

## LINHAS DE TRANSMISSÃO

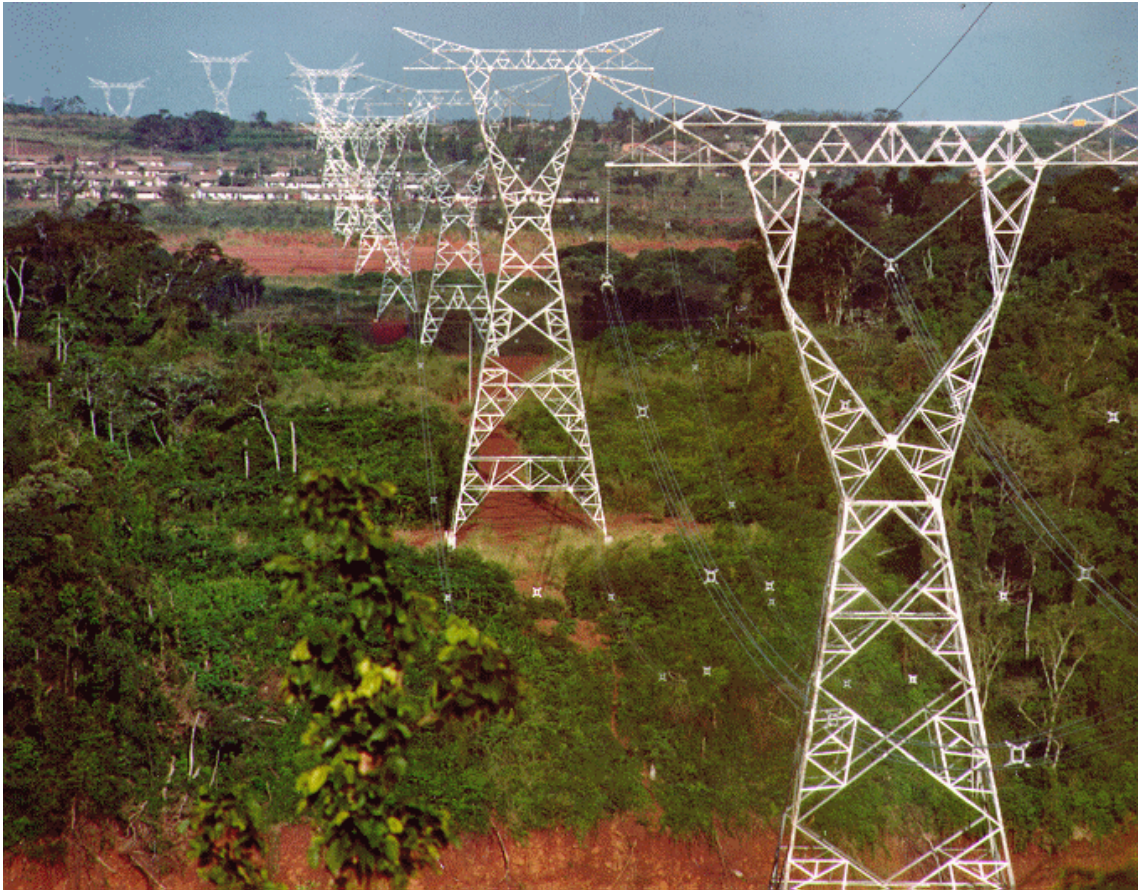
Desde início da década de 60, a THEMAG assume a liderança entre as empresas de engenharia brasileiras com capacidade de desenvolver projetos e estudos para os grandes Empreendimentos Elétricos que se desenvolvem no país a partir dessa época.

Seu primeiro trabalho, em 1961, foi projetar o represamento do rio Paraná, na divisa entre os Estados de São Paulo e Mato Grosso, para a construção da Usina Hidroelétrica de Jupia, com 1.400 MW de potência instalada, da Centrais Elétricas de Urubupungá S.A - CELUSA, uma das empresas formadoras da futura Companhia Energética de S.Paulo S.A - CESP.

A partir de então, seu nome manteve-se presente no desenvolvimento dos grandes empreendimentos de geração e transmissão de energia elétrica desenvolvidos no país, como o projeto da casa de força da Usina Hidroelétrica de Itaipu, de 12.600 MW; nos estudos de transmissão de Itaipu, onde foram utilizadas as novas tecnologias em 765 kV-AC e em  $\pm 600$  kV-DC; nos estudos de transmissão a longa distância, como nos sistemas de interligação entre o Norte e o Nordeste do Brasil, com cerca de 2.500 km, em 500 kV, ou no projeto das usinas de Tucuruí, de 8.000 MW (1ª e 2ª fase), Ilha Solteira, de 3.200 MW, entre outros.

No que diz respeito a Linhas de Transmissão, a THEMAG está capacitada a desenvolver todos os tipos de estudos e projetos. Sua capacitação no âmbito de estudos e projetos abrangem:

- Estudos Preliminares (viabilidade, custos etc.)
- Concepção de novos padrões / modulação de estruturas
- Projetos básico e executivo
- Estudos especiais (ambientes corrosivos, travessias, reisolamento, “up-rating” )
- Preparação de documentos de licitação
- Gerenciamento, incluindo inspeção e diligenciamento
- Avaliação patrimonial
- Estudos ambientais
- Testes especiais (arco de potência, carga em cadeias e torres, impulso, RIV, Corona, Perdas etc.)



Em seu currículo pode-se destacar: as linhas de transmissão da UHE Itaipú, de 765 kV em Corrente Alternada e de  $\pm 600$  kV em Corrente Contínua; as linhas da CHESF, de circuito duplo, de 230 kV, transformáveis em linhas, em circuito simples de 500 kV; a travessia do rio Guamá, na região Amazônica, com 2 km de extensão e mais de 100 m de altura; a interligação Norte - Nordeste , em 500 kV, com cerca de 2.500 km e demais estudos e projetos, com torres estaiadas ou autoportantes, compactas, em zonas urbanas ou em região amazônica.

Discrimina-se a seguir alguns estudos especiais desenvolvidos pela THEMAG:

- Participação no Grupo de Estudos formado para a definição do projeto básico das linhas de transmissão de 765 kV do Sistema da Usina de ITAIPU no rio Paraná, destacando-se os seguintes itens:
  - Definição dos tipos de torres (Autoportantes e Estaiadas);
  - Definição da geometria das cabeças das torres;
  - Definição das hipóteses de carga;
  - Definição dos tipos de fundações;
  - Análise das condições meteorológicas da região atravessada pela linha.

- Estudo sobre o aumento da confiabilidade operacional de linhas de transmissão de 460 kV desenvolvido para a CESP - Companhia Energética de São Paulo.
- Estudo da viabilidade econômica da utilização de estruturas tubulares para linhas de transmissão na tensão de 138 kV, realizado para a CONFAB Industrial S/A.
- Definição da série de estruturas de 230 kV para emprego no sistema Mato Grosso do Sul para a ELETROSUL - Centrais Elétricas do Sul do Brasil S/A. Os estudos realizados incluíram:
  - Definição das alternativas de estruturas mais adequadas (compactas e convencionais, autoportantes, estaiadas e trapézio);
  - Definição da geometria dessas torres;
  - Cálculo das larguras de faixa correspondentes (critérios elétricos e mecânico);
  - Definição dos carregamentos mecânicos;
  - Avaliação técnico econômica das alternativas com base em anteprojetos das estruturas;
  - Projeto básico de fundações e elaboração das especificações técnicas para aquisição das torres definidas.
- Otimização do projeto de estruturas de linhas de transmissão de 230 kV e 500 kV e adaptação dos mesmos ao novo padrão métrico dos perfilados de aço nacionais para a CHESF - Companhia Hidrelétrica do São Francisco.
- Desenvolvimento/Implantação do Sistema de Gerenciamento de Construção (GCL), nas LTs 230 kV Funil/Eunápolis e Lapa/Barreiras para a CHESF - Companhia Hidrelétrica do São Francisco.

Este sistema visa o gerenciamento de todas as informações necessárias, fornecidas através de uma série de formulários, durante a construção de uma linha de transmissão.

Os objetivos básicos do sistema, são:

  - Controle de qualidade da construção da LT;
  - Emissão e gerenciamento das medições dos serviços de obra;
  - Controle físico-financeiro da obra.
- Estudo para implementação da tecnologia CAD/CAE em projetos de LTs e especificação dos módulos aplicativos, para a CHESF - Companhia Hidrelétrica do São Francisco.

As atividades desenvolvidas foram:

- Caracterização das funções e definição do fluxograma do modelo atual;
  - Análise do modelo atual e definição dos objetivos e prioridades para o novo modelo;
  - Desenvolvimento do novo diagrama funcional a partir de módulos de automação com inserção de aplicações de CAD/CAE;
  - Especificação de "Software" e "Hardware".
- Estudo, projeto e testes em linha piloto (2 km), da Linha de Transmissão de circuito duplo, em 230 kV, transformável em circuito simples, em 500 kV, para a CHESF - Companhia Hidrelétrica do São Francisco, para alimentação de Fortaleza.

As atividades desenvolvidas incluíram:

- Desenvolvimento das ferragens, em conjunto com fabricantes que permitiram a execução da transformação.



- Verificação, na linha piloto, das facilidades previstas nas torres, para manutenção em "linha viva", operando em 230 kV ou 500 kV.
- Transformação, na linha piloto, de 2 x 230kV para 500 kV.

A seguir algumas das principais linhas de transmissão estudadas e projetadas pela THEMAG:

**CLIENTE: COMPANHIA ENERGÉTICA DE ALAGOAS S/A - CEAL****• Linhas:**

LT 69 kV Peri Peri/Penedo: 45 km

LT 69 kV Penedo/Arapiraca: 60 km

**• Características:**

Linhas de transmissão em circuito simples ou duplo, com fases em disposição triangular/horizontal, um cabo condutor por fase, sem utilização de cabos pára-raios.

As estruturas são de concreto armado dos tipos suspensão ou ancoragem com emprego de cabos estais.

As cadeias de suspensão são em "I", leves, e as de ancoragem são simples.

**• Atividades:**

Escolha do Traçado;

Análise do Padrão Estrutural;

Acompanhamento dos Serviços de Implantação do Traçado em Campo;

Elaboração dos Critérios de Projeto;

Plotação das Estruturas nos Desenhos de Planta e Perfil;

Acompanhamento dos Serviços de Locação das Estruturas em Campo;

Especificações Técnicas para Materiais;

Especificações Técnicas de Construção;

Relatório para o DNAEE;

Listas de Materiais;

Tabelas de Locação;

Cálculos Elétricos;

Elaboração de Orçamentos;

Elaboração de Memorial Descritivo;

Tabelas de Esticamento dos Cabos;

Projetos de Travessias;

Projetos de Chegada e Saída nas SEs;

Fiscalização dos Serviços de Construção.



**CLIENTE: CENTRAIS ELÉTRICAS DO PARÁ S/A - CELPA****• Linhas:**

LT 69 kV Xinguara/Redenção: 110 km  
LT 69 kV Redenção/Conc. Araguaia: 98 km  
LT 69 kV Mãe do Rio/Concórdia: 50 km

**• Características:**

Linhas de transmissão em circuito simples, com fases em disposição triangular, um condutor por fase, com emprego de cabo pára-raios.

As torres são de aço galvanizado do tipo Autoportante, as fundações são em grelhas metálicas.

As cadeias de suspensão são em "I", leves e as cadeias de ancoragem são simples.

**• Atividades:**

Escolha do Traçado;  
Acompanhamento dos Serviços de Implantação do Traçado em Campo;  
Hipóteses de Carregamento;  
Elaboração dos Critérios de Projeto;  
Plotação das Estruturas nos Desenhos de Planta e Perfil;  
Acompanhamento dos Serviços de Locação das Estruturas em Campo;  
Especificações Técnicas para Materiais;  
Especificações Técnicas de Construção;  
Listas de Materiais;  
Tabelas de Locação;  
Cálculos Elétricos;  
Elaboração de Orçamentos;  
Elaboração de Memorial Descritivo;  
Tabelas de Esticamento dos Cabos;  
Projetos de Travessias;  
Relatório para o DNAEE.

**CLIENTE: COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF****• Linhas:**

LT 69 kV Nova Petrolândia/Campinho: 27 km  
LT 69 kV Cabrobó/Brígida: 35 km  
LT 69 kV Brígida/Caraíbas I: 15 km  
LT 69 kV Brígida/Caraíbas II: 24 km  
LT 69 kV Campina Grande I/Bela Vista: 10 km  
LT 69 kV Campina Grande II/Bela Vista: 7 km

**• Características:**

Linhas de Transmissão em circuito simples, com fases em disposição triangular/horizontal (Trecho Rural) ou disposição vertical (Trecho Urbano), um condutor por fase, sem utilização de cabos pára-raios.

As estruturas são de concreto armado dos tipos suspensão ou ancoragem com emprego de cabos estais.

As cadeias de suspensão são em "I", leves, e as de ancoragem são simples.

**• Atividades:**

Escolha do Traçado;  
Acompanhamento dos Serviços de Implantação do Traçado em Campo;  
Elaboração dos Critérios de Projeto;  
Plotação das Estruturas nos Desenhos de Planta e Perfil;  
Acompanhamento dos Serviços de Locação das Estruturas em Campo;  
Especificações Técnicas para Materiais;  
Especificações Técnicas de Construção;  
Listas de Materiais;  
Tabelas de Locação;  
Cálculos Elétricos;  
Elaboração de Orçamentos;  
Elaboração de Memorial Descritivo;  
Tabelas de Esticamento dos Cabos;  
Projetos de Travessias;  
Projetos de Chegada e Saída nas SEs;  
Desenhos "As-Built".

**CLIENTE: CENTRAIS ELÉTRICAS DO PARÁ S/A - CELPA****• Linhas:**

LT 69 kV Utinga/Marituba: 5 km  
LT 69 kV Marituba/Benevides: 9 km  
LT 69 kV Benevides/Mosqueiro: 45 km  
LT 69 kV Benevides/Castanhal: 35 km  
LT 69 kV Castanhal/Sta Maria: 47 km  
LT 69 kV Castanhal/Terra Alta: 29 km  
LT 69 kV Sta Maria/Capanema: 45 km  
LT 69 kV Capanema/Bragança: 50 km  
LT 69 kV Capanema/Cibrasa: 3 km

**• Características:**

Linhas de transmissão em circuito simples, com fases em disposição triangular/horizontal, um condutor por fase, com utilização de cabos pára-raios nas proximidades das Subestações.

As estruturas são de concreto armado dos tipos suspensão ou ancoragem com emprego de cabos estais.

As cadeias de suspensão são em "I", leves, e as de ancoragem são simples.

**• Atividades:**

Escolha do Traçado;  
Acompanhamento dos Serviços de Implantação do Traçado em Campo;  
Hipóteses de Carregamento;  
Elaboração dos Critérios de Projeto;  
Plotação das Estruturas nos Desenhos de Planta e Perfil;  
Acompanhamento dos Serviços de Locação das Estruturas em Campo;  
Especificações Técnicas para Materiais;  
Especificações Técnicas de Construção;  
Relatório para o DNAEE;  
Listas de Materiais;  
Tabelas de Locação;  
Cálculos Elétricos;  
Elaboração de Orçamentos;  
Elaboração de Memorial Descritivo;  
Tabelas de Esticamento dos Cabos.  
Projetos de Travessias.



**CLIENTE: REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S/A - RFFSA**

- **Linhas:**

LT 138 kV Saudade/Bom Jardim: 74 km

- **Características:**

Linha de transmissão em circuito duplo, com fases na disposição vertical, um condutor por fase e 2 cabos pára-raios.

As torres são de aço galvanizado do tipo Autoportante, com fundações em tubulões de concreto armado "in-loco".

As cadeias de suspensão são em "I", leves e as cadeias de ancoragem são duplas.

- **Atividades:**

Escolha do Traçado;

Acompanhamento dos Serviços de Implantação do Traçado em Campo;

Acompanhamento dos Serviços de Levantamento Topográfico;

Elaboração dos Desenhos de Planta e Perfil com Base nos Dados de Campo;

Elaboração das Cartas de Aplicação;

Plotação das Estruturas nos Desenhos de Planta e Perfil;

Acompanhamento dos Serviços de Locação das Estruturas em Campo;

Projetos de Travessias;

Especificações Técnicas para Materiais;

Especificações Técnicas de Construção;

Listas de Materiais;

Tabelas de Locação;

Cálculos Elétricos;

Elaboração de Orçamentos;

Elaboração de Memorial Descritivo;

Escolha dos Pés Desnivelados;

Tabelas de Esticamento dos Cabos.

**CLIENTE: ELETROPAULO - ELETRICIDADE DE SÃO PAULO S/A**

- **Linhas:**

LT 138 kV Henry Borden/Pedreira: 34 km

- **Características:**

Linha de transmissão em circuito duplo, com fases na disposição vertical, um condutor por fase e 2 cabos pára-raios.

As torres são de aço galvanizado do tipo Autoportante, com fundações em tubulões de concreto armado "in-loco".

As cadeias de suspensão são em "I", leves e as cadeias de ancoragem são duplas.

- **Atividades:**

Escolha do Traçado;

Acompanhamento dos Serviços de Implantação do Traçado em Campo;

Elaboração das Cartas de Aplicação;

Plotação das Estruturas nos Desenhos de Planta e Perfil;

Acompanhamento dos Serviços de Locação das Estruturas em Campo;

Especificações Técnicas para Materiais;

Especificações Técnicas de Construção;

Projetos de Travessias;

Listas de Materiais;

Tabelas de Locação;

Cálculos Elétricos;

Elaboração de Orçamentos;

Elaboração de Memorial Descritivo;

Escolha dos Pés Desnivelados;

Desenhos "As-Built";

Tabelas de Esticamento dos Cabos.

**CLIENTE: CENTRAIS ELÉTRICAS DO PARÁ S/A - CELPA****• Linhas:**

LT 138 kV Marabá/Xinguara: 235 km  
LT 138 kV Sta. Maria/Mãe do Rio: 80 km  
LT 138 kV Mãe do Rio/Paragominas: 108 km  
LT 138 kV Distrito Industrial/Marabá/Xinguara: 2,3 km

**• Características:**

Linhas de transmissão em circuito simples, com fases em disposição horizontal, um condutor por fase, com emprego de cabos pára-raios.

As torres são de aço galvanizado do tipo autoportantes, as fundações são em grelhas metálicas.

As cadeias de suspensão são em "I", leves e as cadeias de ancoragem são duplas.

**• Atividades:**

Escolha do Traçado;  
Acompanhamento dos Serviços de Implantação do Traçado em Campo;  
Elaboração dos Critérios de Projeto;  
Plotação das Estruturas nos Desenhos de Planta e Perfil;  
Acompanhamento dos Serviços de Locação das Estruturas em Campo;  
Especificações Técnicas para Materiais;  
Especificações Técnicas de Construção;  
Listas de Materiais;  
Tabelas de Locação;  
Cálculos Elétricos;  
Elaboração de Orçamentos;  
Elaboração de Memorial Descritivo;  
Tabelas de Esticamento dos Cabos;  
Projetos de Travessias;  
Desenhos "As-Built".

**CLIENTE: COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP****• Linhas:**

LT 138 kV Mairiporã/Sto. Ângelo: 54 km  
LT 138 kV Araraquara/São Carlos/Rio Claro: 118 km  
LT 138 kV Sto. Ângelo/Bertioga: 21 km  
LT 138 kV Bertioga/São Sebastião: 40 km  
LT 138 kV Sta. Izabel/Jaguaré: 35 km  
LT 138 kV São Sebastião/Caraguatatuba: 20 km  
LT 138 kV Caraguatatuba/Ubatuba: 42 km  
LT 138 kV Bertioga I/Bertioga II: 15 km

**• Características:**

Linhas de transmissão em circuito duplo, com fases em disposição vertical, um condutor por fase e 2 cabos pára-raios.

As torres são de aço galvanizado do tipo Autoportante, fundações em grelhas metálicas, blocos simples de concreto, tubulões de concreto armado em estacas metálicas.

As cadeias de suspensão são em "I", leves, e as cadeias de ancoragem são duplas.

**• Atividades:**

Desenvolvimento de Novo Padrão de Torres;  
Plotação Preliminar das Torres;  
Listas de Materiais;  
Projetos de Fundações Típicas e Especiais;  
Tabelas de Flechas e Trações;  
Definição da Faixa de Passagem;  
Projetos de Travessias.

**CLIENTE: COMPANHIA HIDROELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF****• Linhas:**

LT 2x230 kV/500 kV Paulo Afonso/Milagres: 254 km

LT 2x230 kV/500 kV Milagres/Banabuiú: 205 km

LT 2x230 kV/500 kV Banabuiú/Fortaleza: 185 km

**• Características:**

Linhas de transmissão em 230 kV de circuito duplo horizontal, com fases em disposição triangular, com 2 condutores por fase, transformável em 500 kV de circuito simples, com fases em disposição horizontal, com 4 condutores por fase. Possui proteção através de 2 cabos pára-raios.

As torres são de aço galvanizado dos tipos Autoportante e Estaiada, com fundações em Sapatas e Tubulões em concreto armado "in-loco", para as Autoportantes, e blocos de concreto moldados "in-loco" ou premoldados para as Estaiadas.

As cadeias de suspensão são do tipo II VV II na configuração 2x230 kV e I V I na de 500 kV, todas leves; as cadeias de ancoragem são duplas.

**• Atividades:**

Detalhamento dos Estudos de Transformação;

Definição dos Tipos de Torres;

Determinação da Geometria da Cabeça das Torres;

Hipóteses de Carregamento;

Definição das Silhuetas;

Pré-Projeto das Torres;

Projeto de uma Linha Experimental;

Estudos de Paralelismo e Tombamentos;

Definição do Traçado;

Estudos de "Kissing Conductors" para Feixe Duplo Vertical;

Fiscalização dos Serviços de Implantação do Traçado e Levantamento Planialtimétrico;

Plotação das Torres nos Desenhos de Planta e Perfil;

Fiscalização dos Serviços de Locação de Torres no Terreno;

Fiscalização dos Serviços de Sondagens;

Plano de Sondagens/Análise dos Resultados;

Projeto de Fundações Típicas;

Projeto de Fundações Especiais;

Definição dos Tipos de Fundações;

Instruções e Avaliações das Simulações Efetuadas na Linha Experimental;

Relatório para o DNAEE;

Tabelas de Esticamento dos Cabos;  
Instruções para Corte de Estais;  
Instruções para Instalação de Amortecedores;  
Elaboração de Especificações Técnicas;  
Análise Técnico-Econômica das Propostas de Materiais e construção;  
Listas de Materiais;  
Listas de Construção;  
Acompanhamento do Projeto na Obra;  
Estudo da Corrosão, Encapsulamento das Hastes e Solo Cimento;  
Acompanhamento dos Testes de Torres/Fundações;  
Acompanhamento dos Ensaios de Cadeias de Isoladores e Ferragens de Fixação de Estais.



**CLIENTE: COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP****• Linhas:**

LT 460 kV Ilha Solteira/Bauru/Embu-Guaçu: 627 km

LT460 kV Ilha Solteira/Araraquara/Santo Ângelo: 674 km  
LT 460 kV Jupia/Cabreúva: 546 km

**• Características:**

Linhas de transmissão em circuito duplo, com fases em disposição triangular, com quatro condutores por fase e dois cabos pára-raios.

As torres são de aço galvanizado do tipo Autoportante, com fundações em tubulões de concreto armado "in-loco".

As cadeias de suspensão são do tipo "I" leves ou reforçadas, as cadeias de ancoragem são duplas.

**• Atividades:**

Estudos Geotécnicos;  
Projeto de Fundações Típicas;  
Determinação da Geometria da Cabeça das Torres;  
Hipóteses de Carregamento;  
Definição das Silhuetas;  
Escolha do Traçado;  
Acompanhamento do Levantamento Topográfico;  
Plotação das Torres nos Desenhos de Planta e Perfil;  
Elaboração das Listas de Materiais;  
Especificações Técnicas de Materiais;  
Acompanhamento dos Ensaios das Torres;  
Projeto de Fundações Especiais;  
Especificações Técnicas de Construção;  
Tabela de Flechas e Tensões;  
Análise Técnico-Econômica das Propostas de Materiais.

**CLIENTE: COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP****• Linhas:**

LT 460 kV Jupia/Ilha Solteira: 57 km  
LT 460 kV Araraquara/Bauru: 104 km  
LT 460 kV Anel de São Paulo: 270 km  
LT 460 kV Água Vermelha/Araraquara: 310 km  
LT 460 kV Água Vermelha/Ilha Solteira: 140 km  
LT 460 kV Araraquara/Sta. Bárbara D'Oeste: 140 km  
LT 460 kV Sta. Bárbara D'Oeste/Taubaté: 215 km  
LT 460 kV Água Vermelha/Ribeirão Preto: 325 km  
LT 460 kV Ribeirão Preto/Sta. Bárbara D'Oeste: 180 km

**• Características:**

Linhas de transmissão em circuito simples, com fases em disposição horizontal, com quatro condutores por fase e dois cabos pára-raios.

As torres são de aço galvanizado do tipo Autoportante "Delta" e "Semi-Delta", com fundações em tubulão de concreto armado "in-loco".

As cadeias de suspensão são em "I" e em "V", leves ou reforçadas; as cadeias de ancoragem são duplas.

**• Atividades:**

Estudos Geotécnicos;  
Projeto de Fundações Típicas;  
Determinação da Geometria da Cabeça das Torres;  
Hipóteses de Carregamento;  
Definição das Silhuetas;  
Escolha do Traçado;  
Acompanhamento do Levantamento Topográfico;  
Plotação das Torres nos Desenhos de Planta e Perfil;  
Elaboração das Listas de Materiais;  
Especificações Técnicas de Materiais;  
Acompanhamento dos Ensaios das Torres;  
Projeto de Fundações Especiais;  
Especificações Técnicas de Construção;  
Tabela de Flechas e Tensões;  
Análise Técnico-Econômica das Propostas de Materiais.

**CLIENTE: CENTRAIS ELÉTRICAS DO SUL DO BRASIL S.A - ELETROSUL****• Linhas:**

LT 500 kV Foz de Areia/Curitiba: 240 km  
LT 500 kV Foz de Areia/Blumenau: 280 km  
LT 500 kV Curitiba/Blumenau: 150 km

**• Características:**

Linhas de transmissão em circuito simples, com fases em disposição horizontal, com quatro condutores por fase e 2 cabos pára-raios.

As torres são de aço galvanizado do tipo Autoportante "Delta", com fundações em grelhas metálicas em tubulões em concreto armado "in-loco".

As cadeias de suspensão são em "I" e "V" leves ou reforçadas; as cadeias de ancoragem são duplas.

**• Atividades:**

Plotação Preliminar com Utilização de Computador;  
Listas de Construção;  
Plano de Sondagens/Análise dos Resultados;  
Definição dos Tipos de Fundações;  
Projeto de Fundações Especiais;  
Relatório para o DNAEE;  
Tabelas de Regulação e Grampeamento;  
Desenhos de Travessias;  
Diagrama de Transposição de Fases;  
Estudos de Chegadas e Saídas nas SEs;  
Lista e Controle de Materiais;  
Estudos de Paralelismo com outras LTs;  
Desenhos "As-Built".

**CLIENTE: COMPANHIA HIDROELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF****• Linhas:**

LT 500 kV Boa Esperança/Presidente Dutra: 205 km

LT 500 kV Presidente Dutra/Imperatriz: 386 km

**• Características:**

Linhas de transmissão em circuito simples, com fases em disposição horizontal, com quatro condutores por fase e 2 cabos pára-raios.

As torres são de aço galvanizado dos tipos Autoportante ou Estaiada com fundações predominantemente em grelhas metálicas e fundações especiais em concreto.

As cadeias de suspensão são em "I" ou "V" leves ou reforçadas; as cadeias de ancoragem são duplas.

**• Atividades:**

Escolha do Traçado;

Definição das Hipóteses de Carregamento;

Especificações Técnicas de Materiais;

Especificações Técnicas para Locação das Torres;

Especificações Técnicas de Construção;

Plotação Preliminar com Auxílio de Computador;

Listas de Materiais;

Listas de Construção;

Projetos de Aterramento;

Análise Técnico-Econômica das Propostas de Materiais;

Acompanhamento da Fabricação e Ensaios de Torres;

Estudo de Alternativas para Ferragens de Fixação dos Estais;

Acompanhamento dos Ensaios de Espaçadores - Amortecedores, Ensaios de RIV, Corona, e Arco de Potência, Ensaios de Perdas Ferromagnéticas em Grampos de Suspensão;

Relatório para o DNAEE;

Plano de Sondagens/Análise dos Resultados;

Fiscalização de Sondagens;

Análise Técnica das Propostas de Construção

Definição dos Tipos de Fundações;

Projeto de Fundações Especiais;

Tabelas de Esticamento dos Cabos;

Tabelas de Instalação dos Amortecedores;

Acompanhamento da Locação das Torres no Campo;

Determinação das Pernas Desniveladas;

Acompanhamento de Testes de Fundações Protótipos, Ensaios de Pré-Montagem das Cadeias no Campo;

Desenhos "As-Built";

Acompanhamento do Projeto na Obra.

**CLIENTE: CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL S.A  
ELETRONORTE**

- **Linhas:**

LT 500 kV Tucuruí/Vila do Conde: 323 km  
LT 500 kV Tucuruí/Marabá: 217 km  
LT 500 kV Marabá/Imperatriz: 181 km

- **Características:**

Linhas de transmissão em circuito simples, com fases em disposição horizontal, com quatro condutores por fase e 2 cabos pára-raios.

As torres são de aço galvanizado do tipo Autoportante com fundações em grelhas metálicas.

As cadeias de suspensão são "I" ou "V" leves ou reforçadas; as cadeias de ancoragem são duplas.

- **Atividades:**

Determinação da Geometria da Cabeça das Torres;  
Hipóteses de Carregamento;  
Definição das Silhuetas;  
Definição da Configuração das Cadeias de Isoladores;  
Especificação Técnica para Serviços Topográficos;  
Escolha do Traçado;  
Acompanhamento do Levantamento Topográfico;  
Fiscalização dos Trabalhos de Prospecção do Solo e Implantação do Traçado;  
Definição das Fundações Típicas;  
Especificações Técnicas para Materiais;  
Lista de Materiais;  
Análise Técnico-Econômica das Propostas de Materiais;  
Acompanhamento da Fabricação e Ensaios;  
Plotação Preliminar com Utilização de Computador;  
Especificação Técnica para Construção;  
Listas de Construção;  
Tabelas de Flechas e Tensões;  
Projetos de Fundações Especiais;  
Fiscalização dos Serviços de Construção;  
Estudos de Impacto Ambiental e Rima.

**CLIENTE: EMPRESA NACIONAL DE ELETRICIDADE S.A -  
ENDESA (CHILE)**

- **Linhas:**

LT 500 kV Colbún/Lonquén/Alto Jahuel: 220 km

- **Características:**

Linha de transmissão em circuito simples, com fases em disposição horizontal, com quatro condutores por fase e 2 cabos pára-raios.

As torres são de aço galvanizado dos tipos Autoportante e Estaiada com fundações em grelhas metálicas.

As cadeias são em "I" ou "V" leves ou reforçadas; as cadeias de ancoragem são duplas.

- **Atividades:**

Hipóteses de Carregamento;

Definição das Silhuetas;

Definição da Configuração das Cadeias de Isoladores;

Especificações Técnicas para Levantamento Topográfico;

Especificações Técnicas para Aquisição de Torres;

Recomendações para o Aterramento das Torres;

Estudos sobre Oscilações Assíncronas.



**CLIENTE: CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL S/A  
ELETRONORTE**

- **Linhas:**

LT 500 kV Tucuruí/Vila do Conde: 323 km  
LT 500 kV Tucuruí/Marabá: 217 km  
LT 500 kV Marabá/Imperatriz: 181 km  
LT 500 kV Imperatriz/Presidente Dutra: 385 km  
LT 500 kV Presidente Dutra/Miranda: 192 km  
LT 500 kV Miranda/São Luis: 102 km

- **Características:**

Linhas de transmissão de circuito simples, com fases em disposição triangular, com quatro condutores por fase e 2 cabos pára-raios.

As torres são de aço galvanizado do tipo Autoportante Compacta, com fundações em sapatas ou tubulões em concreto armado "in-loco".

As cadeias de suspensão são "I" ou "V", leves ou reforçadas; as cadeias de ancoragem são duplas.

- **Atividades:**

Estudos Preliminares Técnico-Econômicos para Definição do Tipo de Torre a ser Utilizado (Convencional ou Compacta);

Ensaio Elétrico e Mecânico de Protótipos;

Especificações Técnicas para Aquisição de Torres;

Determinação da Geometria da Cabeça das Torres;

Hipóteses de Carregamento;

Definição das Silhuetas;

Definição da Configuração das Cadeias de Isoladores;

Especificação Técnica para Serviços Topográficos;

Escolha do Traçado;

Acompanhamento do Levantamento Topográfico;

Fiscalização dos Trabalhos de Prospecção do Solo e Implantação do Traçado;

Definição das Fundações Típicas;

Especificações Técnicas para Materiais;

Lista de Materiais;

Análise Técnico-Econômica das Propostas de Materiais;

Acompanhamento da Fabricação e Ensaio;

Plotação Preliminar com Utilização do Computador;

Especificação Técnica para Construção;

Listas de Construção;

Tabelas de Flechas e Tensões;

Projetos de Fundações Especiais;

Fiscalização dos Serviços de Construção.

Tensão (kv)	Linha	Circ.	km	Cliente
765	Itaipu-Ivaiporã-Itaberá-Tijuco	Simples	910	Furnas
600 (DC)	Itaipu-Ibiúna	Simples	800	Furnas
500	Tucuruí - Vila do Conde	Simples	323	Eletronorte
	Tucuruí - Marabá	Simples	217	Eletronorte
	Marabá - Imperatriz	Simples	181	Eletronorte
	Imperatriz - Pres. Dutra	Simples	385	Eletronorte
	Pres. Dutra - Miranda	Simples	192	Eletronorte
	Miranda - São Luis	Simples	102	Eletronorte
	Colbún - Lonquén - Alto Jahuel	Simples	220	Endesa
	Boa Esperança - Pres. Dutra	Simples	205	Chesf
	Foz de Areia - Curitiba	Simples	240	Eletrosul
	Foz de Areia - Blumenau	Simples	280	Eletrosul
	Curitiba - Blumenau	Simples	150	Eletrosul
460	Jupia - Ilha Solteira	Simples	57	Cesp
	Araraquara - Bauru	Simples	104	Cesp
	Anel de São Paulo	Simples	270	Cesp
	Água Vermelha - Araraquara	Simples	310	Cesp
	Água Vermelha - Ilha Solteira	Simples	140	Cesp
	Araraquara - Sta.Barbara D'Oeste	Simples	140	Cesp
	Sta. Barbara D'Oeste - Taubaté	Simples	215	Cesp
	Água Vermelha - Ribeirão Preto	Simples	325	Cesp
	Ribeirão Preto-Sta.Barbara D'Oeste	Simples	180	Cesp
	Ilha Solteira - Baurú - Embú Guaçú	Duplo	627	Cesp
	Ilha Solteira-Araraquara-Sto.Angelo	Duplo	674	Cesp
	Jupia - Cabreúva	Duplo	546	Cesp
2x230 (*)	Paulo Afonso - Milagre	Duplo	254	Chesf
	Milagres - Banabuiú	Duplo	205	Chesf
	Banabuiu - Fortaleza	Duplo	185	Chesf
	Vila do Conde - Guamá	Duplo	50	Eletronorte
	Guamá - Utinga	Duplo	20	Eletronorte
	Utinga - Miramar	Duplo	15	Eletronorte
138	Mairiporã - Sto. Angelo	Duplo	54	Cesp
	Araraquara - S.Carlos - Rio Claro	Duplo	118	Cesp
	Sto. Angelo - Bertioga	Duplo	21	Cesp
	Bertioga - São Sebastião	Duplo	40	Cesp
	Sto. Isabel - Jaguaré	Duplo	35	Cesp
	São Sebastião - Caraguatatuba	Duplo	20	Cesp
	Caraguatatuba - Ubatuba	Duplo	42	Cesp
	Bertioga I - Bertioga II	Duplo	15	Cesp
	Marabá - Xinguara	Simples	235	Celpe
	Sta. Maria - Mãe do Rio	Simples	80	Celpe
	Mãe do Rio - Paragominas	Simples	108	Celpe
	Distr. Industrial - Marabá - Xinguara	Simples	2,3	Celpe
	Henry Borden - Pedreira	Duplo	34	Eletropaulo
	Saudade - Bom Jardim	Duplo	74	RFFSA
69	Utinga - Marituba	Simples	5	Celpe
	Marituba - Benevides	Simples	9	Celpe
	Benevides - Mosqueiro	Simples	45	Celpe
	Benevides - Castanhal	Simples	35	Celpe
	Castanhal - Sta. Maria	Simples	47	Celpe
	Castanhal - Terra Alta	Simples	29	Celpe
	Sta. Maria - Capanema	Simples	45	Celpe
	Capanema - Bragança	Simples	50	Celpe
	Capanema - Cibrasa	Simples	3	Celpe
	Nova Petrolândia - Campinho	Simples	27	Chesf
	Cabrobó - Brígida	Simples	35	Chesf
	Brígida - Caraíbas I	Simples	15	Chesf
	Brígida - Caraíbas II	Simples	24	Chesf
	Campina Grande I - Bela Vista	Simples	10	Chesf
	Campina Grande II - Bela Vista	Simples	7	Chesf
	Xinguara - Redenção	Simples	110	Celpe
	Redenção - Conc. Araguaia	Simples	98	Celpe
	Mãe do Rio - Concórdia	Simples	50	Celpe
	Peri Peri - Penedo	Simples	45	Ceal
	Penedo - Arapiraca	Simples	60	Ceal