

ESTUDOS DE SISTEMAS ELÉTRICOS

A EMPRESA

Histórico

A THEMAG é uma empresa de Consultoria de Engenharia, fundada em 1961, com sede em São Paulo, cuja atuação principal desde a sua origem tem sido nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, chegando a um volume de projetos hidroelétricos que ultrapassa casa dos 37 milhões de KW, mais de 20.000 km de linhas de transmissão e 30.000 MVA de transformação. O volume projetado de barragens de terra e enrocamento supera os 230 milhões de m³.

Ao longo do processo de diversificação de suas atividades passou a atuar também em outras áreas, destacando-se atualmente os seguintes campos:

Geração de Energia Elétrica:

Usinas Hidroelétricas, Usinas Reversíveis, Usinas Térmicas.

Sistemas de Transmissão:

Sistema de Transmissão em C.A. (AT, EAT e UAT) e em C.C. (até ± 600 kV), incluindo linhas de transmissão e subestações, sistema de supervisão e controle e sistemas de comunicação.

Sistemas de Distribuição:

Distribuição de Energia Elétrica incluindo redes aéreas e subterrâneas.

Transporte:

Rodoviário, Ferroviário, Metroviário, Aeroviário, Navegação Fluvial e Marítima, Eclusas, Portos, Sistemas Intermodais, Pontes, Túneis, Sistemas de Transporte Urbano, Terminais.

Outras Fontes Energéticas:

Sistemas de Geração a partir de Biomassa, Energia Solar e Energia Eólica.

Mineração:

Pesquisa, Lavra, Beneficiamento e Transporte.

Óleo, Gás, Carvão:

Prospecção, Extração e Transporte, desde Plataformas Marítimas até estações de tancagem e refino.

Plantas Industriais:

Siderurgia, Petroquímica, Fertilizantes, Metalurgia, projetos de infraestrutura tais como energia, água, fundações e estruturas.

Saneamento, Drenagem e Irrigação:

Barragens e Drenagem, Sistemas de Irrigação, Abastecimento de Água, Sistemas de Esgotos, Estações de Tratamento de Água e Esgoto, Sistemas de Coletas e Tratamento de Lixo, Incineradores.

Meio Ambiente:

Estudos de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), Planejamento Ambiental (Zoneamento), Recuperação de Áreas Degradadas, Monitoramento.

Os serviços prestados para esses diversos campos abrangem:

- Estudos de Inventário;
- Estudos de Viabilidade Técnico – Econômica;
- Planejamento de Sistemas;
- Projetos Básicos;
- Projetos Executivos;
- Estudos Técnicos;
- Apoio a Licitações (Documentos, Análise Técnica e Econômica de Propostas, Contratos);
- Gerenciamento e Fiscalização de Empreendimentos;
- Garantia de Qualidade;
- Informática;
- Estudos de Avaliações para fins de Privatização de Empresas de Energia Elétrica.

A THEMAG tem prestado e presta também serviços de consultoria em vários países da América do Sul, Estados Unidos, China, países da África e do Oriente Médio, estando cadastrada como empresa de consultoria no Banco Mundial (BIRD) e no Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e em outros organismos internacionais e nacionais similares (FINEP, BNDES e outros).

Principais Clientes

ALBRAS * ALCOA * ALSTON * AMAZONAS ENERGIA * ANDE (BOLIVIA) * ANDRADE GUTIERREZ * AUTO PISTA FERNÃO DIAS * BHP BILLITON METAIS * BNDES * CAMARGO CORREA * CBTU * CCR * CEAL * CEB * CEEE * CELESC * CELG * CELPA * CELTINS * CEMAT * CEMIG * CEPEL * CERON * CESP * CHESF * CODEVASF * CONSÓRCIO CONSTR. VIRACOPOS * COPEL * COPENE * COSIPA * CPFL * CPTM * DAE * DER * DERSA * DNER * DUKE ENERGY * EBTU * EDP * ELETROBRÁS * ELETROGOES * ELETRONORTE * ELETROPAULO * ELETROSUL * EMAE * ENDESA (CHILE)* ENELPOWER * ENERGEST * ENERGIA SUSTENTÁVEL DO BRASIL * ENERPEIXE * ENGEFER * EPE * ESCELSA * FIAT * FUNDUSP * FURNAS * GRUPO REDE * INFRAERO * INVESTCO * ISA (COLOMBIA) * ITAIPU * JHSF * KLABIN * LIGHT * MENDES JUNIOR * MERCEDES BENZ * METRO-RJ * METRO-SP * NORTE ENERGIA * OAS * OHL * PETROBRÁS * PORTOBRÁS * PREF. MUNIC. SÃO PAULO * RFFSA * RHODIA * SABESP * SADCC (ANGOLA) * SECRET. DESENV. ECONOMICO MINAS GERAIS * SECRET. LOGIST. E TRANSP. S. PAULO * SECRET. SAÚDE S. PAULO * SECRET. MEIO AMBIENTE S. PAULO * SIDERURGICA TUBARÃO * SPOBRAS * TRANSELEC (CHILE) * ULTRAFÉRTIL * USIMEC * VALE * XINGU

Escritórios

Sede: São Paulo - S.P.

Rua Pedro Américo, nº 32 – 22º andar

Edifício Andraus

CEP: 01045-911

Fone: (11) 3353-1400

Fax: (11) 3353-1490

E-mail: themag@themag.com.br

Filial: Rio de Janeiro - R.J.

Rua São Bento, nº 9 - 8º andar

Edifício São João

CEP: 20090-010

Fone: (21) 3177-9201

Fax: (21) 3177-9229

E-mail: themagrj@themag.com.br

Filial: Brasília - D.F.

SCS - Quadra 01 - Bloco H, nº 30

Edifício Morro Vermelho

CEP: 70399-900

Fone: (61) 3217-5000

Fax: (61) 3225-2435

E-mail: themagdf@themag.com.br

Home Page: www.themag.com.br

ESTUDOS DE SISTEMAS ELÉTRICOS

ÍNDICE

	<u>Página</u>
ESTUDOS DE SISTEMAS ELÉTRICOS	estudo / 1
ESTUDOS PARA A ITAIPU BINACIONAL (BRASIL/PARAGUAI).....	estudo / 3
ESTUDOS OPERATIVOS ESPECÍFICOS PARA O GCOI/ELETROBRÁS.....	estudo / 5
ESTUDOS DE SISTEMAS DE TRANSMISSÃO EM EAT/UAT CA E CC.....	estudo / 6
ESTUDOS ENVOLVENDO SISTEMAS DE TRANSMISSÃO EM 765 kV.....	estudo /16
ESTUDOS ENVOLVENDO SISTEMAS DE TRANSMISSÃO EM 500 kV.....	estudo /18
ESTUDOS ENVOLVENDO SISTEMAS DE TRANSMISSÃO EM 460 kV.....	estudo /28
ESTUDOS ENVOLVENDO SISTEMAS DE TRANSMISSÃO EM 230 kV E 345 kV	estudo /29
ESTUDOS REFERENTES A SISTEMAS DE SUBTRANSMISSÃO	estudo /33
ESTUDOS DE SISTEMAS REGIONAIS	estudo /36
ESTUDOS DE ÁREAS METROPOLITANAS.	estudo /42
ESTUDOS ENERGÉTICOS.....	estudo /50
ESTUDOS ESPECIAIS.....	estudo /54
ARTIGOS E OUTRAS PUBLICAÇÕES RELATIVAS AOS ESTUDOS REALIZADOS	estudo /57

ESTUDOS DE SISTEMAS ELÉTRICOS

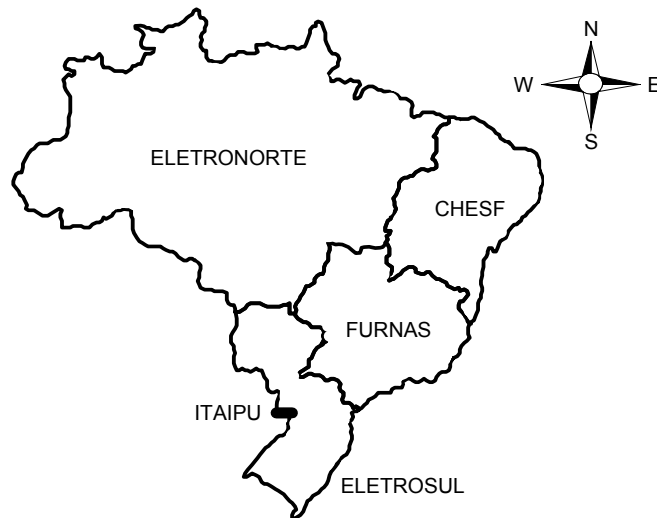
No Brasil, um país de dimensão continental, os primeiros sistemas de potência supriam apenas os centros de carga regionais, operando de modo isolado. A partir dos anos 60, com a construção de grandes usinas e a ocorrência de forte desenvolvimento industrial, os sistemas de potência começaram a ser interconectados. Como decorrência das interligações entre as redes regionais, um grande número de problemas teve de ser analisado a fim de se obter as melhores soluções técnicas e econômicas. A THEMAG participou de quase todos esses estudos, tendo obtido assim vasta experiência em planejamento da expansão e da operação de sistemas elétricos.

Atualmente há duas grandes redes interligadas em operação no Brasil: os sistemas interligados Sul/Sudeste/Centro-Oeste e Norte/Nordeste, tendo este último linhas de transmissão de mais de 2000 km, em 500 kV. No passado, foram estudadas diversas alternativas de interligações entre essas duas redes, envolvendo distâncias da ordem de 2500 km e tensões de até 1200 kVCA e ± 800 kVCC. O estudo dessas interligações em UAT contou com ativa participação da THEMAG, desde 1982.

Recentemente, uma linha de transmissão em 500 kV, com mais de 1000 km de extensão, passou a interligar o N/NE com o S/SE-CO, tendo a THEMAG também desenvolvido estudos de planejamento e de engenharia referentes a essa interligação, denominada Norte-Sul.

Foram também prestados serviços para várias companhias na América do Sul, África e outros países, incluindo os Estados Unidos.

No Brasil, a THEMAG tem prestado serviços para a ELETROBRÁS - Centrais Elétricas do Brasil S.A. (enquanto responsável pelo desenvolvimento do Sistema Elétrico Brasileiro através do planejamento, financiamento e programas de coordenação e supervisão da construção, expansão e operação dos sistemas de geração, transmissão e distribuição, bem como para a conservação de energia) e para as suas quatro subsidiárias regionais: ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (região Norte), CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (região Nordeste), FURNAS Centrais Elétricas S.A. (regiões Sudeste e Centro-Oeste) e ELETROSUL (região Sul). As áreas de atuação predominante dessas concessionárias são esquematicamente indicadas a seguir:



A THEMAG tem também desenvolvido um grande número de estudos para várias concessionárias estaduais, tais como a CESP - Companhia Energética de São Paulo, CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais e CELPE - Companhia Energética de Pernambuco, dentre outras. Além disso, a THEMAG tem realizado estudos especiais para a ITAIPU BINACIONAL, companhia brasileira/paraguaia, responsável pela construção e operação da usina hidrelétrica de Itaipu.

Apresenta-se a seguir a relação dos principais serviços prestados pela THEMAG, no Brasil e no exterior, na área de estudos de sistemas elétricos de potência. Para fins de apresentação os estudos foram divididos em doze tópicos, a saber:

- I. Estudos para a Itaipu Binacional (Brasil / Paraguai)
- II. Estudos operativos específicos para o GCOI / ELETROBRÁS
- III. Estudos envolvendo sistemas de transmissão em EAT / UAT - CA e CC
- IV. Estudos envolvendo sistemas de transmissão em 765 kV
- V. Estudos envolvendo sistemas de transmissão em 500 kV
- VI. Estudos envolvendo sistemas de transmissão em 460 kV
- VII. Estudos envolvendo sistemas de transmissão em 230 e 345 kV
- VIII. Estudos referentes a sistemas de subtransmissão
- IX. Estudos de sistemas regionais
- X. Estudos de áreas metropolitanas
- XI. Estudos energéticos
- XII. Estudos especiais

Uma lista das principais publicações técnicas da THEMAG, relacionadas com estudos realizados desde 1970, está incluída no final. O período em que os estudos foram realizados está indicado entre parênteses. Os artigos são numerados e referenciados entre colchetes ao longo dos textos descritivos.

ESTUDOS PARA A ITAIPU BINACIONAL (BRASIL/PARAGUAI)

A usina hidroelétrica de Itaipu tem capacidade instalada de 12600 MW, metade em 60 Hz e metade em 50 Hz, tendo 9 geradores de 700 MW em cada frequência. O sistema de transmissão associado (900 km) é composto por 3 linhas de 765 kVCA e 2 bipolos de 3150 MW em ± 600 kVCC.

- Análise do desempenho do sistema de transmissão CA de Itaipu 60Hz na hipótese de operação de uma das LT's 765 kV em 500 kV (1989):
 - . Elaboração de banco de dados do sistema de transmissão associado para apoio à operação;
 - . Estudos de estabilidade envolvendo contingências simples com o sistema degradado e contingências duplas com o sistema íntegro;
 - . Estudos de rejeição de carga: análise dos transitórios eletromagnéticos e análise das distorções na tensão;
 - . Análise de confiabilidade;
 - . Análise da abertura dos disjuntores de Itaipu durante rejeição total de carga em Ivaiporã.
- Análise de confiabilidade das subestações 500 kV de Itaipu (1989 - 1990):
 - . Levantamento do estado da arte de subestações isoladas em SF6;
 - . Análise dos procedimentos de manutenção;
 - . Elaboração de banco de dados para análise de confiabilidade das SE's isoladas em SF6;
 - . Análise de riscos e análise técnico-econômica de indisponibilidade.
- Análise da substituição das seccionadoras das subestações isoladas em SF6 de Itaipu (1990).
- Análise da atuação do relé 40 de perda de excitação das máquinas 60 Hz de Itaipu nas diversas configurações do sistema previstas para o seu desenvolvimento: verificação da adequação dos ajustes propostos pelo fabricante e da possibilidade de atuação indevida dessa proteção durante oscilações estáveis do sistema (1986 - 1987).
- Estudos para determinação das características básicas do esquema de corte de geração da usina de Itaipu 60 Hz (1987 - 1988).

- Modelagem e testes no programa EMTP do sistema completo de regulação de tensão das máquinas 60 Hz de Itaipu (regulador de tensão propriamente dito, dispositivo de controle Volts/Hertz, dispositivo de compensação de queda de tensão nos transformadores elevadores, sinal estabilizador de potência e frequência e limitadores dinâmicos de corrente positiva e negativa de campo, de ângulo de carga e de subexcitação) (1987 - 1988) [151].
- Análise de desempenho do sistema de proteção das pontes conversoras do sistema de excitação (1988).
- Modelagem e testes no programa EMTP do sistema de regulação de velocidade das máquinas de Itaipu 60 Hz (regulador eletrônico, sistema copiador, turbina e conduto forçado) (1988 - 1989).
- Modelagem e testes no programa EMTP do regulador de corrente do canal manual do regulador de tensão das máquinas 60 Hz de Itaipu com vistas a reproduzir, em computador, testes realizados com as máquinas no campo (1989).
- Análise da atuação do relé 40 de perda de excitação das máquinas 60 Hz nas diversas configurações do sistema previstas para a sua evolução, considerando-se a presença do limitador de corrente positiva de campo nas máquinas sãs para verificar a sua influência no desempenho daquela proteção (1990).
- Modelagem e testes no programa EMTP do sistema de excitação das máquinas 60 Hz (transformadores de medição e transdutores das grandezas do gerador para entrada nos sistemas de controle, sistema de regulação de tensão, gerador de pulsos e seu sistema de controle, transformadores de excitação e pontes conversoras de 6 pulsos positiva e negativa) (1991-1993) [167].
- Complementação do modelo do sistema de excitação das máquinas 60 Hz com a implementação dos seguintes dispositivos de controle: regulador da corrente de circulação entre as pontes positiva e negativa; sistema de aceleração da variação da tensão de controle da ponte negativa, quando de sua passagem da condição de retificadora para inversora (1993-1994).

ESTUDOS OPERATIVOS ESPECÍFICOS PARA O GCOI/ELETROBRÁS

O GCOI é o órgão responsável pela coordenação dos estudos referentes à operação dos sistemas interligados brasileiros.

- Estudo dos esquemas de controle de emergência para o sistema 500 kV associado às usinas do rio Paranaíba (1985-1986) [118].
- Atualização dos esquemas de controle de emergência do sistema N/NE para os anos de 1987, 1988, 1989 e 1990 face aos comissionamentos do segundo circuito 500 kV (compacto) Tucuruí-P.Dutra, da UHE de Itaparica, da segunda linha 500 kV Sobradinho-Itaparica e da terceira fase de ampliação da carga da Alumar (1986 - 1989) [142] [145] [146].
- Estudos de transitórios eletromagnéticos (programa EMTP) devidos à energização do segundo circuito 500 kV (compacto) da ELETRONORTE a partir da UHE de Tucuruí e da UHE de Sobradinho (1986).
- Estudos de transitórios eletromagnéticos (programa EMTP) resultantes de rejeições de carga sobre a UHE de Tucuruí, sobre a UHE de Sobradinho e sobre os compensadores síncronos da interligação N-NE 500 kV (1986 - 1987).
- Análise do religamento tripolar automático das linhas 500 kV da ELETRONORTE nos trechos de circuitos paralelos Tucuruí-Marabá-Imperatriz-P.Dutra-S.Luís (transitórios e oscilações dinâmicas) (1987 - 1988) [159].
- Análise do religamento monopolar das linhas 500 kV P.Dutra-B.Esperança-S.J.Piauí-Sobradinho (transitórios e oscilações dinâmicas) (1988) [159].
- Análise da aplicação de relés de taxa de variação de frequência no ERAC (esquema regional de alívio de carga) do sistema interligado N-NE (1988) [146].
- Análise da implantação de esquema especial de alívio de geração na UHE de Tucuruí, atuando com base em sinal local do próprio PSS dos geradores e com base em sinal remoto de impedância aparente do sistema vista na linha 500 kV P.Dutra-B.Esperança (1989).
- Análise da viabilidade da implementação, dimensionamento, elaboração das especificações e desenvolvimento do projeto de esquema micro-computadorizado (tempo real) para intervenções automáticas no sistema 500 kV N-NE, atuando com base na variação da resistência aparente da rede e sua derivada no tempo (R , dR/dt) para melhorar a estabilidade da interligação 500 kV entre as regiões Norte e Nordeste do Brasil (1990 - 1992) [166].

ESTUDOS ENVOLVENDO SISTEMAS DE TRANSMISSÃO EM EAT/UAT CA e CC

ELETRORÁS - Centrais Elétricas do Brasil S.A.; **FURNAS** Centrais Elétricas S.A. e **CESP** - Companhia Energética de São Paulo

- Análise técnico-econômica comparativa das alternativas de transmissão 765 kV CA + EAT CC e 500 kV CA + EAT CC do sistema de transmissão de Itaipu (12600 MW/900 km) (1978).

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

- Planejamento do sistema CHESF a longo prazo (horizonte: ano 2008), considerando transferência de energia da região Norte para o Nordeste, incluindo alternativas de transmissão em EAT CC (± 500 kV; ± 600 kV) e UAT CA (1050 kV) (1978 - 1979).

Neste trabalho a THEMAG se consorciou com a firma inglesa Price, Cardew and Rider. A CHESF neste trabalho contou ainda com a consultoria do ENEL e do CESI da Itália:

- . Proposição de critérios e metodologias para os estudos de sistemas, subestações e linhas de transmissão;
 - . Levantamento de custos unitários de equipamentos CA e CC e de componentes de linhas de transmissão;
 - . Levantamento de índices de indisponibilidade de equipamentos CA e CC;
 - . Levantamento de dados climatológicos para os estudos de linhas;
 - . Definição das alternativas de transmissão e dos pontos de chegada da interligação no Nordeste com base nos cenários de geração/carga/intercâmbios e na configuração do sistema receptor;
 - . Estudos elétricos, mecânicos e econômicos para determinação das características básicas das linhas de transmissão, seus custos e índices de indisponibilidade;
 - . Dimensionamento das alternativas de transmissão: estudos de fluxos de potência, estabilidade e confiabilidade;
 - . Custeamento das alternativas de transmissão e comparação técnico-econômica;
 - . Especificação técnica dos equipamentos principais para as alternativas mais promissoras.
- Estudo de planejamento integrado da expansão dos sistemas de geração e transmissão das regiões Norte e Nordeste, relacionada com a importação de energia da Amazônia pela CHESF e considerando transmissão em CA e CC (1989):

- . Definição das estratégias de geração e transmissão;
 - . Simulação hidroenergética da operação do sistema de geração para determinação da energia firme suprida e do montante de energia secundária disponível;
 - . Dimensionamento do sistema de transmissão considerando os fluxos de potência probabilísticos na interligação N-NE obtidos na simulação hidroenergética do sistema gerador;
 - . Análise e comparação das alternativas de geração + transmissão levando em conta aspectos econômicos, elétricos, energéticos, estratégicos e ambientais.
- Estudo de planejamento da expansão do sistema interligado Norte-Nordeste com horizonte (2015) de longo prazo (1991):
- . Determinação da expansão do sistema de transmissão para os cenários de geração hidrelétrica e térmica visualizados pela CHESF, envolvendo tecnologias em CA (500 kV e acima) e CC;
 - . Avaliação de aspectos metodológicos e sua influência no dimensionamento da transmissão, tais como: frequência de ocorrência dos fluxos energéticos obtidos a partir da simulação hidroenergética do sistema gerador; fator de utilização das LT's e sua variação durante a evolução do sistema; aspectos peculiares do dimensionamento da transmissão N-NE na hipótese de complementação térmica do sistema hidrogerador da região Norte, através de usinas térmicas localizadas na região Nordeste; consideração do uso do programa de síntese de redes SINTRA como ferramenta para agilizar a análise de diversos cenários de geração e carga;
 - . Visualização das alternativas de transmissão N-NE técnica e estrategicamente mais favoráveis à região Nordeste;
 - . Análise de aspectos estratégicos relacionados à viabilidade de interligações de pequeno e médio portes da área Sul da CHESF com as regiões Sudeste e Centro-Oeste.

FURNAS Centrais Elétricas S.A.

Trabalhos realizados pelo grupo de estudos MONASA/THEMAG/PTEL sobre o sistema de transmissão CA e CC de Itaipu, constituído de 2 bipolos ± 600 kV e 3 circuitos 765 kV CA para transmissão a 900 km de 12600 MW (1978 - 1980):

- Estudos de fluxos de potência e estabilidade [57] [66] [67] [68]:
 - . Definição do sistema receptor;
 - . Definição do tronco CA;
 - . Definição das características do sistema de controle das conversoras;
 - . Definição dos requisitos de compensação reativa nas estações conversoras.

- Estudos de confiabilidade dos sistemas.
- Estudos de ressonância subsíncrona devido à presença de capacitores série no tronco CA.
- Estudos de sobretensões no sistema CA [75] devido a:
 - . Rejeição de carga direta e inversa;
 - . Bloqueio das válvulas;
 - . Manobra de capacitores;
 - . Indução em linhas paralelas.
- Estudos de sobretensões no sistema CC [75] devido a:
 - . Defeito em um dos polos;
 - . Defeito na linha do eletrodo de terra;
 - . Transitórios nas válvulas.
- Análise de confiabilidade da interligação das barras de 50Hz com as de 60Hz através de conexão back-to-back [107].
- Estudo de compensadores de reativos estáticos controláveis no sistema tronco com a simulação do comportamento a 60Hz e em transitórios [98].
- Estudos elétricos das linhas CC [72]:
 - . RI, TVI, RA e Corona;
 - . Efeito eletrostático;
 - . Manutenção em linha viva;
 - . Coordenação de isolamento;
- Estudos nos simuladores do IREQ (Canadá) e GEC (Inglaterra) para avaliação do comportamento do sistema CC [57] [66] [67] [69].
- Estudos no TNA do IREQ para avaliação do desempenho do sistema de transmissão 765 kV [69].
- Estudos das harmônicas geradas nos conversores e definição dos filtros CA e CC [77].
- Estudos de interferências de harmônicas nos sistemas CA e CC (coordenação indutiva) [71] [78].
- Estudo de interferências eletrostáticas e eletromagnéticas das LT's CA e CC [99].
- Estudos de curto-circuito e equivalentes.

- Estudos de retirada e reinserção dos grupos de capacitores série [70].
- Estudos especiais dos pára-raios e disjuntores 765 kV [56] [79].
- Definição dos critérios de projeto de subestações CA e CC e projeto preliminar [76] [80].
- Eletrodos de terra e suas interferências [73] [74].
- Estudos básicos e de otimização das linhas CC para escolha dos condutores, cadeias, ferragens, torres, etc.; preparação das especificações básicas [72] [106].
- Estudos básicos e de otimização das linhas CC para as linhas do eletrodo [72].
- Avaliação de custos de várias alternativas dos sistemas tronco CA e CC.
- Especificações básicas dos conversores para concorrência tipo "Turn-key" [85].
- Revisão das especificações básicas dos equipamentos 765 kV.

Trabalhos realizados pelo grupo de acompanhamento dos estudos dos conversores de ITAIPU. Este grupo, formado pelo consórcio MONASA/THEMAG/PTEL, recebeu, analisou, discutiu e aprovou todos os estudos efetuados pelo consórcio ASEA/Promon para definição das características dos equipamentos dos conversores de ITAIPU e suas especificações (1980/1982). Tais estudos constaram de:

- Sobretensões no lado CA e no lado CC;
- Coordenação de isolamento e definição dos pára-raios;
- Composição e desempenho da compensação reativa nos terminais de Foz de Iguaçu e São Roque;
- Circuito principal, transformadores, válvulas etc [68];
- Filtros CA [71];
- Filtros CC [71];
- Controles;
- Estabilidade do sistema;
- Desempenho dinâmico;
- Oscilações subsíncronas;
- Estudos de TRV, manobras de capacitores etc.

O grupo analisou e aprovou os requisitos básicos das especificações dos equipamentos, tais como: válvulas, disjuntores, transformadores, reatores de alisamento, pára-raios, seccionadoras, TC's, TP's, controles etc.

A THEMAG também participou dos estudos, projeto, implementação e testes dos eletrodos e linhas dos eletrodos do sistema de transmissão associado a Itaipu (1978 - 1990) [87] [97] [112] [113] [125] [135] [136] [143] [144] [156].

ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.

- Planejamento do sistema ELETRONORTE a longo prazo (horizonte : ano 2000), considerando transferência de energia da região Norte para as regiões Nordeste e Sudeste, com ênfase na interligação com este sistema, incluindo alternativas de transmissão em EAT CC (± 500 kV; ± 600 kV) e UAT CA (1050 kV) (1979 - 1981) [83] [86]:

- . Proposição de critérios e metodologias para os estudos de sistemas, subestações e linhas de transmissão;
- . Levantamentos de custos unitários de equipamentos CA e CC e de componentes de linhas de transmissão;
- . Levantamento de índices de indisponibilidade de equipamentos CA e CC;
- . Levantamento de dados climatológicos para os estudos de linhas;
- . Definição das alternativas de transmissão e dos pontos de chegada das interligações no Nordeste e no Sudeste com base nos cenários de geração/carga/intercâmbios e nas configurações dos sistemas receptores;

Análise das possíveis rotas de transmissão e avaliação dos índices diferenciadores de custos em diversos corredores, levando em conta dificuldades construtivas associadas a: tipo de vegetação, apoio logístico, topografia e condições de fundação;

- . Estudos elétricos, mecânicos e econômicos para determinação das características básicas das linhas de transmissão, seus custos e índices de indisponibilidade;
- . Dimensionamento das alternativas de transmissão: estudos de fluxos de potência, estabilidade e confiabilidade;
- . Custeamento das alternativas de transmissão e comparação técnico-econômica.

ELETROBRÁS - Centrais Elétricas do Brasil S.A.

- Estudo da transmissão da Amazônia: análise da viabilidade técnica e econômica da transmissão de grandes blocos de energia para o Sudeste (8 GW/2400 km) e para o Nordeste (11 GW/2200 km) em EAT/UAT CA (500 kV; 750 kV; 1050 kV) e/ou AT/EAT CC (± 600 kV; ± 800 kV) (1982 - 1987) [102] [105] [108] [109] [111] [123] [124] [153]:

- . Proposição de critérios e metodologias a serem utilizados nos estudos de sistemas, subestações e linhas de transmissão;
- . Levantamento e atualização de custos unitários de equipamentos CA e CC e de componentes de linhas de transmissão;
- . Levantamentos de índices de confiabilidade de equipamentos CA e CC;
- . Levantamento de dados climatológicos para os estudos de linhas;

- . Elaboração das estratégias de transmissão associadas à análise do sistema coletor no Norte, bem como concepção das alternativas da interligação Norte-Sudeste em 750 kV e 1050 kVCA (a alternativa de 750 kV foi descartada na análise preliminar por não ser econômica) e em ± 600 kVCC e ± 800 kV CC;
- . Elaboração das estratégias de transmissão associadas à análise do sistema coletor no Norte, bem como concepção da ampliação da interligação Norte-Nordeste, considerando alternativas em CA (500 kV; 500 kV + 750 kV; 500 kV + 1050 kV) e alternativas mistas CA e CC (± 600 kVCC + 500 kV; ± 600 kVCC + 500 kV + 750 kV; ± 600 kVCC + 500 kV + 1050 kV);
- . Estudo de regime permanente, estabilidade e transitórios elétricos para o dimensionamento das interligações Norte-Sudeste e Norte-Nordeste, considerando intercâmbios de potência até 8000 MW e 11300 MW, respectivamente;
- . Análise dos sistemas receptores para locação das subestações terminais receptoras e para a definição dos reforços de transmissão;
- . Estudo para a definição da compensação reativa nos terminais dos sistemas Sudeste e Nordeste (incluindo filtros CA para os links CC) considerando o tipo (compensadores síncronos ou estáticos) e a capacidade instalada para várias condições de carga, fluxo de potência nas interligações e configurações dos sistemas receptores;
- . Dimensionamento de alternativas de transmissão para a interligação Norte-Sudeste (incluindo as subestações conversoras CA/CC das alternativas CC) para intercâmbios de 9000 MW e 10000 MW, considerando inclusive a utilização da energia secundária da Amazônia, no âmbito de diferentes cenários energéticos (análise de custo-benefício), incluindo os seguintes aspectos:
 - a) Compensação reativa das subestações inversoras com compensadores síncronos ou estáticos;
 - b) Compensação reativa para as subestações intermediárias e terminal receptor das alternativas CA;
 - c) Parâmetros dos sistemas receptores;
 - d) Parâmetros dos sistemas de controle CC e da regulação de tensão do sistema;
 - e) Capacidade de sobrecarga temporária nas válvulas das subestações conversoras.
- . Análise da operação em regime permanente, transitório e estabilidade dinâmica do sistema receptor do Sudeste para a perda de um bipolo da interligação Norte-Sudeste, considerando 2 bipolos de 4560 MW, sendo analisados os seguintes aspectos:
 - a) Utilização da capacidade de sobrecarga transitória dos bipolos;
 - b) Utilização de controladores nos links CC;
 - c) Políticas de alocação de reserva girante.

- . Análise da estabilidade global do sistema interligado Nordeste-Norte-Sudeste-Centro Oeste, com um sistema coletor comum no Norte, considerando 2 links CC \pm 600 kV nas interligações Norte-Sudeste, incluindo:
 - a) Utilização de modulação em links CC;
 - b) Seleção de adequadas taxas de restabelecimento da ordem de corrente CC compatíveis com o desbloqueio dos bipolos;
 - c) Efeitos no sistema Norte-Nordeste de faltas na transmissão CC Norte-Sudeste.
- . Análise de confiabilidade das alternativas de transmissão do sistema Norte-Nordeste e Norte-Sudeste (linhas, subestações e subestações conversoras): determinação dos montantes de energia não suprida e outros índices de confiabilidade, bem como dos custos associados;
- . Estudos detalhados de linhas de transmissão CA e CC envolvendo especialmente os seguintes tópicos:
 - a) Análise de possíveis rotas e corredores para a implementação de linhas de transmissão do Norte para o Sudeste e para o Nordeste, com a utilização de mapas geológicos e geomorfológicos (escala 1:1000.000) dos projetos Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo e Radam (Radiografia da Amazônia);
 - b) Classificação das rotas em níveis de dificuldade de construção associados ao tipo de vegetação, suporte logístico, topografia e condições das fundações para estabelecer índices de custos de linhas de transmissão para serem usados em análises econômicas de alternativas de transmissão;
 - c) Estudos elétricos para definição da geometria de torres, desenvolvidos de forma paramétrica, considerando várias hipóteses de tipos e “bundles” de condutores (ACSR e AAC); análise dos requisitos de segurança e riscos, coordenação de isolamento, campo elétrico, distância condutor - solo no meio do vão, manutenção em linha viva e desempenho face a descargas atmosféricas, análise de dados meteorológicos e das condições de carregamento de linhas, determinação das perdas corona, RI, AN e corona visual;
 - d) Estudos mecânicos para o dimensionamento das torres das linhas de transmissão para vários tipos e “bundles” de condutores, análise de dados de velocidade e pressão do vento, carregamento de cargas mecânicas secundárias e esforços mecânicos em condutores, cálculo mecânico das torres, fundações e esforços mecânicos nos isoladores, estruturas e ferragens, avaliação de índices de indisponibilidade de linhas;
 - e) Estudos econômicos para determinação dos custos básicos de linhas de transmissão; determinação dos custos de investimentos como função das seções de condutores e níveis de tensão operativa; determinação das perdas joule e corona, das seções econômicas dos condutores e dos custos básicos das linhas de

transmissão; análise estatística dos dados de intercâmbios N-NE e N-SE para definição dos fatores de perda e do fator de utilização (potência transmitida média/capacidade da interconexão);

- f) Otimização da tensão de transmissão CC, considerando os aspectos elétricos do item c), os aspectos mecânicos do item d), incluindo cálculos estruturais detalhados, e aspectos econômicos do item e), levando em conta os custos das subestações conversoras CA/CC para otimização da tensão;
- g) Análise da duplicação de bipolo; análise da substituição de um bipolo de capacidade P por 2 bipolos de capacidade P/2; análise de custo/benefício: aumento de investimento global, postergação de investimento inicial, aumento de confiabilidade etc.

. Custeamento das alternativas de transmissão N-SE e N-NE:

- a) Custos unitários de equipamentos, de linhas de transmissão e de subestações conversoras (custos modulares);
- b) Determinação de perdas, fatores de perdas e custos unitários das perdas;
- c) Custos de investimentos e custos das perdas (Joule e corona) em linhas de transmissão e equipamentos;
- d) Estabelecimento de parâmetros básicos para custeamento (parâmetros econômicos e elétricos);
- e) Determinação dos custos finais de demanda e da energia entregue aos sistemas receptores (US\$/kW e US\$/MWh);
- f) Análise do impacto nos custos finais de:
 - . índices de custos de linhas de transmissão;
 - . custos unitários de conversores CA/CC;
 - . custo da energia não suprida (confiabilidade);
 - . critérios de dimensionamento dos grupos de válvulas das subestações conversoras;
 - . diferentes modos de evolução das alternativas de transmissão e seus investimentos;
 - . antecipação ou conexão em paralelo de grupos de válvula;
 - . aumento da tensão CC;
 - . duplicação de linhas de bipolos.

. Elaboração de mini-especificações com as características básicas de equipamentos CC em EAT/UAT (transformadores, reatores shunt, compensadores estáticos e síncronos, disjuntores, pára-raios etc.), e dos equipamentos principais das estações

conversoras (± 600 kV e ± 800 kV), bem como os requisitos técnicos e econômicos referentes a transformadores conversores, grupos de válvulas, filtros de harmônicas para CC, controles, sistema de refrigeração, eletrodo de terra, capacidade de sobrecarga de válvulas, capacidade de corrente do tiristor, inversão de potência, equipamentos auxiliares, telecomunicação, área construída, período de manutenção de equipamentos, índices de falha, estimativa de indisponibilidade, etc.;

- . Elaboração de mini-especificações, como as citadas no item anterior, tratando de estações CA/CC de média e baixa capacidade (20 MW até 200 MW) e média e baixa tensões (± 50 kVCC até ± 200 kVCC);
- . Elaboração de relatório focalizando sistemas CC multi-terminais: análise do estado da arte e perspectivas de aplicação, considerando:
 - a) Configurações de sistemas e conversoras;
 - b) Controle de regime permanente;
 - c) Desempenho face à saída de serviço de terminais;
 - d) Desempenho face à defeitos CA e CC;
 - e) Amortecimento de oscilações;
 - f) Detecção e proteção de defeitos CC (disjuntores CC);
 - g) Requisitos de telecomunicação;
 - h) Custos associados.
- . Elaboração de relatório enfocando conexões unitárias gerador-conversora CA/CC; análise do estado da arte e perspectivas de aplicações, considerando:
 - a) Características especiais dos geradores, sistemas de regulação de tensão e transformadores elevadores;
 - b) Impacto dos requisitos adicionais nos custos dos equipamentos acima.
- . Elaboração de relatório sobre transmissão CA UAT, analisando o estado da arte e perspectivas de aplicações;
- . Estudos adicionais desenvolvidos para a interligação N - SE:
 - a) Dimensionamento simplificado e custeamento de alternativas CA e CC para intercâmbios de potência de 8000 MW até 15000 MW, considerando tensões até ± 800 kVCC e 1200 kVCA;
 - b) Determinação dos limites de transmissão para a alternativa de 1050 kVCA, no caso de múltiplas contingências;

- c) Análise de esquemas alternativos de compensação reativa e seus custos para a alternativa de 1050 kV;
- d) Análise da influência do número de subestações intermediárias ao longo da interligação no custo da alternativa de 1050 kV.

EPRI - Electrical Power Research Institute (USA) e **CEPEL** - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da ELETROBRÁS

- Estudo elaborado pelo grupo THEMAG/IREQ para análise de problemas críticos no desenvolvimento de estações conversoras EAT para tensões acima de 600 kV, incluindo (1983): [103] [104]
 - . Características de transformadores conversores e requisitos de reativos;
 - . Solicitações de pára-raios e coordenação de isolamento;
 - . Definição de filtros CC;
 - . Requisitos de disjuntores de by-pass;
 - . Especificações simplificadas dos equipamentos (mini-especificações);
 - . Arranjos e dimensões das subestações conversoras;
 - . Avaliações econômicas.

ESTUDOS ENVOLVENDO SISTEMAS DE TRANSMISSÃO EM 765 kV

Durante o período 1974-1978, um grupo de estudos composto pelas firmas THEMAG/MONASA e PTEL foi encarregado da execução dos estudos de planejamento e definição das características básicas do sistema de transmissão de 900 km (5 linhas de 765 kV) da central hidrelétrica de Itaipu (12600 MW), previsto inicialmente em corrente alternada somente [94]. Juntamente com a MONASA, a THEMAG realizou os seguintes trabalhos:

- Estudo das fontes de financiamento e origem dos equipamentos e projetos;
- Análise econômico-financeira de alternativas;
- Verificação do efeito do emprego de novas tecnologias;
- Elaboração e atualização de um banco de dados sobre materiais e equipamentos;
- Elaboração de um modelo de carga a ser utilizado nos estudos dinâmicos, verificando sua validade por meio de ensaios no campo [93];
- Estudos das subestações incluindo localização geográfica e investigações preliminares de solo;
- Elaboração dos diagramas unifilares das subestações;
- Verificação da necessidade de utilização de equipamentos isolados a SF6;
- Análise de sensibilidade do custo dos projetos e equipamentos das subestações devido à variação do nível de isolamento;
- Lay-out das subestações e efeitos eletrostáticos [26];
- Projeto eletromecânico de barramentos [27];
- Principais características e diagramas unifilares principais e para serviços auxiliares;
- Definição dos estudos de transitórios;
- Proteção das subestações contra surtos [25] [59] [62] [56];
- Estudos dos transitórios de manobra, incluindo aberturas de linhas, sobretensões durante defeitos, influência das harmônicas nas sobretensões devidas à rejeição de carga, religamentos, energização de linhas e transformadores etc [92];
- Análise da aplicação de compensação estática controlável [15];
- Estudos de compensação série;
- Estudos especiais de sobretensões;
- Estudos de curto-circuito;
- Estudos de ressonância sub-síncrona [46];
- Estudo para definição das rotas das linhas;

- Determinação da largura da faixa de passagem das linhas;
- Pesquisa da intensidade de sinal e ruído ao longo das rotas das linhas [20] [60];
- Pesquisa meteorológica incluindo nível cerâmico, velocidade de vento, temperatura, umidade e poluição [17];
- Distâncias mínimas na torre e nível de desempenho da linha quando submetida a sobretensões de manobra, impulso e à frequência industrial [16] [18] [22]] [95];
- Seleção dos cabos pára-raios das linhas [21];
- Estudo do aterramento das torres [22];
- Estudos de RI, TVI, corona, indução eletrostática e eletromagnética [19] [23] [60]] [99];
- Estudo dos isoladores (vidro, porcelana, novos tipos, etc.) e ferragens, incluindo requisitos básicos de ensaios para as mesmas;
- Estudo de coordenação de isolamento de subestações [24] [58] [95];
- Estudos de alternativas de fundações;
- Estudo dos equipamentos incluindo especificações básicas preliminares e de ensaios e coordenação do isolamento inicial;
- Revisão final dos requisitos do sistema de proteção;
- Estudo de sobretensões em algumas etapas críticas do projeto [92];
- Análise, comentários e sugestões sobre os estudos de fluxos de potência e transitórios eletromagnéticos realizados simultaneamente pela PTEL - Projetos e Estudos de Engenharia Ltda. e PTI - Power Technologies Inc., no âmbito do Grupo de Estudos;
- Estimativa de custo do projeto incluindo plano de desembolso;
- Elaboração de cronograma para o projeto detalhado e construção;
- Recomendações básicas para o sistema de proteção, controle e comunicação;
- Definição de critérios de projeto de subestações e especificações básicas de equipamentos [28] [45] [53] [58] [63] [64] [65] [80];
- Definição de critérios de projeto de linhas de transmissão [95];
- Especificações técnicas básicas para a construção das linhas de transmissão;
- Especificações técnicas detalhadas dos equipamentos da subestação 765/500/345 kV de Tijuco Preto, incluindo: auto-transformadores 765/500 kV e 765/345 kV, compensadores síncronos, reatores shunt 765 kV, equipamentos de chaveamento e capacitores shunt 345 kV [61] [63].

ESTUDOS ENVOLVENDO SISTEMAS DE TRANSMISSÃO EM 500 kV

FURNAS Centrais Elétricas S.A.

- Estudo de rádio-interferência e perdas corona nas linhas 500 kV (1973).
- Planejamento do sistema de transmissão 500 kV de Itumbiara (2280 MW) (em colaboração com FURNAS) (1972 - 1973).
- Definição do cronograma de entrada em operação do sistema 500 kV de Marimondo (1500 MW) (em colaboração com FURNAS) (1972 - 1973).

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

- Estudos da interligação 500 kV (2000 km) CHESF-ELETRONORTE (1976 - 1978):
 - . Estudos do sistema em regime permanente e nos transitórios eletromecânicos para diversas hipóteses de intercâmbio entre a ELETRONORTE e a CHESF;
 - . Definição da compensação reativa necessária para o transporte estável do intercâmbio previsto, nas hipóteses de utilização de compensadores síncronos e de compensadores de reativos estáticos controláveis nas subestações de Presidente Dutra e Imperatriz [49];
 - . Definição dos níveis de compensação série necessários para o transporte estável de energia na interligação para diversas hipóteses de intercâmbio entre ELETRONORTE e CHESF;
 - . Estudos de coordenação do isolamento das linhas e subestações e definição das características básicas dos equipamentos [14];
 - . Estudo de transposição de fases para as linhas B. Esperança - P.Dutra e P.Dutra - Imperatriz;
 - . Estudo do religamento monopolar na interligação e dimensionamento dos reatores de neutro;
 - . Estudo da separação do sistema interligado CHESF-ELETRONORTE, quando da ocorrência de defeitos que poderiam levá-lo à instabilidade, em subsistemas isolados ("ilhas"), através da atuação de relés de proteção contra perda de sincronismo. No interior das "ilhas", para mantê-las estáveis dinamicamente, é procurado o equilíbrio carga-geração, cortando-se blocos de carga onde a geração é insuficiente e aplicando-se resistores de frenagem na situação inversa [82].
- Estudo da interligação NORDESTE-SUDESTE em 500 kVCA (1000 km) (1977 - 1978):
 - . Estudos de energização e rejeição de carga para dimensionamento da compensação reativa a ser utilizada nas linhas;

- . Estudo do comportamento dos sistemas interligados em duas hipóteses (interligação no Sudeste em Ipatinga ou em Vitória) e pesquisa do máximo intercâmbio estável entre os dois sistemas (fluxos de potência e estabilidade);
- . Dimensionamento da compensação reativa necessária na interligação;
- . Análise técnico-econômica comparativa das alternativas de chegada da interligação no Sudeste (Ipatinga ou Vitória).
- Planejamento do sistema 500 e 230 kV da CHESF no período de 1979 a 1990 (1976 - 1978):
 - . Estudo técnico-econômico de planejamento;
 - . Estudo de estabilidade transitória e dinâmica;
 - . Estudo de compensação reativa indutiva e capacitiva;
 - . Estudo da otimização dos sistemas de regulação de tensão das usinas;
 - . Estudo de coordenação do isolamento das linhas e subestações;
 - . Estudo para otimização da operação do sistema e para o abastecimento das várias áreas de atuação da CHESF nas diversas etapas de expansão do sistema;
 - . Estudo de rejeição de carga e das conseqüentes sobretensões dinâmicas;
 - . Estudo de curto-circuito para o ajuste das proteções (definições básicas quanto ao sistema de proteção).
- Ferrovia dos Carajás (1977):
 - . Estudo dos desequilíbrios e harmônicos na rede alimentadora.
- Estudo de uma linha de transmissão em circuito duplo 230 kV transformável em um circuito 500 kV, tendo em vista sua utilização no suprimento de Fortaleza. Definições básicas do ponto de vista elétrico e mecânico (1978) [50].
- Estudo da energização de grandes transformadores em subestações com baixo nível de potência de curto circuito (1978) [51]; [52].
- Ajuste dos sinais adicionais dos reguladores de tensão das máquinas da usina de Sobradinho (1500 MW) e B. Esperança (240 MW) (1979).
- Estudos de sobretensões transitórias e à frequência industrial (60 Hz) no período de 1985 a 1991 (1980).
- Definição dos requisitos necessários nas chaves de terra dos circuitos de 500 kV P.Dutra - São Luís (1981).

- Estudos para definição das características básicas dos equipamentos da usina hidroelétrica de Xingó (5000 MW) (1982).
- Estudos elétricos para a definição de novas geometrias das torres de 500 kV da CHESF, incluindo:
 - . Análise dos espaçamentos elétricos das novas silhuetas;
 - . Análise comparativa de custos de linha considerando diferentes relações vão de peso/vão de vento no projeto;
 - . Análise da manutenção em linha viva.
- Estudo de desempenho do compensador estático de 200 MVar de Fortaleza (1985) [121] [122].
- Estudos para especificação do banco de compensação série de S.J. do Piauí (1985) [126].
- Estudo de energização de bancos de autotransformadores de alta potência (1987) [128].
- Planejamento da região Norte da CHESF considerando incertezas e aspectos de flexibilidade (1987) [140; [155].
- Análise do projeto do circuito de baixa tensão (13,8 kV) dos autotransformadores 550/230/13,8 kV: análise de esquemas alternativos de ligação dos enrolamentos de baixa tensão destes autotransformadores com respeito à capacidade de suportar correntes de curto-circuito (1990).
- Análise da aplicação de estruturas compactas de 500 kV no sistema CHESF (1990) [163].
- Estudos de engenharia para equipamentos e linhas de transmissão (1991).
- Assessoria técnica a diversas atividades relativas ao tópico acima, tais como:
 - . LT 500 kV Teresina-Fortaleza: definição das características eletrogeométricas das torres [163];
 - . Circuito 500 kV Banabuiú-Mossoró-Natal-Mussurê-Recife: análise de sobretensões transitórias visando ao dimensionamento de equipamentos;
 - . Auto-transformadores 500/230 kV: análise quanto a requisitos do terciário e sua forma de ligação (delta) para diversas subestações da CHESF; consolidação de estudos anteriores a esse aspecto;
 - . Estudos de sobretensões temporárias no nível de 69 kV: consolidação de estudos anteriores visando a subsidiar a padronização da especificação do isolamento dos equipamentos 69 kV a sobretensões temporárias.

ELETROSUL - Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A.

- Planejamento e anteprojeto do sistema de 500 kV da região Sul para o período 1980 - 1990 (1975 - 1976), incluindo:
 - . Estudo técnico-econômico de planejamento quanto à configuração, número de linhas e subestações [33];
 - . Estudo dos transitórios eletromecânicos;
 - . Estudos para definição da compensação reativa indutiva e capacitiva;
 - . Estudos para definição das características elétricas básicas das máquinas e dos seus sistemas de regulação da tensão;
 - . Estudos das sobretensões de manobra e dinâmicas [35];
 - . Estudos de coordenação do isolamento das linhas e subestações [36];
 - . Estudos de curto-circuito;
 - . Definição das características básicas de linhas de transmissão [34];
 - . Padronização do nível de isolamento a impulsos atmosféricos para subestações em 230 e 500 kV;
 - . Estudos para determinação das características básicas dos transformadores, disjuntores, pára-raios, TP's, TC's, seccionadoras etc.;
 - . Estudos para definição básica das proteções do sistema;
 - . Estudo de confiabilidade das subestações para definição do seu diagrama unifilar;
 - . Estudos de confiabilidade global do sistema;
- Torre estaiada 500 kV da ELETROSUL (1977) [34]; [35]:
 - . Estudos para definição da geometria da torre estaiada "V" com base em estudos de coordenação de isolamento, desempenho a surtos, RI, TVI, corona visual etc.
- Análise de RI, TVI, AN e corona visual em subestações da ELETROSUL (1977) [38].
- Análise da necessidade de adoção do religamento rápido na LT S.Santiago - Pinheiro - V. Aires, no período 1983 - 1984 (estudos de estabilidade) (1977).
- Estudo de confiabilidade do sistema para subsidiar a definição da potência a ser instalada no aproveitamento hidroelétrico de Ilha Grande: (1440 MW):

- . Análise da influência do grau de motorização da usina no desempenho do sistema de transmissão;
- . Análise de eventuais benefícios decorrentes de uma maior motorização da usina.
- Definição dos critérios básicos para subestações de 500 kV (1975):
 - . Coordenação do isolamento;
 - . Blindagem contra descargas atmosféricas;
 - . Características dos barramentos resultantes dos estudos de corona, rádio interferência, campo eletrostático e seus efeitos.
- Estudo da utilização do religamento monopolar nas linhas de transmissão 500 kV do sistema ELETROSUL (1977):
 - . Estudo das tensões e correntes de arco-secundário;
 - . Dimensionamento dos reatores de neutro;
 - . Estudo das condições de extinção do arco utilizando programa digital.

ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.

- Planejamento e anteprojeto do sistema 500 kV associado à usina de Tucuruí (3960 MW) (1975 - 1976) [29]; [30]; [31]; [32]; [40]; [41]:
 - . Estudo técnico-econômico de planejamento do sistema referente à configuração, número de linhas e subestações;
 - . Estudo dos transitórios eletromecânicos;
 - . Estudo de compensação reativa indutiva e capacitiva;
 - . Estudos para definição das características básicas das máquinas de Tucuruí e de seu sistema de regulação de tensão;
 - . Estudo das sobretensões de manobra e dinâmicas;
 - . Estudo de coordenação do isolamento de linhas e subestações;
 - . Estudos para definição das características básicas de linhas de transmissão;
 - . Estudo de curto-circuito;
 - . Estudos para definição das características elétricas básicas dos transformadores, disjuntores, pára-raios etc.;
 - . Estudos para definição básica das proteções do sistema;

- . Estudo de confiabilidade global do sistema;
 - . Estudos específicos referentes à operação do sistema nos primeiros anos de sua evolução e às interconexões com os sistemas 230 e 500 kV adjacentes;
 - . Estudos para maximização do intercâmbio entre os sistemas ELETRONORTE e CHESF.
- Sistema 500 kV da ELETRONORTE:
- . Estudo de chaveamento do banco de capacitores shunt de 250 MVAR de Vila do Conde (1977) [39];
 - . Estudo para definição da geometria das torres 500 kV da linha de transmissão da travessia do rio Tocantins (torres com altura de cerca de 90 m) (1977 - 1978) [48];
 - . Estudo de coordenação de isolamento da subestação em SF6 da UHE de Tucuruí (1979) [47];
 - . Estudo de alternativas para a operação do sistema de transmissão de Tucuruí no ano de 1981 na hipótese de atraso no comissionamento de síncronos e reatores (1980);
 - . Estudo pré-operacional do sistema de transmissão de Tucuruí para os períodos 1981, 1982 e 1983 - 1986 (1980 - 1981);
 - . Estudos preliminares do sistema de transmissão associado à UHE de Santa Isabel (1760 MW) (1982);
 - . Estudos de comparação econômica entre os cabos 636 e 934 MCM nas torres auto-sustentadas do sistema ELETRONORTE (1982);
 - . Estudos de sistemas para análise da viabilidade de utilização de torres compactas (1982);
 - . Análise comparativa de alternativas de compensação série e shunt para o sistema de transmissão de Tucuruí (1983) [100];
 - . Análise do sinal estabilizador dos geradores da UHE de Tucuruí (1983);
 - . Dimensionamento dos requisitos de compensação reativa após a duplicação do sistema de transmissão associado à UHE de Tucuruí no período 1986 - 1990 (1983);
 - . Análise da compensação reativa para o período 1989 - 1998 (1984);
 - . Estudos de religamento monopolar sob o ponto de vista de proteção (1984);
 - . Estudo para verificação da possibilidade da abertura dos reatores da subestação de Miranda (1984);

- . Estudo do suprimento a São Luís antes da entrada em operação do compensador estático de (-140/+200) MVar na subestação de São Luís II (1984);
- . Análise das impedâncias harmônicas e das injeções harmônicas no sistema devidas ao compensador estático de São Luís II (1984);

- . Estudos elétricos, mecânicos e projeto básico das linhas de transmissão 500 kV compactas (1984) [116] [117] [147];

- . Análise da viabilidade do religamento monopolar (arco secundário e análise de proteções) (1985);

- . Estudo da indução elétrica e magnética durante a montagem do segundo circuito de 500 kV (1985 - 1986);

- . Estudo de ressonância em linhas paralelas (linhas compactas) (1987);

- . Estudos para a definição e especificação dos requisitos dos 6 bancos de compensadores série do sistema 500 kV da ELETRONORTE (1985 - 1987) [115] [147] [150];

- . Análise de intervenções automáticas no sistema interligado Norte/Nordeste: projeto básico e implementação de esquema piloto na subestação de P. Dutra (1987 - 1989) [148] [158];

- . Análise do dimensionamento dos geradores da segunda casa de força da UHE de Tucuruí (3960 MW □ 6600 MW) (1980 - 1989);

- . Análise preliminar de 3 alternativas viáveis tecnicamente para a integração da segunda casa de força de Tucuruí (1988 - 1989);

- . Estudos para integração ao sistema elétrico brasileiro dos aproveitamentos localizados nos rios Xingu, Tocantins, Araguaia e Tapajós (1989);

- . Análise dos fenômenos de ressonância sub-síncrona (1989).

ENDESA - Empresa Nacional de Electricidad S.A. (Chile)

- Estudos elétricos para a transformação da linha de circuito duplo 220 kV Colbun - A. Jahuel (projetada e construída para ser transformada em um circuito de 400 kV) em um circuito de 500 kV (1979).

Foram analisados os seguintes aspectos principais após a transformação:

- . Avaliação das geometrias resultantes da transformação (VVV; IVI);
- . Gradiente de tensão na superfície dos condutores;
- . Potência característica e limite térmico;

- . Perdas por efeito corona e RI;
 - . Clearance ao solo e coordenação de isolamento;
 - . Lightning performance e campo elétrico;
 - . Análise dos cabos pára-raios sob o ponto de vista de curto-circuito;
 - . Análise preliminar da viabilidade do religamento monopolar.
- Estudos elétricos e mecânicos para otimização da seção condutora e projeto básico da linha 500 kV Colbun - Lonquen - A. Jahuel (1979).
 - Estudos do sistema de transmissão 500 kV/220 kV de Colbun a Santiago (1979 - 1980):
 - . Análise do comportamento do sistema em regime permanente e dinâmico (fluxo de potência e estabilidade);
 - . Estudos das sobretensões no sistema de transmissão da usina de Colbun e estudos elétricos relacionados com as subestações terminais de Colbun e A. Jahuel (efeito corona, campo eletrostático, coordenação dos isolamentos, etc.) para definição das características básicas dos equipamentos (disjuntores, pára-raios, transformadores etc).
 - Estudos para definição das características básicas do sistema de regulação de tensão das usinas de Colbun , Machicura (91,2 MW) e Pehuenche (418 MW) (1980).
 - Elaboração das especificações básicas dos seguintes equipamentos em 500 kV: disjuntores, transformadores de potência, transformadores de corrente, pára-raios, reatores, chaves seccionadoras (1980).

PORTOBRÁS - Empresa de Portos do Brasil S.A.

- Estudos para definição preliminar do sistema de transmissão 500 kV das usinas do rio Doce: análise técnico-econômica comparativa de diversas hipóteses de transmissão (1977).

CESP - Companhia Energética de São Paulo

- Definições básicas do ponto de vista elétrico e mecânico das torres das linhas de transmissão associadas à usina de Porto Primavera (1800 MW), considerando a alternativa de sistema em 500 kV (1982):
 - . Análise de dados atmosféricos;
 - . Determinação da seção condutora econômica;
 - . Estudo do efeito corona;
 - . Estudo de sobretensões em TNA;
 - . Estudo do desempenho a descargas atmosféricas e locação dos cabos-guarda;
 - . Escolha dos cabos guarda;
 - . Análise dos tipo de torres a adotar;
 - . Cargas e hipóteses de carregamento das torres.

LIGHT Serviços de Eletricidade S.A.

- Estudos para a definição dos parâmetros elétricos dos geradores e reguladores de tensão da usina hidroelétrica de Nilo Peçanha II (1250 MW) (1982) [96].
- Estudos de integração da usina hidroelétrica de Nilo Peçanha II ao sistema interligado da região Sudeste (1982) [101] [110].

ELETRORÁS Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

Atividades realizadas no âmbito do consórcio Engevix/lesa/Promon/Themag, referentes à interligação Norte-Sul, em 500 kV, controlada por dois bancos de TCSC's (Thyristor Controlled Series Capacitor) (1996-1997):

- Estudos de Planejamento
 - . Estudos de estabilidade dinâmica dos sistemas interligados Norte/Nordeste/Sudeste/Centro-Oeste para defeitos no sistema Norte/Nordeste e no sistema Sudeste considerando a presença ou não dos TCSC's e da LT 500 kV Presidente Dutra-Fortaleza;
 - . Estudos de sincronização dos sistemas Norte/Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste através da interligação, considerando-se diferentes valores de tensão e frequência entre os sistemas a serem conectados;
 - . Análise da inserção da carga da CELTINS na subestação de Miracema, com ênfase em estudos dinâmicos de rejeição de carga;

- . Influência da representação completa do sistema Sul nas oscilações de baixa frequência entre os sistemas Norte/Nordeste e Sudeste, após a ocorrência de falta nestes sistemas.
 - . Cálculo da impedância aparente vista de diversos pontos dos sistemas interligados, quando da ocorrência de oscilações eletromecânicas, para subsídio aos estudos de transitórios eletromagnéticos;
 - . Análise das oscilações de baixa frequência entre os sistemas Norte/Nordeste e Sudeste com a representação dos sinais estabilizadores das usinas de boa Esperança ou Sobradinho;
 - . Cálculo da resposta em frequência da rede para configuração atual e configurações futuras;
 - . Estudo de rejeição de carga sobre a usina de Serra da Mesa, considerando a presença da interligação Norte-Sul;
 - . Determinação das envoltórias da resposta em frequência da rede para cálculo de distorções harmônicas;
 - . Estudos de rejeição de carga e condições de extinção do arco secundário em várias configurações de reatores, para subsidiar a análise transitória do religamento monopolar.
- Estudos de Engenharia
- . Estudo de abertura dos disjuntores 550 kV da interligação;
 - . Estudo de religamento monopolar e condições de extinção do arco secundário na interligação; análise de várias configurações de reatores;
 - . Definição dos reatores de neutro e dos requisitos de TRT das chaves de aterramento das linhas;
 - . Estudo de sobretensões transitórias;
 - . Avaliação da adequação dos pára-raios de 420 kV ZnO da interligação Norte-Sul para surtos atmosféricos;
 - . Estudo de injeção de surtos nas subestações para a definição do número e da localização dos pára-raios de entrada de linha e dos reatores da interligação.
 - . Estudo de indução em linhas paralelas;
 - . Especificação do reator de neutro dos reatores de linha de interligação;
 - . Verificação do impacto das interferências eletromagnéticas da linha de transmissão Imperatriz–Colinas na ferrovia Norte-Sul.

ESTUDOS ENVOLVENDO SISTEMAS DE TRANSMISSÃO EM 460 kV

CESP - Companhia Energética de São Paulo

- Sistema de transmissão 460 kV das usinas de Jupia, (1400 MW), Ilha Solteira (3200 MW) e Água Vermelha (1380 MW) (1970 - 1973) [1] [2] [3] [9] [10] [11] [55]:
 - . Estudo técnico-econômico de planejamento;
 - . Estudo de estabilidade transitória e dinâmica;
 - . Estudo da compensação derivada indutiva e capacitiva;
 - . Estudos para otimização dos sistemas de regulação de tensão das usinas;
 - . Estudos de coordenação do isolamento das linhas e subestações [44];
 - . Estudos para otimização da operação do sistema em suas etapas de expansão;
 - . Estudo de rejeição de carga e das conseqüentes sobretensões dinâmicas;
 - . Estudo de curto-circuito para ajuste das proteções.
- Sistema de transmissão 460 kV da usina de Porto Primavera (1800 MW): estudo técnico-econômico de planejamento (1975).
- Estudos de abertura em oposição de fases e de TRV dos disjuntores 460 kV do sistema de transmissão de Porto Primavera (1980).
- Sistema de transmissão das usinas de Porto Primavera, Rosana (320 MW) e Taquaruçu (500 MW) (1981).

A análise incluiu a comparação técnica e econômica de alternativas de transmissão em 460 e 500 kV, envolvendo:

- . Estudo técnico-econômico de planejamento;
 - . Estudos de fluxos de potência, estabilidade transitória e dinâmica e sobretensões;
 - . Definição da compensação derivada indutiva e capacitiva;
 - . Estudos de confiabilidade.
- Subestação de Ribeirão Preto (1982):
 - . Estudos de coordenação do isolamento e definições elétricas para operação em 460 e 500 kV;
 - . Estudo de blindagem contra descargas atmosféricas;
 - . Estudos de corona, rádio-interferência, campo eletrostático e seus efeitos.

ESTUDOS ENVOLVENDO SISTEMAS DE TRANSMISSÃO EM 230 kV E 345 kV

ELETROSUL - Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A.

- Estudos de load-flow, estabilidade e sobretensões dinâmicas e transitórias nos primeiros anos de evolução do sistema 230 kV da ELETROSUL (1975 - 1976) e para a etapa final (1979) antes da entrada em operação do sistema de 500 kV, de maneira a estabelecer:
 - . Recomendações operativas em carga pesada e leve;
 - . Recomendações referentes à energização e sincronização das diferentes linhas;
 - . Recomendações referentes às proteções contra sobretensões e às características dos pára-raios;
 - . Recomendações referentes ao sistema de excitação das máquinas de Salto Osório (960 MW) e seus sinais adicionais (1973 - 1974).

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

- Estudo para a definição das características dos equipamentos da usina hidroelétrica de Pedra do Cavalo (duas unidades geradoras convencionais de 150 MW e duas unidades reversíveis de 150 MW) (1982).
- Estudo da interferência de linhas de transmissão de 230 kV da CHESF no acidoduto da Caraíbas Metais (1983) [119].
- Dimensionamento dos cabos pára-raios da subestação de 230 kV de Zebu (1984).
- Estudos para dimensionamento dos compensadores estáticos controláveis das subestações 230 kV de Teresina, Fortaleza e de São Luís (1984) [121], [122].
- Análise de tensões induzidas nas LT's 230 kV São Luís II - Miranda - Peritoró devido ao acoplamento com a LT 525 kV P. Dutra - São Luís (1984).
- Estudo de transferência de surtos nos transformadores 230/69/13,8 kV de 39 MVA e 100 MVA do sistema CHESF (1984).
- Estudo de tensões induzidas ressonantes no tronco 230 kV P.Afonso - Fortaleza com a entrada em operação da LT transformável (2 x 230 kV em 1 x 500 kV) e determinação dos requisitos das chaves de terra (1986).
- Estudos de sobretensões transitórias e dinâmicas no tronco 230 kV P.Afonso - Fortaleza com a entrada em operação da LT transformável (2 x 230 kV em 1 x 500 kV) (1986).
- Estudos de planejamento do tronco Sul no período 1989 a 2005, contemplando as UHE's de Itapebi (620 MW) e S.Divisa (540 MW) (1980).]

- Estudo de interferência da linha de transmissão 230 kV Teresina - Piripiri no pré-metrô de Teresina (1988) [165].
- Estudos de compensação reativa do sistema 230 kV do Sul da Bahia (Funil, Eunápolis e Patagônia): regime permanente, dinâmico e transitório (1989).

FURNAS Centrais Elétricas S.A.

- Estudos de energização e rejeição de carga e análise das sobretensões dinâmicas resultantes no sistema de transmissão 345 kV (1971).
- Estudo das sobretensões dinâmicas e de manobra no analisador de transitórios (TNA do CESI) para o sistema de transmissão 345 kV (1971) [5].
- Definição do sistema de proteção contra sobretensões dinâmicas do sistema de transmissão 345 kV (1971 - 1972).
- Estudo para otimização dos sistemas de regulação de tensão das usinas (1973).
- Estudo de planejamento do sistema 345 kV para o Rio de Janeiro e Espírito Santo (1974).
- Estudo da operação do sistema de transmissão 345 kV sem a presença dos reatores de Itutinga e/ou Adrianópolis nos anos de 1975, 1976 e 1977 (1975).
- Estudo da operação do sistema de transmissão 345 kV com tensão no barramento de alta das usinas do rio Grande variando entre 100 e 105% da tensão nominal (1975).
- Estudo da energização dos transformadores 345/138/13,8 kV de Jacarepaguá pelo lado da alta tensão (1975).

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais S.A.

- Ensaios de campo na linha de transmissão 345 kV Jaguará-Taquaril por ocasião de sua primeira energização (1970) [4].
- Estudos de energização e rejeição de carga e análise das sobretensões dinâmicas resultantes no sistema de transmissão 345 kV (1971).
- Estudos de RI e perdas corona para as linhas de transmissão 345 kV (1972) [7].
- Estudos das sobretensões dinâmicas e de manobra no analisador de transitórios (TNA do CESI) para o sistema de transmissão 345 kV (1972) [6].
- Definição do sistema de proteção contra sobretensões dinâmicas do sistema de transmissão 345 kV (1971 - 1972) [12].

FURNAS Centrais Elétricas S.A.; CELG - Companhia de Eletricidade de Goiás; **CEB** - Companhia de Eletricidade de Brasília

- Sistema de transmissão 345/230/138/69/34,5 kV (1973):
 - . Estudo de operação normal e em emergência;
 - . Estudo das sobretensões dinâmicas;
 - . Estudo de estabilidade transitória e dinâmica.

CESP - Companhia Energética de São Paulo

- Linha de transmissão em circuito duplo 345 kV Santo Ângelo - Taubaté (1975):
 - . Estudo das sobretensões de manobra (realizado no TNA da Universidade de São Paulo);
 - . Definição das características básicas e geometria da cabeça da torre; escolha dos cabos condutores e cabos-guarda.

REPÚBLICA POPULAR DE ANGOLA - Ministério de Energia e Petróleo

- Estudo da interligação dos sistemas Norte, Centro e Sul de Angola, incluindo análise de projeção de mercado, proposta de alternativas de expansão e suas análises técnico-econômicas (1986 - 1987).
- Estudo de viabilidade do aproveitamento hidroelétrico do Gove, incluindo análise da projeção de mercado, proposta de alternativas de transmissão e análise dos reflexos econômicos da injeção da energia da UHE do Gove no sistema interligado (1986 - 1987).

ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.

- Estudo da configuração das torres da linha de transmissão 230 kV circuito duplo da travessia dos rios Guamá e Acará (1977 - 1978) [48] [81].
- Estudo do sistema supridor a Belém.
- Estudos de planejamento do sistema 230 kV da região Oeste do Pará:
 - . Definição das características básicas das linhas de transmissão 69 kV de Altamira-Belo Monte-Juruá;
 - . Definição dos esquemas de manobra das SE's 230, 138 e 69 kV Altamira, Rurópolis, Santarém e Itaituba;

- . Estudos de TRV de disjuntores;
 - . Definição dos condutores econômicos e da geometria das torres das LT's 230 kV;
 - . Estabelecimento da forma de alimentação dos serviços auxiliares;
 - . Estudos de energização e religamento de linhas de transmissão e transformadores;
 - . Estudos de sobretensões e religamento monopolar;
 - . Especificação básica dos equipamentos principais (transformadores, reatores, disjuntores, TP's, TC's e pára-raios).
- Estudos de definição da proteção (1987 - 1988):
- . LT's 230 kV S. Luís II-Perizes-Miranda-Peritoró;
 - . LT's 230 kV Tucuruí-Altamira-Rurópolis, Rurópolis-Santarém e Rurópolis-Itaituba;
 - . LT 138 kV Santa Maria-Mãe do Rio.

ESTUDOS REFERENTES A SISTEMAS DE SUBTRANSMISSÃO

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais S.A.

- Estudo do desempenho operativo da proteção contra descargas atmosféricas da linha de transmissão 138 kV Santos Dumont - Juiz de Fora (1970).

CESP - Companhia Energética de São Paulo

- Estudos para padronização das estruturas de circuito duplo de 138 kV para utilização no sistema de transmissão da CESP (1979):
 - . Análise de dados meteorológicos;
 - . Determinação dos isolamentos a 60 Hz;
 - . Determinação dos isolamentos a sobretensões de manobra e impulsos atmosféricos;
 - . Determinação do desempenho a descargas atmosféricas, localização dos cabos-guarda e projeto de aterramento elétrico das estruturas;
 - . Determinação da seção condutora econômica;
 - . Determinação da faixa de passagem;
 - . Análise dos tipos de torres a utilizar;
 - . Cargas e hipóteses de carregamento;
 - . Projeto preliminar das estruturas.
- Estudos elétricos preliminares visando a definição de geometrias semicompactadas para as linhas de circuito duplo 138 kV (1979).

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

- Análise de chaveamento de disjuntores 69 kV e 230 kV em SE's 230/69 kV (1983):
 - . Avaliação das solicitações impostas aos disjuntores de 69 kV na ocorrência de defeitos no sistema, enfocando sobretensões entre contatos e tensão de restabelecimento transitória;
 - . Estudo das vantagens em eliminar defeitos no 69 kV, através do disjuntor de 230 kV do transformador, quando de solicitações severas no disjuntor de 69kV;
 - . Identificação das condições do sistema mais severas, quanto às solicitações aos disjuntores.

- Análise de TRV em disjuntores 69 kV e 138 kV (1983):
 - . Determinação das solicitações e restrições de chaveamento nos disjuntores 69 e 138 kV das SE's 230/69 kV e 230/138 kV nas suas configurações atuais e futuras entre os anos de 1989 e 1998;
 - . Sistematização de procedimento para verificação/especificação de disjuntores 69 kV e 138 kV.
- Coordenação de isolamento de SE's 138 kV e 69 kV (1983):
 - . Verificação dos níveis de isolamento usuais e análise da possibilidade de sua redução em função da utilização de pára-raios ZnO;
 - . Estabelecimento de distâncias mínimas;
 - . Verificação da blindagem contra descargas atmosféricas;
 - . Análise da substituição de pára-raios por centelhadores.
- Análise do desempenho operativo de compensadores estáticos em locais de baixa potência de curto-circuito (1983) [121] [122].
- Análise de distorções harmônicas na rede introduzidas por compensadores estáticos (1983).

CEAL - Companhia Energética de Alagoas

- Estudo de chaveamento dos disjuntores de 69 kV, considerando-se a presença de 2 bancos de capacitores de 5,1 MVAR na subestação de 69 kV de Penedo (1990).

COPENE - Companhia Petroquímica do Nordeste S.A.

- Estudos de estabilidade para análise de possíveis situações de rejeição de carga durante contingências no sistema elétrico supridor e no sistema da COPENE (1991).
- Simulações de condições operativas envolvendo a geração de energia elétrica pelas turbinas a vapor da COPENE, suprimindo cargas próprias (grandes motores síncronos e de indução) (1991).
- Projeto conceitual dos sistemas de supervisão, proteção contra rejeição de carga e de medição centralizados, definindo arquiteturas em hardware e software para atender aos requisitos funcionais e operacionais (1991).
- Estudos elétricos relacionados com o sistema digital de supervisão e de proteção contra rejeição de carga da COPENE: análise de estabilidade do sistema elétrico da COPENE

interligado às redes 230 e 500 kV da CHESF; definição da lógica dos esquemas de retaguarda e de rejeição de carga; definição das classes e montantes de carga a serem rejeitados; simulação dinâmica dos “ilhamentos” do sistema para verificar o desempenho dos esquemas (1992) [168].

ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.

- Estabelecimento de diretrizes para o planejamento de sistemas de subtransmissão para abastecimento de localidades na área de atuação da ELETRONORTE (1991).

REPÚBLICA POPULAR DE ANGOLA - Ministério de Energia e Petróleo

- Elaboração de proposta para introdução de melhoramentos técnicos e administrativos nos sistemas elétricos de subtransmissão e distribuição de Luanda, incluindo aspectos referentes ao planejamento, padronização, operação e manutenção das redes de 60/15 kV, atendimento aos consumidores, formulação de tarifas, controle de estoques etc (1986 - 1987).

ESTUDOS DE SISTEMAS REGIONAIS

Os sistemas de subtransmissão em determinadas regiões devem suprir cargas as vezes distantes dos pontos terminais de suprimento, podendo apresentar grandes dificuldades para se garantir o atendimento aos critérios técnicos usuais.

A THEMAG desenvolveu os seguintes estudos de planejamento e de definição de critérios para atender a sistemas com essas características:

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

- Estudos para a instalação de compensadoras estáticas na subestação 69 kV de Picos (1982):
 - . Dimensionamento do equipamento, através de estudos de sistema;
 - . Análise de impedância em função da frequência;
 - . Análise de distorções harmônicas;
 - . Análise de desempenho operativo em condições de baixa potência de curto-circuito.
- Sistema de subtransmissão da região Oeste do Rio Grande do Norte (1983):
 - . Estudo do suprimento a localidades de baixa carga situadas a longas distâncias dos centros geradores, em tensão de 69 kV, tais como Caraúbas, Almino Afonso, Marcelino Vieira e Pau dos Ferros;
 - . Aplicação de sistemas de suporte de tensão em ramais longos, atendendo a pequenas cargas;
 - . Análise dos riscos de colapso de tensão nestes tipos de ramais;
 - . Análise dos condicionantes para aplicação de compensadores de reativos estáticos controlados e compensadores série e shunt em redes de 69 kV.
- Planejamento do sistema de suprimento de energia elétrica ao Norte do Piauí e Nordeste do Maranhão - estudo integrado com ELETRONORTE/ CEPISA/CEMAR/ELETROBRÁS (1987).

Reavaliação integrada da evolução do plano de expansão dessa região especialmente no que concerne ao atendimento de projetos de irrigação pública do PROINE (Projeto de Irrigação do Nordeste).

O estudo consistiu das seguintes tarefas:

- . Análise técnico-econômica para seleção ótima de nível de tensão e condutor;
 - . Análise da compensação reativa do ramal;
 - . Elaboração de plano de obras decenal.
- Planejamento da expansão do sistema regional de Sobral 69 kV (1988).

O estudo teve por finalidade propor a política mais adequada em termos técnicos e econômicos para a expansão do sistema elétrico, considerando-se as previsões de carga dos projetos de irrigação de Araras do Norte e Baixo Acaraú integrantes do PROINE. O estudo consistiu das seguintes etapas:

- . Análise e definição da expansão do sistema de subtransmissão da região de Sobral no período 1988 - 2006, considerando o impacto das cargas de irrigação e cotejando outros níveis de tensão;
 - . Análise da necessidade de novos pontos terminais de suprimento da CHESF na área de influência da SE de Sobral;
 - . Determinação da compensação reativa;
 - . Análise da regulação de tensão.
- Estudo para definição da compensação reativa do sistema regional de Parnaíba (1988):
- . O estudo teve por finalidade definir a compensação reativa dos sistemas 230 kV, 69 kV e 13,8 kV que suprem a região de Parnaíba em regime normal e durante energizações, para o período de 1988 a 1997.
- Estudo do sistema Centro-Oeste da Bahia (1988)

O objeto desse estudo foi o planejamento do sistema de subtransmissão do Centro-Oeste da Bahia, de forma a integrar as usinas de Alto Fêmeas (10 MW) e Sacos (114 MW) ao sistema interligado da CHESF. Este estudo consistiu das seguintes etapas:

- . Reavaliar a compensação reativa do eixo 230 kV Sobradinho-Juazeiro-Irecê-B.J.Lapa, no que se refere à compensação reativa indutiva (reatores) e compensadores estáticos;
- . Analisar e definir a compensação reativa indutiva necessária no sistema de transmissão de Barreiras;
- . Investigar os aspectos relativos à operação interligada das UHE's Alto Fêmeas (10 MW)/Sacos (114 MW) com o sistema CHESF quanto a:

- .. Perda de sincronismo;
 - .. Sincronismo de Alto Fêmea/Correntina para perda da LT B.J.Lapa-Barreiras, inclusive considerando o comissionamento da UHE de Sacos em 1995;
 - .. Formação de ilhas na configuração com a UHE de Sacos (perda do circuito de 230 kV Irecê-B.J.Lapa);
 - .. Rejeição inversa sobre as UHE's da região Oeste da Bahia: verificar as solicitações, quanto a sobretensões, sobre os equipamentos existentes (transformadores, disjuntores, pára-raios), indicando possíveis superações;
 - .. Definir os requisitos quanto a sobretensões para os novos equipamentos (trecho B.J.Lapa-Barreiras), contemplando inclusive a operação inicial em 69 kV da LT B.J.Lapa-Barreiras, tomando por base os padrões da CHESF;
 - .. Verificar as tensões induzidas em circuitos paralelos (trecho Sobradinho-Irecê-B.J.Lapa) no caso de ressonância entre circuitos.
- Estudos do sistema supridor 69/13,8 kV de Itaparica (SE's Nova Petrolândia e Campinho) (1987 - 1988):
 - . Definição da compensação reativa (estudos de fluxos de potência/chaveamentos de bancos capacitores);
 - . Análise de partida de motores das estações de bombeamento da região (cálculos de queda de tensão e estimativa do tempo de partida);
 - . Análise de curto-circuito.
 - Planejamento do sistema elétrico do território de Fernando de Noronha (1983).

Determinação do plano de expansão a curto e médio prazo para o sistema gerador e distribuidor de energia elétrica, obedecendo-se às diretrizes:

- . Utilização dos equipamentos disponíveis na ilha;
 - . Eliminação da demanda reprimida;
 - . Respeito aos critérios de desempenho para sistemas elétricos.
- Compatibilização do planejamento da transmissão, subtransmissão e distribuição (1987):

O objetivo deste estudo foi o de determinar uma metodologia para o planejamento dos sistemas de transmissão, subtransmissão e distribuição, compatibilizando-se os critérios técnicos e econômicos no sentido de obter melhor custo-benefício dos investimentos.

- Estudo do planejamento da transmissão à área Sul do sistema CHESF (tronco Sul) (1991):
 - . Determinação da evolução do sistema de transmissão (500 e 230 kV) e da compensação reativa do sistema Sul da CHESF com horizonte de médio (2005) e longo (2015) prazos: análise de regime permanente e dinâmico.

CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz

Foram efetuados os seguintes estudos visando à avaliação da metodologia de planejamento e projeto do sistema elétrico da CPFL:

- Estudo do controle de tensão e da compensação de potência reativa no sistema da CPFL (1976) [43].
- Filosofia de expansão e de operação dos sistemas de transmissão e subtransmissão da CPFL (1986 - 1987).

Este estudo visou a analisar a expansão dos sistemas de transmissão e subtransmissão da CPFL, indicando:

- . Adequação dos níveis 69 kV e 138 kV e análise de necessidade de nível de tensão superior;
- . Necessidade de novos terminais de suprimento das companhias supridoras;
- . Operação da rede 138 kV em anel ou radializada;
- . Diretrizes para a expansão dos sistemas de 69 e 138 kV.
- Dimensionamento da capacidade das subestações e carregamento de transformadores (1986) [138]:
 - . Definição dos níveis de sobrecargas admissíveis em transformadores;
 - . Estabelecimento de políticas mais adequadas para atendimento de diversos tipos de SE's (número de unidades e potência nominal de cada unidade transformadora);
 - . Análise dos esquemas de manobra mais adequados às SE's de distribuição.
- Avaliação de alimentadores em 15 kV (1986 - 1987) [139]:
 - . Definição de bitolas ótimas (análise técnica e econômica) para alimentadores da classe 15 kV (13,8 kV e 11,9 kV);
 - . Indicação do número de alimentadores e tipo de alimentador mais adequado a diversos tipos de SE's;
 - . Análise de tipos de saídas de SE's (subterrânea, pré-reunido-aéreo).

- Atendimento a cargas radiais: aplicação do nível de tensão 34,5 kV (1987):
 - . Análise dos campos de aplicação do nível 34,5 kV no atendimento de cargas radiais, comparando com outros níveis de tensão (13,8, 69, 138 kV).
- Estudo de controle de tensão e compensação de reativos nos sistemas de distribuição e subtransmissão (1988) [160].

Este estudo visou, fundamentalmente, a fornecer critérios e diretrizes para alocação de compensação reativa e equipamentos de suporte de tensão nos sistemas de transmissão, subtransmissão e distribuição da CPFL, envolvendo análise de:

- . Uso de regulador de tensão;
- . Necessidade de compensação reativa no sistema de transmissão e subtransmissão;
- . Necessidade de compensação reativa nos alimentadores de 15 kV;
- . Harmonização dos equipamentos de compensação reativa dos sistemas de distribuição e subtransmissão;
- . Alocação de compensação reativa para diminuição das perdas em alimentadores de 15 kV.

CELPA - Centrais Elétricas do Pará

- Estudo de alimentação de localidades na margem esquerda do rio Amazonas (1984 - 1985).
 - . Estudo de viabilidade técnica e econômica de alimentação das localidades de Oriximiná, Óbidos, Monte Alegre e Alenquer a partir de aproveitamentos hidroelétricos do rio Maicuru (35 MW).
 - . Análise de diversas alternativas visando ao dimensionamento preliminar do sistema de transmissão (cerca de 380 km de linhas de transmissão) e definição preliminar da compensação reativa (reatores/capacitores) necessária.
- Estudo da região Sudeste do Pará (1984 - 1985).

Estudos de viabilidade técnica e econômica e estudos de planejamento visando à definição do sistema supridor da região Sudeste do Pará (450 km), compreendendo:

- . Estudos de fluxo de potência visando à definição das linhas e equipamentos e da compensação reativa necessária;
- . Cálculos de curto-circuito;
- . Análise de características especiais de equipamentos (disjuntores/ transformadores).

- Estudo de viabilidade de suprimento da ilha de Marajó através de avaliação de custo/benefício de implantação de um sistema de transmissão, incluindo travessia e cabos fluviais (1986).

CESP - Companhia Energética de São Paulo

- Estudo de planejamento do sistema do litoral Norte de São Paulo (1973).
- Estudo para o dimensionamento, localização e definição da data de instalação dos equipamentos de compensação reativa do sistema do litoral Norte de São Paulo (1973).
- Estudo da variação de tensão e dos meios de correção a adotar em caso de partida de motores de indução de grande potência, em redes de média e baixa tensão (1973 - 1974).

FUNDUSP - Fundo de Construção da Cidade Universitária da Universidade de São Paulo

- Planejamento da rede de distribuição primária subterrânea 13,8 kV (1973 - 1974) [13]:
 - . Estudo técnico-econômico das alternativas de traçado e número de alimentadores;
 - . Dimensionamento da rede;
 - . Definição da filosofia de proteção;
 - . Estudo de operação da rede em primeira contingência.

SPRECHER-SHUCH do Brasil S.A.

- Níveis de curto-circuito na rede 22 kV da linha Leste-Oeste do metrô de São Paulo (1978):
 - . Cálculo dos níveis de curto-circuito na rede 22 kV do metrô, considerando as tensões de suprimento 88 kV e 138 kV, em condição normal e sob contingências.

ESTUDOS DE ÁREAS METROPOLITANAS

A THEMAG desenvolveu os seguintes estudos de sistemas de transmissão, subtransmissão e distribuição em regiões metropolitanas, objetivando harmonizar a expansão desses sistemas, bem como determinar os requisitos de compensação reativa para as diferentes concessionárias envolvidas:

CEB - Companhia de Eletricidade de Brasília

- Estudo da compensação reativa (1974):
 - . A partir da rede instalada (1974) e das configurações previstas para o período 1975-1985, foram levantadas as necessidades de reativos do sistema, tanto do ponto de vista de correção de tensão, como da exigência de fator de potência nas interconexões. Mediante fluxos de potências em condição normal e em contingência, foram alocados bancos modulados de capacitores em pontos ótimos.

A seguir foi realizado o projeto básico, definindo-se inclusive a filosofia de operação.

- Atualização do plano básico de expansão da rede 138 kV e 34,5 kV da CEB (1976):
 - . Estudos da carga, mediante a análise de registros de SE's, permitindo o levantamento das principais características;
 - . Proposição e análise técnico-econômica de alternativas de expansão;
 - . Seleção e otimização da alternativa escolhida e elaboração do plano de obras e de desembolso.
- Estudo de curto-circuito e análise de esquemas operativos (1976 - 1977):
 - . Determinação dos níveis de curto-circuito presentes no sistema com a finalidade de definir esquemas operativos da rede e medidas para limitação das solicitações eletromecânicas nos equipamentos.
- Diagramas unifilares de subestações (1977):
 - . Proposição e avaliação de diagramas unifilares para SE's 138/34,5/13,8 kV, considerando fatores de custo, flexibilidade e confiabilidade.
- Bancos de dados de equipamentos (1977):
 - . Levantamento das características dos principais componentes do sistema CEB em 34,5 kV e 138 kV acondicionados em fichário atualizável.
- Expansão do sistema CEB a curto e médio prazo (1978):
 - . Ajuste do plano de obras elaborado no estudo anterior frente a novos parâmetros.

- Repercussões do plano estrutural de organização territorial do Distrito Federal no sistema CEB (1979):
 - . Desenvolvimento de modelo para previsão de mercado de energia e demanda para novos grupos habitacionais, possibilitando a determinação da influência das novas áreas no sistema de suprimento.

CELPE - Companhia Energética de Pernambuco

- Planejamento das SE's 69/13,8 kV da rede primária de 13,8 kV de Recife (1977 - 1978) [54]:
 - . Organização de arquivos de carga, transformadores, redes etc., que permitiram o estabelecimento das cargas primárias, em nível de quadrículas de 400 x 400 m;
 - . Diagnóstico dos estrangulamentos das redes 13,8 kV e SE's 69/13,8 kV e proposição de alternativas de expansão;
 - . Elaboração do plano de obras físico-financeiro das SE's e RD's 13,8 kV para o período 1978-1983, além de estimativas para 1983-1986.
- Plano de Informatização da Distribuição: abrangência, diagnóstico e metas (1993).

A THEMAG, em conjunto com a TESPO, deu assessoria à CELPE no processo de conceituação e implementação do Plano de Informatização da Distribuição nas seguintes atividades:

- . Conceituação geral do Plano em termos de seu conteúdo e etapas, como referência para seu desenvolvimento;
 - . Caracterização da abrangência do plano em termos das áreas funcionais da empresa;
 - . Levantamento do histórico e da situação atual das ações e atividades da CELPE referentes à informatização da área de distribuição;
 - . Diagnóstico do estágio atual, situando-o no desenvolvimento do plano;
 - . Caracterização de metas futuras a serem atingidas e identificação de atividades e/ou ações imediatas direcionadas a tais metas.
- Plano de Informatização da Distribuição (1994)
 - . Elaboração do modelo conceitual de dados e do modelo de função de distribuição;
 - . Assessoria para especificação de programas em computador direcionados à análise de redes de distribuição.

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco e **CELPE** - Companhia Energética de Pernambuco

- Planejamento do sistema de suprimento de energia elétrica ao Grande Recife para o período 1977 - 1986 (1976 - 1977) [37]:

Este estudo objetivou a locação de terminais de transmissão para o suprimento do Grande Recife. Isto exigiu um planejamento de toda a rede de transmissão 230 kV e de subtransmissão 69 kV da região, produzindo o plano de obras para o período 1977 - 1986 para todo o sistema de abastecimento da região. Foram realizadas incursões tanto no sistema supridor 230 kV, como no distribuidor 13,8 kV, na justa medida das necessidades do trabalho, valendo-se das características de um estudo integrado por duas companhias (CHESF e CELPE).

O trabalho constou basicamente das etapas:

- . Elaboração de arquivo de dados do sistema 230/69/13,8 kV;
 - . Análise preliminar de alternativas de expansão (69 kV - 230 kV);
 - . Otimização da alternativa escolhida e alocação da compensação reativa;
 - . Elaboração do plano de obras físico-financeiro.
- Planejamento do sistema de suprimento de energia elétrica à área metropolitana de Recife para o período de 1988 a 2006 (1986):

Este estudo teve os seguintes objetivos principais:

- . Definir a necessidade de implantação de novos terminais 230 kV, assim como a sua zona de influência/localização geográfica e capacidade de transformação necessária;
- . Definir uma evolução para os sistemas de transmissão (rede de 500 kV e 230 kV) e subtransmissão (rede 69 kV), considerando inclusive os aspectos relativos ao impacto ambiental (faixas/rotas, LT's compactas, LT's subterrâneas etc);
- . Reavaliar/definir a evolução da compensação reativa capacitiva necessária no sistema de subtransmissão e nos terminais 230/69 kV;
- . Analisar a viabilidade técnico-econômica de se implantar um nível de tensão superior ao 69 kV no sistema de subtransmissão.

CHESF - Companhia Energética do São Francisco e **COELBA** - Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia

- Estudo do sistema de subtransmissão da cidade de Salvador para o período 1984 - 1994 (1983):
 - . Análise do comportamento do sistema na ocorrência de contingências simples e duplas de linhas de transmissão e subtransmissão e transformadores;
 - . Estudo da confiabilidade do sistema sob o ponto de vista da taxa de energia não suprida;
 - . Revisão do plano de obras visando à possibilidade de postergação do comissionamento de SE's ou LT's sem perda da confiabilidade do sistema;
 - . Proposição de metodologia de análise do suprimento de grandes centros urbanos;
 - . Análise de alternativas de arranjo de barramentos nas subestações de 69 kV da CHESF.
- Estudo do suprimento de energia elétrica à região metropolitana de Salvador para o período 1988 a 2005 (1986) [120].

Este estudo teve por objetivo reavaliar integralmente o plano de expansão dos sistemas elétricos de transmissão e subtransmissão que suprem a região metropolitana de Salvador (RMS), no período de 1988 a 2005, abrangendo especificamente os seguintes tópicos:

- . Reavaliar, face ao mercado de carga mais recente, a dada de comissionamento da SE Narandiba 230/69 kV;
- . Definir datas e área de influência/localização geográfica dos novos pontos terminais 230 kV de suprimento a RMS até o ano horizonte 2005;
- . Estabelecer uma evolução dos sistemas elétricos de transmissão e subtransmissão para o período 1988 a 2005;
- . Definir a evolução da compensação reativa capacitiva do sistema de transmissão e subtransmissão nos dez primeiros anos (1989 a 1998);
- . Analisar as restrições para a operação do anel 69 kV da CHESF Cotegipe/Pituaçu/Matatu, incluindo aspectos relacionados com a possível transferência de trechos deste anel para a COELBA, preservando a sua utilização, pela CHESF, durante contingências;
- . Análise do impacto do seccionamento de barramentos 69 kV das SE's da CHESF na redução dos cortes de carga devido a perda desses barramentos.

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco e **COELCE** - Companhia Energética do Ceará

- Suprimento de energia elétrica à cidade de Fortaleza no período 1984 - 1993 (1983):
 - . Análise do comportamento do sistema na ocorrência de contingências simples e duplas de LT's e equipamentos e também de barramentos;
 - . Análise da necessidade de novos pontos terminais e definição das datas de comissionamento;
 - . Determinação da compensação reativa para atendimento dos critérios operativos;
 - . Estabelecimento do plano de expansão da transmissão, subtransmissão e transformação para o período em análise.
- Planejamento do sistema de suprimento de energia elétrica de Fortaleza no período 1988-2005 (1987).

Este estudo teve por finalidade reavaliar o plano de expansão do sistema de suprimento à região metropolitana de Fortaleza (RMF), tendo em conta as alterações sofridas pelo mercado, no período de 1988 a 2005, com os seguintes objetivos:

- . Reavaliar a necessidade e data de comissionamento do terminal de Pici 230/69 kV;
- . Definir a data de implantação e a localização de um novo ponto de suprimento 230 kV (quarto terminal 230/69 kV), verificando inclusive a possibilidade de o mesmo ser localizado na SE Fortaleza II (futuro terminal 500/230 kV);
- . Definir a evolução dos sistemas de transmissão e subtransmissão no período 1988/2005 (linhas 230 kV e 69 kV e transformação 230/69 kV e 69/13,8 kV);
- . Definir a compensação reativa capacitiva para os níveis de tensão 69 kV e 13,8 kV, no período de 1988 a 1997.

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco; **CELB** - Companhia de Eletricidade de Borborema e **SAELPA** - Sociedade Anônima de Eletrificação da Paraíba

- Planejamento da expansão do sistema de subtransmissão da cidade de Borborema (1986 - 1987):
 - . Determinação da distribuição espacial da carga e análise do plano diretor da cidade de forma a verificar seu impacto no crescimento da demanda de energia elétrica;
 - . Estudo da carga mediante a análise dos registros de SE's para levantamento de suas características;
 - . Definição e análise técnico-econômica de alternativas de expansão;

- . Definição da compensação reativa necessária à manutenção da qualidade do suprimento de energia elétrica;
- . Otimização da alternativa escolhida e elaboração do plano de expansão.

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco e **COSERN** - Companhia de Eletricidade do Rio Grande do Norte

- Estudo de planejamento do suprimento de energia elétrica à região da Grande Natal (1986):

Este estudo teve por finalidade determinar a evolução do sistema de transmissão e subtransmissão, incluindo a expansão da capacidade de transformação e da compensação reativa no período 1987 a 2005 e consistiu das seguintes etapas:

- . Planejamento da expansão do sistema elétrico, através da análise do comportamento do sistema na ocorrência de contingências simples e duplas de linhas de transmissão e/ou subtransmissão e transformadores para alternativas de evolução radial e em anel da subtransmissão;
- . Determinação do comportamento do sistema durante defeitos para subsidiar a análise/definição da proteção necessária para a operação em anel do sistema de subtransmissão;
- . Levantamento do investimento necessário para instalação do esquema de proteção;
- . Análise econômica das diferentes alternativas;
- . Estabelecimento da compensação reativa para assegurar a qualidade do suprimento de energia elétrica;
- . Elaboração do plano de expansão a partir da otimização da alternativa escolhida.

ESCELSA - Espírito Santo Centrais Elétricas S.A.

- Estudo do suprimento à Grande Vitória (1976 - 1977):
 - . Planejamento do sistema 138 kV/34,5 kV que supre a Grande Vitória, de modo a harmonizar as disponibilidades e exigências das redes supridoras (138 kV/345 kV) com aquela que atende à região (138 kV/34,5 kV).
 - . Além das etapas de coleta de dados e proposição de alternativas, análise da rede em operação normal e contingência, o estudo produziu o plano de expansão físico-financeiro para o período 1978/1985.

ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.

- Suprimento a Porto Velho (1983 - 1984):
 - . Análise do suprimento a Porto Velho através da rede constituída pelas usinas Porto Velho I, Porto Velho II, Madeira Mamoré e suas interligações em circuitos 13,8 kV, com a determinação dos níveis máximos de curto-circuito e análise operativa da rede elétrica.
- Revisão do plano de expansão da rede de distribuição de Manaus (1984 - 1985):
 - . Elaboração de arquivos de carga e de transformadores através dos quais estabeleceram-se cargas primárias em nível de quadriculas (400 m x 400 m);
 - . Elaboração de arquivo das características e topologia da rede em 13,8 kV, o qual permitiu diagnosticar, através de análises convenientes, sobrecargas das redes e SE's 69/13,8 kV. Proposição de novas alternativas de expansão da rede.
- Estudos para estabelecimento de faixas de passagem de linhas de transmissão em centros urbanos (1991).

COELCE - Companhia Energética do Ceará

- Estudo de planejamento de curto e médio prazos do suprimento de energia à área metropolitana de Fortaleza (1989):
 - . Levantamento e análise da projeção, densidade e distribuição geográfica da carga da região metropolitana de Fortaleza (RMF) atendida por terminais 230 kV e por 12 SE's 69/13,8 kV;
 - . Dimensionamento da capacidade e modulação dos transformadores 69/13,8 kV das SE's da RMF e expansão da rede de 69 kV associada;
 - . Análise e planejamento técnico-econômico da rede de distribuição primária que atende à RMF para curto e médio prazos;
 - . Desenvolvimento de sistema computacional de acompanhamento/ gerenciamento da evolução da rede de distribuição primária.

FURNAS Centrais Elétricas S.A., **CESP** - Companhia Energética de São Paulo e **LIGHT** Serviços de Eletricidade S.A.

- Sistema conjunto 460/345/230/138/88 kV FURNAS-CESP-LIGHT para o suprimento à Grande São Paulo (1973 - 1974):

- . Estudo para melhoria da confiabilidade do abastecimento da Grande São Paulo nos anos de 1974, 1975, 1976 e 1977, incluindo análise de fluxos de carga, estabilidade, rejeição de carga, load shedding etc.

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco e **CEAL** - Companhia Energética de Alagoas

- Estudo do suprimento de energia elétrica à região metropolitana de Maceió (1991):
 - . Determinação do sistema de transmissão (230 kV) e de subtransmissão (69 kV) e da compensação reativa da região metropolitana de Maceió no período 1992-2010.

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

- Análise de interferências de linhas e subestações nos sistemas de distribuição de gás de Fortaleza (1990) [162] [164].

ESTUDOS ENERGÉTICOS

CEAL - Companhia Energética de Alagoas

- Suprimento energético ao estado de Alagoas (1990):
 - . Programa para o período 1990 - 1994, constando de: apresentação e análise dos dados gerais sobre o estado de Alagoas, com ênfase nos aspectos sócio-econômicos e nos aspectos empresariais e de infra-estrutura do setor energético; apresentação e análise da situação atual e as perspectivas de curto prazo referentes aos aspectos energéticos do estado de Alagoas e sua relação com a região Nordeste, incluindo considerações sobre o balanço energético do estado de Alagoas, as disponibilidades energéticas e os aspectos críticos de caráter geral, institucional e operacional dos setores de energia elétrica, gás natural e da iniciativa privada; estabelecimento de metas a serem atingidas e estratégias a serem adotadas no setor elétrico, de forma a proporcionar o desenvolvimento do estado de Alagoas, nos seus aspectos gerais, institucionais, empresariais, sócio-econômicos, políticos e técnicos, abrangendo inclusive a participação da iniciativa privada e a necessária compatibilização com os demais órgãos em nível do governo federal; estabelecimento dos programas prioritários para o setor energético do estado de Alagoas, com cronogramas, orçamentos e concepções básicas, abrangendo as áreas de energia elétrica (geração hidrelétrica e termelétrica, sistemas de transmissão, distribuição e eletrificação rural) e gás natural (unidades de processamento de gás natural, instalações de regulação e medição para projetos de distribuição de gás, transporte e distribuição de gás no estado e, em particular, na cidade de Maceió e no setor sucro-alcooleiro, plantas de compressão de gás natural para o setor automotivo e projeto de cogeração a ciclo combinado com pós-combustão);
 - . Estudo preliminar da usina termelétrica a gás de Maceió, de 114 MW, constando de: pré-dimensionamento da usina, incluindo aspectos tecnológicos e faseamento; estudo de pré-viabilidade, incluindo alocação na curva de carga e determinação dos parâmetros básicos para viabilização do empreendimento; análise paramétrica detalhada do empreendimento quanto aos aspectos econômicos envolvidos, voltando-se as atenções para confirmação da rapidez de implantação, economicidade, flexibilidade operativa e baixo risco econômico-financeiro; especificação técnica básica da usina e seus componentes e estudos do lay-out básico.

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

- Importação de hidroeletricidade da Amazônia pela região Nordeste do Brasil: planejamento integrado da expansão dos sistemas de geração e transmissão das regiões Norte e Nordeste, abrangendo os seguintes tópicos (1989):
 - . Em conjunto com os Departamentos de Estudos do Sistema de Transmissão, de Geração e Mercado da CHESF, caracterização da diretriz de importação de hidroeletricidade da Amazônia através de seus atributos estratégicos, eletroenergéticos, econômicos e de inserção regional, incluindo impacto ambiental;

- . Formulação de estratégias alternativas de geração e sua análise quanto aos diversos atributos acima, incluindo simulações hidroenergéticas da operação do sistema gerador interligado;
- . Formulação e análise de alternativas de transmissão quanto aos citados atributos, a partir das tecnologias de transmissão estudadas no passado pela THEMAG em estudos efetuados para a CHESF e ELETROBRÁS;
- . Consideração de critérios de dimensionamento integrado dos sistemas de geração e transmissão, com base na frequência e probabilidade de ocorrência dos fluxos de energia e potência nos troncos transmissores, obtidos das simulações de operação das diferentes alternativas do sistema hidrogerador;
- . Avaliação dos custos de geração e transmissão;
- . Hierarquização das alternativas a partir de sistematização e comparação dos diversos atributos citados, de modo a subsidiar o processo decisório da CHESF;
- . Análise do impacto da instalação de usinas térmicas na região Nordeste com o objetivo de complementação da energia secundária sazonal disponível nas usinas hidrelétricas da Amazônia;
- . Avaliação do impacto de cenários de mercado de energia das regiões Norte e Nordeste, bem como de cenários de usos múltiplos de reservatórios (irrigação, em particular) sobre as conclusões.

ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil

- Estudos de inventário hidroenergético do médio Tocantins (1983 - 1985).

Trata-se de uma cascata com cerca de 20 aproveitamentos hidroelétricos, sendo 1 existente, 4 de outra concessionária, 2 com parâmetros já definidos, sendo os demais passíveis de otimização. A potência total é de aproximadamente 23000 MW. As quedas variam de 20m a 120m e os volumes úteis entre 1,0 km³ e 50,0 km³.

Quanto ao aspecto energético, foram analisadas 18 alternativas básicas de divisão de quedas e interconexão com dois polos de consumo. Para a alternativa selecionada, foram analisadas diversas possibilidades de uso múltiplo, considerando: geração hidroelétrica, navegação, irrigação, controle de cheias, lazer, "low flow augmentation", abastecimento e reversão de águas para outra bacia.

Foram utilizadas séries de 53 anos de vazões médias mensais em cerca de 40 pontos de controle na bacia (700.000 km³).

CELPA - Companhia Energética do Pará

- Aproveitamento hidroelétrico de Aparai (1985 - 1986).

No Rio Maicuru, margem esquerda do Amazonas, foi estudada a UHE Aparai, de 40 MW sendo a usina otimizada para um atendimento considerando racionamentos com previsão hidrológica com risco de 5%.

Foram estudadas também, através do simulador CASTOR, as condições de qualidade das águas na fase de enchimento do reservatório e nos primeiros anos de operação.

KHIDI (China)

- Projeto hidroelétrico de Tsan Sheng Qiao (1985).

Sendo parte do complexo hidroelétrico dos rios Nanpan e Hungshui, o aproveitamento TSQ-2 é o regularizador de águas, tendo imediatamente a jusante a usina TSQ-1, a fio de água, cuja capacidade de regularização é horária. A capacidade instalada dos aproveitamentos TSQ-1 e TSQ-2 é de 1200 MW cada.

O conjunto foi otimizado, levando-se em consideração, além das condições operativas específicas, o futuro aproveitamento da cascata a jusante.

CESP - Companhia Energética de São Paulo

- Estudos de motorização das UHE's da cascata do rio Paraná (1986 - 1987).

Foi analisada a evolução do desempenho do sistema interligado brasileiro, envolvendo as regiões Norte, Sul e Sudeste (incluindo a interconexão do Sudeste brasileiro com a Amazônia), considerando, de forma discretizada, mais de 60 aproveitamentos em diversas bacias hidrográficas (Xingu, Tocantins, Paraná e Uruguai), permitindo otimizar critérios operativos e dimensionamentos.

Foram efetuados estudos considerando tanto usinas hidrelétricas convencionais, quanto reversíveis e realizadas avaliações plurianual, mensal, semanal e horária, tendo em vista cobrir tanto aspectos de energia, quanto de potência. Foi considerada, no conjunto, a operação de outras fontes de energia (usinas termoelétricas).

- Estudos energéticos para análise dos benefícios resultantes do aumento do número de unidades geradoras em Jupia.
- Estudos visando a análise dos condicionantes operativos do complexo que inclui o canal de Pereira Barreto e as centrais hidrelétricas de Jupia e Ilha Solteira.

ATLANTIC POWER Co. (USA)**- UHE Mahoning Creek:**

Trata-se de um estudo de uma PCH, cujas condições de operação especiais exigiram a utilização do simulador CASTOR para seu dimensionamento. Foram realizadas simulações diárias sobre 50 anos, sendo as regras operativas função de: estação do ano (temperatura e período de pesca), afluência, níveis de águas a montante e a jusante, dia da semana (útil, sábado, domingo e feriado) e qualidade da água a jusante.

SADCC (Angola)**- Estudos hidroenergéticos dos rios Cuanza e Cunene (1986 - 1987)**

Nestes estudos o simulador CASTOR foi utilizado previamente no dimensionamento ótimo da motorização da UHE de Gove, localizada a montante da UHE de Matala, no rio Cunene, considerando-se o uso da água para abastecimento e irrigação ao longo do rio.

Em seguida foi considerada adicionalmente a utilização conjunta do complexo das UHE's de Capanda e Cambembe, no rio Cuanza, objetivando a otimização do dimensionamento das linhas de transmissão do sistema angolano.

ALCOA - BILLINTON

- Estudos energéticos do sistema Norte-Nordeste do Brasil tendo em vista a análise de garantia de suprimento ao complexo industrial de alumínio - ALUMAR (1987).
- Análise da antecipação da UHE de Serra Quebrada como alternativa de suprimento energético regional (1988).

ESTUDOS ESPECIAIS

PETROBRÁS - Petróleo Brasileiro S.A.

- Estudo do sistema elétrico das plataformas PPE-1, PCE-1 e PEO-1 de Enchova: análise de oscilações harmônicas e ressonâncias; análise de transitórios eletromagnéticos (energização e abertura de cabos submarinos; aplicação e eliminação de faltas em terciários de transformadores; TRV de disjuntores) (1992).

Stewart and Stevenson Services, Inc

- Estudos do sistema elétrico das plataformas de Enchova e central de Enchova (1992).

O objetivo dos estudos foi subsidiar o projeto básico do sistema elétrico das plataformas, que consiste de 2 geradores de 20 MVA, que suprem a carga de 3 plataformas interligadas.

- . Cálculo dos parâmetros elétricos dos cabos;
- . Estudo de fluxos de potência em condição normal e em contingências no sistema interligado;
- . Análise de estabilidade do sistema diante de perturbações eletromecânicas;
- . Cálculo dos níveis de curto-circuito para subsídio dos estudos de proteção;
- . Estudo de transitórios de partida de motores;
- . Análise de transitórios eletromagnéticos envolvendo aplicação e eliminação de defeitos, rejeição de cargas, abertura de disjuntores, energização e retirada de cargas;
- . Avaliação do nível de harmônicos e de interferência causados pelos geradores.

CESP - Companhia Energética de São Paulo

- Estimativa do valor das usinas hidroelétricas no rio Pardo para cessão de concessão (1993).

A transferência da concessão das usinas hidroelétricas de Armando Salles de Oliveira (32,2 MW), Euclides da Cunha (108,8 MW) e Caconde (80,4 MW) foi analisada como uma alternativa de capitalização da CESP, incluindo as seguintes atividades:

- . Coleta e análise de dados;
- . Análise das condições das instalações;

- . Levantamento dos custos de operação e manutenção;
- . Definição da metodologia para avaliação econômico-financeira como base para proposição de preço mínimo;
- . Avaliação dos custos de reposição das obras e do seu valor atual depreciado;
- . Avaliação do preço mínimo de referência.

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

- Avaliação patrimonial das empresas LIGHT Serviços de Eletricidade S.A. e ESCELSA - Espírito Santo Centrais Elétricas S.A., no âmbito do Plano Nacional de Desestatização, incluindo suas usinas hidroelétricas, linhas, subestações e equipamentos dos sistemas de transmissão, subtransmissão e distribuição de energia elétrica (1993-1994).
- Avaliação econômico-financeira das empresas LIGHT Serviços de Eletricidade S.A.; ESCELSA - Espírito Santo Centrais Elétricas S.A. e ELETROPAULO - Energia Elétrica de São Paulo S.A., no âmbito do Plano Nacional de Desestatização, compreendendo projeções de mercado de energia elétrica, das importações de FURNAS e ITAIPU, das tarifas de suprimento e de fornecimento e dos investimentos em geração, transmissão e distribuição. Cálculos das despesas e receitas com comercialização de energia elétrica, custos de operação, manutenção etc (1993-1996).

Grupo FIAT: FIAT AUTO, FIAT ALLIS, TUTELA E FMB

- Estudo de viabilidade do empreendimento da usina hidroelétrica de Pilar (1993-1996).

O estudo consistiu da análise econômico-financeira do empreendimento da usina de Pilar (170 MW), voltado para o suprimento das cargas do Grupo.

- . Levantamento do consumo histórico do Grupo e das expectativas de consumo a curto e médio prazos;
- . Identificação das vantagens da autoprodução de energia em função do custo da fonte geradora;
- . Análise das expectativas de taxas de retorno do investimento, considerando vários cenários tarifários, de custos do empreendimento e indicadores financeiros;
- . Análise em nível de pré-viabilidade de algumas alternativas para a usina de Pilar, de modo a possibilitar análises econômicas em bases mais próximas dos custos definitivos;
- . Atualização das projeções de consumo de energia elétrica e de custos do Grupo FIAT no período 1994 - 2029.

GEA - Grupo de Empresas Associadas

- Avaliação preliminar do custo do transporte (“Wheeling”) através do sistema interligado Sul/Sudeste/Centro Oeste, da energia gerada na usina hidroelétrica de Itá, localizada no rio Uruguai, para suprimento de cargas industriais de grande porte do Grupo situadas nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo (1994).

VALESUL ALUMÍNIO S.A

- Avaliação preliminar do custo do transporte (“Wheeling”) através do sistema interligado sudeste da energia gerada pelas usinas hidroelétricas de Mello (10 MW), Monte Serrat (25 MW), Bonfante (19 MW) e Santa Fé (67 MW), a serem construídas pela VALESUL em Minas Gerais/MG, para suprimento de sua planta de alumínio localizada em Santa Cruz, RJ (1995-1996).

CONSÓRCIO GEA

- Tendo em vista a participação na licitação da ELETROSUL para a conclusão da construção da UHE Machadinho, o Consórcio GEA – Grupo de Empresas Associadas, constituído por Camargo Correa, Valesul, Alcoa, CBA, Votorantim, Departamento Municipal de Eletricidade de Poços de Caldas, Portland, CELESC, CEEE e Gerdau, contratou a THEMAG para realizar uma avaliação do custo (pedágio) da utilização do sistema interligado para transmissão da parcela de geração do Grupo nessa hidroelétrica (693 MW nos horários fora de ponta) para consumo remoto em plantas industriais específicas situadas nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Foram avaliados os valores de pedágio, em condições normais de operação da rede, tendo sido utilizado como referência o documento CAS/GMTV/01/94 – “Metodologia para Valoração dos Custos de Transações de Transmissão” elaborado pelo CAS – Comitê de Administração do SINTREL (Sistema Nacional de Transmissão de Energia Elétrica). Foram também avaliadas, em condições de emergência, as necessidades de reforços na rede interligada Sul/Sudeste.

ARTIGOS E OUTRAS PUBLICAÇÕES RELATIVAS AOS ESTUDOS REALIZADOS

ARTIGOS E OUTRAS PUBLICAÇÕES RELATIVAS AOS ESTUDOS REALIZADOS

1. “Aplicação de Computadores em Projetos de Sistemas de Potência”. Mundo Elétrico, 1970, Jardini J.A.
2. “Introdução de Compensação Reativa nos Estudos de Fluxo de Potência”, Mundo Elétrico, 1970, Jardini J.A.
3. “Cálculo das Constantes Quilométricas de Linhas de Transmissão com Computador Digital”; Dissertação de Mestrado apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1970, Jardini J.A.
4. “Teste de Campo no Comissionamento da Linha 345 kV Jaguara-Taquaril da CEMIG”, II SNPTEE, Belo Horizonte-MG, Brasil, 1973, Vian A., Sato W.
5. “Sobretensões Dinâmicas e de Manobra no Sistema 345 kV de Furnas”, II SNPTEE, B.Horizonte-MG, Brasil, 1973, Vian A.
6. “Sobretensões Dinâmicas e de Manobra no Sistema CEMIG 345 kV”, II SNPTEE, Belo Horizonte-MG, Brasil, 1973, Sato W., Bugni Filho D. et allii.
7. “Rádio Interferência nas Linhas 345 kV da CEMIG”, II SNPTEE, Belo Horizonte-MG, Brasil, 1973, Vian A., Sato W.
8. “Esquema de Rejeição de Carga”, II SNPTEE, Belo Horizonte-MG, Brasil, 1973, Tannuri J.G. et allii.
9. “Alguns Fenômenos Transitórios em Sistemas Elétricos de Potência”; Dissertação de Doutorado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1973, Jardini J.A.
10. “Transfer Function of A.C. Machines”; IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems PAS-92: 177-186, Jan/Fev, 1973, Bressane J.M. et allii.
11. “Estudos realizados em Sistemas Elétricos de Potência - Parte I - Definição do Isolamento”, 1974, Jardini J.A.
12. “Curso de Coordenação de Isolamento de Linhas de Transmissão”, IEEE - LATINCON, 1974, Jardini J.A.; Massuda M.
13. “Planejamento de Redes de Distribuição”, III SNPTEE, Brasil, 1975, Vian A., Robba E.J. e Gouvea M.R.

14. “Geometrias das Torres de uma Linha de Transmissão”, I Encontro Tecnológico sobre Sistemas de Potência, Universidade Federal de Recife, 1975, Brasil D.O.C. et allii.
15. “Estudos Preliminares para Aplicação de Compensação Estática em Alternativas com Suporte de Tensão para o Sistema de Transmissão de Itaipu”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Jardini J.A, Vian A. et allii.
16. “Determinação das Sobretensões de Manobra no Sistema de Transmissão de Itaipu”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Vian A., Jardini J.A., Sato W., Zanetta Jr. L.C.
17. “Metodologia de Tratamento de Dados Meteorológicos para Coordenação de Isolamento”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Jardini J.A., Masuda M.
18. “Coordenação de Isolamento das Linhas do Sistema de Transmissão de Itaipu”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Vian A., Jardini J.A., Sato W., Masuda M. et allii.
19. “Linhas 800 kV de Itaipu - Interferência em Sinais de Rádio e TV, Ruído Audível e Efeito Corona Visível”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Vian A., Jardini J.A., Sato W. et allii.
20. “Investigações dos Níveis de Sinais de Rádio na Rota das Linhas 800 kV do Sistema de Transmissão de Itaipu”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Vian A., Sato W. et allii.
21. “Escolha dos Cabos Pára-raios das Linhas 800 kV de Itaipu”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Tahan C.M.V., Brasil D.O.C. et allii.
22. “Desempenho das Linhas 800 kV de Itaipu Durante Descargas Atmosféricas”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Vian A., Jardini J.A., Brasil D.O.C. et allii.
23. “Investigação Sobre Efeitos do Campo Eletrostático das Linhas 800 kV de Itaipu”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Vian A., Jardini J.A., Brasil D.O.C. et allii.
24. “Coordenação do Isolamento das Subestações 800 kV de Itaipu”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Vian A., Jardini J.A., Brasil D.O.C., Zanetta Jr. L.C. et allii.
25. “Blindagem contra Descargas Atmosféricas das Subestações do Sistema 800 kV de Itaipu”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Bressane J.M. et allii.
26. “Considerações Sobre Arranjo e Efeitos Eletrostáticos para as Subestações do Sistema 800 kV de Itaipu”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Bressane J.M. et allii.
27. “Projeto Eletromecânico dos Barramentos das Subestações do Sistema 800 kV de Itaipu”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Bressane J.M. et allii.

28. “Critério de Projeto da Rede Terciária de 69 kV da Subestação de Tijuco Preto”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Jardini J.A., Zanetta Jr. L.C.
29. “Definição e Desenvolvimento do Sistema de Transmissão de Tucuruí”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Tannuri J.G. et alii.
30. “Sistema de Tucuruí - Linha de Transmissão em 500 kV - Características Básicas”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Tannuri J.G., Lima J.L.A., Brochado A.C., Santos C.L.F. et alii.
31. “Sistema de Transmissão de Tucuruí - Estudos de Sobretensões”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Tannuri J.G., Lima J.L.A., Santos C.L.F. et alii.
32. “Proteção do Sistema 500 kV de Tucuruí”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Tannuri J.G. et alii.
33. “Planejamento do Sistema de Transmissão 500 kV da ELETROSUL”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Vian A. et alii.
34. “Torres 500 kV da ELETROSUL”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Vian A., Bugni Filho D., Brochado A.C.
35. “Torres 500 kV da ELETROSUL - Estudos em TNA”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Vian A., Bugni Filho D., Brochado A.C.
36. “Coordenação de Isolamento em Subestações 500 kV da ELETROSUL”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Jardini J.A., Kastrup O. et alii.
37. “Planejamento Integrado do Suprimento de Energia Elétrica a Região Metropolitana do Recife”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Gouvea M.R. et alii.
38. “RI, TVI, AN e Corona Visível em Subestações 500 kV”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Vian A., Jardini J.A., Sato W. et alii.
39. “Chaveamento de Grandes Bancos de Capacitores”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, 1977, Jardini J.A., Tannuri J.G., Sato W., Kameyama C.
40. “Proteção, Telecontrole e Telecomunicação”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Tannuri J.G. et alii.
41. “Planejamento e Operação Econômica de Sistemas Elétricos”, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Tannuri J.G. et alii.
42. “Locação Automática de Torres por Computador”, Informe RJ/GLT/25, IV SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1977, Jardini J.A., Galiano D.B., Tahan C.M.V., Masuda M. et alii.

43. “Controle de Tensão e Compensação de Reativos no Sistema Elétrico da CPFL”, I SIDEE, Belo Horizonte-BH, Brasil, 1987, Tahan C.M.V. et alii.
44. “Curso de Introdução ao Aterramento de Subestações”, CEMOPE, Universidade de São Paulo, Brasil, 1977, Kovarsky D.
45. “Development of Design Criteria and Standard Designs for the Itaipu 500/362 kV Substation”, CIGRÉ Study Committee 23, Working Group 04, Spain, 1979, Bressane J.M. et alii.
46. “Uma Introdução à Análise de Ressonância Subsíncrona no Sistema de Transmissão de Itaipu”, V SNPTEE, Recife-PE, Brasil, 1979, Vian A.
47. “Coordenação de Isolamento na Subestação SF6 de Tucuruí”, V SNPTEE, Recife-PE, Brasil, 1979, Tannuri J.G., Patrão Neto J.C. et alii.
48. “Desempenho das Linhas de Transmissão 500 kV e 230 kV da ELETRONORTE Contra Descargas Atmosféricas nas Travessias dos Rios Tocantins e Guamá”, V SNPTEE, Recife-PE, Brasil, 1979, Tannuri J.G., Kameyama C., Patrão Neto J.C. et alii.
49. “Determinação das Sobretensões de Manobra no Sistema de Transmissão de Itaipu”, V SNPTEE, Recife-PE, Brasil, 1979, Sato W. et alii.
50. “Aplicação de um Circuito Duplo em 230 kV Transformável em um Circuito Simples de 500 kV”, V SNPTEE, Recife-PE, Brasil, 1979, Galiano D.B., Sato W. et alii.
51. “Energização de Transformadores de Grande Potência com Fontes Capacitivas de Baixa Potência”, V SNPTEE, Recife-PE, Brasil, 1979, Vian A., Sato W. et alii.
52. “Determinação de Equivalente Transitório para Secções de um Sistema Elétrico”, V SNPTEE, Recife-PE, Brasil, 1979, Martins Neto J.M. et alii.
53. “Aterramento de Sistemas de Alta Tensão - Introdução e Conceitos Básicos”, V SNPTEE, Recife-PE, Brasil, 1979, Kovarsky D. et alii.
54. “Um Método para Planejamento de Redes de Distribuição de Energia Elétrica”, Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1979, Gouvea M.R.
55. “Fluxo de Potência - Método de Newton Raphson”, Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1979, Tahan C.M.V.
56. “Itaipu 800 kV Transmission System Surge Arrester and Circuit Breaker Special Duties”, CIGRÉ 33-08, Paris, France, 1980, Vian A., Jardim J.A. et alii.

57. "Simulator and Digital Studies on Var Compensation for the Itaipu HVDC Transmission System", IEE Regional Conference, Winnipeg, Canada, 1980, Jardini J.A. et alii.
58. "Coordenação de Isolamentos em Subestações", COBEI, São Paulo, Brasil, 1980, Jardini J.A., Zanetta Jr. L.C., Massuda M.
59. "Sobretensões a Frequência Industrial e de Manobra", COBEI, São Paulo, Brasil, 1980, Jardini J.A., Massuda M.
60. "Estudos de Efeito Corona, RI, TVI e Ruído Audível", COBEI, São Paulo, Brasil, 1980, Jardini J.A., Sato W.
61. "Isolamentos e Projeto de Isolamentos", COBEI, São Paulo, Brasil, 1980, Jardini J.A., Massuda M.
62. "Estudos de Sobretensões de Origem Atmosférica", COBEI, São Paulo, Brasil, 1980, Jardini J.A., Sato W.
63. "Curso para o CEMOPE - Pára-raios", São Paulo, Brasil, 1980, Brasil D.O.C., Zaneta Jr.L.C.
64. "Curso para o CEMOPE - Seccionadores", São Paulo, Brasil, 1980, Zanetta Jr. L.C.
65. "Curso para o CEMOPE - Disjuntores", São Paulo, Brasil, 1980, Zanetta Jr.L.C.
66. "Sistema de Transmissão de Itaipu - Definição da Configuração Básica", VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Jardini J.A.
67. "Sistema de Transmissão de Itaipu - Definição da Configuração Básica", VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, Vian A. et alii.
68. "Programa Digital para Cálculo das Condições em Regime Permanente do Elo de Corrente Contínua de Itaipu", VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Brasil D.O.C. et alii.
69. "Sistema de Transmissão de Itaipu CA/CC - Utilização do Simulador para Avaliação do Desempenho dos Conversores de Itaipu e Seus Controles", VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Brasil D.O.C., Brochado A.C. et alii.
70. "Aplicação de Compensação Série no Tronco 750 kV CA de Itaipu", VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Bressane J.M. et alii.
71. "Itaipu HVDC Transmission Lines - Aspects of Inductive Coordination", CIGRÉ WG 36.02 Meeting, Prague, Czechoslovakia, 1981, Brasil D.O.C et alii.
72. "Estudos Elétricos das linhas CC e dos Eletrodos do Sistema de Transmissão CA/CC de Itaipu", VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Jardini J.A., Bressane J.M. et alii.

73. “Sistema de Transmissão de Itaipu - Eletrodos de Terra e o Impacto no Meio Ambiente”, VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Kovarsky D. et alii.
74. “Design Optimization and Environmental Impact Studies for the Itaipu HVDC Lines and Electrode Lines”, CIGRÉ Colloquium WG-22, Stockholm, Sweeden, 1981, Jardini J.A. et alii.
75. “Sobretensões Transitórias e Dinâmicas no Sistema de Transmissão CA/CC de Itaipu: Influência nas Características dos Equipamentos”, VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Bressane J.M. et alii.
76. “Engineering Studies for Itaipu Converter Station Design”, IEE, London, 1981, Jardini J.A. et alii.
77. “Determinação dos Requisitos dos Filtros das Estações Terminais CA do Sistema de Transmissão CA/CC de Itaipu”, VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Bressane J.M. et alii.
78. “Limitation of AC Side Telephone Interference for the Itaipu HVDC Project with Considerations of Series Filters”, CIGRÉ Committee 14, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1981, Jardini J.A. et alii.
79. “Insulation Coordination and Arrester Protection of the Itaipu HVDC Converter Station”, Part I, CIGRÉ Conference, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1981, Jardini J.A. et alii.
80. “Critérios de Projeto das Subestações 750/500/345 kV CA do Sistema de Transmissão de Itaipu”, VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Bressane J.M. et alii.
81. “Sistema de Transmissão de Tucuruí - Circuito Duplo 230 kV - Travessia dos rios Guamá e Acará, VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Galiano, D.B., Nuske M., Watanabe J. et alii.
82. “Interligação CHESF/ELETRONORTE - Separação do Sistema Interligado em Sub-sistemas Isolados”, VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Araújo D.R., Martins Neto J.M., Faria C.H. et alii.
83. “Aplicação de Metodologia Probabilística Envolvendo Dados Climatológicos e Condições de Carregamento Elétrico na Determinação da Distância Vertical Mínima Condutor-Solo de Linhas de Transmissão AT e EAT”, VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Vian A., Sato W. and Merino J.J.
84. “Impacto de Atrasos na Construção na Confiabilidade de Sistemas - Uma Experiência Brasileira”, VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Vian A. et alii.
85. “Guia para Especificações de Projetos Turn-Key”, VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Vian A.

86. "Metodologia para Avaliação Estatística de Confiabilidade de Sistemas Elétricos", VI SNPTEE, Camboriú-SC, Brasil, 1981, Vian A., Robba E.J.
87. "Topics in HVDC Ground Electrodes Design", CIGRÉ Study Committee 14, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1981, Kovarsky D. et alii.
88. "Curso sobre Utilização do Programa THEMAG de Fluxo de Potência", CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, Recife, Brasil, 1981, Tahan C.M.V.
89. "Curso sobre Utilização do Programa THEMAG de Estabilidade", CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, Recife, Brasil, 1981, Jardini J.A.
90. "Curso sobre Utilização do Programa THEMAG de Confiabilidade", CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, Recife, Brasil, 1981, Robba E.J., Gouvea M.R.
91. "Curso sobre Utilização do Programa THEMAG de Curto-Circuito", CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, Recife, Brasil, 1981, Bressane J.M.
92. "Determinação dos Surtos de Manobra no Sistema de Transmissão 800 kV de Itaipu", 1982, Vian A. et alii.
93. "Resultados da Análise de Campo nas Áreas do Rio e de São Paulo para Modelagem Dinâmica da Carga", 1982, Vian A. et alii.
94. "Um Estudo para a Escolha da Configuração Final do Sistema de Transmissão de Itaipu", 1983, Vian A. et alii.
95. "Coordenação do Isolamento das Linhas do Sistema de Transmissão de Itaipu", 1983, Vian A. et alii.
96. "Electric Parameters Selected for Nilo Peçanha II Hydro Power Plant", CIGRÉ SC II, Hydraulic Generation Symposium, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1983, Jardini J.A., Lima J.L.A., Ferraz A.V. et alii.
97. "Multi-layer Soil Behaviour Evaluations Under AC and DC Fields", CIGRÉ WG 36.03, 1983, Kovarsky D. et alii.
98. "Análise Técnico - Econômica Comparativa do Emprego de Compensadores Estáticos no Sistema de Transmissão de 750 kV de Itaipu", VII SNPTEE, Brasília-DF, Brasil, 1984, Jardini J.A. et alii.
99. "Critérios de Limitações de Interferência Devido aos Efeitos Eletrostáticos e Eletromagnéticos Causados pelas Linhas de Transmissão 750 kVCA e ± 600 kV CC", VII SNPTEE, Brasília-DF, Brasil, 1984, Jardini J.A., Brasil D.O.C. et alii.

100. “Análise Comparativa de Alternativas de Compensação Série e Compensação Derivada no Sistema de Transmissão de Tucuruí”, VI SNPTEE, Brasília-DF, Brasil, 1984, Patrão Neto J.C. et alii.
101. “Impacto da Motorização da UHE Nilo Peçanha II na Confiabilidade do Sistema Interligado”, VII SNPTEE, Brasília-DF, Brasil, 1984, Gouvea M.R. et alii.
102. “1000 kVAC Alternative for the 8GW/2,400 km Transmission from the Amazon Basin to the Southeastern Region of Brasil”, Workshop on Very Long Distance AC Transmission Systems, Pisa, Italy, 1984, Vian A., Bressane J.M., Ferraz A.V. et alii.
103. “Study of Critical Problems in Developing HVDC Converter Stations for Voltages Above 600 kV - Engineering Studies”, EPRI Research Project 2155-4, 1984, Jardini J.A., Reis L.B. et alii.
104. “HVDC Transmission for Voltages Above 600 kV: Evaluation of DC System and Converter Stations Requirements and Overall System Economics. Part I: Characteristics of Converter Station Major Equipment; Part II: Converter Stations Dimensions and DC Transmission Evaluation”, International Conference on DC Power Transmission, IEEE, Montreal, Canada, 1984, Jardini J.A., Reis L.B. et alii.
105. “Present Limits of Very Long Distance Transmission Systems”, CIGRÉ Session, Paper 37-12, Paris, France, 1984, Vian A. et alii.
106. “Isolamento das Linhas de Transmissão \pm 600 kV CC de Itaipu, com destaque para as características dos isoladores especiais dessas linhas”, VII SNPTEE, Brasília-DF, Brasil, 1984, Jardini J.A. et alii.
107. “Análise de Viabilidade de Interligação dos Barramentos 60 Hz e 50 Hz da Usina de Itaipu, Utilizando-se Estação Conversora Back-to-Back”, VII SNPTEE, Brasília-DF, Brasil, 1984, Jardini J.A. et alii.
108. “DC Alternative for the 8GW/2,400 km Transmission System from the Amazon Basin to the Southeast of Brasil”, IV International Conference on AC and DC Power Transmission, IEE, London, England, 1985, Vian A., Bressane J.M., Brochado A.C. et alii.
109. “Some Aspects of the Energy Supply to Small Loads Located Near Long Distance Transmission Trunks”, CIGRÉ-UPDEA Symposium on Electric Power Systems in Developing Countries, Dakar, Senegal, 1985, Vian A., Bressane J.M., Ferraz A.V. et alii.
110. “Efeito da Disponibilidade de Geração de Ponta sobre a Confiabilidade do Suprimento de Grandes Cargas-Áreas do Rio de Janeiro e Nilo Peçanha”, 1985, Vian A., Lima J.L.A. et alii.
111. “Viabilidade e Custos Associados à Transmissão da Amazônia”, VIII SNPTEE, São Paulo-SP, Brasil, 1986, Vian A., Bressane J.M. et alii.

112. "Medição dos Potenciais na Superfície do Solo Devido à Operação Monopolar do Sistema CCAT de Itaipu", VIII SNPTEE, São Paulo-SP, Brasil, 1986, Kovarsky D. et alii.
113. "Mitigation of Touch Voltages in Fences and Water Pipes Caused by Itaipu HVDC Ground Electrodes", IEEE/PES Summer Meeting, Mexico City, 1986, Kovarsky D. et alii.
114. "Differences Between System Operation Planning and System Expansion Planning in Relation to Objectives, Criteria and Procedures of Analysis", I Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning (SEPOPE), Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1986, Vian A.
115. "Sistema de Transmissão 500 kV da ELETRONORTE com Compensação Série - Estudos de Sobretensões", VIII SNPTEE, São Paulo-SP, Brasil, 1986, Patrão Neto J.C. et alii.
116. "Torres para Linhas Compactas do Segundo Circuito 500 kV da Interligação Norte-Nordeste, no Sistema ELETRONORTE 1ª Parte - Estudos Elétricos", VIII SNPTEE, São Paulo-SP, Brasil, 1986, Tannuri J.G., Sato W., Masuda M., Santos C.L.F. et alii.
117. "Torres para Linhas Compactas do Segundo Circuito 500 kV da Interligação Norte-Nordeste, no Sistema ELETRONORTE 2ª Parte - Estudos Mecânicos", VIII SNPTEE, São Paulo-SP, Brasil, 1986, Galiano D.B., Sato W., Nakai T. et alii.
118. "Esquema de Controle de Emergência do Sistema de Transmissão Associado às Usinas do Rio Paranaíba", VIII SNPTEE, São Paulo-SP, Brasil, 1986, Tahan C.M.V. et alii.
119. "Experience of CHESF Concerning Interferences Between EHV Transmission Lines and Pipelines", 31th CIGRÉ Conference, Paris, 1986, Brasil D.O.C. et alii.
120. "Análise do Suprimento de Energia Elétrica ao Centro Urbano de Salvador", VIII SNPTEE, São Paulo-SP, Brasil, 1986, Tahan C.M.V. et alii.
121. "Análise do Desempenho de Compensadores Estáticos Controláveis a Partir de Programas Digitais", VIII SNPTEE, São Paulo-SP, Brasil, 1986, Tahan C.M.V., Brasil D.O.C. et alii.
122. "Desempenho de Compensadores Estáticos em Subestações Próximas", VIII SNPTEE, São Paulo-SP, Brasil, 1986, Brasil D.O.C. et alii.
123. "DC Alternative for the Transmission from the Amazon Basin: Dynamic Performance of the AC/DC Brazilian Interconnected System During Severe Transients", Boston, USA, 1987, Vian A., Brochado A.C., Ferraz A.V. et alii.

124. "Reactive Power Balance Optimization to Improve the Energy Transfer Through AC Transmission System Over Very Long Distance", CIGRÉ Session, paper 38-16, Paris, France, 1988, Vian A. et alii.
125. "Medição de Potencial de Toque em Cercas e Tubulações nas Áreas de Influência dos Eletrodos do Sistema CCAT de Itaipu", IX SNPTEE, Belo Horizonte-MG, Brasil, 1987, Kovarsky D. et alii.
126. "Aspectos do Dimensionamento e da Especificação do Banco de Compensação Série de S.J.Piauí da CHESF", IX SNPTEE, Belo Horizonte-MG, Brasil, 1987, Tahan C.M.V. et alii.
127. "Distúrbios Provenientes das Instalações Elétricas no Meio Ambiente", IX SNPTEE, Belo Horizonte-MG, Brasil, 1987, Brasil D.O.C. et alii.
128. "Energização de Bancos de Transformadores de Grande Potência, IX SNPTEE, Belo Horizonte-MG, Brasil, 1987, Brasil D.O.C. et alii.
129. "Ground Potential Rise and Tower Footing Resistances", CIGRÉ WG 36.02 Meeting, Montreal, 1987, Brasil D.O.C.
130. "Compatibilidade Eletromagnética Entre Sistemas de Potência e Circuitos de Sinais", Proposta de Trabalho Conjunto II ERLAC, Foz do Iguaçu-PR, Brasil, 1987, Brasil D.O.C et alii.
131. "Curso de LT's EAT - Planejamento de Sistemas de Transmissão", CHESF, Recife, Brasil, 1987.
132. "Curso de LT's EAT - Confiabilidade de Linhas de Transmissão", CHESF, Recife, Brasil, 1987.
133. "Curso de LT's EAT - Estudos de Linhas de Transmissão", CHESF, Recife, Brasil, 1987.
134. "Curso de LT's EAT - Projeto de Linhas de Transmissão", CHESF, Recife, Brasil, 1987.
135. "Soil Surface Potentials Induced by Itaipu Ground Return Current - Part I - Theoretical Evaluation", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 3, N° 3, July 1988, pp 1204-1210, Kovarsky D. et alii.
136. "Soil Surface Potentials Induced by Itaipu Ground Return Current - Part II - Measurements", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.3, N° 3, July 1988, pp 1211 - 1216, Kovarsky D. et alii.
137. "Guide Concerning Interference Level Between HV Transmission Lines and Pipe Lines - Capacitive Coupling", CIGRÉ WG 36.02 Meeting, Paris, 1988, Brasil D.O.C.

138. "Dimensionamento da Capacidade Transformadora e Análise dos Esquemas de Manobra para Expansão das SE's de Distribuição da CPFL", X SENDI, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1988, Tahan C.M.V., Gouvea M.R. et alii.
139. "Política para Implantação de Alimentadores", X SENDI, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1988, Gouvea M.R. et alii.
140. "Flexibility in Transmission System Planning", CIGRÉ-WG 37.01 Meeting, Paris, 1988, Gouvea M.R. et alii.
141. "Curso de Transmissão em Corrente Contínua", CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, Recife, Brasil, 1988.
142. "Short and Medium-Term Applications of Emergency Control Schemes in the North-Northeast Series Compensated 500 kV Interconnection", II SEPOPE, São Paulo-SP, Brasil, 1989, Brochado A.C. et alii.
143. "Potenciais de Toque Medidos em Tubulações Metálicas durante o Comissionamento do Bipolo II do Sistema Itaipu", X SNPTEE, Curitiba-PR, Brasil, 1989, Kovarsky D. et alii.
144. "Curvas de Potencial dos Eletrodos de Aterramento do Sistema CCAT de Itaipu: Resultado de Medições Durante o Comissionamento do Bipolo II", X SNPTEE, Curitiba-PR, Brasil, 1989, Kovarsky D. et alii.
145. "Esquemas de Controle de Emergência com a Duplicação da Interligação N-NE e Entrada da UHE Itaparica", X SNPTEE, Curitiba-PR, Brasil, 1989, Brochado A.C. et alii.
146. "Regional Load Shedding Schemes of the North/Northeast Interconnected System - Present Situation and Necessity of Future Improvements, II SEPOPE, São Paulo, Brasil, 1989, Brochado A.C. et alii.
147. "500 kV Compact Line of the ELETRONORTE System - Conception and Electric and Mechanical Design", CIGRÉ, 1989, Tannuri J.G., Galiano D.B., Sato W., Nakai T. et alii.
148. "Automatic Interventions in the ELETRONORTE System - Theoretical Analysis and Development of the Philosophy of Control; Development and Implementation in Microcomputers", III Latin-American Regional Meeting of CIGRÉ (ERLAC), Foz do Iguaçu-PR, Brasil, 1989, Patrão Neto J.C. et alii.
149. "Critérios, Estudos Realizados e Características Elétricas Resultantes dos Bancos de Compensação Série do Sistema 500 kV da ELETRONORTE", II SEPOPE, São Paulo-SP, Brasil, 1989, Tahan C.M.V., Patrão Neto J.C. et alii.

150. "Series Capacitors in the ELETRONORTE 500 kV System - Philosophy of Application and Electrical Characteristics", III ERLAC, Foz do Iguaçu-PR, Brasil, 1989, Patrão Neto J.C. et alii.
151. "Modelagem do Sistema de Regulação de Tensão das Máquinas 60 Hz de Itaipu no Programa EMTP utilizando a Rotina TACS", X SNPTEE, Curitiba-PR, Brasil, 1989, Brochado A.C., Ferraz A.V., Souza H.S. et alii.
152. "Security Aspects Related to Long Distance Transmission Planning", CIGRÉ Study Committee 37, 1989 Meeting, Florence, Italy, Bressane J.M.
153. "AC and DC Medium Voltage Long Distance Transmission Systems to Supply Small and Medium Isolated Loads", II Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning (SEPOPE), São Paulo-SP, Brasil, 1989, Vian A., Brochado A.C., Ferraz A.V. and Cerqueira S.M.
154. "Efeitos Induzidos em Instalações Metálicas Próximas a Linhas de Transmissão em CA", Trabalho Conjunto Brasil/Argentina, III ERLAC, Foz do Iguaçu-PR, Brasil, 1989, Brasil D.O.C. et alii.
155. "Aspectos sobre Flexibilidade em Planejamento de Sistemas de Potência", III ERLAC, Foz do Iguaçu-PR, Brasil, 1989, Gouvea M.R. et alii.
156. "Itaipu HVDC Ground Electrodes: Interference Considerations and Potential Curve Measurements During Bipole II Commissioning", IEEE Winter Meeting, Atlanta, USA, 1990, Kovarsky D. et alii.
157. "The Security and Cost Analysis in the Enhancement of the Interconnected System Utilization Through the Intensive Application of Special Control Actions" CIGRÉ Symposium, Paris, France, 1990, Vian A. et alii.
158. "Discrete Supplementary Control for the Stability of the ELETRONORTE Power System - A R,Rdot Relay Application for Generation Trip", CIGRÉ Session, Commite 34, Paris, 1990, Patrão Neto J.C. et alii.
159. "Metodologia e Critérios para Estudos Envolvendo Religamento Tripolar e Monopolar - Resultados Obtidos para o Sistema Interligado Norte-Nordeste", II Ciclo de Palestras de Estudos e Planejamento da Operação de Sistemas (CPEO), Fortaleza-CE, Brasil, 1990, Brochado A.C., Guimarães A.L.M. et alii.
160. "Compensação Reativa do Sistema Elétrico da CPFL", I Seminário Internacinal de Distribuição, IEEE, 1990, Gouvea M.R. et alii.
161. "Effects on Other Installations of the Injection of Short-Circuit Currents into the Ground", IV International Symposium on Short-Circuit Current in Power System, Liege, France, 1990, Brasil D.O.C. et alii.

162. "Induced Effects Caused by Overhead Transmission Lines on Metallic Structures", 33th CIGRÉ Conference, Paris, 1990, Brasil D.O.C. et alii.
163. "Feasibility Studies of Application of Compact 500 kV Transmission Lines in the CHESF System", CIGRÉ Symposium, Leningrad, 1991, Tahan C.M.V., Brasil D.O.C. et alii.
164. "Medidas para Controlar as Interferências de Linhas e Subestações Sobre o Sistema de Distribuição de Gás de Fortaleza, XI SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1991, Brasil D.O.C. et alii.
165. "Induced Effects Caused by the 230 kV Teresina-Piripiri Transmission Line on the Teresina Tramway System", XI SNPTEE, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 1991, Correia D.M. et alii.
166. "An Application of a Computer Based Emergency Control Scheme Using R, Rdot Calculations to Improve the Stability of the 500 kVAC Interconnection Between the Northern and Northeastern Regions of Brasil", III Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning (SEPOPE), Belo Horizonte-MG, Brasil, 1992, Brochado A.C., Guimarães A.L.M., Silva Neto C.A., Javaroni M.C. et alii.
167. "Modelagem do Sistema de Excitação dos Geradores 60 Hz de Itaipu no Programa EMTP - Testes Efetuados e Calibração do Modelo", XII SNPTEE, Recife-PE, Brasil, 1993, Brochado A.C., Ferraz A.V. et alii.
168. "Sistema Automático de Rejeição de Carga em Complexos Industriais - Aplicação ao Caso da COPENE", XII SNPTEE, Recife-PE, Brasil, 1993, Bressane J.M., Brasil D.O.C., Brochado A.C. et alii.
169. Sistema de Transmissão de Itaipu – Critérios de Projeto de SE's Conversoras, Kastrup O. et alii.

Maior/2012