



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
ESCOLA DE ENGENHARIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
EM ENGENHARIA ELÉTRICA E DE TELECOMUNICAÇÕES - PPGEET**

**EDITAL PPGEET 01/2026**

**Seleção para o Curso de Doutorado - Turma 01/2026**

**1. Preâmbulo**

A Universidade Federal Fluminense, atendendo ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações (PPGEET) e conforme disposto no respectivo regimento interno, divulga o presente edital de seleção para o ingresso no curso de doutorado do programa, relativo ao período acadêmico do primeiro semestre do ano de 2026. A seleção será efetivada em função da Área e Linha de Pesquisa escolhida pelo candidato.

**2. Áreas de Concentração**

Estão abertas as inscrições aos profissionais que busquem aprofundar estudos em nível de **Doutorado**, dentro das seguintes **Áreas de Concentração**:

**a. Sistemas de Telecomunicações**

Distribuída nas seguintes linhas de pesquisa:

- i. Dispositivos e Sistemas para Comunicações Óticas,
- ii. Sistemas e Redes de Computadores,
- iii. Sinais e Sistemas de Comunicações Móveis.

**b. Sistemas de Energia Elétrica**

Distribuída nas seguintes linhas de pesquisa:

- i. Modelagem e Análise de Sistemas de Energia Elétrica,
- ii. Máquinas, Equipamentos e Aplicações de Novos Materiais.

Mais detalhes sobre cada Linha de Pesquisa estão no Anexo I.

### 3. Vagas

Este edital contempla a abertura de 6 vagas para o nível de Doutorado no PPGEET, que podem ser preenchidas no período entre 06/02/2026 e 01/07/2026.

- a. Do total de vagas, 1 será reservada a candidatos que atendam aos critérios de seleção, de acordo com a classificação definida pela banca, definidos na Seção 4, e que se autodeclarem negros, índios ou pardos;

Documentos comprobatórios deverão ser enviados junto com a inscrição. A aplicação da cota ocorrerá apenas mediante a um número de candidatos aprovados superior ao número de vagas disponível em uma avaliação das reuniões mensais de colegiado.

- b. Uma vaga extra será reservada a candidato que atenda aos critérios de seleção, de acordo com a classificação definida pela banca, definidos na Seção 4, e seja deficiente físico.

Documentos comprobatórios deverão ser enviados junto com a inscrição.

- c. Do total de vagas, 1 será reservada a candidatos que atendam aos critérios de seleção, de acordo com a classificação definida pela banca, definidos na Seção 4, e a pelo menos uma das seguintes condições:
  - a. estrangeiros, não residentes no Brasil;
  - b. mulheres;
  - c. pessoas com vulnerabilidade financeira.

Documentos comprobatórios deverão ser enviados junto com a inscrição. A aplicação da cota ocorrerá apenas mediante a um número de candidatos aprovados superior ao número de vagas disponível em uma avaliação das reuniões mensais de colegiado.

### 4. Processo Seletivo

- a) O ingresso de candidatos no programa de doutoramento é realizado em regime de fluxo contínuo. O pedido de inscrição deve ser apresentado entre **06 de fevereiro de 2026 e 01 de julho de 2026**.
- b) A banca de avaliação está divulgada no site [www.ppgeet.uff.br](http://www.ppgeet.uff.br).
- c) A seleção é feita em três etapas, descritas a seguir.

## **Etapa 1 – Avaliação da documentação**

Para se candidatar ao doutorado, é exigida a documentação a seguir, que deve ser enviada online por meio disponível em <https://sapos.ic.uff.br/ppgeet/admissions/5>:

- Currículo Lattes atualizado, constando ao menos um artigo completo com o(s) orientador(es) de mestrado em congresso de sociedade ou periódico científico, no tema da dissertação.
  - Embora não seja condição para elegibilidade, incentiva-se que o candidato seja primeiro autor dessa publicação.
- Pagamento da taxa de inscrição no valor de **R\$140,00 (cento e quarenta reais)**,
  - Cópia do Guia de Recolhimento da União – GRU, gerado na página:  
<https://pagtesouro.tesouro.gov.br/portal-gru/#/emissao-gru>
  - com os seguintes dados:
    - Código da Unidade Favorecida: 153056
    - Nome da Unidade Favorecida: Universidade Federal Fluminense
    - Gestão: 15227
    - Código do Recolhimento: 28832-2
    - Número de referência: 0250158373
    - Competência: mês/ano do recolhimento
    - Vencimento: a ser preenchido pelo aluno
    - Nome do contribuinte: nome do candidato
    - CPF do contribuinte: CPF do candidato
    - Valor: R\$140,00
  - Candidatos que estejam em condição de vulnerabilidade econômica ou que sejam impossibilitados de realizar o pagamento da GRU devem anexar a justificativa do pedido de isenção do pagamento da taxa de inscrição no ato da inscrição, juntamente com documentação comprobatória.
- Diploma de graduação
  - Os candidatos devem ser graduados em engenharia ou áreas afins.
- Diploma de mestrado, quando o candidato tenha completado o curso de mestrado;
  - Candidatos que não tenham o diploma de mestrado, mas tenham completado o curso, poderão substituí-lo no momento da inscrição no processo seletivo pela ata da defesa de mestrado ou pelo certificado de conclusão de curso. Até a data da defesa do exame de qualificação do doutorado, o diploma de mestrado deve ser apresentado à secretaria.

- Três cartas de recomendação de professores ou pesquisadores vinculados a programas de pós-graduação ou instituições de pesquisa e desenvolvimento, sendo uma das cartas, preferencialmente, do docente do PPGEET a ser o orientador de doutorado.
  - O candidato deverá indicar os nomes e contatos dos pesquisadores/professores e o programa entrará em contato para pedir as recomendações diretamente.
  - Plano de Trabalho como descrito na **Etapa 2**;
  - Históricos Escolares de graduação e mestrado (caso o candidato ainda não tenha completado o curso de mestrado, deverá apresentar o histórico escolar mais recente);
    - O coeficiente acumulado no mestrado deve ser igual ou superior a 7.0 em 10.0, ou equivalente, em caso de avaliação em escala diferente.
    - Embora não seja condição para elegibilidade, incentiva-se a inscrição de candidatos que possuam coeficiente de rendimento igual ou superior a 7,5.
  - Comprovante de residência ou declaração de residência, conforme Anexo III.
  - Declaração de autenticidade das cópias dos documentos apresentados, conforme modelo do Anexo II;
- a) No caso de o candidato se inscrever para o doutorado direto, este deverá ser aluno de mestrado do PPGEET, ter completado todos os créditos exigidos para o mestrado, obter média igual ou superior a 8,5 nas disciplinas cursadas e apresentar carta de anuência e justificativa do orientador. Exige-se também que o candidato tenha ao menos uma publicação, como primeiro autor, em periódico classificado como B1 ou superior no QUALIS da CAPES em Engenharias IV. No caso de não haver classificação CAPES, será considerada a publicação com JCR maior ou igual a 1,0.
    - I. A possibilidade de realização de doutorado direto será avaliada pela Comissão de Seleção do doutorado, que emitirá parecer a ser submetido ao Colegiado do PPGEET para apreciação e emissão do parecer final.
  - b) Todas as candidaturas que não se caracterizem como doutorado direto demandam que o candidato tenha completado o seu curso de mestrado.
  - c) A ausência de qualquer um dos documentos listados acima leva à desclassificação do candidato.
  - d) A Coordenação do Curso avaliará os pedidos de candidatura a vagas reservadas e os pedidos de isenção de pagamento de taxa de inscrição em até 5 dias úteis após a inscrição do candidato.
  - e) O resultado da Etapa 1 será comunicado por e-mail para o candidato em até sete dias após a inscrição.
  - f) Caso não receba o resultado da Etapa 1 em até sete dias desde a sua candidatura, é de responsabilidade do candidato entrar em contato com a secretaria do Programa pelo email [ppgeet.tce@id.uff.br](mailto:ppgeet.tce@id.uff.br).
  - g) Após a notificação por e-mail, o candidato tem até 3 dias úteis para recorrer do resultado, apresentando justificativa. A coordenação do curso avaliará o recurso em até 5 dias úteis.

- h) O candidato ou algum professor do PPGEET pode recorrer com relação à formação da Comissão de Seleção, em caso de conflito de interesses com algum dos candidatos. Tal recurso será avaliado pela Coordenação de Curso, que, caso concorde com o recurso, pode definir a substituição de membros para a avaliação do referido candidato com conflito de interesses. O recurso não poderá ser apresentado após a avaliação da Etapa 1 ter sido finalizada.

## **Etapa 2 – Avaliação curricular e do plano de trabalho**

- a) Os candidatos interessados no curso de doutorado devem identificar, dentro das linhas de pesquisa existentes, os professores do Corpo Docente Permanente do PPGEET (disponível no endereço <http://www.ppgeet.uff.br>) que estejam em aderência com o projeto de pesquisa pretendido. O plano de trabalho do candidato deve ter o aval de um potencial professor orientador, que deve ser docente permanente do PPGEET. Os pedidos de candidatos cujo potencial professor orientador já tenha atingido o limite de 8 orientandos, sejam eles de mestrado ou doutorado, em paralelo, serão indeferidos.
- I. É de responsabilidade do candidato entrar em contato por e-mail com algum dos professores membros permanentes do PPGEET que tenha pesquisa em área aderente ao tema do plano de trabalho do candidato para a elaboração do plano.
  - II. O candidato pode entrar em contato com mais de um professor, uma vez que a aceitação da orientação para elaboração do plano de trabalho depende da disponibilidade de cada professor. Contudo, a inscrição só pode ser enviada com um único plano de trabalho.
- b) O plano de trabalho deve ser elaborado de acordo com o tema da tese pretendida, contendo entre três e cinco páginas, utilizando fonte *Times New Roman*, 12 pt, espaçamento simples, página A4, coluna simples e margens com 2,5 cm, contemplando os seguintes itens:
- Título;
  - Resumo e Objetivos;
  - Originalidade e Justificativa do Projeto de Pesquisa;
  - Recursos financeiros necessários (estimativa e possibilidade de financiamento);
  - Cronograma;
  - Referências bibliográficas;
  - Assinatura do candidato;
  - Assinatura(s) do(s) potencial(ais) orientador(es).
- c) Com base no plano de trabalho e na documentação enviada pelo candidato, a Comissão de Seleção terá 15 dias para se reunir e avaliar a candidatura ao doutorado. A Comissão submeterá à coordenação do curso uma classificação geral de todos os candidatos inscritos que chegaram até a Etapa 2 desde a última reunião da comissão. Nessa avaliação, serão considerados os critérios listados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Barema de avaliação**

<b>Critério</b>	<b>Nota máxima</b>
Produção técnico-científica qualificada	4
Plano de trabalho e alinhamento com o programa	2
Formação acadêmica em nível de graduação	1
Formação acadêmica em nível de mestrado	2
Recomendações	1

- d) O parecer da comissão classificará os candidatos da seguinte forma: aprovado (com vaga imediata); classificado (aguardando vaga); ou reprovado, indicando a pontuação em cada um dos critérios. A nota do candidato será a média das notas de cada um dos membros da Comissão Avaliadora.
- e) A Etapa 2 tem efeito eliminatório e classificatório. Candidatos com nota menor que 7.0 estão reprovados no concurso. O resultado dessa etapa será comunicado ao candidato pelo e-mail indicado na submissão, com a pontuação em cada critério. Caso não receba o resultado da Etapa 2 em até 15 dias desde a resposta da Etapa 1, é de responsabilidade do candidato entrar em contato com a secretaria do Programa.
- f) Após a notificação por e-mail, o candidato tem até 3 dias úteis para recorrer do resultado, apresentando justificativa. A Comissão de Seleção avaliará o recurso em até 5 dias úteis.
- g) A Comissão de Seleção emitirá um parecer com a classificação geral dos candidatos após período de recurso, que será encaminhado ao colegiado do PPGEET para homologação da(s) candidatura(s), que se dará em sua próxima reunião ordinária.
- l. O Colegiado do PPGEET poderá não homologar alguma candidatura caso tenha um entendimento diferente da comissão de seleção.
- h) O resultado aprovado pelo Colegiado do PPGEET será comunicado aos candidatos em até 3 dias úteis após a realização da reunião de colegiado.
- i) Caso haja questionamento(s) sobre o resultado aprovado pelo Colegiado do PPGEET, o Coordenador do Programa formará uma comissão com três relatores, sendo pelo menos um membro da linha de pesquisa pretendida, um membro da Comissão de Seleção e o Coordenador(a). Essa comissão avaliará os méritos do(s) questionamento(s) e emitirá um parecer a ser avaliado na próxima reunião do Colegiado do Curso.
- j) O resultado final do processo seletivo será divulgado na página <http://www.ppgeet.uff.br/>, após a homologação pelo Colegiado do Programa, considerando a fase de recursos.
- k) As vagas serão preenchidas pelos candidatos aprovados e selecionados por linha de pesquisa e área de concentração. Na hipótese de haver desistências, por ocasião da matrícula, de candidatos aprovados e selecionados, poderão ser chamados os candidatos classificados aguardando vaga, obedecendo-se à ordem de classificação.

- I. A ordem de classificação é feita por meio da nota final no processo seletivo.
  - II. Em caso de empate, tem prioridade o candidato com maior nota no quesito “Produção técnico-científica qualificada”.
  - III. Em caso de novo empate, tem prioridade o candidato com maior idade.
- h) A aprovação de um candidato no processo seletivo para o doutorado não garante a obtenção de bolsa de estudo. A distribuição de bolsas de estudo será avaliada por uma comissão do PPGEET destinada a esse fim, com um edital próprio.
- i) O Colegiado do Programa reserva-se o direito de não preencher todas as vagas previstas. O Colegiado do Programa é soberano quanto à aplicação dos critérios de avaliação do processo de seleção.

### **Etapa 3 – Matrícula**

O Candidato aceito na Etapa 2 deverá enviar a seguinte documentação de matrícula, em prazo máximo de 15 dias após a publicação do resultado no site:

- Ficha de Matrícula (disponível no endereço <http://www.ppgeet.uff.br>) preenchida, impressa e assinada pelo orientador acadêmico.
  - O candidato deverá explicitar, na Ficha de Matrícula, a área de concentração e linha de pesquisa do projeto e os professores orientadores, em primeira e em segunda opção.
- Documentos pessoais: carteira de identidade civil, CPF, título de eleitor, certificado militar e certidão de nascimento ou casamento.
  - Não é necessária autenticação em cartório, caso seja apresentado o original para conferência.

A ausência de inscrição em disciplinas no período indicado pela secretaria subsequente à entrega da documentação acarretará no cancelamento da matrícula.

Niterói, 06 de fevereiro de 2026.

---

**Prof. Dr. Vitor Hugo Ferreira**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Elétrica e de Telecomunicações

## ANEXO I

### ÁREAS, LINHAS DE PESQUISA E TEMAS DE INTERESSE POR DOCENTE

#### I. ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES

##### A) Área de Sistemas de Telecomunicações:

Objetiva o ensino, a pesquisa e o desenvolvimento de diversas técnicas utilizadas para planejar, especificar, projetar, construir, operar e administrar os diversos sistemas de telecomunicações, incluindo transmissão de sinais, redes, propagação, comunicações óticas, dispositivos e equipamentos utilizados em telecomunicações, integração de sistemas complexos de telecomunicações, e outras correlatas, bem como técnicas auxiliares, incluindo-se as disciplinas básicas que sejam necessárias. Refere-se, principalmente, aos sistemas de telecomunicações clássicos e de última geração e às técnicas utilizando sinais digitais, sem excluir a consideração de técnicas analógicas, onde isso faça sentido atualmente. Contempla, atualmente, três linhas de pesquisa e diversas disciplinas oferecidas. Dentre tais linhas e seus sub-temas, estão:

##### 1 - Redes de Computadores:

***Docentes permanentes envolvidos:*** Dianne Scherly Varela de Medeiros, Diogo Menezes Ferrazani Mattos, Natália Castro Fernandes, e Ricardo Campanha Carrano

Nesta linha, são estudados os fatores que afetam a qualidade de serviço e de experiência, além do uso eficiente dos canais de comunicação, destacando-se controle de erros, protocolos de comunicação de dados, novas arquiteturas de rede, controle e gerência de redes multimídia. Inclui novos avanços em redes sem fio e redes de sensores, redes definidas por software, segurança, sistema multimídia, redes elétricas inteligentes (smart grids) e Internet do futuro. Assim, são abordados os seguintes temas:

##### **Tema 1 – Redes Multimídia**

O aumento da demanda por novos serviços de telecomunicações tem trazido grandes desafios. Para o atendimento dessa nova demanda, a

estrutura e funcionalidade dos novos sistemas de telecomunicações devem ser versáteis o suficiente para rapidamente acomodar mudanças que, no passado, eram possíveis apenas com procedimentos operacionais lentos e que normalmente exigiam que o sistema fosse colocado fora de operação, como, por exemplo, atualizar ou complementar um hardware ou um software. De fato, a Internet está em constante evolução e, atualmente, existe um consenso sobre a necessidade de mudanças estruturais para que a rede continue evoluindo. Essas mudanças estruturais, contudo, dependem do desenvolvimento de redes experimentais e de novas arquiteturas de controle e gerência. Esse tema visa o desenvolvimento e a avaliação de arquiteturas de redes de computadores voltadas para a geração, transmissão e consumo de tráfego multimídia. Em especial, esse tema visa atender ao cenário de telemedicina e transmissão de imagens médicas de alta resolução.

## **Tema 2 – Segurança em Rede de Computadores**

Exploração de novas vulnerabilidades (*zero-day attack*), ataques distribuídos de negação de serviço e uso de softwares maliciosos sofisticados têm se tornado cada vez mais frequentes na Internet. Os volumes dos ataques também crescem cada vez mais. O cenário para o futuro é ainda mais alarmante, devido à conexão dos dispositivos de Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*) à Internet comercial. Esses dispositivos com recursos limitados muitas vezes impossibilitam o provimento de serviços de redes complexos como segurança e qualidade de serviço. Nesse tema, são abordados problemas clássicos de segurança, como gestão de identidade, auditoria (*accountability*), mecanismos de criptografia, autenticação e provisão de qualidade de serviço. Também são estudadas novas tecnologias para prover segurança em redes, como uso de criptomoedas e cadeia de blocos (*blockchain*), uso de aprendizado de máquina em aplicações de segurança e provisão de segurança a dispositivos de IoT.

## **Tema 3 – Redes de Computadores de Nova Geração e Computação em Nuvem**

Atualmente, as redes de computadores têm se tornado ambientes altamente complexos e que impõem altos custos de capital (CAPEX) e de operação (OPEX). Com o objetivo de diminuir os custos e facilitar a

operação de redes de grande porte, novas arquiteturas de rede são propostas, como as redes definidas por software (*Software Defined Networking – SDN*) e a virtualização de redes e serviços. Nesse sentido, as novas arquiteturas de rede para prover programabilidade, como proposto nas redes definidas por software, ou para garantir uma distribuição de conteúdo eficiente, como nas redes centradas em conteúdo, são focos de pesquisa. Outras linhas abordadas incluem a virtualização de redes, de serviços e a computação em nuvem, considerando questões como a computação verde, a elasticidade dos recursos, qualidade de serviço e segurança. Em especial, vislumbra-se, como tópico de pesquisa, a virtualização de redes de grande porte para as operadoras de telecomunicações, através do desenvolvimento da virtualização de funções de rede (*Network Function Virtualization – NFV*) e do encadeamento de funções de serviço (*Service Function Chaining – SFC*). A gerência de redes também é um tema de pesquisa de grande importância, que se relaciona a sistemas e protocolos para monitoramento da operação da rede. Um dos tópicos de pesquisa atuais é a realização do gerenciamento da rede baseado em políticas, na qual é feita a especificação de parâmetros de comportamento a serem cumpridos da melhor maneira possível por cada elemento da rede, levando-se em conta suas características.

#### **Tema 4 – Redes Desafiadoras e a Internet das Coisas**

O surgimento da Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*) traz de volta ao foco os desafios de pesquisa encontrados em redes sem fio, agravados pela quantidade de dispositivos envolvidos. Novos algoritmos precisam ser desenvolvidos para prover comunicação eficiente nesse cenário, que, muitas vezes, não conta com uma infraestrutura cabeada para servir como apoio à comunicação entre os dispositivos, como ocorre em redes sem fio residenciais comuns. Assim, é importante estudar temas relacionados à computação ubíqua, redes de sensores, redes *ad hoc*, redes tolerantes a atrasos e desconexões, redes oportunistas, redes veiculares, dentre outros. Um tema de pesquisa também relevante nesse cenário é o estudo de redes complexas, que descrevem uma grande variedade de sistemas reais, incluindo redes sociais, de comunicação, a própria Internet, e outros tipos de rede, sejam elas tecnológicas ou não, como redes biológicas ou financeiras. O foco, nesse caso, está no estudo do comportamento dos participantes no sistema e dos relacionamentos existentes entre eles para compreender a dinâmica da rede e antever possíveis ocorrências que

possam prejudicar o bom funcionamento do sistema. Ainda considerando o cenário da Internet das Coisas, aplicado às cidades inteligentes, cabe destacar os desafios de comunicação e gestão trazidos pelas redes elétricas inteligentes. Esse tema visa estudar a integração entre as redes de telecomunicações e as redes elétricas, vislumbrando como tópicos de pesquisa investigações relacionadas à confiabilidade, segurança, escalabilidade e desempenho.

## 2 - Sinais e Sistemas de Comunicações Móveis:

***Docentes permanentes envolvidos:*** Edson Luiz Cataldo Ferreira, Mauricio Weber Benjó da Silva, Pedro Vladimir Gonzales Castellanos, Tadeu Nagashima Ferreira, Vanessa Przybylski Ribeiro Magri e Victor Fernandes

***Docente colaborador envolvido:*** Leni Joaquim de Matos

A linha de pesquisa em Sinais e Sistemas de Comunicações Móveis possui dois objetivos principais. O primeiro é o estudo das novas gerações dos Sistemas de Comunicações Móveis e as principais teorias relacionadas à irradiação e propagação das ondas eletromagnéticas em meios confinados ou abertos, abrangendo frequências até 60 GHz, incluindo o desenvolvimento de dispositivos e antenas de alta frequência em tecnologia de circuito impresso. O segundo objetivo consiste de desenvolver pesquisas relacionadas a técnicas de análise e síntese de sinais, com ênfase em: modelagem matemática e mecânica da produção da voz, identificação de patologias das cordas vocais, envelhecimento da voz, reconhecimento de voz e de locutor, algoritmos para compressão e processamento de imagens e vídeo. Assim, são abordados os seguintes temas:

### **Tema 1 – Caracterização, Modelagem e Simulação do Canal Rádio Móvel**

Estuda-se o comportamento do canal rádio, caracterizando-o tanto em faixa estreita quanto faixa larga, através de medições no canal, identificando as estatísticas de variabilidade de sinal, a cobertura de sinal rádio, modelos de predição de cobertura, dispersão do sinal na frequência e no tempo, definindo-se parâmetros como Doppler, *delay spread*, banda de coerência, etc., que levam ao conhecimento da

dispersão do sinal no canal e vão contribuir, dentre outros, para a escolha adequada da taxa de transmissão e da técnica de modulação a ser empregada no sinal a ser transmitido pelo canal de propagação. Técnicas de medição são estudadas e a aderência dos modelos de predição de cobertura às medições e mesmo o desenvolvimento de novos modelos de cobertura são tratados, além de estudo das técnicas de simulação do canal.

## **Tema 2 - Sistemas *Wireless***

São estudados os sistemas sem fio, abrangendo os sistemas celulares, de TV Digital e de satélites, envolvendo a caracterização de parâmetros, interface de acesso e operações em banda-básica, dentre as quais: equalização, codificação e separação de acesso múltiplo.

## **Tema 3 - Processamento Digital de Voz e Imagem**

Inclui o desenvolvimento de novas classes de algoritmos de compressão de dados com perdas, baseado em recorrência de padrões multiescalas. Os algoritmos dessas classes possuem uma série de propriedades que os tornam adequados para uso com uma ampla gama de sinais diferentes, unificando soluções de problemas que, tradicionalmente, são resolvidos por métodos distintos. Esse tema integra, ainda, o estudo de modelos determinísticos para a produção da voz e a modelagem estocástica do sistema de produção de voz, buscando resultados mais próximos à realidade. Consideram-se as incertezas do processo de produção de voz e a identificação dos parâmetros desse sistema que, neste caso, são variáveis aleatórias. Com base nesses dados, estuda-se o diagnóstico de patologias relacionadas às estruturas de vocalização; a compreensão da ocorrência de determinados fenômenos relacionados à produção de voz, tais como envelhecimento da voz e mudança vocal na adolescência; o reconhecimento de voz; e o reconhecimento de locutor.

## **Tema 4 – *Power Line Communication* (PLC)**

*Power Line Communication* é a tecnologia que consiste em transmitir dados, em banda larga, pela rede de energia elétrica. Assim, este tema visa modelar o canal de transmissão sem fio entre a PLC e o usuário, estudando o canal rádio móvel para frequências até 100 MHz.

### 3 - Sistemas de Comunicações Óticas:

**Docentes permanentes envolvidos:** *Andrés Pablo López Barbero, Hypolito Jose Kalinowski, Ricardo Marques Ribeiro e Vinicius Nunes Henrique Silva*

**Docente colaborar envolvido:** *Alexander Cascardo*

A linha de pesquisa em Sistemas de Comunicações Óticas tem como objetivos principais apresentar os conceitos utilizados em sistemas de comunicação baseados em fibra ótica e desenvolver modelos numéricos e ferramentas computacionais que permitam estudar sistemas ópticos modernos e suas aplicações. Atua em sistemas ópticos a fibras de silício, sistemas para curtas distâncias baseados em fibras óticas plásticas, sistemas de ótica do espaço livre (FSO - *Free Space Optics*), dispositivos ópticos baseados em cristal líquido (ex.: filtros WDM), amplificadores ópticos, dispositivos a fibras óticas plásticas, sensores a fibras óticas, assim como a integração de tecnologias consagradas como acusto-óticas e *Microwave Photonics*. Atualmente, desenvolve equipamentos com eletrônica embarcada microprocessada, além de realizar pesquisas utilizando a fibra e estruturas típicas de comunicações óticas como sensores de temperatura e sensores biomédicos. Há pesquisas com transmissão de dados em ultrassom utilizando barras metálicas. São realizadas também modelagem de interferências no meio sem fio, como a turbulência atmosférica. Nesses contextos, são abordados os seguintes temas:

#### **Tema 1 – Dispositivos e equipamentos para sistemas e subsistemas ópticos de curta distância**

Tem por objetivos estudar e desenvolver equipamentos (de transmissão e recepção) e técnicas de compensação de distorções. Basicamente, estas questões envolvem o que costuma ser denominado na literatura como "problema da última milha", e que envolve a utilização de fibras óticas plásticas. Paralelamente, são também estudados e desenvolvidos sensores usando fibras óticas plásticas.

#### **Tema 2 – Modelagem Numérica de Dispositivos Fotônicos**

Nesse tema, é realizada a modelagem numérica, usando as técnicas das diferenças finitas (FD) e elementos finitos (FE), tanto no domínio da frequência como no domínio do tempo, para a simulação dos mais variados dispositivos fotônicos, tanto ativos como passivos. A tecnologia fotônica vem evoluindo muito rapidamente nos últimos anos. Essa evolução tecnológica traz consigo uma maior complexidade dos

circuitos ópticos envolvidos. Neste cenário de complexidade, não há espaço para empirismo, sendo necessário o domínio de técnicas numéricas que sejam capazes de simular de maneira fiel o comportamento do futuro dispositivo, para diminuir custos e prazos de fabricação destes dispositivos. Nesse sentido, busca-se desenvolver novas formulações, tanto em FD como em FE, para tornar as novas simulações cada vez mais fiéis ao comportamento esperado dos novos dispositivos.

### **Tema 3 – Tecnologias Ópticas para Aplicação em Redes Locais (LAN), de Acesso, Metropolitana (MAN) e de Longa Distância (WAN)**

Em anos recentes, a grande expansão das redes de telecomunicações tem sido impulsionada, principalmente, pela demanda por largura de banda de aplicativos da Internet. Os desenvolvimentos tecnológicos das últimas duas décadas mostram claramente que a infraestrutura de telecomunicações capaz de suportar múltiplas aplicações, com elevada qualidade de serviço, deve ser baseada em redes ópticas de alta capacidade o que, necessariamente, resulta em maior e melhor exploração da capacidade das fibras ópticas. O eficiente planejamento e projeto de uma rede óptica de alta capacidade envolvem a otimização de um grande número de parâmetros associados não apenas ao meio de transmissão (fibra óptica ou espaço livre), mas também ao transmissor, receptor e, quando necessário, ao amplificador óptico. Em particular, nos sistemas WDM, a degradação da relação sinal-ruído e os efeitos não lineares em fibra devem ser criteriosamente avaliados. Atualmente, diversos grupos de pesquisa em todo o mundo dedicam-se ao desenvolvimento de ferramentas computacionais que são extensivamente usadas para modelar o comportamento de redes locais (LAN) e de acesso, metropolitana (MAN) e de longa distância (WAN) implementadas com a tecnologia óptica. As simulações numéricas permitem que os objetivos do projeto sejam alcançados a custos mínimos.

### **Tema 4 – Sensores a Fibras Ópticas**

Os sensores baseados em fibras ópticas possuem diversas aplicações nas mais variadas áreas, tais como: sensores de parâmetros ambientais, biomédicos, elétricos, mecânicos, químicos, entre outros. Das diversas técnicas para o desenvolvimento de sensores baseados em fibras ópticas, o grupo tem se especializado em sensores interferométricos e sensores baseados em grades de Bragg (FBG's e LPG's).

## **Tema 5 – Dispositivos Ópticos Baseados em Cristais Líquidos**

Os cristais líquidos (LCs), devido a sua birrefringência e sensibilidade ao campo elétrico, podem ser aplicados em diversos campos da ciência e da tecnologia. Trata-se de materiais que são opticamente, eletricamente e magneticamente anisotrópicos que têm como principal característica a alteração da propriedade birrefringente em função da temperatura e/ou do campo elétrico. Os LCs não somente se tornaram peças-chave na fabricação de monitores, mas também tem grande importância para aplicações em telecomunicações, sensores, óptica difrativa, hologramas, cinema 3D, etc. Essa variação controlada da birrefringência vem chamando a atenção para muitos estudos envolvendo, principalmente, as comunicações ópticas (WDM). Por exemplo, os LCs denominados *Chiral Nematics* refletem a luz de acordo com a qualidade do material, podendo ser utilizados para a fabricação de espelhos sintonizáveis, sensores de cor, sensores de temperatura, filtros espectrais passivos, entre outros. Os LCs simétricos são interessantes devido à característica biestável e, conseqüentemente, alta velocidade de comutação das moléculas que, sob a ação de um campo elétrico, têm aplicação em moduladores e obturadores (*shutters*) e afins. Outras aplicações, como filtros sintonizáveis, imageamento óptico, laser sintonizáveis e guias de ondas, são dispositivos úteis e que irão abrir um novo caminho para o estudo e uso de LCs em sua fabricação.

## **Tema 6 – Dispositivos e Sistemas Fotônicos para Telecomunicações & Processamento Fotônico de Sinais Ópticos e de Microondas**

Observa-se uma tendência de completa “fotonização” das redes de Telecomunicações baseadas em fibra óptica, onde o processamento eletrônico é apenas realizado nas extremidades da rede. Além do mais, com a proliferação dos dispositivos móveis (e a sua capacidade) e a escassez de disponibilidade do espectro na faixa de rádio, observa-se, também, uma fusão entre as redes a fibra óptica (*wireline*) com as redes sem-fio (*wireless*). O objetivo é conceber, projetar, simular via *software*, montar configurações experimentais em Laboratório e, eventualmente, conceber uma implementação em optoeletrônica integrada, visando o desenvolvimento de dispositivos e sistemas de processamento óptico inovadores, aplicados às Telecomunicações, baseados nas fibras ópticas de sílica ou fibras fotônicas, nos seguintes casos: i) Redes ópticas digitais; ii) Enlaces e redes ópticas analógicas e iii) Processamento óptico de Microondas (*Microwave-Photonics*). São diversos os dispositivos e sistemas que aqui podem ser objeto de desenvolvimento, alguns já

iniciados e outros por iniciar: filtros espectrais, filtros para Microondas, filtros temporais, lasers *mode-locked*, sintetizadores de pulsos, conversores de formato de modulação digital, moduladores ópticos, conversores AD e DA para comunicações a fibra, sistemas receptores de microondas analógicos para uso na área de defesa, amostragem óptica, limitadores ópticos, bloqueadores de portadora, etc. Também é considerado nesse tema o uso da nanotecnologia/nanofotônica, como em metamateriais, nos dispositivos e sistemas a serem desenvolvidos.

## **B) Área de Sistemas de Energia Elétrica:**

Objetiva o ensino, a pesquisa e o desenvolvimento das mais modernas técnicas utilizadas para dar suporte à expansão e à continuidade de fornecimento de energia com qualidade, permitindo planejar, especificar, projetar, construir, operar e administrar os sistemas de Geração, Transmissão e Distribuição de energia elétrica, bem como apoiar processos industriais, incluindo: o desenvolvimento de métodos de previsão para o auxílio à tomada de decisão nos horizontes de planejamento da expansão e da operação de sistemas elétricos; simulações computacionais de sistemas elétricos envolvendo condições de regime permanente e transitórios; o estudo do impacto da inserção de novas fontes de geração no sistema; estudos das condições operativas do sistema através da análise e monitoramento de variáveis de relevância para o sistema elétrico, incluindo técnicas de controle e estimação de estados; estudos de mitigação de perdas técnicas e não-técnicas; estudos de sensoriamento e monitoração da qualidade do fornecimento de energia; estudo da inserção de novas tecnologias, tais como a inserção do carro elétrico; modelagem de máquinas de pequeno e grande porte, motores especiais, incluindo o seu acionamento eletrônico; o estudo e análise de dispositivos elétricos utilizados em sistemas elétricos de potência; o estudo e aplicação dos materiais supercondutores no desenvolvimento de diversos dispositivos e equipamentos elétricos, como transformadores, cabos, motores/geradores, acumuladores de energia elétrica e limitadores de corrente de curto-circuito, e; o estudo de aplicação e desenvolvimento de elementos ativos controlados com uso de chaves eletrônicas semicondutoras de potência no sistema elétrico. Duas são as linhas de pesquisa desta área:

### 1 - Máquinas, Equipamentos e Aplicação de Novos Materiais:

***Docentes permanentes envolvidos:*** Bruno Wanderley França, Daniel Henrique Moreira Dias, Felipe Sass, Flávio Goulart dos Reis Martins, Guilherme Gonçalves Sotelo e José Andrés Santisteban Larrea

O desenvolvimento e aperfeiçoamento dos dispositivos elétricos são de fundamental importância para a evolução e ampliação dos sistemas elétricos de potência. Dessa forma, esta linha de pesquisa se dedica ao estudo e análise de dispositivos elétricos utilizados em sistemas elétricos de potência, compreendendo: sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia; sistemas de geração distribuída; sistemas industriais, e; sistemas de média e baixa tensão. São utilizadas ferramentas de desenvolvimento de projeto tais como simuladores computacionais de sistemas elétricos e transitórios eletromagnéticos, de modelagem de dispositivos elétricos utilizando o método dos elementos finitos, de controle de equipamentos eletrônicos de potência, de programação de microcontroladores e sistemas embarcados, dentre outros. Como parte dos sistemas de energia, também são contempladas máquinas elétricas não convencionais, de pequeno e grande porte, as quais precisam ser modeladas e acionadas eletronicamente junto a sistemas de controle de malha aberta ou fechada. Assim, são tratados os seguintes temas:

### **Tema 1: Desenvolvimento de Dispositivos Supercondutores**

Materiais supercondutores são conhecidos por apresentarem resistência elétrica nula em corrente contínua quando submetidos a temperaturas criogênicas, dentre outras características únicas. Nas últimas duas décadas, os avanços da ciência dos materiais aliados à popularização de ferramentas computacionais viabilizaram a pesquisa e o desenvolvimento de equipamentos supercondutores em sistemas elétricos. Em um cenário mundial onde há um esforço para a elevação da eficiência energética, da qualidade da energia distribuída e difusão de fontes alternativas, estes materiais ganham notoriedade como opção para a construção de equipamentos que visam contribuir para resolver esses problemas. Dentre as aplicações possíveis na engenharia elétrica, o grupo do PPGEET se destaca no desenvolvimento de limitadores de corrente de curto-circuito (LCCCS), máquinas elétricas supercondutoras e mancais magnéticos supercondutores. Os desafios desses projetos residem na modelagem computacional dos comportamentos altamente não-lineares dos supercondutores, no desenvolvimento de equipamentos criogênicos e na obtenção das respostas transitória e em regime permanente da rede com a sua instalação, exigindo o uso de poderosas técnicas de simulação eletromagnética e térmica. Essa soma de fatores garante ao desenvolvimento de dispositivos supercondutores

um caráter multidisciplinar e os coloca na vanguarda da tecnologia da engenharia elétrica.

## **Tema 2: Aplicações de Eletrônica de Potência em Sistemas Elétricos**

O desenvolvimento e aperfeiçoamento dos conversores eletrônicos são de fundamental importância para o bom desempenho e, quando necessário, a ampliação dos sistemas elétricos de potência. Entre as inúmeras aplicações dos conversores, podem ser mencionadas aquelas referidas aos acionamentos de máquinas elétricas, convencionais e não convencionais, aos compensadores de reativos, filtros ativos e, em geral, aos equipamentos que controlam o fluxo de potência no sistema elétrico (FACTS). Para a eficácia da operação dos mesmos, diversas áreas de conhecimento devem ser contempladas, como por exemplo, aquelas dedicadas às topologias dos conversores, à modelagem dinâmica dos mesmos e às técnicas de controle. A título de exemplo, para a interface entre fontes de energia alternativa e a rede, um dos principais conversores utilizados é o inversor. Para diminuir o conteúdo harmônico, inerente ao caráter discreto dos sinais envolvidos, o denominado inversor multinível, proposto desde os anos oitenta, tem evoluído continuamente, não somente graças ao aumento da capacidade de operação das chaves semicondutoras, mas também pelas diversas topologias propostas. No caso dos equipamentos FACTS, a evolução dos conversores eletrônicos tem permitido não somente a redução da distorção harmônica, mas também a capacidade de operação em níveis de tensão cada vez maiores.

## **Tema 3: Mancais magnéticos**

Mancais, dispositivos utilizados em máquinas rotativas, capazes de suportar cargas elevadas ou em altas velocidades, encontram-se entre as principais necessidades de alguns sistemas mecânicos e eletromecânicos. A título de exemplo, podem ser mencionadas as ultra centrífugas para enriquecimento de urânio, turbogeradores, máquinas ferramenta e armazenadores de energia (flywheels). Já em aplicações de baixa rotação, como no caso de bombas de sangue e instrumentos espaciais, a presença de fluido lubrificante é inaceitável. Nesse sentido, os denominados mancais magnéticos se apresentam como dispositivos capazes de atender todas estas necessidades. O princípio de operação dos mesmos se baseia no aproveitamento de forças geradas por

métodos passivos ou ativos. No primeiro caso, isto se consegue através da interação de fluxos magnéticos vindos de ímãs permanentes ou destes com supercondutores. Já no segundo caso, diversas estruturas eletromagnéticas são projetadas para providenciar forças que mantenham os rotores em equilíbrio, utilizando sistemas de controle, em malha fechada, que fornecem correntes elétricas adequadas para suas bobinas. Em ambos os casos, os efeitos da dinâmica dos rotores em movimento continua sendo um tema amplo de pesquisa, o que sugere estruturas híbridas assim como também técnicas de controle sofisticadas. O conceito de motor-mancal eletromagnético também é um tema de pesquisa que continua sendo nobre para os pesquisadores contemporâneos, uma vez que é almejada a redução de volume nesse tipo de máquina elétrica.

#### **Tema 4: Aplicação de novas tecnologias para sistemas de geração distribuída e veículos elétricos**

Este projeto tem como objetivo dar continuidade ao trabalho desenvolvido no âmbito da aplicação de novas tecnologias para sistemas de geração distribuída e para o desenvolvimento de veículos elétricos. Além disso, o impacto da inserção dessas tecnologias no sistema elétrico de potência também será foco de estudo e desenvolvimento. A motivação principal para o desenvolvimento deste projeto se deve ao forte crescimento e popularização dos veículos elétricos nos dias atuais. Apesar de se tratar de uma ideia antiga, a evolução tecnológica na área, principalmente no que diz respeito a sistemas de armazenamento eletroquímicos (Baterias), fez com que esses veículos voltassem novamente ao centro das atenções. Por outro lado, o crescimento da demanda por energia elétrica, devido a este novo cenário, aponta para a diversificação da matriz energética, que aliado à necessidade de preservação do meio ambiente favorece as pesquisas envolvendo fontes renováveis para geração de energia elétrica. Dentre as fontes alternativas para geração de energia elétrica, o uso das células fotovoltaicas vem sendo ampliado nos últimos anos. Neste contexto, este projeto tem como foco principal o estudo e desenvolvimento tecnológico dos seguintes tópicos:

- Sistemas de geração de energia solar fotovoltaica – Aplicação e Impactos no sistema de energia elétrica

- Veículos Elétricos – Desenvolvimento tecnológico dos componentes do sistema (Motor, Bateria, sistemas eletrônicos, etc.) e impacto do carregamento no sistema de energia elétrica.

### **Tema 5: Limitadores de corrente de curto-circuito**

Um limitador de corrente de curto-circuito (LCC) é caracterizado como um equipamento de proteção, que é instalado em série com a linha de transmissão ou de distribuição, para evitar que durante uma falta a corrente elétrica não extrapole os limites suportáveis pelos disjuntores e equipamentos existentes, evitando-se assim que sejam causados danos ao sistema elétrico. Uma das principais vantagens da utilização deste equipamento é a redução no dimensionamento dos disjuntores e barramentos utilizados (no caso de novas subestações) e evitar o desligamento da linha quando for uma falta transitória. O uso de LCCs também pode aumentar a vida útil de dispositivos e equipamentos que estejam superados devido ao aumento dos níveis de corrente de curto-circuito, postergando ou evitando a recapacitação de subestações existentes.

Neste contexto, o presente projeto estuda diferentes tecnologias de LCCs, como: baseadas em eletrônica de potência (indutor série chaveado, circuito ressonante e ponte), em dispositivos supercondutores (indutivo de núcleo saturado, indutivo de núcleo blindado e supercondutor resistivo) e soluções híbridas que combinam mais de uma configuração. Os estudos ocorrem para as tecnologias em diferentes fases da cadeia de inovação, desde pesquisas básicas, até aquelas que estão iniciando sua inserção na indústria. Todavia, o foco é único de tornar os LCCs dispositivos comerciais.

As pesquisas envolvem modelagem matemática dos LCCs, que pode ser feita analiticamente, por programas de transitórios eletromagnéticos (olhando também sua atuação numa rede elétrica) e por métodos como elementos finitos e diferenças finitas. As investigações também abordam atividades práticas, com a construção de protótipos laboratoriais e de média tensão, que são produzidos por parceiros fabricantes em projetos de P&D, para instalação em campo.

**Docentes permanentes envolvidos:** *André Abel Augusto, Bruno Soares Moreira Cesar Borba, Henrique de Oliveira Henriques, Julio Cesar Stacchini de Souza, Marcio Zamboti Fortes, Sergio Gomes Junior, Vitor Hugo Ferreira e Yona Lopes*  
**Docente Colaborador:** *Rainer Zanghi*

Esta linha de pesquisa está dedicada ao estudo de problemas de sistemas de energia elétrica, através de obtenção inteligente de dados, desenvolvimento de modelos matemáticos e implementação computacional, ou seja, promove o desenvolvimento de novos algoritmos, métodos numéricos, modelos computacionais, critérios, procedimentos e técnicas de simulação, buscando novas e melhores soluções que otimizem aspectos econômicos, sociais, de adequação, de segurança, de qualidade e continuidade relacionados aos sistemas elétricos. Está focado na integração das mais modernas técnicas de sensoriamento que propiciam o uso de ferramentas, tais como técnicas de otimização, inteligência computacional, aprendizado de máquina e metaheurísticas. Atualmente, como projetos de pesquisa em desenvolvimento podem ser citados: desenvolvimento de métodos de previsão para o auxílio à tomada de decisão nos horizontes de planejamento da expansão e da operação de sistemas elétricos; estudo do impacto da inserção de novas fontes de geração no sistema; estudos das condições operativas do sistema através da análise e monitoramento de variáveis de relevância para o sistema elétrico, incluindo técnicas de controle e estimação de estados; desenvolvimentos computacionais de metodologias de análise e modelagem voltadas para dinâmica e controle, transitórios eletromagnéticos, ressonância subsíncrona, distorção harmônica ou estabilidade de tensão; simulações envolvendo fasores dinâmicos; estudos do desempenho dinâmico de FACTS e elos de corrente contínua (HVDC), incluindo análise de interações adversas, ajuste coordenado e o problema de múltiplas alimentações HVDC (multi-infeed); computação de alto desempenho na simulação de sistemas de potência; utilização de unidades de medição fasorial (PMU). Assim, são abordados os seguintes temas:

**Tema 1: Desenvolvimento de métodos de previsão para o auxílio à tomada de decisão nos horizontes de planejamento da expansão e da operação de sistemas elétricos.**

Ao longo dos últimos anos, a literatura tem mostrado o sucesso da aplicação de Redes Neurais Artificiais em complexos problemas multivariados envolvendo bases de dados de cardinalidade elevada na área de Sistemas Elétricos de Potência. Um dos fatores que explicam este êxito consiste na elevada flexibilidade e capacidade de aproximação deste tipo de modelo, visto que, dado um número suficiente de neurônios na camada oculta, modelos neurais podem

aproximar com precisão arbitrária qualquer função contínua. Além disso, ao contrário dos modelos lineares clássicos, as Redes Neurais Artificiais apresentam poucas premissas básicas a serem verificadas, aumentando, assim, a sua robustez. Neste contexto, este projeto tem por objetivo o estudo e desenvolvimento de modelos neurais autônomos e sua avaliação como ferramenta para previsão de séries temporais (Carga, Vazão, Preço da Energia e Energia dos Ventos), com aplicações em Sistemas de Energia Elétrica.

## **Tema 2: Estudo do impacto da inserção de novas fontes de geração no sistema**

Nas últimas décadas, as fontes renováveis de energia têm ganhado espaço no mundo, sendo apontadas como uma solução para a diversificação das matrizes de energia elétrica, aumento da segurança energética e redução de impactos ambientais associados com a geração de energia elétrica. Dentre as alternativas tecnológicas, merecem destaque as fontes de energia intermitentes. Fontes de energia intermitentes são recursos energéticos renováveis que, para fins de conversão em energia elétrica pelo sistema de geração, não podem ser armazenados em sua forma original. São considerados sistemas de geração intermitentes o sistema eólico, o solar fotovoltaico, e o concentrador solar sem armazenamento de energia. A interação diferenciada das fontes intermitentes com o sistema elétrico pode causar impactos locais e/ou mais amplos, devendo exigir novas abordagens e novas soluções para a operação do setor. Em sua maioria, os sistemas elétricos não apresentam dificuldade de operação quando fontes intermitentes são inseridas na matriz elétrica em pequena escala, usualmente inferior a 5% da demanda de carga, entretanto, os possíveis problemas começam a surgir quando a penetração das fontes intermitentes é mais expressiva. Neste sentido, este projeto tem por objetivo modelar e analisar o impacto da entrada em maior escala destas novas alternativas tecnológicas no setor elétrico.

## **Tema 3: Estudos das condições operativas do sistema através da análise e monitoramento de variáveis de relevância para o sistema elétrico, incluindo técnicas de controle e estimação de estado.**

Os atuais Centros de Operação do Sistema (COS) retratam o progresso significativo alcançado pela área de tecnologia da informação. Computadores com alta capacidade de processamento e armazenamento de informações, distribuídos em rede, com facilidades gráficas, permitiram o aprimoramento dos Sistemas de

Gerenciamento de Energia em um COS e de seus programas aplicativos. As funções básicas de tais sistemas dizem respeito à aquisição e visualização de informações sobre a rede elétrica supervisionada em tempo real; ao tratamento de mensagens e alarmes e ao telecomando para abertura/fechamento de chaves e disjuntores.

Este projeto busca a aplicação de técnicas de reconhecimento de padrões para o diagnóstico de defeitos e anormalidades sistêmicas e em geradores elétricos; o emprego de meta-heurísticas para a modelagem e solução de problemas relacionados ao planejamento e operação de sistemas de distribuição; a investigação de métodos voltados para a melhoria da segurança de sistemas elétricos de potência e o desenvolvimento de metodologias para problemas relacionados à estimação de estado de sistemas de potência e para o planejamento ótimo da operação de sistemas de transmissão e distribuição.

#### **Tema 4: Estudos de Implementação de Redes Inteligentes utilizando software e hardware Livre**

O conceito de redes inteligentes (RI) representa uma das maiores evoluções em sistemas elétricos dos últimos anos. Os principais motivadores para seu estudo e desenvolvimento são: (i) Aumento do volume e da qualidade de informações a serem disponibilizadas para tomada de decisão nos processos de operação, manutenção e expansão do sistema; (ii) A crescente implantação de geração distribuída, com destaque para as fontes renováveis, estimulada pelo esgotamento futuro dos grandes aproveitamentos energéticos e a necessidade de redução dos impactos negativos ao meio ambiente. (iii) A mudança do papel do consumidor, que hoje tem um papel passivo, para interagir com o sistema elétrico, produzindo e comercializando sua energia, escolhendo seus fornecedores e gerenciando seu consumo de energia. Atualmente no Brasil, devido a uma regulação bastante rígida, este conceito tem sido expandido apenas para medições inteligentes, pois o retorno financeiro é garantido pelo combate aos furtos de energia. Outras funções tais como a reconfiguração automática da rede, integração e gerenciamento da geração distribuída, ilhamento, dentre outras, têm sido desenvolvidas em cidades inteligentes, apenas em caráter experimental ou demonstrativo. As principais ferramentas das RI's, independente das funções a serem implementadas, são o sensoriamento, o tratamento do dado a ser adquirido, desenvolver a inteligência para análise, diagnóstico e comandos locais e a comunicação em rede, interna e externa, para algum centro de controle. Esta linha de pesquisa tenta estudar soluções de baixo custo, utilizando hardware e software livres,

onde as mais modernas técnicas de inteligência computacional podem ser desenvolvidas e embarcadas em minicomputadores ou em micro-controladores, visando buscar soluções locais para problemas operacionais, qualidade de fornecimento, eficiência energética, atendendo as limitações exigidas pela regulamentação da ANEEL.

#### **Tema 5: Transitórios Eletromecânicos em Sistemas Elétricos de Potência.**

Os transitórios eletromecânicos correspondem a variações das velocidades das máquinas síncronas que compõem as usinas elétricas. São transitórios de baixa frequência, da ordem do Hz, e que são associados à perda de sincronismo de usinas ou a oscilações crescentes, podendo em casos extremos, causar desligamentos de grandes porções (black-outs). As análises dinâmicas envolvem principalmente simulações computacionais, podendo utilizar simulações no domínio do tempo por integração numérica, com modelos não lineares, ou análise linear, também utilizada na teoria de controle, com uma modelagem linearizada do sistema.

Nesta linha de pesquisa são investigadas modelagens e metodologias de análise dinâmica. Considera-se a iteração dinâmica dos diversos componentes, modelagem para transitórios eletromecânicos do comportamento dinâmico dos diversos componentes do sistema, análise de estabilidade eletromecânica, análise dinâmica a pequenos sinais, identificação e solução de problemas dinâmicos, ajustes coordenado de controladores e reprodução do comportamento dinâmico do sistema observados durante a operação com unidades de medição fasorial (PMUs).

#### **Tema 6: Transitórios Eletromagnéticos em Sistemas Elétricos de Potência.**

Os transitórios eletromagnéticos são provocados por trocas dinâmicas de energia eletromagnética em redes de transmissão causadas por manobras ou descargas atmosféricas. São transitórios de alta frequência e resultam principalmente em sobretensões e sobrecorrentes que podem ser de intensidade muitas vezes maior que as suportadas em regime permanente, podendo em casos extremos provocar danos a equipamentos ou componentes e desligamentos.

Nesta linha de pesquisa são investigadas modelagens e metodologias de análise de transitórios eletromagnéticos. Considera-se principalmente as simulações computacionais de transitórios eletromagnéticos de manobra, análise linear de ressonâncias da rede de transmissão, análise de ressonância subsíncrona e o fenômeno da ferrorressonância. Considera-se ainda nesta linha de pesquisa a

análise dinâmica de elos de corrente contínua e FACTS em alta frequência, incluindo ajuste de controladores, modelagem utilizando fasores dinâmicos, simulação de falhas de comutação e análise de múltiplas alimentações em corrente contínua (HVDC multi-infeed).

### **Tema 7: Métodos de Detecção, Localização e Combate às Perdas Técnicas e Não-técnicas.**

O transporte da energia, seja na Rede Básica ou na distribuição, resulta inevitavelmente em perdas técnicas relacionadas à transformação de energia elétrica em energia térmica nos condutores (efeito joule), perdas nos núcleos dos transformadores, perdas dielétricas etc. As perdas não técnicas ou comerciais decorrem principalmente de furto (ligação clandestina, desvio direto da rede) ou fraude de energia (adulterações no medidor), popularmente conhecidos como “gatos”, erros de medição e de faturamento.

Este projeto visa pesquisar métodos de obtenção e monitoramento de perdas técnicas on line no seguimento de baixa tensão, utilizando o conceito de redes inteligentes e Internet of Things (IoT). Este monitoramento é essencial para determinação das perdas não técnicas, pois estas são calculadas pela diferença entre as perdas totais (valor injetado de energia – somatório das energias consumidas pelos consumidores) e as perdas técnicas.

Para atingir o objetivo do projeto, é necessário estudar os tipos de sensores térmicos a serem usados e avaliar a viabilidade de se usar sensores de fibra óptica. Devem ser estudados os métodos de transdução de temperatura para perdas técnicas em cabos nus, isolados ou cobertos. Para monitoramento das perdas “on line”, é necessário estudar que tipo de rede de comunicação deve ser adotada, tanto em grandes centros urbanos como em áreas rurais.

Dentro da filosofia de IOT's, deverão ser estudadas e desenvolvidas interfaces com dispositivos de consulta tais como Smart Watches, celulares e tablets.

## ANEXO II – Declaração de Autenticidade de Documentos

### DECLARAÇÃO

Eu, \_\_\_\_\_,  
inscrito sob o CPF \_\_\_\_\_, declaro que a(s) cópia(s)  
discriminada(s) abaixo, apresentada(s) neste edital de seleção, contem(êm)  
informação(ões) verídica(s).

- diplomas do curso de graduação e mestrado
- históricos do curso de graduação e mestrado
- cópias de documentos de identificação
- *curriculum vitae*

Declaro, também, que sou conhecedor dos termos descritos na Lei 13.726/2018:

*“Art. 3º - Na relação dos órgãos e entidades dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios com o cidadão, é dispensada a exigência de:*

*(...)*

*II – autenticação de cópia de documento, (...)*

*(...)*

*§2º - Quando, por motivo não imputável ao solicitante, não for possível obter diretamente do órgão ou entidade responsável documento comprobatório de regularidade, os fatos poderão ser comprovados mediante declaração escrita e assinada pelo cidadão, que, em caso de declaração falsa, ficará sujeito às sanções administrativas, civis e penais aplicáveis.”*

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

(município)

\_\_\_\_\_  
(assinatura)

### Anexo III – Declaração de Residência

#### DECLARAÇÃO DE RESIDÊNCIA

Eu, **(nome completo)**, portador do documento de identidade **(número)**, órgão expedidor **(nome/sigla)** e do CPF nº **(número)**, nacionalidade \_\_\_\_\_, natural do Estado do(e) **(nome do Estado de nascimento)**, telefone **(DDD+número)**, celular **(DDD+número)**, e-mail **(endereço de e-mail válido)**, na falta de documentos para comprovação de residência, DECLARO para os devidos fins, sob penas da Lei, ser residente e domiciliado no endereço **(endereço completo, com rua, número, complemento, bairro, cep)**.

Declaro ainda, estar ciente de que a falsidade da presente declaração pode implicar na sanção penal prevista no Art. 299 do Código Penal, conforme transcrição abaixo:

“ Art. 299 – Omitir, em documento público ou particular, declaração que nele deveria constar, ou nele inserir ou fazer inserir Declaração falsa ou diversa da que devia ser escrita, com o fim de prejudicar direito, criar obrigação ou alterar a verdade sobre o fato juridicamente relevante” “Pena: reclusão de 1 (um) a 5 (cinco) anos e multa, se o documento é público e reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos, se o documento é particular.”

(município), \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

---

(nome completo e assinatura)