



**XXIII SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GET/01  
18 a 21 de Outubro de 2015  
Foz do Iguaçu - PR

**GRUPO - XIV**

**GRUPO DE ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GESTÃO DA TECNOLOGIA, DA INOVAÇÃO E DA  
EDUCAÇÃO – GET**

**AGENDA ESTRATÉGICA E PROJETOS PILOTOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS  
APLICADAS A TRANSMISSÃO E GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**Sergio O. Frontin (\*)**  
Universidade de Brasília

**José A. Jardini**  
FDTE

**Gliender P. Mendonça**  
TAESA

**Geraldo L.C. Nicola**  
Eletrobrás Eletronorte

**RESUMO**

O objetivo primordial deste informe é apontar estratégias a serem empregadas na execução de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no âmbito do Programa da Aneel, de forma promover a modernização da infraestrutura de transmissão e geração das empresas do setor, através da aplicação de inovações tecnológicas, que possam atender aos requisitos essenciais de: aumento da segurança operacional e confiabilidade do suprimento, redução dos impactos ambientais e dos custos.

**PALAVRAS-CHAVE**

Pesquisa e Desenvolvimento, Agenda Estratégica, Projeto Piloto, Inovação, Transmissão.

**1.0 INTRODUÇÃO**

A expansão do sistema de geração e transmissão é determinada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e apresentada no Programa de Expansão da Transmissão (PET) e no Plano Decenal de Energia (PDE).

Por outro lado, as necessidades de reforços nos sistemas de transmissão das instalações atuais das empresas são determinadas pelo Operador Nacional do Sistema (ONS) e indicadas no Plano de Ampliações e Reforços (PAR).

O PET elaborado pela EPE após estudos de planejamento de longo prazo e o PAR elaborado pelo ONS após estudos de curto prazo da rede elétrica, indicam as linhas de transmissão e subestações necessárias para a prestação dos serviços de energia elétrica pela Rede Básica (RB).

O PAR e o PET são analisados e consolidados, resultando num conjunto de empreendimentos de transmissão necessário para o atendimento da carga do Sistema Interligado Nacional (SIN) e para o adequado desempenho do sistema.

Com base nestas informações, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), prepara e publica os editais para os leilões das novas fontes de geração e instalações de transmissão. No caso das obras indicadas no PAR, a Aneel encaminha a devida autorização para as empresas detentoras das instalações.

Neste processo, os agentes de geração e transmissão, são os responsáveis pelos investimentos e os agentes de distribuição são os responsáveis pela contratação da parcela de energia, com antecedência necessária para suprimento da demanda da sua área de concessão.

Os estudos realizados tanto pelo ONS como pela EPE, indicam que os empreendimentos inscritos nos leilões de geração e transmissão, são selecionados considerando dentre outros fatores os seguintes: que sejam consideradas soluções factíveis e atraentes para os empreendedores, que seja garantida a maturidade da tecnologia recomendada, que tenha potencial de aplicação em curto prazo, que os custos sejam adequados aos praticados no mercado e que seja respeitada a legislação vigente.

Com base nestas premissas é esperado que as propostas dos proponentes aos editais, sejam apresentadas buscando a modicidade tarifária mantendo os padrões de qualidade e confiabilidade. Evitando-se, portanto, novas tecnologias que possam acarretar aumento de custos ou que devido a sua maturidade, possam reduzir os índices de desempenho.

Deve-se ainda acrescentar que o agente vencedor do leilão tem muito pouco tempo para elaborar o projeto básico em atendimento ao anexo técnico do edital. Esta situação reduz as possibilidades de realizar estudos visando a inserção de novas tecnologias. Neste sentido, o agente teme inovar e ser no futuro penalizado pela aplicação da Parcela Variável (PV), no caso da nova tecnologia não apresentar o grau de maturidade pelo menos equivalente as tecnologias tradicionais

Assim, pode-se inferir que este modelo não favorece e nem estimula os agentes na inserção de novas tecnologias tanto no caso de reforço e ampliação das instalações atuais como na expansão do sistema.

## 2.0 FORÇAS MOTRIZES DAS NOVAS TECNOLOGIAS

No século XX, a evolução da demanda era perfeitamente quantificável e basicamente a geração era centralizada, o que permitia o dimensionamento do sistema de transmissão para atender o pico da demanda e possíveis emergências

Os especialistas neste século XXI, vem enfatizando que todo o processo de otimização do sistema elétrico deve ser modificado, de modo torná-lo cada vez mais inteligente e robusto de modo: ampliar o uso de fontes renováveis, permitir uma participação importante da geração distribuída, desenvolver e aplicar dispositivos de armazenamento. Indicam ainda, que os modernos sistemas de energia elétrica, devem enfatizar e atender com responsabilidade crescente os requisitos de: prover alta confiabilidade e segurança de suprimento, apresentar soluções econômicas e reduzir o impacto ambiental

E para isso deve-se contar intensamente com a eletrônica de potência e as soluções da tecnologia da informação e comunicação. Assim, serão necessários novos conceitos e ferramentas para que o planejamento das redes no futuro, possa ser elaborado, de modo garantir uma segura transição do sistema de energia elétrica do século XX para o XXI, onde os principais desafios serão as incertezas da demanda e geração e as restrições decorrentes da aceitação do público aos grandes projetos de geração e transmissão.

Diversos países vem patrocinando ou mesmo oferecendo linhas de financiamento para o desenvolvimento de projetos de P&D e subsequentemente de projetos pilotos, de forma apressar a transição para o futuro desejado onde pode-se visualizar claramente que as novas tecnologias serão de importância capital. Deve-se ressaltar, que este é um esforço conjunto de países, fabricantes e empresas, que cada vez compartilham os seus estudos e pesquisas em âmbito internacional,

A pressão ambiental, cresce cada vez mais, com a sociedade atuando contra a concessão de novas faixas de passagens e contra certas modalidades de fontes de geração. Neste sentido vem sendo dada ênfase as tecnologias que possam contribuir para a redução de emissão de CO<sub>2</sub> e que possam reduzir a necessidade da ampliação da infraestrutura de transmissão e geração.

É notável, a formação de novos Comitês de Estudos e Grupos de Trabalhos Internacionais, que objetivam formular, entender e contribuir para a aplicação destes novos conceitos e novas tecnologias, nas áreas de planejamento, projeto, operação, manutenção e gestão tanto no nível da transmissão como no nível da distribuição, dentre estes pode-se citar os seguintes:

- Aplicação de medidores inteligentes que promovem a efetiva disponibilização de informações com a consequente atuação ativa dos consumidores.
- Redes ativas de distribuição resultando em fluxos bidirecionais em decorrência de aplicação de geração distribuída e veículos elétricos.
- Novos conceitos na operação, proteção e controle dos sistemas de energia elétrica, considerando as interações com os consumidores e com os diferentes tipos de geração de energia.

- Novos conceitos no planejamento dos sistemas de potência, considerando as restrições ambientais e as diversas possibilidades de soluções tecnológicas
- Novas ferramentas e modelos computacionais, que possam auxiliar o aumento da capacidade de transmissão da infraestrutura existente, devendo-se dar ênfase a conversão de sistemas de corrente alternada em sistemas de corrente contínua.
- Ampliação do uso da eletrônica de potência e seu impacto na qualidade de energia, controle e segurança.
- Novas ferramentas e dispositivos da tecnologia da informação e comunicação (TIC) para promover a integração entre os agentes e principalmente para a coleta, tratamento e fornecimento de indicadores para tomada de decisão a partir de um volume muito grande de dados e informações
- Sistemas de armazenamento de energia e os possíveis efeitos na operação.

Essencialmente estas são as forças motrizes que vem impulsionando o desenvolvimento de novas tecnologias voltadas para as usinas geradoras, subestações, linhas de transmissão e equipamentos. A seguir relaciona-se algumas destas tecnologias que podem ser aplicadas tanto para a expansão do sistema, como para a melhoria dos sistemas existentes.

### 3.0 PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D)

Os autores deste informe que vem participando de diversos projetos de pesquisa e desenvolvimento no âmbito do Programa de P&D (ver bibliografia), sugerem que estes projetos voltados para a análise e implantação de novas tecnologias no sistema elétrico brasileiro, contemplem pelo menos as seguintes atividades, de forma promover uma plena divulgação dos conhecimentos e assim incentivar para que agentes do setor também possam igualmente contribuir, deflagrando ações subsequentes num ciclo virtuoso.

#### - Elaborar o Estado da Arte.

Realizar prospecções bibliográficas considerando os acervos do SNPTEE, Cigré, IEEE, Aneel, Capes, INPI etc. Dentre outros itens deverão ser enfatizadas as experiências de empresas nacionais e internacionais e as inovações tecnológicas que estão sendo aplicadas e pesquisadas. O estado da arte da tecnologia deverá ser analisado objetivando a sua aplicação no cenário elétrico brasileiro. Neste sentido os especialistas deverão conhecer os relatórios prospectivos como o Plano Nacional de Energia, Plano Decenal de Energia, onde são estabelecidos os cenários do sistema elétrico brasileiro em termos de geração e transmissão para 10, 30 anos a frente. Nestes cenários deverão ser consideradas as interligações com os países da América Latina e a integração dos grandes blocos de energia renováveis (eólica, solar, PCH) aos sistemas de transmissão.

#### - Promover a Gestão do Conhecimento

Formar uma base de conhecimento em âmbito nacional e internacional sobre o tema, consolidando e organizando os projetos de pesquisas, as teses acadêmicas, os informes apresentados nos diversos seminários etc. Ao longo da realização do trabalho de pesquisa, diversos documentos serão coletados e analisados. Será importante verificar junto ao setor de tecnologia da informação da empresa, as ferramentas computacionais existentes que possam ser aplicadas para esta gestão. Desta forma será garantido desde o início do projeto, o acesso ao acervo gerado de forma organizada e estruturada. Sobre este aspecto, considerando a magnitude do acervo do SNPTEE (Informes Técnicos) e Aneel (Projetos de P&D), sugere-se fortemente que estes acervos sejam tratados e disponibilizados utilizando as modernas ferramentas computacionais de gestão do conhecimento.

#### - Elaborar a Agenda Estratégica

As empresas proponentes e executoras destes projetos de P&D devem apresentar como um dos produtos do relatório final, uma agenda estratégica de temas que foram julgados promissores para a continuidade das pesquisas realizadas. Desta maneira, seriam indicados temas para que as demais empresas pudessem, contribuir para o avanço das novas tecnologias

#### - Estabelecer a Maturidade da Tecnologia e Hierarquizar

Uma vez identificados os projetos mais promissores, torna-se importante quantificar a maturidade das tecnologias a serem empregadas, o que pode ser alcançado através da pontuação de alguns indicadores, como por exemplo: experiência mundial atual, perspectivas de aplicação no Brasil, impacto ambiental, economicidade, capacitação local existente (pessoal, laboratórios, grupos de pesquisa), fabricação nacional, desempenho esperado, existência de ferramentas computacionais etc. Pode-se igualmente hierarquizar as tecnologias selecionadas a partir dos métodos disponíveis na literatura. Para os projetos relacionados na bibliografia foi utilizada a metodologia Delphi em duas rodadas de consulta aos especialistas. Uma primeira rodada foi realizada em seminário apresentando para os participantes questionário com os temas selecionados previamente. A segunda rodada foi realizada via internet, considerando perguntas relacionadas as dimensões: desempenho, expansão do sistema, custos, melhoria do sistema existente e meio ambiente.

#### - Divulgar os Conhecimentos

Os autores dos projetos de P&D, devem buscar sistematicamente a divulgação dos resultados alcançados, através da realização de seminários e publicação informes técnicos e principalmente de livros, tanto em formato impresso como eletrônico, que possam ser utilizados não somente pelos técnicos do setor, mas principalmente pelos alunos das universidades.

#### - Desenhar as Rotas Estratégicas.

Sempre que for possível, objetivando a implantação de novas tecnologias, deve-se desenhar as rotas estratégicas, com as dimensões: futuro desejado, desafios esperados e fatores críticos para alcançar o sucesso. Dentre os fatores críticos, normalmente se encontra: falta de capacitação técnica, falta de recursos financeiros, resistência do público interno, falta de integração dos órgãos internos, falta de incentivo regulatório, falta de processo organizacional para plena absorção e aplicação das novas tecnologias. Enfim, estabelecidas as rotas e integradas ao planejamento estratégico da empresa, uma importante etapa estará sendo deflagrada no caminho da modernização da organização.

### 4.0 AGENDA ESTRATÉGICA

Apresenta-se a seguir um resumo da Agenda Estratégica, apresentada na bibliografia, que contém diversos projetos de P&D voltadas para a transmissão e alguns aspectos da geração de energia. Os autores deste informe participaram destes projetos como pesquisadores (Universidade de Brasília e FDTE) e como gerentes de projetos (Eletronorte e Taesa).

#### 4.1 Novas tecnologias aplicadas a geração de energia

As inovações tecnológicas na área da geração de energia estão primordialmente voltadas para as fontes renováveis de energia, como fotovoltaica, termo solar, eólica, maré-motriz, biomassa etc.

A integração destas fontes renováveis no sistema, devida a sua característica variável, vem conduzindo a necessidade de desenvolvimento de sistemas de previsão de demanda com cada vez menor tempo de antecipação.

Em complementação as fontes de geração, pesquisas vem sendo realizadas para o desenvolvimento de dispositivos de armazenamento de energia, como por exemplo volantes (flywheel), baterias, super-capacitores, geotérmicas, plantas de ar comprimido, hidrogênio, usinas de bombeamento hidráulico, usina solar térmica, supercondutor de energia magnética (SMES), além de usinas reversíveis

Para os geradores e equipamentos existentes, pode-se citar as inovações relacionadas aos dispositivos de monitoramento e diagnóstico, objetivando a extensão da vida útil.

#### 4.2 Novas tecnologias aplicadas aos sistemas de transmissão

O uso intensivo de eletrônica de potência, vem oferecendo diversas possibilidades de aumentar a capacidade de transmissão, bem como, tornar o sistema mais flexível, seguro e controlável, principalmente através por exemplo da aplicação dos equipamentos FACTS (Flexible Alternating Current Transmission System)

A transmissão em corrente contínua (CC), vem sendo intensamente utilizada por mais de 50 anos e sistematicamente aprimorada em decorrência da eletrônica de potência, onde pode-se citar o conversor VSC (Voltage Sourced Converter), sistemas acima de 800 kV CC e Sistemas Multi-terminais. Deve-se ainda indicar que na Europa as dificuldades na obtenção de novas faixas de passagem tem levado a substituição das linhas de transmissão por cabos ou mesmo transformando linhas de CA em CC.

Com relação a transmissão em corrente alternada (CA), deve-se ser ressaltado os sistemas de transmissão acima de 800 kV (UATCA). Os estudos e simulações realizados para a especificação das linhas de transmissão e dos equipamentos de UATCA e os resultados das pesquisas realizadas em laboratórios e instalações experimentais indicaram alguns tópicos específicos que necessitam de investigações cuidadosas. Estes tópicos afetam principalmente os disjuntores e para-raios, que devem atuar de maneira efetiva no controle das sobretensões de manobra e, portanto, com influência capital nos isolamentos das linhas e dos equipamentos.

Com relação as linhas de transmissão, tem sido investigado: avaliação de projetos de novas geometrias de torres que possibilitem reduzir os custos, e deduzir os impactos ao meio ambiente, a facilidade de instalação e o aumento de confiabilidade e estudos que permitam a máxima compactação das linhas de transmissão com novos arranjos das fases ou novas geometrias de torres.

Com relação as linhas CA existentes, é importante postergar a sua substituição e ampliação desenvolvendo processos que possam permitir o seu carregamento até o máximo permitido. Neste sentido surgem os sistemas de carregamento dinâmico Dynamic Line Rating - DLR), com o monitoramento em tempo real das condições térmicas críticas de linhas para identificar e atuar antes que os limites sejam ultrapassados

Estabelecimento de critérios e metodologias para a determinação da vida útil remanescente de linhas de transmissão existentes considerando a análise integrada de todos os seus componentes submetidos aos diferentes efeitos, elétricos, mecânicos e ambientais.

Pode-se ainda indicar as seguintes alternativas para transmissão de energia:

A transmissão de energia por hidrogênio é uma das excelentes alternativas para minimizar os impactos ambientais, pois se integra com diversas fontes de energia renováveis, como biomassa, solar, eólica, hidroelétrica, geotérmica e marés, mesmo aumentando as eficiências de fontes não renováveis, como gás natural e ser usada diretamente em veículos.

Supercondutores de alta temperatura, condutores de alta temperatura e linhas de transmissão isoladas a gás, são igualmente outros temas em desenvolvimento.

#### 4.3 Novas tecnologias aplicadas aos equipamentos de alta tensão

As inovações tecnológicas voltadas para os equipamentos de alta tensão, se concentram principalmente na aplicação de novos materiais, monitoramento e métodos de análise para melhoria do desempenho, como por exemplo:

- Metodologia para estimativa do tempo de vida remanescente de transformadores incluindo o aprimoramento das técnicas de avaliação do estado.
- Revitalização de transformadores e disjuntores existentes.
- Aprimoramento das técnicas, métodos de projeto e de fabricação de transformadores.
- Desenvolvimento de instrumentos e sistemas de diagnósticos, como por exemplo o método de análise de resposta em frequência (FRA) de transformadores.
- Desenvolvimento de transformadores de ultra alta tensão (1.000-1.200 kV).
- Suportabilidade dielétrica de transformadores e buchas frente a transitórios ultrarrápidos (*VFT – Very Fast Transient*) em subestações blindadas isoladas a SF6.
- Aplicação de supercondutores de alta temperatura em transformadores.
- Solicitações impostas aos disjuntores durante chaveamento de reatores.
- Desenvolvimento de disjuntores de alta tensão a vácuo.
- Desenvolvimento de transformadores de instrumento ópticos.
- Desenvolvimento de reatores controláveis.
- Uso de sistemas especialistas na manutenção de equipamentos de alta tensão.
- Monitoramento integrado de subestações de alta tensão.
- Desenvolvimento de transformadores defasadores e UPFC (Unified Power Flow Controller) para controle de fluxo de potência.
- Desenvolvimento de dispositivos limitadores de corrente de curto circuito

#### 4.4 Novas tecnologias aplicadas a automação, controle e proteção

Pode-se citar os novos sistemas de proteção e controle, em que os dispositivos possam identificar e analisar os eventos, efetuar as devidas medidas de isolamento, corrigir as falhas e finalmente fazer os devidos registros. Ou seja, objetiva-se que o restabelecimento seja realizado o mais rápido possível após uma perturbação no sistema.

Neste sentido precisam ser utilizadas as WAMS (Wide Area Monitoring System) que se constituem numa plataforma de informação em tempo real com aplicativos inteligentes para processar a enorme quantidade de dados. Podendo contar com o auxílio dos PMU (Phasor Measurement Unit) ou Síncronos Fasores, que coletam as informações em tempo real das diferenças angulares entre a tensão e corrente (além das magnitudes), de forma detectar com extrema rapidez as tendências de instabilidade dinâmica da rede.

Estas inovações vão requerer o estabelecimento de novas estratégias na área de operação de sistemas, onde será de capital importância a educação e treinamento dos operadores que devem contar com simuladores para sistematicamente analisar as possibilidades de contingências no sistema para que possam antecipadamente estabelecer as possíveis soluções e configurações da rede.

Por outro lado, o aumento do poder de computação, ampliação da banda de frequência da telecomunicação, redes sem fio e fibras ópticas, vem permitindo o estabelecimento de uma arquitetura segura de transferência de dados entre as áreas de controle e os operadores de modo a apoiar a enorme quantidade de dados transferida em tempo real com alta confiabilidade de maneira que seja tomada as devidas providências para reagir a qualquer mudança na rede

## 5.0 REDES INTELIGENTES

São diversos os conceitos de uma rede inteligente (Smart Grid). Dentre eles indica-se a seguir, o conceito apresentado por uma empresa Chinesa, que tem foco em todos os setores de um sistema de potência, incluindo geração, transmissão, distribuição e armazenamento. Assim, uma rede inteligente é definida como:

“Integração de fontes renováveis de energia, novos materiais, equipamentos avançados, telecomunicação e informação, controle e supervisão e tecnologia de armazenamento, de maneira a apoiar a gestão digital, decisões inteligentes e transações interativas entre geração, transmissão e distribuição .

Por este conceito, pode-se indicar que as redes inteligentes, teriam o papel de integrar todas as tecnologias, que certamente vão desempenhar um papel crucial na transição para uma rede elétrica sustentável no futuro próximo, tendo em vista que :

- Tornam o sistema mais inteligente – mais flexível, mais dinâmico as mudanças bruscas e capaz de responder a altos valores de geração variável, principalmente solar e eólica.
- Podem atuar como elemento facilitador da penetração de fontes renováveis de energia no sistema de transmissão.
- Podem criar novos modelos de negócios através do aprimoramento do fluxo de informações entre os consumidores e agentes do mercado.
- Podem auxiliar as distribuidoras na operação do sistema com a inserção cada vez maior da geração distribuída

## 6.0 ESTÍMULOS PARA A INSERÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS

Como já mencionado o atual modelo não estimula a inserção de novas tecnologias. Os técnicos que realizam os estudos e elaboram os editais, embora tenham pleno conhecimento das inovações tecnológicas em desenvolvimento em âmbito internacional, acabam indicando as tecnologias tradicionais nos editais dos leilões, buscando essencialmente a segurança, confiabilidade e modicidade tarifária.

Os agentes por sua vez, temerosos da aplicação da PV, e mais ainda considerando que os marcos regulatórios atuais, não contemplam a possibilidade do ressarcimento tarifário para os custos decorrentes da implantação de novas tecnologias objetivando a modernização das suas instalações, e assim permanecem numa zona de conforto, mantendo e operando os seus sistemas da maneira mais segura possível.

Ainda mais porque, a inserção de novas tecnologias, significa mais treinamento, novos processos de manutenção, novos procedimentos de operação etc. ou seja mais custos internos. Estes fatos afastam ainda mais os agentes da modernidade tecnológica.

Por outro lado, as inovações tecnológicas em âmbito mundial vem evoluindo rapidamente, o que pode significar que em pouco tempo o sistema elétrico brasileiro pode caminhar para um cenário de obsolescência. Para evitar este cenário, tomando como base a agenda estratégica para a escolha dos projetos, recomenda-se as seguintes ações :

- Incentivar as empresas na implantação de projetos pilotos relacionados as novas tecnologias, objetivando a obtenção da sua maturidade e experiência na engenharia, operação e manutenção destes novos sistemas. Neste sentido as empresas poderão contar com os investimentos do programa de P&D da Aneel. Entretanto seria importante uma gestão eficiente destes projetos pilotos de modo otimizar os investimentos e o compartilhamento das informações e experiências entre as empresas do setor. Sugere-se que estes projetos pilotos sejam especificados considerando as iniciativas atuais e anteriormente realizadas pela empresa no tema em questão, especialmente para aquelas empresas multinacionais que poderiam trazer as experiências dos seus acionistas internacionais
- Promover incentivos para que as empresas possam modernizar suas instalações, inserindo novas tecnologias com a possibilidade de obtenção de ressarcimento tarifário. Este incentivos deveriam ser orientados através dos marcos regulatórios pertinentes.

## 7.0 CONCLUSÕES

O atual modelo do setor de energia elétrica, não favorece e nem estimula os agentes na inserção de novas tecnologias tanto no caso de reforço e ampliação das instalações como na expansão do sistema. Tendo em vista principalmente que o agente vencedor do leilão tem muito pouco tempo para elaborar o projeto básico, o que reduz as possibilidades de realizar estudos visando a inserção de novas tecnologias. Por outro lado o agente teme inovar e ser no futuro penalizado pela aplicação da Parcela Variável (PV) no caso da nova tecnologia não apresentar o grau de maturidade pelo menos equivalente as tecnologias tradicionais

Neste sentido, deve-se propor medidas para estimular as empresas na inserção de novas tecnologias no âmbito das suas instalações, dentre as quais, pode-se citar: incentivar as empresas na implantação de projetos pilotos relacionados as novas tecnologias, objetivando a obtenção da sua maturidade e experiência na engenharia, operação e manutenção e promover incentivos para as empresas possam modernizar suas instalações, inserindo novas tecnologias com a possibilidade de obtenção de ressarcimento tarifário.

Estas e outras medidas, tornam-se cada vez prementes, pois as inovações tecnológicas em âmbito mundial vem evoluindo rapidamente, o que pode significar que em pouco tempo o sistema elétrico brasileiro pode caminhar para um cenário de obsolescência.

Serão muitos os desafios e obstáculos a serem enfrentados, de tal forma que Empresas do Setor de Energia Elétrica possam se constituir em empresas de referência em processos inovadores na área de geração e transmissão e possam por consequência prestar num patamar de excelência, serviços nas áreas de operação, manutenção, telecomunicação e comercialização de energia.

## 8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) FRONTIN, S.O., (Organizador), Equipamentos de Alta Tensão – Prospecção e Hierarquização de Inovações Tecnológicas; Goya Editora – Brasília – Brasil – 2014.
- (2) WATANABE, E.H., PEDROSO, A.S., FERREIRA, A.C., LIMA, A.C.S., DIAS, R.F.S., CHUCO, B., BARCELOS, S.L., Alternativas Não Convencionais para Transmissão de Energia Elétrica – Meia Onda+ e Transmissão CA Segmentada; Goya Editora – Brasília – Brasil – 2013.
- (3) SILVA, F.A.T., ETT, G., SAIKI, G.Y., JARDINI, J.A., TANNURI, J.G., BASSINI, M.T., MASUDA, M., SANTOS, M.L., SILVEIRA, P.O., ARNEZ, R.L.V., CASOLARI, R.P., FRONTIN, S.O., NAKAI, T., SOUZA, T., VOLKMAR, E., Alternativas Não Convencionais para Transmissão de Energia Elétrica – Estudos Técnicos e Econômicos; Goya Editora – Brasília – Brasil – 2012.
- (4) ETT, G., SAIKI, G.Y., JARDINI, J.A., TANNURI, J.G., REIS, L.B., MASUDA, M., SANTOS, M.L., ARNEZ, R.L.V., CASOLARI, R.P., FRONTIN, S.O., SOUZA, T., Alternativas Não Convencionais para Transmissão de Energia Elétrica – Estado da Arte; Goya Editora – Brasília – Brasil – 2011.
- (5) ABREU, A.M., SAAVEDRA, A.R., ARAÚJO, J.A., MURÇA, L.B., FRAGELLI, R.R., FRONTIN, S.O., RÊGO, V.B., Prospecção e Hierarquização de Inovações Tecnológicas Aplicadas a Linhas de Transmissão; Goya Editora – Brasília – Brasil – 2010.
- (6) FRONTIN, S.O., BRASIL, A. C., ARAÚJO, J. A., ABREU, A.M., MURÇA, L., COSTA, C.A., ALENCAR, R., PERFEITO, L.R., VILELA, T. S. V., ALENCAR, B., FRATE, C.A., MENDONÇA, G.P., CYRIACO, P.V., Inovações Tecnológicas Aplicadas a Equipamentos de Alta Tensão em Corrente Alternada; XXII SNPTEE – Brasília- Brasil - 2013.
- (7) SANTOS, L. M., JARDINI, A. J., MASUDA, M., SOUZA, T., FRONTIN, S.O., NICOLA, G.C.L., Transmissão de Energia por Longas Distâncias Utilizando Alternativas Não-convencionais; XXI SNPTEE – Florianópolis – Brasil - 2011 .
- (8) CARVALHO, S. D., ESMERALDO, P.C.V., O Planejamento da Transmissão como Indutor de Novas Tecnologias; XX SNPTEE - Recife – Brasil - 2009.

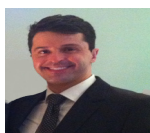
## 9.0 DADOS BIOGRÁFICOS



**Sergio de Oliveira Frontin**, Engenheiro Eletricista formado pela Escola Nacional de Engenharia da UFRJ (1969) e Mestre em Sistemas de Potência pelo Rensselaer Polytechnic Institute em Troy (New York – Estados Unidos (1971). Trabalhou em Furnas Centrais Elétricas S.A (1967 – 1987 e 1992- 1997), Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (1988), Itaipu Binacional (1989-1991) e Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel (1998 – 2008). Ex-professor da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1972 a 1977), Instituto Militar de Engenharia do Rio de Janeiro (1978) e Universidade Estadual do Rio de Janeiro (1980 a 1986). Atualmente é pesquisador colaborador da Universidade de Brasília e consultor nas áreas de energia, regulação, geração, transmissão, tecnologia da informação e gestão de conhecimento.



**José Antonio Jardini**, Engenheiro eletricista (1963), mestre (1969) e doutor (1973) pela Escola Politécnica da USP. Trabalhou na Themag no cargo de superintendente e como professor e pesquisador na Escola Politécnica da USP (Professor Titular). Atuou nos projetos: sistema de transmissão de Itaipu, Cesp, Chesf, Eletronorte, Furnas, Eletrosul. É atuante no Cigré, no grupo de trabalho B2 (Linhas) e B4 (Corrente Contínua). É atuante também no IEEE onde participou da organização de vários congressos. É *Fellow Member* do IEEE e atuou como *Distinguished Lecturer* nas Sociedades de Potência (PES) e Industrial (IAS). Coordenou inúmeros projetos de P&D no âmbito do programa da Aneel. Atualmente é consultor independente e diretor da J2 Consultoria.



**Gliender Pereira de Mendonça**, Pós Graduado em Gestão de Negócios de Energia Elétrica pela FGV - Fundação Getúlio Vargas e em Direito dos Contratos pela UniDF – Centro Universitário do Distrito Federal, atuando desde 2001 no segmento de Energia Elétrica. Fez parte do quadro de funcionários da Aneel e Eletronorte e, atualmente, ocupa as funções de Gerente de Relações Institucionais e Regulatórias e Gerente dos Programas de Pesquisa e Desenvolvimento da TAESA - Transmissora Aliança de Energia Elétrica S.A,



**Geraldo L.C. Nicola**, Engenheiro eletricista pela Universidade de Brasília, atua na Eletrobras Eletronorte desde 1977 na área de engenharia da transmissão, subestações. Participou do projeto e implantação de vários empreendimentos em corrente alternada entre 69 e 500 kV, corrente contínua 600 kV e de compensação de reativos da transmissão.