



**XXII SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GET/17
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO-XIV

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

PROJETO TRANSMITIR: EXPERIÊNCIA NA CONDUÇÃO DE UM PROJETO ESTRATÉGICO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

**Milana Lima dos Santos(*)
FDTE**

**José Antonio Jardini
FDTE**

**Sergio de Oliveira Frontin
FDTE**

**Edson H. Watanabe
COPPE/UFRJ**

**Sebastião Vidigal Fernandes Júnior
CEMIG-GT**

**Luiza Maria de Sousa Carijó
Eletrobras Furnas**

**Geraldo Luiz Costa Nicola
Eletrobras Eletronorte**

**Maureen T.R. Fitzgibbon Pereira
CTEEP**

**Eden Luiz Carvalho Junior
EATE**

RESUMO

Este informe descreve a experiência da organização do projeto Transmitir (chamada ANEEL 005/2008 “Alternativas não convencionais para a transmissão de energia elétrica em longas distâncias”), que foi realizado de forma cooperativa por cinco concessionárias de transmissão e duas instituições de pesquisa.

São descritas as ferramentas e procedimentos utilizados para garantir o intercâmbio ágil e uniforme de informações entre os membros do grupo, localizados em quatro diferentes estados da federação, bem como o adequado registro, validação e disseminação do conhecimento gerado a respeito de diversas tecnologias de transmissão em longas distâncias.

PALAVRAS-CHAVE

Transmissão em longas distâncias, P&D ANEEL, projeto estratégico, projeto cooperativo.

1.0 - INTRODUÇÃO

Países com as características do Brasil, em que as regiões de grande potencial energético e as regiões de maior consumo estão a milhares de quilômetros entre si, precisam buscar soluções de transmissão específicas para grandes distâncias. As soluções adotadas para transmissão de, por exemplo, 500 MW por uma distância de cerca de 700 km podem não ser as mais adequadas para transmitir 6000 MW por uma distância de 2500 km.

O projeto estratégico “Alternativas não convencionais para a transmissão de energia elétrica em longas distâncias” foi proposto pela ANEEL, na chamada 005/2008, no âmbito de seu programa de pesquisa e desenvolvimento (P&D ANEEL), no sentido de abordar esta questão. O caráter estratégico do projeto se deve à relevância do assunto explorado que, segundo a própria Agência (1), exigiria o “esforço conjunto e coordenado de várias empresas de energia elétrica e entidades executoras” com a finalidade de estudar alternativas inovadoras para “conexão das usinas do Complexo Hidrelétrico da Amazônia ao Sistema Interligado Nacional”.

Demonstraram interesse na participação deste projeto as seguintes empresas: Eletrobras Eletronorte (proponente), Eletrobras Furnas, CEMIG, CTTEE e EATE (cooperadas). As seguintes instituições de pesquisa foram as

(*) Rua Capitão Otávio Machado, 525 – CEP 04718-000 São Paulo, SP – Brasil
Tel: (+55 11) 2528-3662/3664/3666/3667 – Email: milanals@gmail.com

executoras: Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE) e Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos (COPPETEC), representando a equipe da COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Este projeto foi executado entre julho de 2010 e maio de 2012.

Para fins de identificação dos produtos principais (livros e seminários), este projeto foi também chamado de “Projeto Transmitir”.

Participaram, como entidades intervenientes, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e o Operador Nacional do Sistema (ONS).

Resultados iniciais e consolidados deste projeto foram apresentados na edição 2011 do SNPTTE (7). Para esta edição, na data de elaboração deste informe, havia um resumo aceito (10) no Grupo de Estudo de Planejamento de Sistemas Elétricos (GPL).

2.0 - METODOLOGIA

Os seguintes passos foram seguidos no desenvolvimento do projeto:

- consolidação dos dados de sistemas de transmissão existentes e futuros, de forma a identificar possíveis eixos de transmissão, potenciais de geração e de demanda, e definir quais alternativas poderiam ser consideradas convencionais ou não;
- avaliação do estado da arte e maturidade tecnológica de alternativas não convencionais;
- definição de alternativas promissoras selecionadas para as etapas seguintes;
- definição da alternativa convencional equivalente - transmissão CA com compensação série ou derivada -, para fins de comparação;
- definição de premissas e bases técnicas e econômicas comuns, de forma a possibilitar uma comparação coerente;
- realização de estudos de desempenho das alternativas convencionais e não convencionais;
- avaliações econômicas comparativas para as alternativas não convencionais e CA convencional.

3.0 - TEMAS ABORDADOS

Os temas a seguir foram objeto de levantamento do estado da arte. A FDTE abordou os seguintes tópicos:

- Transmissão CA acima de 800 kV;
- Sistemas flexíveis de transmissão CA (FACTS) e conversores CA/CC;
- Transmissão CC acima de ± 600 kV;
- Transmissão em meia-onda radial;
- Sistemas multifásicos;
- Supercondutores;
- Linhas isoladas a gás;
- Transmissão utilizando células a combustível e hidrogênio.

A COPPETEC analisou os seguintes aspectos:

- Transmissão em CA utilizando linhas de pouco mais de meio comprimento de onda (meia onda mais) aplicada ao SIN;
- Transmissão CA segmentada por conversores de tensão (Voltage Sourced Converter – VSC) em *back-to-back*;
- Aplicação de eletrônicas de potência em linhas meia onda mais (Meia onda multiterminal); e,
- Transmissão CC em ± 800 kV aplicada ao SIN para comparação com a meia onda mais.

4.0 - CONDUÇÃO DO PROJETO

Devido ao grande número de entidades envolvidas, sediadas em diferentes estados da federação (SP, RJ, MG, DF), foi necessária a definição de processos de compartilhamento de informações, apresentação e discussão de resultados, de forma ágil e que ao mesmo tempo permitisse a ampla participação dos membros da equipe.

4.1 Plataforma Moodle/Árvore do Conhecimento

A Eletrobras Eletronorte já dispõe de um ambiente Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*), para apoiar as ações educacionais da Empresa. Essa plataforma, acessada através da *web*, foi utilizada para o projeto de pesquisa e se mostrou bastante adequada a esse propósito.

Uma utilidade fundamental deste sistema foi possibilitar a criação de uma Árvore do Conhecimento, que continha todos os documentos técnicos consultados e gerados ao longo do projeto. A utilização da Árvore do Conhecimento trouxe muitas vantagens, entre elas:

- Compartilhamento imediato da documentação técnica consultada e gerada pelo projeto, dividida por assunto (ex.: transmissão HVDC, sistemas hexafásicos) e por etapa do projeto (ex.: estado da arte, estudos de desempenho)
- Redução da necessidade de envio de material através de email, que está sujeito a limitações de espaço e eventuais enganos no endereçamento;
- Nivelamento das informações entre os membros do grupo;
- Acesso sempre à versão mais atualizada dos relatórios e notas técnicas;
- Possibilidade de realização de cópia de segurança.

Este sistema Moodle da Eletrobras Eletronorte também foi utilizado para gerenciamento de documentos administrativos do projeto. O acesso ao gerenciamento do projeto e à Árvore do Conhecimento era liberado através de *logins* e senhas cadastrados individualmente, o que permitiu a definição de níveis de acesso de leitura e escrita, bem como acesso ou não aos documentos administrativos.

Segue a tela inicial do sistema utilizado:

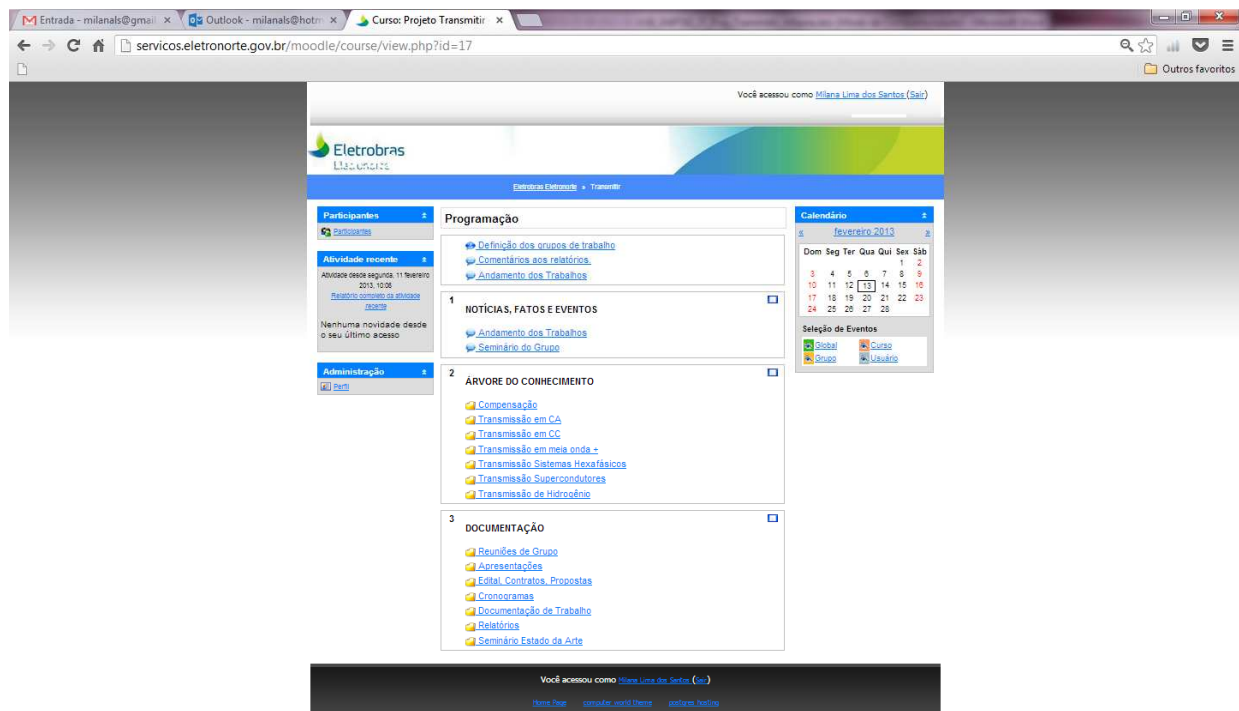


FIGURA 1 – Tela do sistema Moodle da Eletrobras Eletronorte, utilizado no projeto Transmitir.

4.2 Notas Técnicas

Todos os estudos foram registrados e consolidados em relatórios e notas técnicas. Em vez de se aguardar pela conclusão das diversas etapas do projeto para escrever um grande relatório, os estudos intermediários geravam notas técnicas específicas, de forma que a discussão dos resultados foi feita passo-a-passo, permitindo um acompanhamento efetivo do trabalho e eventuais correções de rota, como alterações nas premissas e inclusão de outros cenários.

4.3 Reuniões Técnicas

As reuniões técnicas eram realizadas mensalmente, em uma cidade diferente por vez, de forma a permitir a participação efetiva de todas as entidades participantes, contando também com a presença de especialistas externos ao projeto. Nessas oportunidades, os resultados dos estudos até o momento eram apresentados, avaliados, debatidos e os próximos passos eram planejados.

4.4 Realização de Seminários

Este projeto realizou dois seminários, com duração de dois dias cada, com o objetivo de disseminação e debate do conhecimento gerado com a comunidade. O primeiro aconteceu em fevereiro e o segundo em novembro de 2011. Estiveram presentes centenas de especialistas no setor de transmissão, de concessionárias, ANEEL, EPE, ONS, MME, fabricantes e instituições de ensino e pesquisa, incluindo uma delegação da *State Grid Corporation of China*, que é responsável pela transmissão de energia elétrica na maior parte da China, sendo também fabricante de equipamentos.

As apresentações e os debates foram bastante proveitosos, e várias recomendações deste evento foram incorporadas aos estudos e aos livros elaborados em seguida.

4.5 Elaboração de livros

Para que possam contribuir efetivamente para o conhecimento do setor elétrico nacional, os resultados e conclusões dos estudos foram reunidos em três livros intitulados “Alternativas Não Convencionais para Transmissão de Energia Elétrica – Estado da Arte”, “Alternativas Não Convencionais para Transmissão de Energia Elétrica – Estudos Técnicos e Econômicos” e “Alternativas Não Convencionais para Transmissão de Energia Elétrica - Meia Onda+ e Transmissão CA Segmentada”.

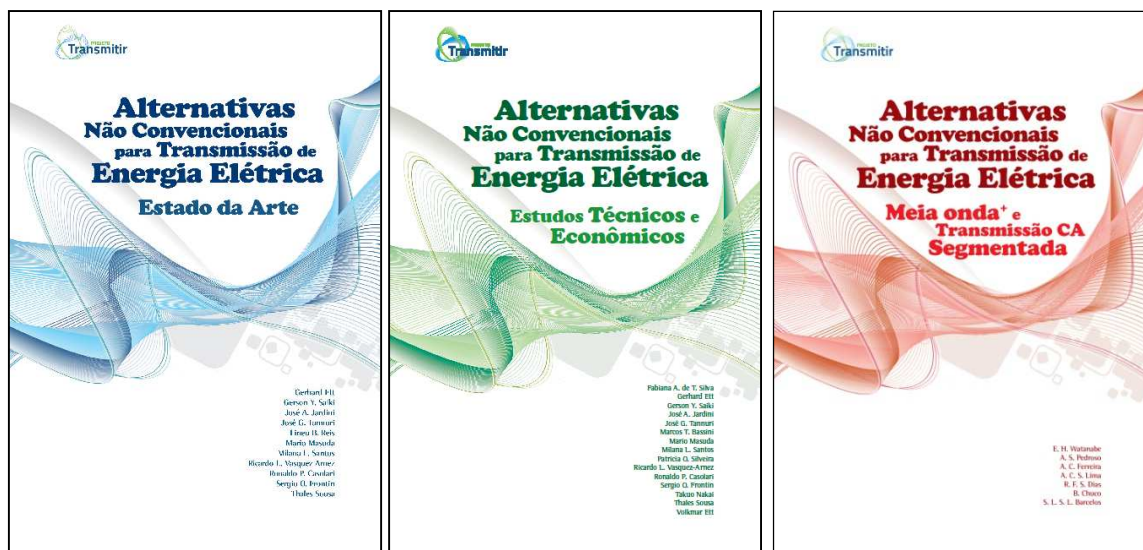


FIGURA 2 – Capas dos livros com os resultados do projeto Transmissor.

O livro Estado da Arte contém os seguintes capítulos:

- Capítulo 1 – Perspectivas da transmissão de energia elétrica a longa distância no Brasil;
- Capítulo 2 – Transmissão corrente alternada acima de 800 kV – UATCA;
- Capítulo 3 – Sistemas flexíveis de transmissão em corrente alternada – (FACTS);
- Capítulo 4 – Conversores CA/CC. Fonte de corrente e fonte de tensão;
- Capítulo 5 – Transmissão em corrente contínua acima de ± 600 kV;
- Capítulo 6 – Transmissão de energia elétrica em meia onda;
- Capítulo 7 – Sistemas de transmissão multifásicos;
- Capítulo 8 – Supercondutores de alta temperatura;
- Capítulo 9 – Linhas de transmissão isoladas a gás;
- Capítulo 10 – Viabilidade técnica e econômica de células a combustível e hidrogênio;
- Capítulo 11 – Maturidade tecnológica das alternativas não convencionais de transmissão de energia;
- Capítulo 12 – Agenda estratégica de pesquisa e desenvolvimento.

O livro Estudos Técnicos e Econômicos contém os seguintes capítulos e apêndices:

- Capítulo 1 – Alternativas para transmissão de grandes blocos de energia elétrica a longas distâncias;
- Capítulo 2 – Projeto de linhas de transmissão CA e CC;
- Capítulo 3 – Aspectos econômicos;
- Capítulo 4 – Comparação entre sistemas de transmissão CC e meia onda ($P=6000$ MW, dois circuitos, 2.500 km);
- Capítulo 5 – Análise de sensibilidade para sistemas de transmissão HVDC e HVAC meia onda;
- Capítulo 6 – Sistema de transmissão 1.000 kV CA tradicional – 6.000 MW;

Capítulo 7 – Avaliação do limite econômico da transmissão HVDC e HVAC;
 Capítulo 8 – Sistemas multiterminais HVDC;
 Capítulo 9 – Comparação entre linha hexafásica e trifásica em circuito duplo;
 Capítulo 10 – Uso do hidrogênio para transporte de energia gerada a partir de usinas hidroelétricas.

Apêndices:

A – Definição da geometria da torre HVAC;
 B – Hipóteses de carregamento para dimensionamento de torres CC e CA;
 C – Memórias de cálculos de torres CA e CC e fundações;
 D – Alongamento de LT utilizando reatores série e capacitores em derivação.

O livro sobre a Meia Onda+ e Transmissão CA Segmentada contém os seguintes capítulos:

Capítulo 1 – Estratégias e condicionamentos de expansão da transmissão num horizonte de 30 anos no país;
 Capítulo 2 – Condicionantes importantes para transmissão de energia;
 Capítulo 3 – Aspectos importantes de linhas de transmissão não convencionais longas;
 Capítulo 4 – Transmissão em CA com suporte de tensão;
 Capítulo 5 – Análise de linhas de transmissão meia onda⁺;
 Capítulo 6 – Análise de regime permanente de sistemas de mais de meia onda⁺;
 Capítulo 7 – Desempenho dinâmico da meia onda⁺;
 Capítulo 8 – Aplicação de eletrônica de potência em troncos de transmissão de meia onda⁺;
 Capítulo 9 – Transmissão por linha CA segmentada;
 Capítulo 10 – Conversor de tensão (VSC);
 Capítulo 11 – Estudos da transmissão CA segmentada durante transitório eletromagnético;
 Capítulo 12 – Estrutura de áreas assíncronas para sistemas de grande porte;
 Apêndice – Cálculo de parâmetros de linha de transmissão e efeito do solo na propagação modal.

4.6 Visita técnica a países com desafio semelhante

Posteriormente à realização do segundo seminário, objetivando a absorção de conhecimentos complementares, foi formada delegação composta pelos técnicos das executoras e representantes das empresas, para visitas às empresas e instalações na Rússia, China e Índia. Estes países estão implantando sistemas de transmissão em modalidades que dizem respeito diretamente às pesquisas realizadas neste projeto. Além disso, nestes países estão sendo desenvolvidos equipamentos de ponta voltados a diversas tecnologias para transmissão de grandes blocos de energia em longas distâncias.

Neste sentido, foi elaborada agenda técnica para adquirir conhecimentos existentes naqueles países relativos à implantação dos sistemas de transmissão de 1000/1200 kV CA e 800/1000 kV CC e dos estudos em desenvolvimento relacionadas à transmissão em meia onda. Esta agenda contemplou os aspectos de projeto, disponibilidade operacional, aspectos de manutenção e operação, experiência na operação de interligações de grande potência e possíveis inovações tecnológicas que estão sendo visualizadas para aprimoramento dos sistemas de transmissão.

A visita ocorreu no período de 19 de abril a 05 de maio de 2012 com enorme sucesso, em decorrência da receptividade das empresas visitadas e permitiu oportuno registro das diferentes realidades e políticas existentes nos países denominados *BRICS*, as quais afetam e influenciam as aplicações de tecnologias de transmissão de energia elétrica.

Na Rússia, foi apresentado um reator magneticamente controlável, aplicável a esse cenário. Na China e Índia, foram feitas reuniões com especialistas das maiores concessionárias de transmissão (*China State Grid of China* e *Power Grid Corporation of India*), e foram visitadas instalações em ultra alta tensão (UHV) em corrente alternada e contínua, oportunidades de intercambiar experiências de projeto, operação e manutenção, sob aspectos técnicos, econômicos e socioambientais.

Os conhecimentos adquiridos a partir das contribuições oferecidas pelos participantes do segundo seminário, e durante as visitas realizadas na Rússia, China e Índia, foram analisados e incorporados aos resultados dos estudos técnicos e econômicos das alternativas não convencionais e apresentados no segundo livro.

4.7 Maturidade das Tecnologias

Para a determinação da maturidade das tecnologias, foi aplicada metodologia na qual os especialistas envolvidos na elaboração do estado da arte quantificaram alguns indicadores, que foram analisados em comparação com os sistemas em operação e construção no Brasil no momento.

Os indicadores considerados foram: experiência mundial atual, perspectivas de aplicação no Brasil, aspectos ambientais, economicidade, capacitação local existente (pessoal, laboratórios, grupos de pesquisa), fabricação nacional, desempenho esperado e existência de ferramentas computacionais.

Para que se pudesse avaliar comparativamente a robustez da maturidade, foram utilizados os seguintes atributos:

Tabela 1 – Atributos de maturidade utilizados na avaliação de tecnologias

Maturidade	(%)
Muito alta	81-100
Alta	51-80
Média	31-50
Baixa	11-30
Muito baixa	0-10

4.8 Agenda Estratégica

Durante a realização das pesquisas para a elaboração do estado da arte das alternativas não convencionais para a transmissão de energia elétrica, foram identificados diversos itens que necessitam de maiores investigações e estudos. O aprofundamento destes itens pode trazer benefícios para a efetiva implantação das alternativas de transmissão, relacionados à redução dos custos, aumento da confiabilidade, redução do impacto ambiental e aprimoramento dos métodos e processos para as atividades de projeto, construção, operação e manutenção.

Estes itens foram apresentados no livro sobre o estado da arte, para cada uma das alternativas tecnológicas analisadas no trabalho. Esta relação pode constituir-se numa agenda estratégica para auxiliar as empresas na escolha dos seus projetos de Pesquisa e Desenvolvimento no âmbito do Programa de P&D da Aneel.

4.9 Capacitação técnica de participantes

Durante o desenvolvimento deste projeto, foram defendidas uma dissertação de mestrado e uma tese de doutorado sobre o tema deste projeto, na USP. Na COPPE/UFRJ, uma tese de doutorado encontra-se em fase final no tema de uso de VSC para transmissão CA segmentada.

5.0 - CONCLUSÕES

A execução de um projeto de pesquisa e desenvolvimento em forma cooperado, como este, apresenta grandes desafios devido à quantidade de participantes separados geograficamente. Uma ferramenta computacional de apoio ao trabalho em grupo, a adesão de todos a essa ferramenta e uma organização de reuniões e eventos pré-determinados foram decisivos para o sucesso do projeto.

As reuniões presenciais mensais foram fundamentais para a discussão sobre pontos específicos e, principalmente, a equalização do entendimento dos problemas dentro das equipes. Os seminários foram de grande importância para informar à comunidade não só os resultados do projeto, muitos deles ainda em aberto, mas, também novos conhecimentos trazidos por especialistas externos ao projeto.

Devido ao grande número de tecnologias abordadas, bem como ao grande número de estudos comparativos realizados a respeito dessas tecnologias, a prática de elaborar frequentes notas técnicas disponibilizadas prontamente aos participantes do projeto permitiu um acompanhamento eficiente dos estudos realizados.

A iniciativa de publicar livros ao final de projetos de pesquisa e desenvolvimento tem sido uma maneira eficaz de disseminar o conhecimento gerado entre os agentes do setor, bem como instituições de ensino e pesquisa.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. ANEEL. Chamada No 005/2008; Projeto estratégico: "Alternativas não convencionais para transmissão de energia elétrica em longas distâncias". Brasília, DF. 2008. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/PeD_2008-ChamadaPE05-2008.pdf>. Acesso em 07 jul. 2011.
- (2) FRONTIN, S. O. (Coord.). Alternativas não convencionais para transmissão de energia elétrica – estado da arte. Ed. Teixeira. Brasília, DF, 2011.
- (3) JARDINI, J. A. (Coord.). Alternativas não convencionais para transmissão de energia elétrica – estudos técnicos e econômicos. Ed. Teixeira. Brasília, DF, 2012.
- (4) E. H. Watanabe e outros, "Alternativas Não Convencionais para Transmissão de Energia Elétrica - Meia Onda+ e Transmissão CA Segmentada", Ed. Teixeira. Brasília, DF, 2013 (em fase de publicação).

- (5) SANTOS, M. L. Avaliação do Desempenho de Linhas de Transmissão de Energia Elétrica de Meia Onda. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétrica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.
- (6) SANTOS, M. L., JARDINI, J. A., MASUDA, M., NICOLA, G. L. C. A Study and Design of Half-Wavelength Lines as an Option for Long Distance Power Transmission, IEEE Trondheim PowerTech, 2011.
- (7) SANTOS, M. L., JARDINI, J. A., SOUSA, T., MASUDA, M., FRONTIN, S. O., NICOLA, G. L. C. Transmissão de Energia por Longas Distâncias Utilizando Alternativas Não-Convencionais. XXI SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Florianópolis, 2011.
- (8) SANTOS, M. L., Transmissão de Energia Elétrica em Meia-Onda – Análise Técnico-Econômica. Tese de Doutorado - Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétrica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.
- (9) SOUSA, T., SANTOS, M. L., JARDINI, J. A., CASOLARI, R.P., NICOLA, G. L. C. An evaluation of the HVDC and HVAC transmission economic. In: Transmission and Distribution: Latin America Conference and Exposition (T&D-LA), 2012 Sixth IEEE/PES, Montevideo, 2012.
- (10) SOUSA, T., SANTOS, M. L., JARDINI, J. A., CASOLARI, R. P., FRONTIN, S. O., NICOLA, G. L. C. Comparação técnica e econômica entre sistemas ponto a ponto de transmissão CC, CA Meia-onda e CA convencional. XXII SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Brasília, 2012 (resumo aceito).

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Milana Lima dos Santos nasceu em Duque de Caxias, estado do Rio de Janeiro, em 1975. Graduiu-se em Engenharia Elétrica na Universidade Federal da Paraíba, em 1998, e obteve os títulos de Mestre e Doutora na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em 2010 e 2012, respectivamente. Atualmente é pesquisadora ligada à Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE). Trabalhou no Consórcio de Alumínio do Maranhão (1998-2002), na área de Sistemas de Potência, na ABB Ltda (2002-2007), na configuração, instalação e comissionamento de sistemas de supervisão e comando de subestações, e na Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (2007-2009), na área de projetos de proteção, controle e automação.

José Antonio Jardini nasceu em Espírito Santo do Pinhal – SP em 27 de março de 1941. Obteve os graus de Engenheiro Elétrico, Mestre e Doutor pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1963, 1970 e 1973, respectivamente. De 1964 a 1991 trabalhou na Themag Eng. Ltda. desenvolvendo estudos de sistemas de potência e projetos de Linhas de Transmissão e Automação de Sistemas de Potência. Atualmente é professor titular no Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétrica da Universidade de São Paulo. É membro do CIGRE tendo sido o representante Brasileiro na SC38 da CIGRE e membro dos grupos B2 e B4. É fellow member da IEEE e Distinguished Lecturer da IAS/IEEE e PES/IEEE. Entre suas áreas de interesse destacam-se a Automação de GTD, linhas e estudos de sistemas de potência.

Sergio de Oliveira Frontin nasceu no Rio de Janeiro – RJ em 03 de maio de 1944. Mestrado em Sistemas de Potência (1971) pelo Rensselaer Polytechnic Institute – Troy – New York – Estados Unidos, graduado em Engenharia Elétrica (1969) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. 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). Trabalhou em Furnas Centrais Elétricas S.A., Itaipu Binacional, Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL e Agência Nacional de Energia Elétrica. Atualmente é professor colaborador da Universidade de Brasília e consultor nas áreas de Energia, Regulação, Tecnologia da Informação e Gestão do Conhecimento.

Edson H. Watanabe é Engenheiro Eletrônico e Mestre em Engenharia Elétrica em 1975 e 1976, respectivamente, pela UFRJ. Em 1981, obteve o título Doutor em Engenharia (D. Eng.) pelo Tokyo Institute of Technology, Japão. É Professor Titular da COPPE / Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde ele atua em Eletrônica de Potência. Suas principais áreas de interesse são a análise, modelagem e projeto de conversores, filtros ativos e tecnologias FACTS, incluindo aplicações em fontes renováveis. Dr. Watanabe é membro do IEE-Japão, da Sociedade Brasileira de Automação, Sociedade Brasileira de Eletrônica de Potência, CIGRE e as Sociedades de Aplicações Industriais, Eletrônica de Potência e Engenharia de Potência do IEEE. Em 2005, ele foi admitido na Ordem Nacional do Mérito Científico, Brasil.

Sebastião Vidigal Fernandes Júnior nasceu em 01/06/1958 em Belo Horizonte, Minas Gerais. Graduiu-se em Engenharia Elétrica e Física pela UFMG (1981 e 2000, respectivamente). Mestre em Sistemas de Potência

(Modelagem de Transmissão em Corrente Contínua em Estudos de Estabilidade) pela UFMG (1984). Trabalha na CEMIG Geração e Transmissão (Planejamento da Transmissão) desde 1984.

Luiza Maria de Sousa Carijó nasceu em Portugal em 28/06/1959. Graduiu-se em Engenharia Elétrica pela UFRJ em 1981. De 1982 a 1991 trabalhou na MONASA Consultoria e Projetos LTDA na área de estudos elétricos. Desde 1991 trabalha em Furnas Centrais Elétricas S.A. na área de planejamento do sistema de transmissão.

Geraldo Luiz Costa Nicola, nascido em São Paulo, Brasil, em 1951, graduou-se em engenharia elétrica em 1977 pela Universidade de Brasília e desde então trabalha na Eletrobrás Eletronorte na área de expansão da transmissão.

Maureen Teresa Rose Fitzgibbon Pereira nascida em 8 de abril de 1956 em Uberlândia, MG. Formada em Licenciatura em Matemática pelo Centro Universitário Fundação Santo André e mestrado em Engenharia Aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Desde 2003 trabalha na Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista, atualmente no Depto. de Gestão Estratégica.

Eden Luiz Carvalho Junior nasceu em Ivaiporã – PR em 18/07/1981. Recebeu o grau de Engenheiro Eletricista pela Universidade do Norte do Paraná (Brasil) em 2007, e Pós Graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Osvaldo Cruz em 2009. Atualmente trabalha como gerente de P&D na TBE (Transmissoras Brasileiras de Energia). Entre suas áreas de interesse incluem-se Sistemas de Potência.