sendo hoje o maior laboratório do mundo na área de física de altas energias. Este grupo de pesquisa da Engenharia Elétrica da UFJF conta hoje com três pesquisadores doutores, dois doutorandos, dois mestrados e cerca de quatro alunos de iniciação científica.

As pesquisas desenvolvidas têm tido foco no Calorímetro de Telhas, o TileCal, que é o calorímetro hadrônico do experimento ATLAS, no LHC (O Grande Colisionador de Prótons). Este calorímetro ajuda na detecção e reconstrução da energia e do momento das partículas hadrônicas provenientes das colisões próton-próton ocorridas no LHC, a cada 50ns. Temos participado ativamente no desenvolvimento de sistemas eletrônicos de algoritmos para filtragem e estimação da energia no calorímetro.

Experimentos como o LHC apresentam diversos desafios para a Engenharia, demandando soluções inovadoras e que muitas vezes encontram aplicações em outras áreas, como foi o caso do desenvolvimento do www (world wide web) no CERN. Também é importante e bastante desejável o envolvimento da indústria de tecnologia nacional, para a fabricação dos equipamentos e sistemas desenvolvidos para os experimentos do CERN, gerando assim oportunidades para a internacionalização da indústria de tecnologia brasileira.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	UFJF, UFRJ
Entidade Proponente	Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Entidades Financiadoras	CERN, CNPQ, FAPEMIG, CAPES
Empresa Interveniente	
Período	2009 -
Status atual	Em andamento
Coordenador	Prof. Augusto Santiago Cerqueira (UFJF)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	20
Artigos em Eventos	20
Dissertações de Mestrado	04
Teses de Doutorado	02
Relatórios Técnicos	40
Capítulos de Livros	00
Total	86

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	01
Doutorados	02
Mestrados	04
Graduados (IC/IT)	06
Técnicos/Engenheiros	00
Total	13

5.20 Desenvolvimento de um Sistema Computacional para Cálculo de Desempenho de Linhas de Distribuição/Transmissão Frente às Descargas Atmosféricas com Enfoque em uma Abordagem Probabilística

Neste projeto de P&D será desenvolvida uma ferramenta computacional, em ambiente de programação distribuída, para cálculo de desempenho de linhas de transmissão frente às descargas atmosféricas, segundo uma abordagem probabilística. Esta ferramenta, através de modelagens eletromagnéticas e estocásticas, permitirá calcular as distribuições estatísticas de sobretensões nas cadeias de isoladores, bem como ao longo do vão, e assim estimar o desempenho global da linha de transmissão frente às descargas atmosféricas.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	UFSJ
Entidade Proponente	UFSJ
Entidades Financiadoras	P&D ANEEL (CEMIG), CNPq, Capes e FAPEMIG
Empresa Interveniente	
Período	2012-2014
Status atual	Em andamento
Coordenador	Prof. Marco Aurélio de Oliveira Schroeder (UFSJ)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	06
Artigos em Eventos	02
Dissertações de Mestrado	02
Teses de Doutorado	00
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	00
Total	10

5.21 Controle Otimizado das Tensões em Redes Primárias de Distribuição da Cemig

Este projeto de pesquisa tem como objetivo obter um controle otimizado de tensão em redes primárias de distribuição que permitirá que uma hierarquia de ações de controle seja estabelecida, permitindo que, a partir do alimentador, ações de controle satisfaçam o perfil de tensão recomendado em todos os ramais do sistema de distribuição.

Este projeto de pesquisa tem como objetivo obter um controle otimizado de tensão em redes primárias de distribuição que permitirá que uma hierarquia de ações de controle seja estabelecida, permitindo que, a partir do alimentador, ações de controle satisfaçam o perfil de tensão recomendado em todos os ramais do sistema de distribuição.

A premissa básica da pesquisa é a utilização de uma subestação piloto, onde todos os alimentadores tenham uma quantidade significativa de equipamentos automatizados: e.g., religadores de rede, reguladores de tensão na subestação (SE) e na rede, banco de capacitores na SE e na rede.

Portanto, a idéia é criar, em consonância com a tecnologia "smart grid", um protótipo de rede inteligente de controle de tensão. Assim, os ajustes de regulação de tensão seriam feitos em tempo real via telecontrole, a partir das informações disponíveis no centro de operação, levando-se em consideração os valores instantâneos de corrente, tensão e fator de potência em pontos da rede estrategicamente escolhidos.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	UNIFEI
Entidade Proponente	UNIFEI
Entidades Financiadoras	P&D ANEEL (CEMIG) e FAPEMIG
Empresa Interveniente	
Período	2012-2014
Status atual	Em andamento
Coordenador	Prof. José Maria de Carvalho Filho (UNIFEI)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	06
Artigos em Eventos	02
Dissertações de Mestrado	03
Teses de Doutorado	02
Relatórios Técnicos	01
Capítulos de Livros	00
Total	14

5.22 Proposição de Padrões de Referência para Indicadores de Variações de Tensão de Curta Duração em Sistemas de Distribuição

O principal objetivo deste projeto de pesquisa é propor padrões de referência para os indicadores de Variações de Tensão de Curta Duração (VTCDs) para os sistemas de distribuição.

Devido às características intrínsecas do sistema elétrico brasileiro (linhas de distribuição aéreas nuas, expostas a toda a sorte de intempéries e a vandalismos) a ocorrência de VTCDs é inevitável e inerente à operação do sistema elétrico.

No entanto, quando a empresa concessionária se depara diante das reclamações dos consumidores, ficam as seguintes questões para serem respondidas:

- Qual é o número aceitável de VTCDs por barramento no sistema de distribuição?
- Os resultados de medição obtidos através de curtos períodos de monitoração (inferior a 1 ano) são estatisticamente representativos, dado a aleatoriedade intrínseca das VTCDs?
- Em quais situações a concessionária deverá de fato aplicar recursos visando a melhoria de tais indicadores de QEE?
- Como as concessionárias vão disponibilizar informações sobre VTCDs para os investidores industriais, sobretudo empresas multinacionais, que por ocasião do estudo de viabilidade dos empreendimentos tem solicitado as estatísticas de VTCDs dos últimos 5 anos de operação do sistema elétrico?

Este fato é agravado considerando que o PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional), através do Módulo-8, item 7.6.1, não define padrões de desempenho a estes fenômenos. Portanto, tanto as concessionárias como os consumidores com cargas sensíveis as VTCDs ficam sem valores de referência para planejar e operar seus respectivos sistemas.

Dentro deste contexto, este projeto vem ao encontro às necessidades atuais do setor elétrico, uma vez que o seu objetivo é propor padrões de referência para indicadores de Variações de Tensão de Curta Duração em sistemas de distribuição, tomando como base resultados de medição e de simulação.

Portando, a principal contribuição esta relacionada a proposição de padrões de referência, hoje inexistentes, para VTCDs em sistemas de distribuição, utilizando-se de procedimentos estatísticos adequados, combinando resultados de medição com resultados de simulação.

Ressalta-se que os resultados advindos deste projeto poderá subsidiar a ANEEL na definição de padrões de referência para VTCDs, o que constitui uma contribuição de abrangência nacional.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	UNIFEI
Entidade Proponente	UNIFEI
Entidades Financiadoras	BANDEIRANTE ENERGIA e ESPÍRITO SANTO CENTRAIS ELÉTRICAS
Empresa Interveniente	
Período	2010-2013
Status atual	Em andamento
Coordenador	Prof. José Maria de Carvalho Filho (UNIFEI)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	05
Artigos em Eventos	01
Dissertações de Mestrado	03
Teses de Doutorado	01
Relatórios Técnicos	01
Capítulos de Livros	00
Total	11

5.23 Otimização dos ajustes de controladores de geradores elétricos utilizando metaheurísticas

Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de uma metodologia baseada no emprego de metaheurísticas e simulações eletromecânicas, para definir ajustes do regulador de tensão e do PSS de geradores elétricos. Este sistema fornecerá um conjunto ótimo de parâmetros, tendo como referência uma curva padrão para a tensão terminal e potência elétrica.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal Fluminense UFF
Entidade Proponente	UFF
Entidades Financiadoras	Companhia Energética Santa Clara
Empresa Interveniente	
Período	2010-2012
Status atual	Finalizado
Coordenador	Prof. Julio Cesar Stacchini de Souza (UFF)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	05
Artigos em Eventos	01
Dissertações de Mestrado	03
Teses de Doutorado	01
Relatórios Técnicos	01
Capítulos de Livros	00
Total	11

5.24 Sistema Inteligente para Avaliação de Desempenho dos Controladores de Geradores Elétricos

Neste projeto busca-se a pesquisa e desenvolvimento de um sistema de supervisão e avaliação do desempenho dinâmico dos controladores de geradores elétricos, a partir do processamento de informações sobre o comportamento de grandezas elétricas quando da ocorrência de eventos externos, tais como curto-circuito e abertura de linhas de transmissão. O sistema inteligente baseia-se na aplicação de redes neurais artificiais e deverá indicar se o comportamento dinâmico dos controles (Regulador de Tensão e PSS) se encontra dentro do padrão esperado ou se há alguma alteração que justifique uma manutenção preditiva.

As informações gerais e os resultados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal Fluminense UFF
Entidade Proponente	UFF
Entidades Financiadoras	P&D Aneel (UTE Norte Fluminense S.A.)
Empresa Interveniente	
Período	2010-2013
Status atual	Em andamento
Coordenador	Prof. Julio Cesar Stacchini de Souza (UFF)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	5
Artigos em Eventos	1
Dissertações de Mestrado	3
Teses de Doutorado	1
Relatórios Técnicos	1
Capítulos de Livros	0
Total	11

5.25 Avaliação de segurança operativa com auxílio de previsão estatística e redes neurais

Estudos de colapso de tensão têm por objetivo determinar a condição operativa do sistema em função de variações paramétricas. Em geral, a variação de carga é considerada o parâmetro de interesse, visto que constantes e pequenas variações podem levar o sistema ao colapso. Desta forma, é de grande importância um método que combine as ferramentas estáticas eficientes de análise de colapso de tensão com outras metodologias eficientes de previsão de carga. Assim, seria bastante interessante que a direção de crescimento de carga deixasse de depender da escolha do usuário, passando a ser um dado conhecido. Desta forma, este projeto incorpora técnicas modernas de previsão de carga baseadas em redes neurais ao estudo de colapso de tensão.

As informações gerais e os resultados esperados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)
Entidade Proponente	UNIFEI
Entidades Financiadoras	P&D Aneel (CEMIG),
Empresa Interveniente	
Período	2011-2014
Status atual	Em andamento.
Coordenador	Prof. Antonio Carlos Zambroni (UNIFEI)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	01
Artigos em Eventos	03
Dissertações de Mestrado	01
Teses de Doutorado	01
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	00
Total	06

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	01
Mestrados	01
Graduados (IC/IT)	00
Técnicos/Engenheiros	00
Total	02

5.26 Desenvolvimento de Ferramenta Computacional para Cálculo dos Limites Operativos de Linhas de Transmissão e Transformadores da Rede Básica da Cemig

Os procedimentos e metodologias atuais para definir a capacidade de transmissão das linhas da Rede Básica se baseiam em critérios puramente determinísticos e não levam em consideração o clima agindo dinamicamente, isto é, variações espaciais e temporais ao longo das linhas.

Esses fatores, puramente determinísticos, levam o setor de transmissão a adotar modelos estáticos no cálculo da capacidade de transmissão das linhas, que pode conduzir a duas situações distintas, tais como:

- 1- Gerar limites de transmissão conservativos para as linhas em sua maior parte do tempo de operação, o que impacta significativamente, o custo do sistema de transmissão, ou;
- 2- Em situações críticas para o Sistema Interligado Nacional - SIN "Regime de Emergência", e associado a uma condição climática atípica, pode-se operar as linhas acima do limite de projetos, colocando em risco a operação dessas instalações, sendo esse fator não tratado pela metodologia puramente determinística.

A obtenção do limite dinâmico das linhas aéreas de transmissão conduziria a uma operação mais segura e com menor custo operativo para as empresas de transmissão.

As informações gerais e os resultados esperados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)
Entidade Proponente	UNIFEI
Entidades Financiadoras	P&D Aneel (CEMIG),
Empresa Interveniente	
Período	2010-2014
Status atual	Em andamento.
Coordenador	Prof. Antonio Carlos Zambroni (UNIFEI)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	01
Artigos em Eventos	03
Dissertações de Mestrado	01
Teses de Doutorado	01
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	00
Total	06

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	01
Mestrados	01
Graduados (IC/IT)	00
Técnicos/Engenheiros	00
Total	02

5.27 Painéis solares fotovoltaicos de baixo custo obtidos a partir de tinta semicondutora

Dentro do âmbito do desenvolvimento das fontes renováveis de energia, este projeto apresenta uma proposta de desenvolvimento de sistemas fotovoltaicos a partir de tintas semicondutoras transparentes com propriedades fotovoltaicas de baixo custo, impressos por meio de jato de tinta piezoelétrico seguida de sinterização. Esse processo permitirá uma simplificação e consequente barateamento da tecnologia de produção de painéis solares, tornando-os acessíveis a população em geral e, permitindo inclusive a difusão ao acesso a energia em localidades remotas no interior do país.

As informações gerais e os resultados esperados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)
Entidade Proponente	UNIFEI
Entidades Financiadoras	FAPEMIG
Empresa Interveniente	
Período	2012-2014
Status atual	Em andamento.
Coordenador	Prof. Edson da Costa Bortoni (UNIFEI)

Tabela 95. Produção Científica.

Artigos em Periódicos	01
Artigos em Eventos	03
Dissertações de Mestrado	01
Teses de Doutorado	01
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	00
Total	06

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	01
Mestrados	01
Graduados (IC/IT)	00
Técnicos/Engenheiros	00
Total	02

5.28 Efeitos de Mudanças Climáticas no Regime Hidrológico de Bacias Hidrográficas e na Energia Assegurada de Aproveitamentos Hidrelétricos

A resposta hidrológica das bacias hidrográficas está intimamente relacionada, entre outros fatores, às características climáticas da bacia de drenagem. Sendo assim, qualquer mudança no regime de chuva tem potencial de interferir gravemente na disponibilidade hídrica, tanto superficial quanto subterrânea, sobretudo quando estas mudanças ocorrem drasticamente e em um curto período de tempo. Nos últimos anos a comunidade científica tem realizado estudos para avaliar os impactos das atividades antropogênicas nos últimos 300 anos sobre o meio ambiente, em particular, como as trocas de água e energia entre a superfície terrestre e a atmosfera (que são determinantes das características climáticas), foram afetadas pelas atividades humanas. Nesse contexto, os relatórios do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), que sintetizam os principais estudos globais sobre mudanças climáticas, indicam que as mudanças na composição química da atmosfera resultante da queima de combustíveis fósseis afetam o balanço de radiação solar alterando o equilíbrio energético do sistema climático terrestre. Estas alterações do equilíbrio energético do sistema climático terrestre modificam, por sua vez, os índices de precipitação e evaporação em nível regional. Em resposta a estas mudanças nas características de precipitação e evaporação, o comportamento hidrológico das grandes bacias hidrográficas do planeta será alterado, trazendo consigo severas implicações ao micro e macro ambiente que circundam o corpo hídrico. Quantificar essas possíveis alterações no ciclo hidrológico é fundamental para definição de medidas de mitigação nos estudos de planejamento dos usos da água. Um estudo bastante abrangente foi realizado por Schaeffer ET al. (2008), que analisaram o impacto das mudanças climáticas especificamente sobre a produção de energia no sistema interligado brasileiro. Este trabalho considerou as mudanças climáticas de uma forma bastante simplificada, alterando as médias e os desvios.

As informações gerais e os resultados esperados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)
Entidade Proponente	UNIFEI
Entidades Financiadoras	AES
Empresa Interveniente	
Período	2011-2014
Status atual	Em andamento.
Coordenador	Prof. José Wanderley Marangon Lima (UNIFEI)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	02
Artigos em Eventos	03
Dissertações de Mestrado	01
Teses de Doutorado	01
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	00
Total	07

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	01
Mestrados	01
Graduados (IC/IT)	00
Técnicos/Engenheiros	00
Total	02

5.29 Identificação do Vetor Econômico para Qualidade do Serviço de Distribuição de Energia Elétrica

A Qualidade da Energia Elétrica - QEE pode ser dividida em três áreas: qualidade comercial, qualidade do produto e qualidade do serviço ou fornecimento. A qualidade (ou continuidade) do fornecimento (ou serviço) mensura a confiabilidade do sistema, e é normalmente avaliada pela duração e frequência das interrupções de longa duração (maiores que três minutos). A duração das interrupções está intimamente ligada às condições locais de operação e manutenção das redes, tais como as facilidades existentes para se recuperar um sistema após cada interrupção (veículos, comunicação, qualificação do pessoal, possibilidade de recomposição/automação, etc.). Já a frequência das interrupções caracteriza a fragilidade do sistema frente às causas externas e a degradação do sistema por envelhecimento e/ou falta de manutenção adequada. O Contrato de Concessão, por sua vez, estabelece a obrigação da distribuidora fornecer energia elétrica a consumidores localizados em sua área de concessão pelas tarifas homologadas pela ANEEL, nas condições estabelecidas nos respectivos contratos de fornecimento e nos níveis de qualidade e continuidade estipulados na regulamentação. Ou seja, uma vez que as tarifas são fixadas para remunerar o concessionário, frente um dado patamar de custos e investimentos, devem existir indicadores de avaliação da qualidade do serviço correspondentes a esse reconhecimento tarifário. Restariam assim estabelecidos critérios objetivos para avaliação da conduta da distribuidora, em prol da confirmação do dever de prestação do serviço adequado, que corresponde às tarifas recebidas. Atualmente, o processo de estabelecimento dos indicadores de continuidade das distribuidoras ocorre totalmente à margem dos processos afeitos à Revisão Tarifária Periódica, embora nível tarifário e qualidade exigida, como vimos, sejam fatores indissociáveis na prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica.

As informações gerais e os resultados esperados são reunidos nas tabelas a seguir.

Informações Gerais.

Entidade Executora	Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)
Entidade Proponente	UNIFEI
Entidades Financiadoras	Energisa
Empresa Interveniente	
Período	2011-2014
Status atual	Em andamento.
Coordenador	Prof. José Wanderley Marangon Lima (UNIFEI)

Produção Científica.

Artigos em Periódicos	01
Artigos em Eventos	04
Dissertações de Mestrado	01
Teses de Doutorado	01
Relatórios Técnicos	00
Capítulos de Livros	00
Total	07

Formação de mão-de-obra.

Pós-doutorados	00
Doutorados	01
Mestrados	01
Graduados (IC/IT)	00
Técnicos/Engenheiros	00
Total	02

6 Participação do Inerge em Eventos

6.1 IEEE ISPLC2010



O IEEE ComSoc TC-PLC (www.comsoc.org/bopl/), o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (www.ufjf.br/ppee/) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Brasil, e a APTEL, Brasil, (www.aptel.com.br/) organizaram no Rio Othon Palace Hotel, cidade do Rio de Janeiro, o evento IEEE International Symposium on Power Line Communications and Its Applications (IEEE ISPLC 2010), entre 28 e 31 de março de 2010. O ISPLC iniciou em 1987 e é reconhecido como o maior evento internacional na área de PLC.

O tema do evento IEEE ISPLC 2010 é "Smart Grid Communications". A conferência enfatiza os aspectos banda-larga e banda-estreita da tecnologia PLC para contribuir com smart grids e com o conceito de multi utilities.

O evento contou com 180 participantes, 5 stands, 52 artigos apresentados e 9 plenárias. Neste evento, destacam-se:

- Prof. José Luiz Rezende Pereira, apresentou uma plenária durante a sessão de abertura do 2010 IEEE ISPLC. Na plenária, foram apresentados os principais objetivos do INERGE, conforme a figura 1.



Figura 1. Prof. José Luiz Pereira fala durante a abertura do evento.

- O coordenador geral 2010 IEEE ISPLC foi o prof. Moisés Vidal Ribeiro, membro do comitê gestor do INERGE, faz a abertura do evento. A mesa de abertura contou com a presença dos seguintes pesquisadores do INERGE: Prof. Moisés Vidal Ribeiro, Prof. José Luiz Rezende Pereira, Prof. Edimar José de Oliveira e Prof. Paulo Augusto Nepomuceno Garcia, vide figura 2.



Figura 2. Mesa de Abertura do Evento.

- O INERGE, juntamente com a UFJF, teve um stand no 2010 IEEE ISPLC para apresentar suas competências durante o 2010 IEEE ISPLC. A figura 3 mostra o stand da UFJF e do INERGE.



Figura 3. Stand do INERGE e da UFJF.

6.2 X CHALLENGE BIBENDUM - 2010 Rio de Janeiro



Após o impacto da crise econômica mundial, a indústria automotiva retoma seu desenvolvimento ainda mais engajada na revitalização do mercado, integrando em seus planos, mais do que nunca, uma especial preocupação, com uma mobilidade mais limpa, mais segura e mais fluida, trazendo consigo todos os seus parceiros.

Qualquer que seja o continente e o contexto - mudanças climáticas, segurança energética, poluição local, segurança nas estradas e congestionamento urbano - as questões são basicamente as mesmas, porém o enfoque e as soluções podem variar. Pela primeira vez, o Challenge Bibendum foi realizado no continente sul-americano, na cidade do Rio de Janeiro. É muito importante, nesta região, diminuir a defasagem que existe entre as tendências e as aspirações.

Desde a sua primeira edição, em 1988, o Challenge Bibendum estabeleceu como objetivo organizar um fórum que trate, em todos os níveis, das questões ligadas ao transporte rodoviário (fornecimento de energia e tensões geopolíticas decorrentes, emissões de gás de efeito estufa, segurança rodoviária, poluição urbana e congestionamento). Para isso, contamos com a participação de um grande número de representantes do setor do transporte, a fim de mobilizar o apoio necessário para colocar em prática, de maneira mais ágil, todas as possíveis soluções em prol de uma mobilidade rodoviária mais sustentável.

Serão necessários compromisso, determinação e perseverança em nível global, por isso venha trabalhar conosco no Rio de Janeiro em 2010, para fazer deste evento um exemplo de ação positiva em prol de um mundo melhor.

O Challenge Bibendum 2010 no Rio de Janeiro contou com a presença de todas as grandes montadoras nacionais e internacionais, universidades de todo o mundo e com a palestra de abertura dada pelo Presidente Luis Inácio Lula da Silva, conforme a figura 4. As figuras 5 e 6 ilustram a participação do INERGE no evento.



Figura 4. Presidente Luis Inácio Lula da Silva com demais autoridades.

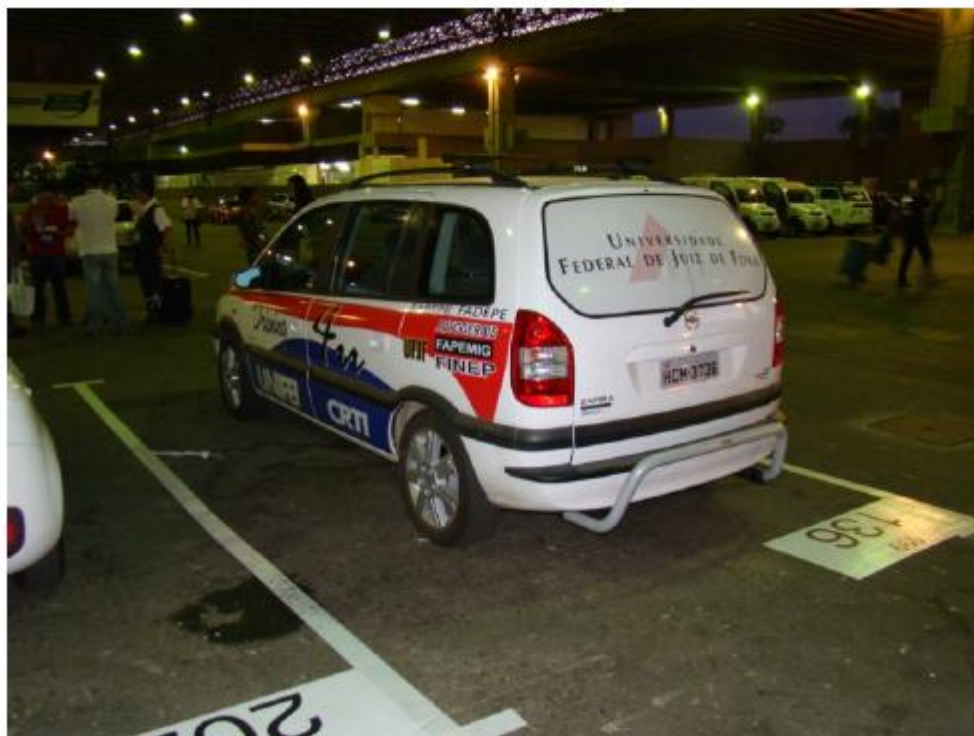


Figura 5. Carro Autônomo da UFJF/UNIFEI no challenge



Figura 6. Entrevista Gravada para o Jornal Nacional.

6.3 Olimpíadas de Robôs da UFJF



Este evento ocorre anualmente e recebe o apoio do INERGE com o objetivo de fomentar o interesse por Ciência e Tecnologia em alunos do ensino médio na Zona da Mata Mineira, além de promover uma olimpíada de robótica entre os alunos das Faculdades de Engenharia das Universidades situadas na região de abrangência de Juiz de Fora.

O evento foi idealizado em torno da competição de Futebol de Robôs, prova presente no evento desde a sua primeira edição, em 2004. Ao longo dos anos, novos desafios de maior complexidade foram introduzidos no cronograma do evento, promovendo o desenvolvimento do perfil científico e inventivo de seus participantes.

Este ano foi realizada a sétima edição das Olimpíadas de Robôs. Além do tradicional Futebol de Robôs controlados remotamente, houve um desafio destinado aos calouros do curso de Engenharia Elétrica da UFJF, uma competição de Sumô de Robôs disputada por alunos de escolas públicas de Juiz de Fora, uma competição de futebol de robôs autônomos

utilizando técnicas de reconhecimento de imagem e demonstração das pesquisas relacionadas pelos pesquisadores do INERGE na área de robótica.

O evento tem forte repercussão na mídia local e divulga as atividades do INERGE além de atingir o objetivo maior de fomentar o interesse pelos cursos de graduação e pós-graduação voltados para a área de ciência e tecnologia.

As Olimpíadas de Robôs é um evento consolidado fazendo parte da programação da Semana de Engenharia e Arquitetura da UFJF.

As figuras 7, 8, 9 e 10 ilustram as olimpíadas. Abaixo estão presentes alguns links das competições dos anos de 2009 e 2010 e as páginas do evento de 2011 e 2012:

- 2009 (<http://www.youtube.com/watch?v=Zpuym5j12QA>);
- 2010 (<http://www.youtube.com/watch?v=E4aN8JRSgD0>);
- 2011 (<http://www.ufjf.br/ramoieee/olimpiadas-de-robos-2011/>);
- 2012 (<http://www.ufjf.br/ramoieee/olimpiadas-de-robos-2012/>).



Figura 7. Tenda montada na Faculdade de Engenharia para as VII Olimpíadas de Robôs



Figura 8. Alunos de escolas públicas de Juiz de Fora disputando o Desafio MINDSTORMS®.
Robôs autônomos se enfrentam em uma luta de sumô.

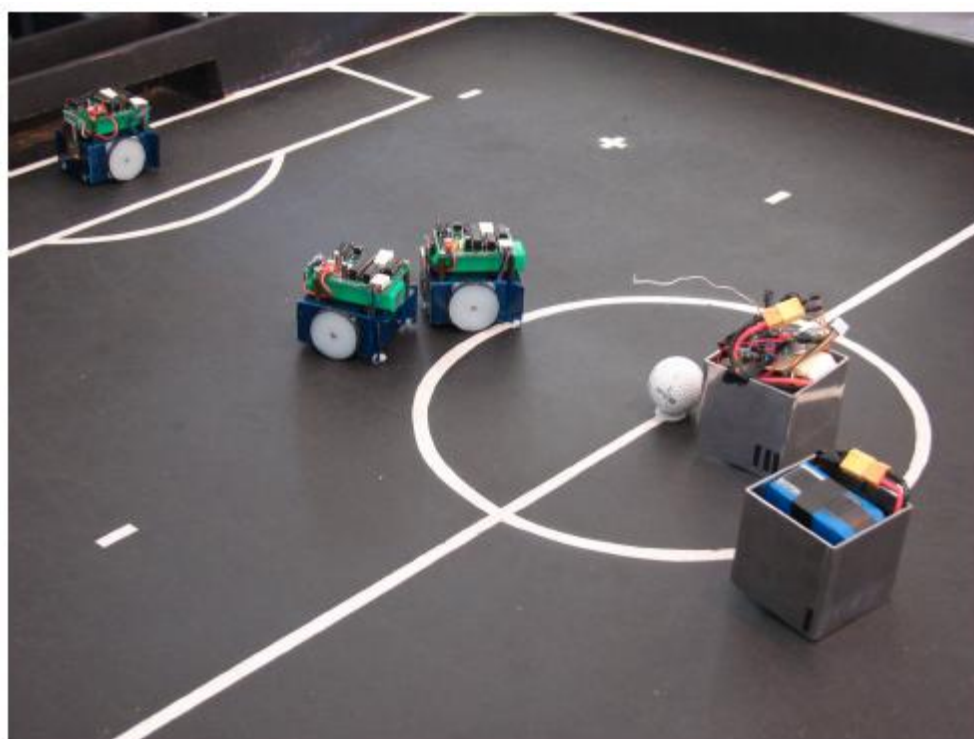


Figura 9. Disputa de Futebol de Robôs. Universidades Federais de Juiz de Fora e de Viçosa se enfrentam.



Figura 10. Coordenador Geral do INERGE Prof. José Luiz R. Pereira é homenageado com medalha de honra.

6.4 X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente



O apoio do INERGE foi substancial para a realização simultânea de quatro eventos no ano de 2011, na Universidade Federal de São João del-Rei. O primeiro deles, o X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (X SBAI), corresponde à décima edição do principal evento científico em automação inteligente na América Latina, sendo organizado pela Sociedade Brasileira de Automática. Os outros três eventos: a IX Competição Brasileira de Robótica (IX CBR), a V Olimpíada Brasileira de Robótica (V OBR) e I Mostra Nacional de Robótica (I MNR), certamente estão entre os principais eventos para a popularização e difusão da ciência e tecnologia junto aos jovens, com especial penetração no meio estudantil do ensino fundamental e médio. Ao todo esses eventos reuniram mais de 2 mil participantes na cidade de São João del-Rei, vindos de todas as partes do Brasil, e se constituíram como o maior e mais importante acontecimento científico já realizado pela UFSJ.

As Figuras 11 a 15 mostram algumas cenas dos eventos que ocorreram na UFSJ. Em particular, chama-se a atenção para a enorme quantidade de pessoas envolvidas. Em especial, destaca-se a participação de mais de 5 mil pessoas que visitaram as competições. Dificilmente um outro tipo de evento científico consegue atrair a atenção de tamanho contingente de pessoas, sobretudo jovens de escolas da região. Um outro ponto a se destacar foi a grande repercussão do evento nas redes sociais (facebook, twitter, orkut, etc...), bem como em blogs, jornais na internet e na TV de todo o país.

Um outro ponto a se destacar pode ser visto na Figura \ref{sbai5}. Nela as principais autoridades da UFSJ estavam presentes (Reitor e Vice-reitora). Dada a importância da participação do INERGE, também esteve a mesa o Prof. Luiz Manso, representando a coordenação local. Além disso, e ainda mais importante, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (que concedeu patrocínio de R\$ 40.000,00). A partir desse evento estabeleceu-se uma importante parceria com o MCTI. Isso se evidencia pelo projeto aprovado em dezembro de 2011 intitulado: "Programa de Robótica e Tecnologia Assistiva", coordenado pelo Prof. Erivelton Geraldo Nepomuceno. Nesse projeto, o MCTI investiu na UFSJ cerca de R\$ 300.000,00. Parte desse recurso será utilizada para promoção da pesquisa na área, fortalecimento e divulgação científica. Em conjunto com o apoio do INERGE, pretende-se realizar o I Workshop de Robótica e Tecnologias Assistivas, momento em que pesquisadores da UFSJ e de outras instituições parceiras poderão se encontrar.



Figura 11. Equipe de organizadores e monitores da IX CBR, V OBR e I MNR. Somente essas competições contaram com mais de 60 monitores. Dada a dimensão, tais eventos foram realizados em um ginásio poliesportivo.



Figura 12. Robô humanóide em exibição. O robô está sobre uma arena que foi patrocinada pelo INERGE.



Figura 13. Arena para a competição da categoria F180.



Figura 14. Visão panorâmica da estrutura do Evento. No canto inferior esquerdo, destaque para arena construída em parceria com a multinacional Festo (maior patrocinadora privada do evento).



Figura 15. Abertura coletiva dos eventos. Estavam na mesa: o diretor adjunto de assuntos regionais da Secretaria Nacional de Ciência e Tecnologia (representante do ministro Aloizio Mercadante), Joelmo Oliveira, o reitor da Universidade Federal de São João del-Rei, Helvécio Luiz Reis e a vice-reitora, Valéria Kemp, a organizadora geral da Competição Brasileira de Robótica, Esther Luna Colombini, o diretor-presidente da Sociedade Brasileira de Automática, José Roberto Castilho Piqueira, o coordenador geral do evento, professor Erivelton Geraldo Nepomuceno, o diretor de Campus do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET), em Divinópolis, Luis Carlos Gonçalves e o representante do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Energia Elétrica - Luiz Antonio da Fonseca Manso (Depel).

6.5 Workshop Integração da Geração Eólica no Contexto de Redes Inteligentes



O INERGE promoveu, na Universidade Federal de Itajubá, o **Workshop** Integração da Geração **Eólica** no Contexto de Redes Inteligentes entre os dias 10 e 11 de Dezembro de 2012. Os profs. José Maria de Carvalho Filho, membro do comitê gestor do INERGE, e Paulo Márcio da Silveira, membro do INERGE, estiveram a frente da organização do evento. Cerca de 150 pessoas participaram do evento.

A programação do evento é apresentada na Figura 16.

PROGRAMAÇÃO	DIA 10 DE DEZEMBRO - SEGUNDA-FEIRA	13h30 - 14h00	INSCRIÇÕES
		14h00 - 14h30	ABERTURA
		14h30 - 15h00	APRESENTAÇÃO INERGE - José Luiz Rezende Pereira - UFJF/INERGE
		15h00 - 15h30	TECNOLOGIAS DE GERAÇÃO EÓLICA - Selênio Rocha Silva - UFMG
		15h30 - 16h00	INTEGRAÇÃO DE GERADORES EÓLICOS - Perspectiva do Fabricante - Jeferson Marques - ENERCON
		16h00 - 16h20	INTERVALO - Coffe Break
		16h20 - 16h50	AVALIAÇÃO DOS REQUISITOS DE RESERVA OPERATIVA EM SISTEMAS DE GERAÇÃO COM ELEVADA PENETRAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA - Armando M. Leite da Silva - UNIFEI/INERGE
		16h50 - 17h20	AVALIAÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ENERGIA EÓLICA UTILIZANDO FLUXO DE POTENCIA CRONOLÓGICO NO PLANEJAMENTO DE SISTEMAS DE TRANSMISSÃO - Luiz A. da Fonseca Manso - UFSJ/INERGE
		17h20 - 17h50	IMPACTO DA GERAÇÃO EÓLICA NO SISTEMA ELÉTRICO - José Carlos de Oliveira - UFU
		17h50 - 18h20	EXPERIÊNCIA DA CONEXÃO DA GERAÇÃO EÓLICA NO SISTEMA ELÉTRICO - Dalton Oliveira Camponês do Brasil - ONS
	DIA 11 DE DEZEMBRO - TERÇA-FEIRA	08h00 - 08h30	PROJETO DE REDES INTELIGENTES - Experiências do Projeto Estratégico Abradee/Aneel - Nelson Kagan - USP
		08h30 - 09h00	A POLÍTICA DA CEMIG PARA DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE REDES INTELIGENTES - Daniel Senna Guimarães - CEMIG
		09h00 - 09h30	SMART-GRIDS: A CYBER-PHYSICAL FRAMEWORK FOR INTEGRATION OF RENEWABLES IN THE CONTEXT OF INTELLIGENT NETWORKS - Paulo F. Ribeiro - TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN
		09h30 - 10h00	PLC PARA SMART GRID COMMUNICATION E INCLUSÃO DIGITAL - Moisés Vidal Ribeiro - UFJF/INERGE
		10h00 - 10h20	INTERVALO - Coffe Break
		10h20 - 10h50	FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA ANÁLISE DE REDES ELÉTRICAS ILHADAS - João Alberto Passos Filho - UFJF/INERGE
		10h50 - 11h20	NOVA ESTRUTURA DA TARIFA DE DISTRIBUIÇÃO CONSIDERANDO SMART GRID - José Wanderley Marangon Lima - UNIFEI/INERGE
		11h20 - 11h50	A REDUÇÃO DE BARREIRAS REGULATÓRIAS PARA INSERÇÃO DE GERAÇÃO EÓLICA DE PEQUENO PORTE - ATÉ 1MW - Carlos Alberto Calixto Mattar - ANEEL
		11h50 - 12h20	MESA REDONDA - Encerramento do Evento

Figura 16. Programação do **Workshop** Integração da Geração **Eólica** no Contexto de Redes Inteligentes

6.6 International Workshop on Smart Grid Communications



O INERGE propôs e organizou o 2013 International Workshop on Smart Grid Communications, 2013 IWSGC, (www.iwsgc.com.br). O evento ocorreu na Faculdade de Engenharia da UFJF entre os dias 11 e 12 de Abril de 2013. A coordenação Geral e coordenação técnica do evento esteve sob a responsabilidade dos prof. Moisés Vidal Ribeiro, membro do Comitê Gestor do INERGE, e do prof. Marcello Campos, membro do INERGE pela UFRJ. A grade programação do evento é apresentada na Figura 17.

O evento contou com apoio da CAPES e patrocínio da CEMIG. O evento foi divulgado nos sites do MCTI, FAPEMIG, CNPq, etc. As inscrições foram gratuitas tanto para profissionais, quanto para os alunos. Os seguintes acontecimentos destacaram-se durante o evento:

- Cerca de 1/4 dos presentes eram representantes da indústria;
- Serviço de tradução simultânea foi disponibilizado;
- Palestras de representantes de grandes empresas nacionais e multinacionais foram realizadas;
- O INERGE fez uma apresentação de suas competências,
- Durante o evento foi lançada a empresa Smarti9 Ltda, a qual é uma *spinoff* incubada mp CRITT/UFJF, sendo o resultado das pesquisas na área de PLC conduzidas pelo INERGE;
- Centro de Excelência em PLC associado ao INERGE foi apresentado durante o evento.

Time/Day	Thursday, 11	Friday, 12
08:00 - 08:30		PLC Center of Excellence at the UFJF: PLC Technology Demonstration Fabrício Campos - UFJF
08:30 - 09:00		Fostering the Next Generation of PLC Technology: Smart Grids and Internet of Things Moisés Ribeiro - Smarti9
09:00 - 09:30		A Theory for Sustainable Smart Grids: Combining Communication Theory, Power Systems, Signal Processing And Economics From a Complexity Science Perspective Pedro Nardelli - SUSTAIN
09:30 - 10:00		Narrowband PLC: A Promising Communication Platform for Smart Grid Applications Bamidele Adebisi - MMU/ UK
10:00 - 10:20		Coffee break
10:20 - 11:00		Conquering the Harsh PLC Channel to Support High Speed Communications and Smart Energy Applications Haniph Latchman - University of Florida
11:00 - 11:30		Come Innovate with Federal University of Juiz De Fora: Scientific and Technology Park Paulo Garcia - UFJF
11:30 - 12:00		Políticas Governamentais para o Desenvolvimento Industrial de Tecnologias de Informação e Comunicação em Redes Elétricas Inteligentes Carlos Frees - ABDI
12:00 - 12:30	Registration Auditorium Itamar Franco Building	Projeto Parintins - Projeto Eletrobrás Amazonas Energia Bruno Maccari - ELO
12:30 - 12:40		Closing Session
12:40 - 13:00		
13:00 - 13:20	Opening Session	
13:20 - 14:00	Evolution of PLC Standards to the American Smart Grid Alfredo Sanz - ATMEL	
14:00 - 14:30	INERGE - The Brazilian Institute of Science and Technology for Electric Energy Edimar de Oliveira - UFJF	
14:30 - 15:00	Smart Systems in the Generation, Transmission, and Distribution of Electric Energy Alexandre da Silva - GE	
15:00 - 15:30	Managing Electric Energy Usage Services through Smart Meters Data Carlos de Souza - VISENT	
15:30 - 15:50	Coffee break	
15:50 - 16:30	Estratégias de Migração Tecnológica para a Implantação das Redes Elétricas Inteligentes no Brasil Pedro Jatobá - APTEL	
16:30 - 17:00	Comunicação em Redes Elétricas Inteligentes: Confiabilidade e Segurança Otto Duarte - COPPE/UFRJ	
17:00 - 17:30	Why do we need smart(er) grids? Djalma Falcão - COPPE/ UFRJ	
17:30 - 18:00	Future Cities Project Amanda Diniz - CEMIG	

Figura 17. Programação do 2013 IWSGC.

A Figura 18 mostra a mesa de abertura do evento e a Figura 19 mostra o stand do INERGE. Finalmente, as Figura 20 e 21 mostram os patrocinadores e apoios obtidos pelo evento e os protótipos do sistema PLC (taxas de até 450 Mbps) desenvolvido por pesquisadores do INERGE e que foi demonstrado no "2013 IWSGC".

Devido o sucesso do "2013 IWSGC", o INERGE organizará o "2014 IWSG", o qual ocorrerá no mês de Março/2013 e terá como principal objetivo apresentar os resultados que o INERGE alcançou.



Figura 18. Mesa de abertura do evento.



Figura 19. Stand do INERGE.



Figura 20. Patrocinadores e apoiadores ao evento.

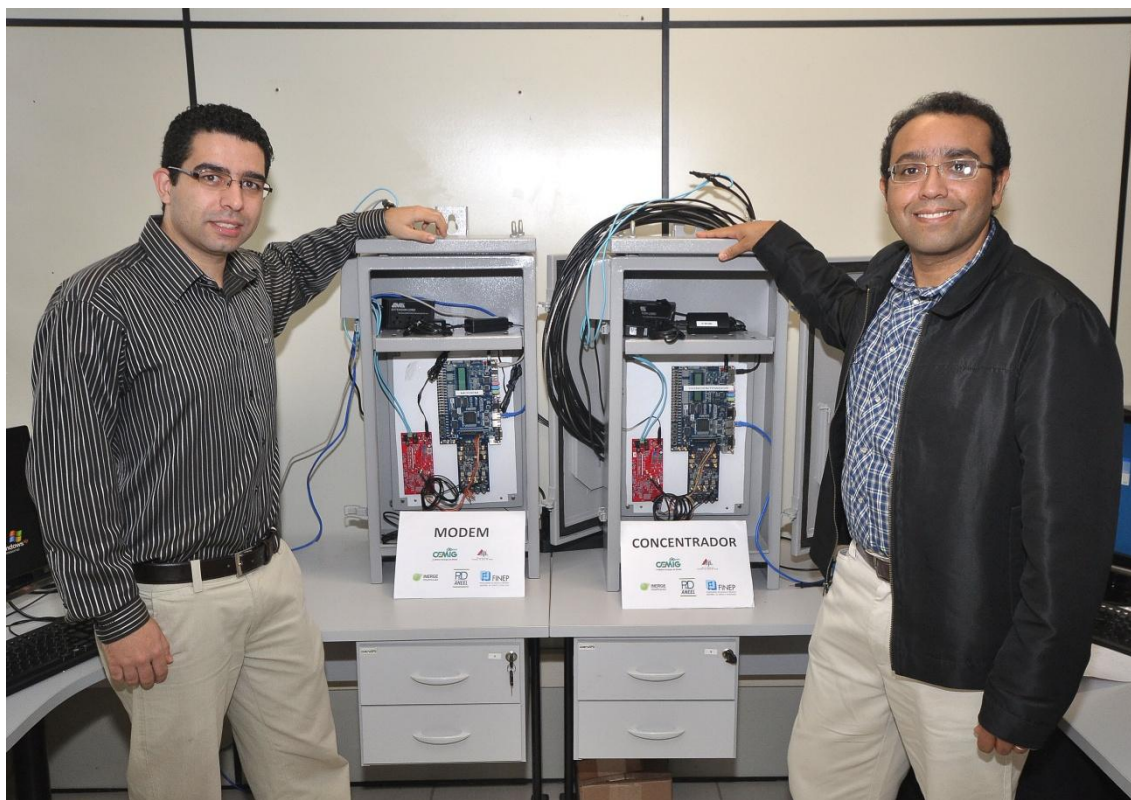


Figura 21. Dispositivos Modem e Concentrador do sistema PLC (450 Mbps) para redes de baixa tensão.

6.7 V SISG - Seminário Internacional de Smart Grid

O INERGE apoiou o evento V SISG - Seminário Internacional de Smart Grid, que ocorreu nos dias 14, 15 e 16 de maio de 2013. Este evento foi organizado pela APTEL (Associação de Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações), pelo iAPTEL - Instituto APTEL e com a parceria da Engenharia Elétrica e Eletrônica do Mackenzie

Os profs. Edimar de Oliveira e Moisés Vidal Ribeiro participaram do evento e realizaram vários contatos para estreitar os laços com empresas do setor de energia elétrica.

A figura 22 mostra o logo do INERGE na página principal do site do evento.

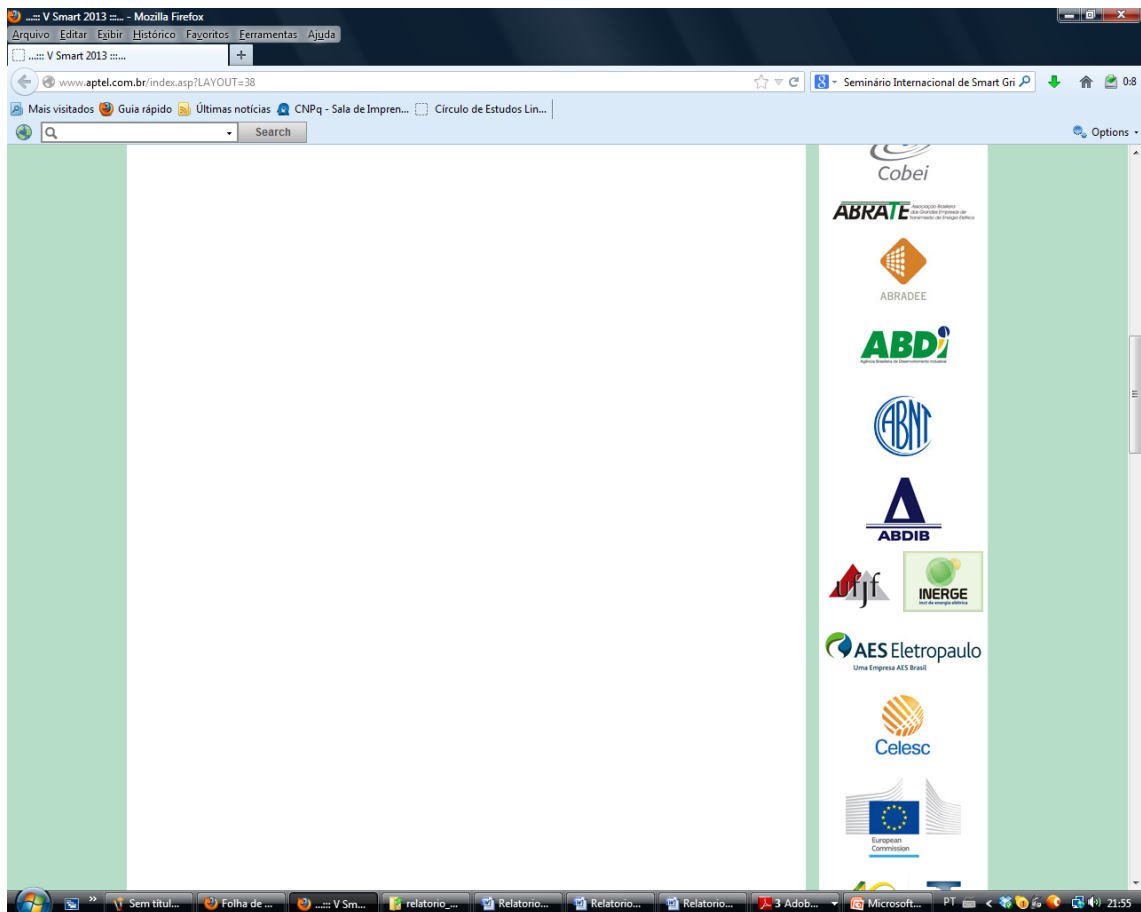


Figura 22. Logo do INERGE na seção de apoio institucional do evento.

7 Produção Científica e Tecnológica do INERGE

Os pesquisadores do INERGE têm conseguido equilibrar pesquisa de alto nível com desenvolvimento tecnológico. Prova deste fato é a quantidade de artigos publicados em periódicos internacionais (Qualis A1 e A2) desde a criação do instituto. A tabela, a seguir, sintetiza a produção científica e tecnológica do INERGE.

Produção Geral do INERGE.

Artigos em Eventos	641*
Artigos em periódicos A1, A2	218*
Capítulos de Livros	38*
Dissertações de mestrado	159
Tese de doutorado	55
IC	158
Organização de Eventos	32
Pedido de patentes	14
Total	1315

*Números referentes à planilha do CNPq.

8 Parcerias Nacionais e Internacionais

Um dos grandes pontos do INERGE é sua capacidade e flexibilidade de fomentar parcerias tanto nacionais quanto internacionais. Como um grupo, a visibilidade dos projetos e publicações tornam-se mais evidente, caracterizando um certificado de qualidade e de certeza de sucesso ter uma parceria com o INERGE. Desta forma, um conjunto de novos parceiros foram se somando ao grupo aumentando a visibilidade do INERGE muito além das universidades polos. Atualmente o INERGE tem uma abrangência internacional e é referência em algumas áreas específicas dentro do setor eletro-energético.

8.1 Parcerias Internacionais

Um dos pontos de maior interesse do INERGE é a internacionalização. Fomentar estas parcerias possibilita um intercâmbio de conhecimento, informações e projetos que aceleram o crescimento do grupo. Apesar destas parcerias serem iniciadas por grupos de professores dentro do INERGE, o benefício é para todas as instituições. Intercâmbio de professores e alunos, palestras e vários outros benefícios são um resultado positivo e que impulsiona a busca por mais convênios. Estas parcerias têm permitido a atração de alunos e profissionais estrangeiros. Como exemplo o INERGE conta atualmente com pós-graduandos de várias nacionalidades. As principais parcerias são descritas a seguir.

8.1.1 Universidade do Porto, Porto

Parceria inicialmente formada pelo GRIN (Grupo de Robótica Inteligente) da UFJF. A parceria aprovou, além de dois projetos de P&D de grande porte, um convênio CAPES/FCT para intercâmbio de professores e alunos. Dentro deste projeto, 2 professores da UFJF já fizeram seu pós-doutorado na Universidade do Porto. A parceria permitiu replicar conhecimento entre o Instituto para professores e alunos da UNIFEI e UFSJ e futuramente, para professores da UFF. Também está previsto, com o apoio do projeto ciências sem fronteiras, a vinda de 2 professores da FEUP por um período de um mês cada com o objetivo de ministrar cursos na pós-graduação da UFJF. Atualmente, 2 alunos da UFJF são co-orientados dos professores da FEUP e o coordenador do projeto, Prof. Leonardo de Mello Honório, co-orienta outros dois alunos da instituição portuguesa. O Prof. Armando M. Leite da Silva (UNIFEI) co-orientou com O Prof. Vladimiro Miranda o pesquisador Mauro Augusto da Rosa do INESC TEC (Porto) a Tese de Doutorado intitulada “*Agent-based Technology Applied to Power Systems Reliability*,” defendida em julho de 2009.

8.1.2 Imperial College, Inglaterra

O Imperial College em Londres, é uma das mais respeitadas instituições de ensino do mundo. Desta forma, esta parceria também formada pelo GRIN (Grupo de Robótica Inteligente) da UFJF, onde o Prof. André Marcato, coordenador da Olimpíada de Robôs da UFJF, realizou seu pós-doutoramento. Atualmente, o prof. Erivelton Nepomuceno encontra-se, atualmente, fazendo seu pós-doutorado no Imperial College. Também com auxílio do ciências sem fronteiras, dois alunos de doutorado irão fazer sanduiche nesta instituição.

8.1.3 Eindhoven University of Technology, Holanda

O prof. Paulo Ribeiro, professor associado na Eindhoven University of Technology na Holanda, tem bolsa de professor visitante do projeto Ciência sem Fronteiras, via INERGE. Devido a esta interação, alunos de pós-doutorado de pesquisadores do INERGE realizam estágio nesta Universidade.

8.1.4 Kinectrics - Toronto, Canadá

O Prof. Armando Martins Leite da Silva (UNIFEI), Fellow IEEE, PQ1A, é reconhecidamente, uma referência internacional na área de confiabilidade e planejamento. Possui uma parceria de pesquisa com a empresa Kinectrics sediada em Toronto no Canadá onde, junto com pesquisadores de renome como Dr. G.J. Anders, G. Hamoud e Dr. J. Endrenyi, desenvolvem soluções inovadoras para a empresa canadense de geração e transmissão HydroOne.

8.1.5 University of Saskatchewan, Canadá

Novamente o Prof. Armando Martins Leite da Silva em conjunto com o renomado Prof. Roy Billinton, desenvolvem pesquisas gerando publicações de alto nível em revistas internacionais.

8.1.6 CERN - The European Organization for Nuclear Research

O Prof. Augusto Santiago Cerqueira é o coordenador da secção UFJF ATLAS-BRASIL e, em conjunto com outros professores do INERGE orienta alunos de graduação, mestrado e doutorado em um importante projeto de pesquisa envolvendo o maior colisor de partículas existente. Com esta parceria, diversos intercâmbios de professores entre a UFJF e o CERN vêm ocorrendo.

8.1.7 Stanford University e Princeton University, EUA

O Prof. Moisés Vidal Ribeiro, após receber bolsa Fulbright/CAPES para atuar como professor visitante em ambas universidades, tem desenvolvido pesquisas em parceria com pesquisadores de ambas as universidades. Atualmente, destaca-se as pesquisas em conjunto com a Princeton University.

8.1.8 University of Florida, EUA

O Prof. Haniph Latchman recebeu bolsa Fulbright para atuar como professor visitante na Universidade Federal de Juiz de Fora, devido as pesquisas realizadas pelo grupo de Processamento de Sinais e Telecomunicações para Smart Grids. O Prof. Latchman atuará por dois meses nos anos de 2013 e 2014. Além disso, o INERGE solicitou uma bolsa de professor visitante do projeto Ciência Sem Fronteiras para que o Prof. Latchman atue na UFJF durante os nos anos seguintes.

8.2 Visitas Técnicas no Exterior

Os professores José Luiz Rezende Pereira e Paulo Augusto Nepomuceno Garcia participaram de missões à China, Coréia do Sul, Suíça e Equador entre 2011 e 2013.

Os professores Paulo Augusto Nepomuceno Garcia participaram de missões ao Canadá em 2011.

8.3 Parcerias Nacionais

Tão importante quanto a parceria internacional, a parceria nacional é fundamental para alavancar não apenas o INERGE, mas as empresas parceiras. É meta e visão do grupo, ter contatos e parceiros internacionais, mas aplicar ao máximo todo o conhecimento gerado em prol do benefício das instituições brasileiras. Sem este fortalecimento interno, sem o reconhecimento do próprio setor energético nacional é impossível um crescimento de longo prazo e futura independência financeira dos órgãos de fomento.

Desta forma, o INERGE possuiu mais de 30 parceiros desde fornecedores e indústrias. Alguns deles:

- Petrobrás,
- CEMIG,
- DUKE ENERGY,
- MRS,
- CEPEL,
- EDP Bandeirante,
- Itapebi,
- CEMAT,
- UNESP,
- Light,
- CERAN,
- Companhia Paulista Força e Luz,
- Bandeirante Energia S/A,
- Espírito Santo Centrais Elétricas,
- ENEL,
- Andrade&Canellas,

- AES,
- CTEEP,
- FURNAS.

9 Pontos de Destaque

9.1 Captação de Alunos

Atrair o interesse de alunos de graduação para a realização do mestrado é cada vez mais difícil dado o atual cenário econômico emergente que o país se encontra. Apenas através da motivação com pesquisas de interesse, realmente aplicadas faz que isso seja possível. Desta forma, atrair os alunos para esta pesquisa é fundamental e o INERGE, com as diversas bolsas de IC fornecidas, vem realizando este trabalho. Prova disso é que a grande maioria de orientados de IC fazem naturalmente a escolha pela pós-graduação. Isso agregado com o fato de parcerias conjuntas dentre as universidades membro, abre um potencial de aprendizado muito grande para os novos egressos. É importante ressaltar que os pesquisadores do INERGE orientaram cerca de 158 alunos de IC desde o início do INERGE.

9.2 Manutenção de Futuros Professores

Manter jovens doutores nas instituições para sua futura contratação é fundamental. Neste ponto o INERGE atua tanto diretamente através das bolsas de fomento concedidas pelas agências financiadoras, quanto indiretamente através de bolsas dos diversos projetos em parceria com a indústria onde o jovem doutor tem a possibilidade de aprimorar seus conhecimentos e fortalecer a pesquisa dentro do grupo de trabalho.

9.3 Impacto na Pós-Graduação

Entre os objetivos e metas de curto prazo do INERGE está consolidação do Doutorado em Engenharia Elétrica na UFJF e do Mestrado em Engenharia Elétrica na UFSJ. No médio prazo espera-se o fortalecimento dos programas de Pós-Graduação de todas as instituições parceiras.

Neste sentido foram utilizadas 7 bolsas Capes/INERGE, sendo 6 de mestrado (3 para a UFJF e 3 para a UFSJ) e 1 de doutorado (UNIFEI).

No Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica - UFSJ/CEFET-MG, em nível de mestrado, criado em 2009, estão em andamento 10 dissertações orientadas por pesquisadores credenciados do INERGE (Profs. Leonidas Resende, Luiz Manso e Marco Schroeder). Salienta-se que a primeira dissertação concluída deste programa de mestrado teve a orientação do Prof. Marco Schroeder (A.G. Pedrosa, "Comportamento Transitório de Eletrodos de Aterramento Considerando a Variação da Condutividade e Permissividade de Solos Típicos com a Frequência", Dissertação de Mestrado, UFSJ/CEFET-MG. Julho de 2010).

O Prof. Armando Leite da Silva, da UNIFEI, orientou 3 dissertações de mestrado e 6 teses de doutorado no período 2009-2012. Tiveram participações em co-orientação os Profs. João Guilherme C. Costa, Luiz A. F. Manso e Leonardo M. Honório. Atualmente são conduzidas 6

teses de doutorado e 2 dissertações de mestrado sob a orientação do Prof. Armando Martins Leite da Silva.

9.4 Impacto na Indústria

Como demonstrado no Capítulo 5, o INERGE é constituído por um grupo de professores ativos e envolvidos com a transferência de conhecimento para os arranjos produtivos do setor de energia e afins. São mais de 18 projetos de grande porte sob a chancela INERGE, captando recursos para as instituições parceiras e envolvendo alunos de graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado em um ambiente rico em desafios. A elevada produção intelectual (artigos em revistas de alto gabarito) demonstra que as técnicas e metodologias desenvolvidas e empregadas na solução dos problemas representam o estado da arte do setor elétrico. Merecendo o destaque para projetos da área específica (confiabilidade, planejamento, operação e modelagem) e para áreas afins, com soluções inéditas no setor nacional como telecomunicações e robótica aplicada ao setor elétrico.

9.5 Impacto na Comunidade

Com o crescimento das universidades, o aparecimento de novos cursos e com muito mais vagas sendo oferecidas, atrair bons alunos é uma decisão estratégica fundamental. A olimpíada de robôs realizada pelo INERGE tanto na UFJF quanto na UFSJ atraíram um grande público jovem, despertando o espírito inovador e o interesse para a engenharia no Brasil.

9.6 Informações Adicionais

9.6.1 PMAPS Merit Award

No 11st International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS'2010) realizado em Cingapura, no período 14 a 17 de junho, o Professor Armando Martins Leite da Silva recebeu o prêmio **PMAPS Merit Award**, "In Recognition and Appreciation for Contributions to the Development and Application of Probability Methods Applied to Power Systems". Os profissionais que já receberam este prêmio são: R.N. Allan (UMIST, UK), R. Billinton (University of Saskatchewan, Canada), J. Endrenyi (Ontario Hydro Research Division, Canada), C. Singh (Texas A&M University, USA).

O artigo *"Tarifação do Uso da Transmissão no Brasil: Análise, Aprimoramento e Generalização da Metodologia Nodal"* recebeu a **"Menção Honrosa - 2a. Colocação"** dado em 2011 pelo Grupo de Planejamento (GPL) do XXI SNPTTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, realizado em outubro de 2011, Florianópolis, SC. Este trabalho possui os seguintes autores: João Guilherme C. Costa, Armando M. Leite da Silva, Luís Henrique L. Lima, Zulmar S. Machado Jr., C.R.R. Dornellas, J.C.O. Mello, A.C.R. Guimarães, e R.A. Lima.

O Prof. Armando M. Leite da Silva, recebeu o “**PES Technical Committee Prize Paper Award**”, pelo artigo científico “Generating Capacity Reliability Evaluation Based on Monte Carlo Simulation and Cross-Entropy Methods”, publicado no IEEE Transactions on Power Systems, em fevereiro de 2010. São co-autores do artigo Reinaldo Andrés González Fernández e o Prof. Chanan Singh do Departamento de Engenharia Elétrica da Texas A&M University. O PSACE (Power Systems Analysis, Computing and Economics Committee) foi o comitê técnico responsável pelo prêmio, entregue durante o “2011 IEEE Power & Energy Society General Meeting (IEEE-PES-GM)”, Detroit, Michigan USA, Julho 24-28, 2011.

Em 24 julho de 2012, o Prof. Armando M. Leite da Silva recebeu o “**IEEE PES Roy Billinton Power System Reliability Award**”, durante a “Awards Ceremony and Banquet” (<http://ewh.ieee.org/soc/pes/cms/enews-update/536-awards-at-2012-general-meeting>), no 2012 IEEE Power & Energy Society General Meeting (IEEE-PES-GM), San Diego, California, USA, Julho 22-26, 2012, com a seguinte citação: For Contributions to Analytical and Monte Carlo Simulation Based Methods in Power System Reliability Assessment. Já receberam este prêmio os seguintes pesquisadores: Prof. Chanan Singh (Texas A&M University, USA - 2010), Dr. Wenyan Li (BC Hydro, Canadá - 2011).

9.6.2 Visitas de Professores do Exterior

Devido à atuação dos pesquisadores do INERGE em fóruns internacionais, as seguintes visitas de pesquisadores estrangeiros se destacam:

- Prof. Lutz Lampe, University of British Columbia: visita em 2012;
- Prof. Han Vinck, University of Duisburg-Essen: visita em 2011;
- Prof. Bamidele Adebisi, Manchester Metropolitan University: visita em 2013;
- Prof. Haniph Latchman, University of Florida: visita em 2013;
- Prof. Paulo Ribeiro, Eindhoven University of Technology: visita em 2012/2013.

9.7 Spinoff Smarti9 Ltda

A spinoff Smarti9 Ltda iniciou suas atividades em 11/2012 e é incubada na incubadora CRITT da UFJF. Esta empresa é o resultado das pesquisas desenvolvidas pela Linha de Pesquisa Processamento de Sinais e Telecomunicações para Smart Grids. A empresa teve o seu lançamento durante o evento 2013 IWSGC e é a primeira e única empresa especializada em Power Line Communications no Brasil. A Smarti9 Ltda trabalha em parceria com pesquisadores do INERGE para introduzir novas gerações de tecnologia PLC.

9.8 Centro de Excelência em PLC

Os projetos de P&D na área de PLC e o apoio do INERGE para a melhoria da infraestrutura laboratorial do LCom (Laboratório de Comunicações) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica permitiu constituir um laboratório diferenciado para pesquisas na área de PLC. Uma vez que o LCOM, coordenado pelo prof. Moisés Vidal Ribeiro, desenvolve sistemas PLC (chipset baseado em FPGA, dispositivos modem e concentrador) com taxas de até 450 Mbps, o mesmo se destaca por ser o único no Hemisfério

Sul. Neste contexto, a consolidação deste laboratório e a sua transformação em centro de excelência está em curso com o apoio do INERGE. O nome desta entidade é Centro de Excelência é Centro de Excelência em PLC (xPLC) e 1a apresentação para a comunidade foi realizada durante o 2013 IWSGC.

10 Conclusões

O presente relatório abordou os avanços alcançados pelo INCT de Energia Elétrica ao longo de seus primeiros anos de existência. De acordo com as informações apresentadas o INERGE tem avançado em diversas áreas através da atuação ativa de seus membros como pesquisadores. Dentre os principais avanços observados, destacam-se os seguintes:

i) capacidade de captação de novos projeto de P&D com a iniciativa privada, o que deverá garantir a sobrevivência do instituto a longo prazo;

ii) produção científica significativa e crescente dos pesquisadores membros. A relação de trabalhos científicos listados evidencia o quão expressivo tem sido a produção científica do instituto;

iii) cooperações internacionais em andamento. As cooperações estão sendo iniciadas e deverão dar frutos nos próximos anos;

iv) melhoria da qualidade dos programas de pós-graduação envolvidos com o instituto. De fato, os recursos inicialmente aportados no INCT têm sido de grande valia para auxiliar no desenvolvimento de trabalhos de mestrado, doutorado e pós-doutorado de elevada qualidade e, portanto, devido à orientação estratégica dos membros pesquisadores do INERGE, resultará em novos projetos de P&D com o setor produtivo nacional e internacional;

v) processo de internacionalização em andamento através de várias parcerias com instituições da América do Norte e Europa.