



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA



Relatório de Estágio Supervisionado
Multiempreendimentos Engenharia Consultiva

Cintya Leyse Brilhante de França
Aluna

Washington Luiz Araújo Neves
Professor Orientador

Campina Grande - PB
Abril de 2012

Multiempreendimentos Engenharia Consultiva

*Relatório de Estágio Supervisionado apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento
parcial às exigências para obtenção do grau de
Engenheira Eletricista.*

Cintya Leyse Brilhante de França
Aluna

Washington Luiz Araújo Neves
Professor Orientador

Professor Convidado

Campina Grande - PB
Abril de 2012

Dedicatória

Aos meus pais,
José França e Suely Brilhante,
e ao meu irmão, Andrey Hudson.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por estar sempre ao meu lado, iluminando os meus passos.

Ao professor Washington Luiz Araújo Neves, por se dispor a orientar-me neste trabalho, sempre se mostrando acessível e disposto a ajudar.

Aos colegas da MULTIEMPREENDIMENTOS, pela presteza e paciência em colaborar para o desenvolvimento de um bom trabalho.

“A maior recompensa do nosso trabalho não é o que nos pagam por ele, mas aquilo em que ele nos transforma.”

John Ruskin

Sumário

Capítulo 1: INTRODUÇÃO.....	9
1.1 OBJETIVOS.....	9
1.2 ESTRUTURA DO TEXTO.....	9
Capítulo 2: MULTIEMPREENDIMENTOS ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA.....	10
2.1 INFORMAÇÕES GERAIS.....	10
2.2 SERVIÇOS PRESTADOS.....	11
2.2.1 Parques Eólicos.....	11
2.2.2 Eficiência Energética.....	11
2.2.3 Consultoria Comercial.....	12
2.2.4 Gestão Integrada.....	12
2.2.5 Aterros Sanitários.....	12
2.2.6 Projetos de Biomassa.....	12
2.2.7 Comissionamento.....	12
Capítulo 3: LINHAS DE TRANSMISSÃO.....	13
3.1 TIPOS DE ESTRUTURAS.....	13
3.2 CARREGAMENTOS DE ESTRUTURAS.....	16
3.2.1 Cargas verticais.....	16
3.2.2 Tração axial nos cabos.....	17
3.2.3 Ação dos ventos.....	17
3.3 PROJETOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO.....	18
3.3.1 Proposição de traçado.....	18
3.3.2 Gestão fundiária.....	19
3.3.3 Plotação.....	20
3.3.4 Construção.....	20
Capítulo 4: ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	22
4.1 ESTUDOS DE TRAÇADO.....	22
4.2 EDIÇÃO DE PERFIS E PLANTAS.....	25
4.3 GESTÃO FUNDIÁRIA.....	27
Capítulo 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
BIBLIOGRAFIA.....	30

LISTA DE SIGLAS

ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica

APA: Área de Proteção Ambiental

APP: Área de Preservação Permanente

CEP: Código de Endereço Postal

CHESF: Companhia Hidrelétrica do São Francisco

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

DUP: Declaração de Utilidade Pública

LT: Linha de Transmissão

NBR: Norma Brasileira

SE: Subestação

UFMG: Universidade Federal de Campina Grande

UTM: Universal Transverse Mercator

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Organograma da MULTIEMPREENDIMENTOS

Figura 2: Silhuetas de estruturas

Figura 3: Torres monotubulares

Figura 4: Torre Trusspole

Figura 5: Vão de peso (Vão gravante)

Figura 6: Estrutura sob arrancamento parcial (Inversão de carga vertical)

Figura 7: Vão de vento de uma estrutura

Figura 8: Diretriz de traçado da LT 69kV Itaporanga/São José de Caiana

Figura 9: Vista frontal da SE ITAPORANGA, atenção voltada para o *bay* disponível

Figura 10: Layout da urbanização de Itaporanga – PB

Figura 11: Solo rico em formações rochosas

Figura 12: Captura de tela do PLS-CADD

Figura 13: Arquivo .dwg gerado pelo PLS-CADD contendo tira de plotação da LT 230 kV Rio Largo II – Penedo/ Seccionamento Arapiraca e detalhe de um trecho da linha

Figura 14: Prancha com trecho da plotação editada e detalhe da tabela com informações da torre

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

No curso de Engenharia Elétrica da UFCG, encontra-se inserida em sua estrutura curricular a disciplina Estágio Curricular, que pode ser cursada na modalidade Estágio Integrado ou Estágio Supervisionado. Na modalidade Integrado, a carga horária mínima requerida do estudante é de 660 horas, já na modalidade Supervisionado, a carga horária mínima é 120 horas.

1.1 OBJETIVOS

A disciplina supramencionada tem por objetivo proporcionar a vivência do estudante no ambiente profissional, onde se tem contato com os problemas reais de engenharia, sendo possível a aplicação de muito do aprendizado acumulado ao longo dos anos de formação acadêmica.

Este relatório descreve as atividades desenvolvidas no Estágio Supervisionado, na Multiempresendimentos Engenharia Consultiva, no Setor de Projetos, Divisão de Linhas de Transmissão, entre os dias 06 de outubro e 06 de dezembro de 2011, um total de 352 horas, o que corresponde a 11 créditos. Conta, ainda, com uma breve explanação acerca da empresa e seu mercado de atuação.

As atividades foram desenvolvidas na sede da empresa, situada em Recife/PE, de endereço Rua Oswaldo Cruz, 342, Soledade, CEP 50050-220, sob a orientação do Engenheiro Humberto José Vieira de Paula Andrade.

1.2 ESTRUTURA DO TEXTO

O trabalho é apresentado em cinco capítulos, incluindo a introdução. O capítulo 2 apresenta a empresa MULTIENTREENDIMENTOS, local de realização de estágio, com áreas de atuação, trabalhos desenvolvidos e características empresariais. O terceiro capítulo dedica-se a introduzir os conceitos que permeiam o projeto de linhas de transmissão. As atividades realizadas durante o estágio são apresentadas no capítulo 4 e, no último capítulo, são feitas as considerações finais.

Capítulo 2

MULTIEMPREENDIMENTOS ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA

2.1 INFORMAÇÕES GERAIS

Fundada em 2005, a MULTIEMPREENDIMENTOS é de origem pernambucana que detém maior parte de sua atenção à elaboração de projetos focados no desenvolvimento e implantação de centrais geradoras, projeto de linhas de transmissão e eficiência energética de instalações comerciais e industriais.

Sua atuação no mercado é de caráter nacional e possui clientes de natureza pública e privada. Concentra esforços para proporcionar um diferencial competitivo no que se refere a serviços que vislumbram a utilização de energia limpa e eficiente, preservando o meio ambiental enquanto custos e insumos são racionalizados.

Na linha da consciência ambiental, a empresa busca soluções para desenvolvimento e implantação de unidades geradoras de energia elétrica baseadas em fontes renováveis, a exemplo da eólica e biomassa.

Partindo dos seguintes valores: ética, transparência, respeito socioambiental, valorização da equipe, compromisso com a qualidade, melhoria contínua e o foco no cliente; a empresa ostenta como visão *“ser referência no mercado nacional em soluções de engenharia consultiva no setor de energia elétrica, por meio de fontes renováveis, até 2014”* e como missão *“desenvolver soluções de engenharia consultiva no setor de energia elétrica, por meio de fontes renováveis, com compromisso socioambiental e foco nos resultados, buscando a satisfação do cliente”* [1].

A empresa encontra-se estruturada segundo o organograma apresentada na Figura 1. O estágio foi realizado no setor de Projetos, na Divisão de Linhas de Transmissão, pertencente à Diretoria de Engenharia.

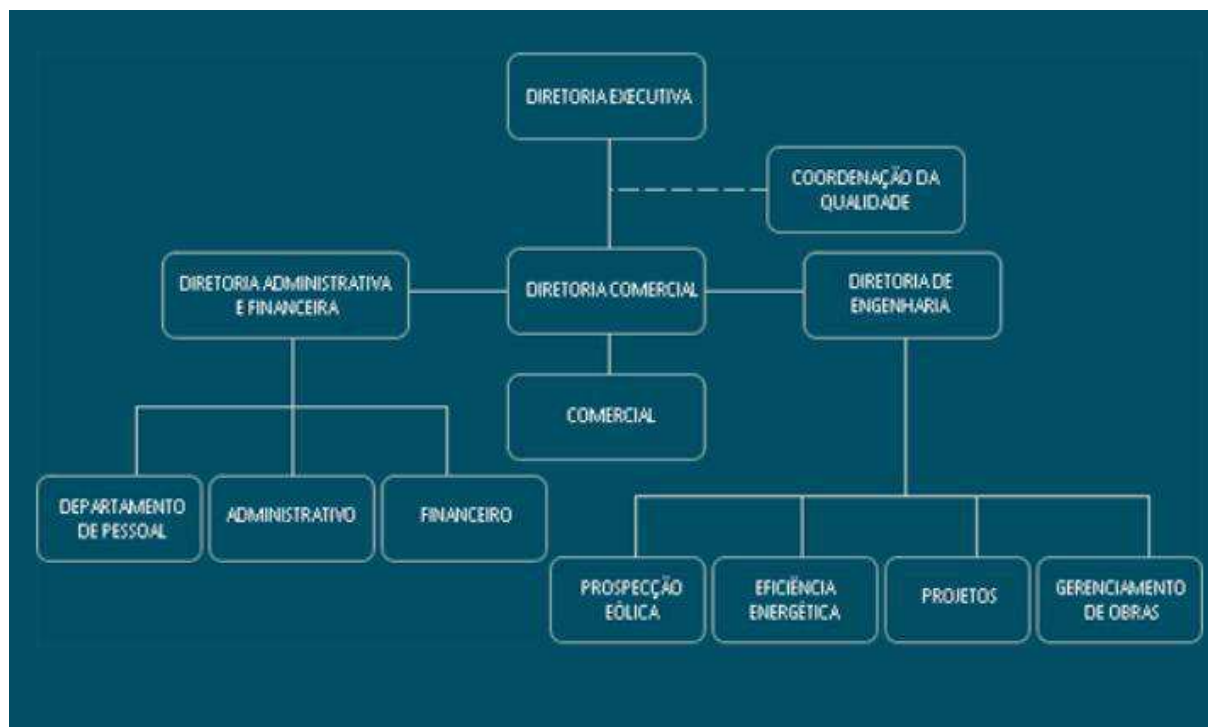


Figura 1. Organograma da MULTIEMPRESAS

2.2 SERVIÇOS PRESTADOS

A MULTIEMPRESAS possui em seu portfólio uma série de serviços, conforme mostrados nos subitens a seguir.

2.2.1 Parques Eólicos

É fornecida ao cliente uma solução integrada das áreas que apresentam potencial eólico satisfatório, estudo de viabilidade de investimento, técnica e financeira, o que inclui riscos ambientais, escoamento da produção de energia, acompanhamento da implantação e manutenção de torres de medição, monitoramento dos ventos.

2.2.2 Eficiência Energética

Em serviços desta natureza são realizadas três etapas do processo: diagnóstico, auditoria e implementação de ações. Na primeira etapa, é levantada a situação do sistema energético e listadas as oportunidades de redução de custos associados. Na etapa de auditoria, cliente e empresa elaboram um plano de execução com base no levantamento feito na fase anterior. Por fim, na fase de implementação das ações, abrange a supervisão das ações de projeto realizadas pelo cliente durante o processo.

2.2.3 Consultoria Comercial

Consiste na identificação de oportunidades de mercado para bons investimentos no setor energético, principalmente na geração eólica e de biomassa. Realiza estudos de viabilidade econômica e provê assistência técnica e administrativa.

2.2.4 Gestão Integrada

Oferta serviços de Engenharia do Proprietário, que consiste em assessorar, técnica e economicamente, na supervisão e administração de empreendimentos. Fazem parte do escopo deste serviço alguns empreendimentos como linhas de transmissão, subestações, redes médias aéreas e subterrâneas, parques de geração eólica.

2.2.5 Aterros Sanitários

Elabora estudos de viabilidade técnica e econômica para o aproveitamento do biogás produzido em aterros para a geração de energia elétrica. Além disso, auxilia seus clientes na comercialização dos créditos de carbono, que são certificados emitidos para uma pessoa ou empresa que reduziu a sua emissão de gases do efeito estufa, funcionando como uma moeda ambiental.

2.2.6 Projetos de Biomassa

São realizados estudos de potencialidade térmica correspondente a usinas energéticas, análise financeira e de conexão ao sistema.

2.2.7 Comissionamento

O serviço de comissionamento consiste em um grupo de procedimentos técnicos de engenharia que tem por objetivo tornar operáveis centrais geradoras de energia, plantas industriais e comerciais, sistemas de transmissão e distribuição. Tudo isto assegurando a confiabilidade, segurança e supervisão constante das informações.

LINHAS DE TRANSMISSÃO

A crescente demanda de energia elétrica tem proporcionado ampliação do setor em todo o mundo. O número de centrais geradoras de energia vem aumentando cada vez mais, inclusive das chamadas fontes alternativas de energia, a exemplo de centrais eólicas e de biomassa.

No entanto, a implantação destas centrais geralmente se dá distante dos centros de consumo, de onde nasce a necessidade da construção de uma malha de transmissão da “energia gerada”.

As linhas de transmissão que compõem esta malha sofrem variações em sua concepção e construção de acordo com a localidade, o nível de tensão e as condições sob as quais serão submetidas. Com base nesta informação, seguem alguns conceitos e denominações relativos aos aspectos construtivos das linhas.

3.1 TIPOS DE ESTRUTURAS

As estruturas metálicas utilizadas atualmente na construção de linhas de transmissão podem ser classificadas sob alguns aspectos conforme os subitens a seguir.

a) Classificação quanto ao sistema estrutural:

- **Estruturas metálicas autoportantes:** são caracterizadas pela característica de sustentação própria, não havendo a necessidade de utilizarem-se estruturas adicionais para garantir o seu equilíbrio. Este tipo de estrutura pode ser vista na Figura 2. (a).

- **Estruturas metálicas estaiadas:** necessitam de estais (cabos tracionados com uma de suas extremidades fixada no corpo da torre e a outra fixada no solo) para garantir a estabilidade da estrutura, conforme mostra a Figura 2. (b).

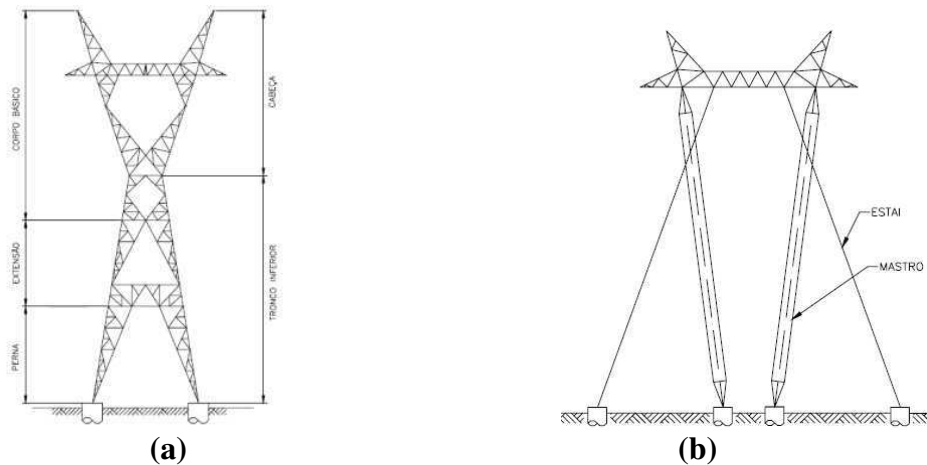


Figura 2. Silhuetas de estrutura (a) metálica autoportante; (b) metálica estaiada.

b) Classificação quanto à função na linha:

- **Terminais ou fim de linha:** geralmente autoportante (mais robusta), encontram-se nas extremidades da linha. Projetada para suportar toda a tração do último vão, apresentam capacidade nominal elevada, pois os esforços atuantes são desequilibrados, pois a estrutura é colocada na bissetriz do ângulo formado no fim de linha, o que provoca o desequilíbrio das forças atuantes.

- **Torres de suspensão:** localizadas em trechos retos ou com pequenos ângulos (>5 graus), podendo ser autoportantes ou estaiadas. Seus cabos ficam pendurados, verticalmente, nas cadeias de isoladores, sendo estes móveis. Estas torres não podem ser submetidas a trações impostas pelos cabos, também chamados arranchamentos, uma vez que devem ser respeitados os limites de balanço das cadeias de isoladores, segundo o projeto das mesmas.

- **Torres em ângulo (ou ancoragem):** nestas estruturas ocorre mudança de direção do traçado da linha e, normalmente, são autoportantes. Possuem cadeias de isoladores na horizontal possibilitando a estas torres uma submissão à arrancamentos (inversão de carga vertical – ver subseção 3.2.1).

c) Outros tipos de torre:

- **Torres monotubulares:** torres metálicas de seção transversal em forma de poligonal fechada, do tipo circuito simples ou circuito duplo. São torres utilizadas, geralmente, em

linhas de transmissão com tensão até 138 kV. Compactas, com bases que chegam a ter menos de 2 m de diâmetro, a exemplo das estruturas apresentadas na Figura 3.

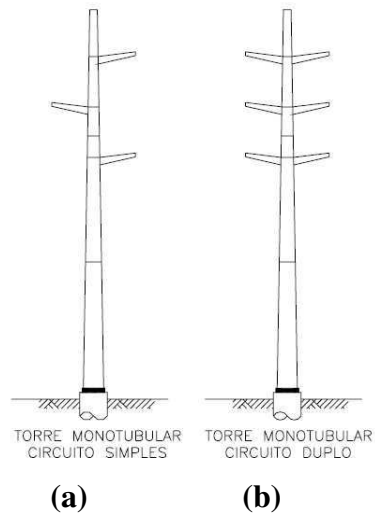


Figura 3. Torres monotubulares (a) Tipo circuito simples; (b) Tipo circuito duplo.

- **Torres Trusspole:** poste metálico treliçado, com única fundação por estrutura. Geralmente, utiliza-se este tipo de estrutura para tensão menos elevadas. Este tipo de estrutura pode ser vista na Figura 4, mostrada a seguir.

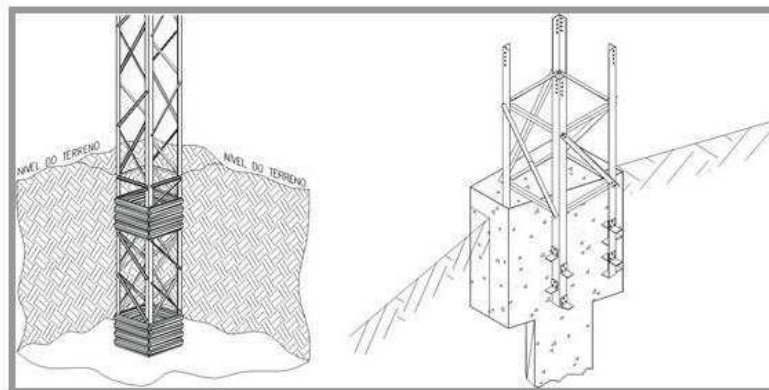


Figura 4: Torre Trusspole

Existem ainda torres de concreto armado, postes utilizados para transmissão em tensões menores.

3.2 CARREGAMENTOS DE ESTRUTURAS

O carregamento das estruturas se dá por cargas verticais, tração axial nos cabos e ações dos ventos.

3.2.1 Cargas verticais

Os esforços por cargas verticais se dão devido ao peso da torre, das cadeias de isoladores, ferragens, condutores e para-raios. Associados a estes esforços estão alguns conceitos dispostos a seguir:

- **Vão de Peso (Vão Gravante):** corresponde ao peso exercido pelos cabos sobre a torre. Relativo à estrutura em questão, observa-se a distância entre os pontos que possuem tangente horizontal com as catenárias dos vãos adjacentes, conforme mostra a Figura 5.

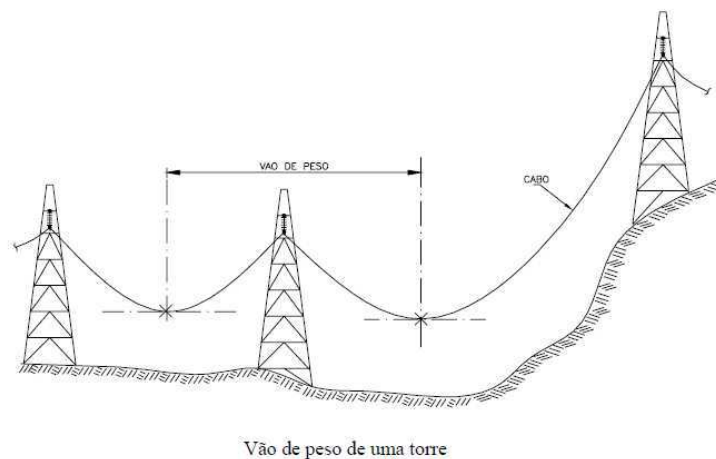


Figura 5: Vão de peso (Vão gravante)

- **Arrancamento Parcial:** conforme mostra a Figura 6, este tipo de esforço só é suportado por estruturas de ancoragem, pois em estruturas de suspensão suas cadeias de isoladores não suportam inversão de carga vertical, apenas carga de tração dos cabos.

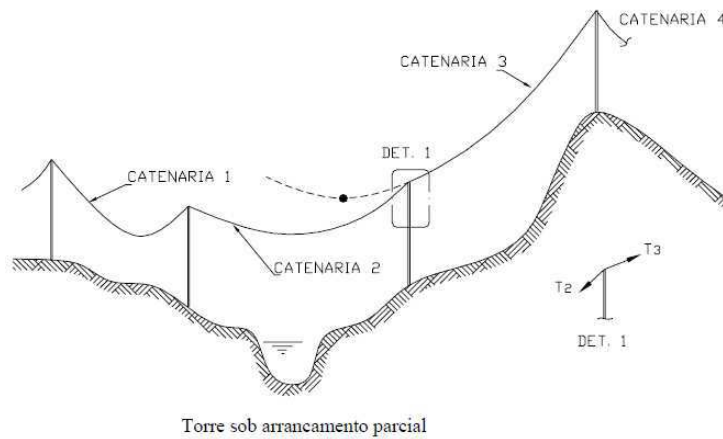


Figura 6: Estrutura sob arrancamento parcial (Inversão de carga vertical)

3.2.2 Tração axial nos cabos

Os esforços dos cabos produzem uma tração axial com valores de carga tais que resultem em uma flecha pré-determinada. A tração que deve ser aplicada durante o lançamento de cabos é determinada com base em uma tabela de esticamento que tem como variáveis a flecha, a tensão no cabo e a temperatura. A tração axial dos cabos se dá através de cargas transversais, quando surgem componentes transversais oriundas da mudança de direção no percurso da linha, ou através de cargas longitudinais, representadas pelos esforços dos cabos ao longo da linha.

3.2.3 Ação dos ventos

Consideram-se como esforços atuantes nas estruturas as ações dos ventos sob os cabos condutores, os cabos para-raios, as cadeias de isoladores, as ferragens e sob a própria estrutura metálica. Com relação aos cabos, considera-se o vão de peso como a média aritmética dos vãos adjacentes à estrutura em análise, conforme mostra a Figura 7. A contribuição da ação dos ventos sob todas as partes da linha se dá conforme algumas fórmulas aqui omitidas, mas que podem ser obtidas em consulta à NBR 5422, que trata de projetos de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica.

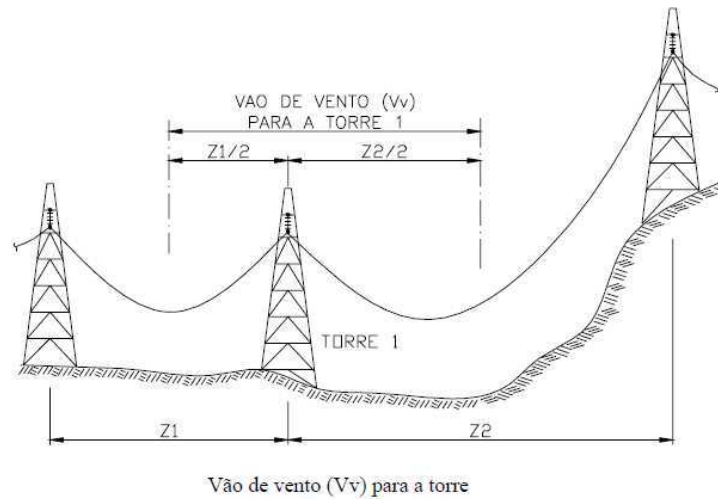


Figura 7: Vão de vento de uma estrutura

3.3 PROJETOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

O projeto de implantação de uma linha de transmissão inicia com a definição de seu traçado. Após esta etapa, inicia-se, paralelamente, o trabalho de gestão fundiária, onde são realizadas as negociações necessárias para a liberação da faixa de servidão para a implantação da linha ao longo do trecho escolhido, e os trabalhos de topografia que subsidiarão, posteriormente, a etapa de plotação. O processo encerra-se com a etapa de construção, onde se realizam as fundações, alocação de torres e o lançamento de cabos.

Neste relatório não será contemplada a etapa de construção, uma vez que o enfoque do desenvolvimento do trabalho baseou-se apenas no projeto de linhas.

3.3.1 Proposição de traçado

Antes de se propor um traçado são observadas as condições de onde se deseja implantar a linha de transmissão. É preciso listar os obstáculos e as condições geográficas sob os quais a linha estará sujeita em toda sua extensão e largura de faixa.

Tais observações são relevantes uma vez que é preciso esquivar o traçado de áreas com restrições de acesso estabelecidas pelo CONAMA, a exemplo de APAs, APPs, reservas

indígenas e afins, que inviabilizam a passagem da linha por determinados locais. Outro grande cuidado a ser tomado é com a interferência que a LT em questão pode sofrer de outras LTs, linhas férreas, gasodutos, etc. que requererão estudos técnicos mais aprofundados com relação aos efeitos destes cruzamentos, podendo tornar o empreendimento mais oneroso. E ainda, deve ser observada a valorização e a ocupação da terra por onde poderá passar a linha, sendo este, também, um fator de inviabilidade de determinado traçado preliminar.

Deste modo, uma série de fatores influencia na escolha do trajeto a ser seguido pela linha, também chamado de encaminhamento. Dentre os possíveis caminhamentos da LT a serem analisados, será escolhido o que tiver maior viabilidade técnica, econômica e ambiental, simultaneamente. No entanto, somente com o trabalho de topografia é possível determinar que a escolha eleita como a mais adequada seja a definição do traçado. Um bom trabalho topográfico evita futuros desvios de traçado e/ou realocação de torres.

Esta etapa ficará mais clara ao leitor no subitem 4.1.

3.3.2 Gestão Fundiária

Esta etapa objetiva a liberação fundiária da faixa de servidão determinada para a linha de transmissão. O processo de liberação, geralmente, se dá pelos seguintes passos:

- a) Obtenção de certidão de uso do solo e autorizações de passagem;
- b) Confecção da tabela de preço-referência para indenização de terras e benfeitorias;
- c) Cadastramento de proprietários e propriedades;
- d) Pagamentos de danos decorrentes da topografia;
- e) Elaboração de propostas de indenização da terra e benfeitorias;
- f) Apresentação das propostas aos proprietários;
- g) Escrituração e pagamento;
- h) Registro;
- i) Pagamentos dos danos decorrentes da construção.

Em última instância, para os casos nos quais não se obteve sucesso nas negociações, resta à companhia que objetiva implantar a linha o recurso da DUP, Declaração de Utilidade Pública, na qual deve ser dada entrada junto a ANEEL com toda a documentação requerida segundo a **Resolução Normativa nº 259/2003**, desta mesma agência.

3.3.3 Plotação

A plotação consiste em uma etapa totalmente dependente dos perfis e plantas oriundos do trabalho topográfico feito ao longo do trecho da LT projetada. A relação de dependência reside no fato de ser preciso observar aspectos geográficos que imporão condições quanto à alocação das estruturas em determinados pontos. São observados lagos, lagoas, rios, aclives, declives, vales, APPs, APAs, dentre outros aspectos que influenciarão em medidas de projeto, a exemplo de distâncias de vãos, posicionamento de torres, valores máximos de catenárias (respeitando a distância mínima de cabo-solo, que varia de acordo com o nível de tensão da linha e condições do relevo).

Um bom projeto tem como premissas a serem seguidas na sua plotação a minimização do número de torres; uma distribuição uniforme das mesmas, de modo que a variação dos vãos ao longo da linha seja pequena; minimizar ou eliminar interferências físicas; dentre outros.

Com base no levantamento topográfico, elabora-se uma série de documentos além da plotação propriamente dita. Compõe a documentação deste projeto a lista de materiais, a tabela de locação, memoriais de travessia, secções diagonais de pés de torres, tabela de esticamento de cabos.

3.3.4 Construção

A etapa de construção incorpora as subetapas de fundações, alocação de torres e lançamento de cabos. Com relação à primeira, constitui uma etapa de suma importância onde a Figura do engenheiro civil tem a responsabilidade de fazê-la da melhor forma possível, consciente de que qualquer falha neste momento pode comprometer a estabilidade de uma estrutura que esteja locada no ponto de ocorrência desta.

Com relação à fase de alocação de torres, cabe a máxima atenção à tabela de locação, documento que esclarece que modelos de estruturas serão locadas e em quais pontos (estes são dados em coordenadas UTM).

Alocadas as estruturas, é chegada a hora do lançamento de cabos. Neste momento se dá a tração necessária aos cabos para que se chegue a valores de tensão nos mesmos conforme planejado. É preciso certificar-se da fidelidade aos valores previstos ao lançar os cabos sob as

estruturas, de modo que sejam atendidas as distâncias de segurança necessárias e respeitados os limites das catenárias que os cabos condutores devem ter.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Ao longo do período de estágio, a aluna permeou algumas etapas de um projeto de linhas de transmissão:

- Estudo de traçado
- Edição de perfis e plantas
- Gestão Fundiária

Abaixo estão descritos as experiências vividas pela estagiária durante os dois meses de trabalho.

4.1 ESTUDOS DE TRAÇADO

Em seu primeiro mês de estágio, foi realizado pela aluna, juntamente com o engenheiro Humberto Andrade, o estudo de traçado da LT 69kV Itaporanga/São José de Caiana (circuito simples com estruturas de concreto) linha de distribuição da ENERGISA, localizada do sertão paraibano.

Antes de ir a campo, conforme Figura 7, foi traçado no Google Earth (ferramenta de visualização de mapas desenvolvida pela Google), um caminhamento preliminar a fim de nortear a análise *in loco* desta diretriz, segundo orientação do empreendedor.



Figura 8: Diretriz de traçado da LT 69kV Itaporanga/São José de Caiana

De posse deste esboço, foi feita uma visita ao possível caminhamento a ser seguido, partindo da SE Itaporanga, da ENERGISA, situada no município de mesmo nome (vide Figura 8). Nesta ocasião, observou-se a saída de linha da SE, bem como um ponto de conexão da linha com a subestação disponível, o chamado *bay*, e a possibilidade de realocá-lo dentro do espaço da subestação.

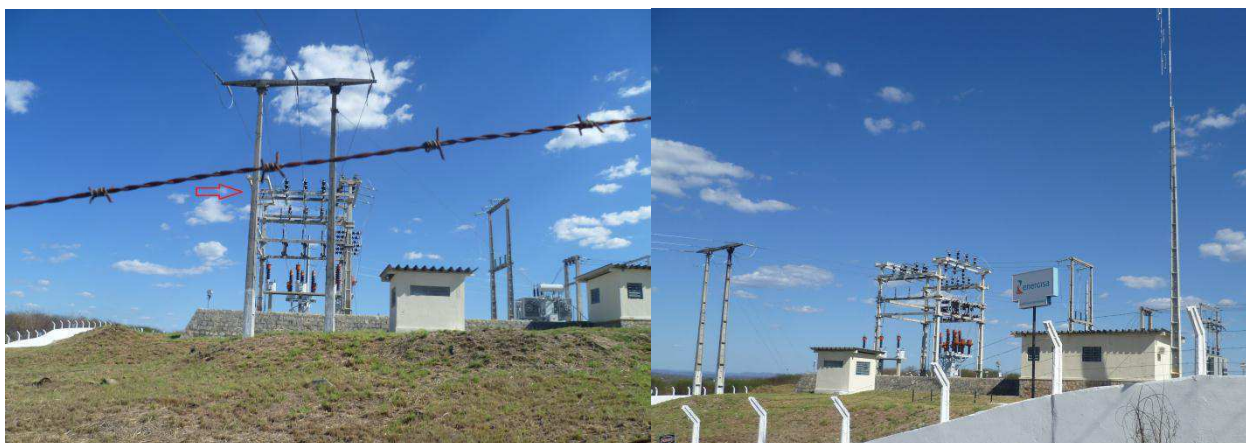


Figura 9: Vista frontal da SE ITAPORANGA, atenção voltada para o bay disponível

Foi seguido o trajeto predefinido, deslocando-se pela BR-361 no sentido Itaporanga – São José de Caiana e observado o caminho a ser seguido pela linha (possibilidade de paralelismo com LT existente e aproveitamento de limite de servidão). Já no início deste trajeto, conforme mostrado no mapa da Figura 8, adentrou-se ao perímetro urbano da cidade de Itaporanga, onde foram observadas questões urbanísticas que pudessem viabilizar parte do trajeto como parcialmente urbano.

Durante esta análise, foi constatada a inviabilidade da opção vista a existência de impedimentos como construções com fachadas salientes, ruas estreitas e a concorrência com um alimentador de 13,8 kV. Estas características podem ser observadas na Figura 10.



Figura 10: Layout da urbanização de Itaporanga – PB

Percorrido o trecho urbano, foi seguida a diretriz prevista e ao longo da mesma analisou-se o relevo da região, as condições de solo, as condições de acesso e demais elementos naturais que pudessem inviabilizar a implantação da LT em questão.

Constatou-se que o solo tem formação rochosa densa (ver Figura 11), de difícil perfuração, o que prevê um trabalho minucioso na etapa de fundações. Deparou-se com grandes elevadores de difícil acesso, onde se vislumbrou a necessidade de desvio da LT nos referidos trechos.



Figura 11: Solo rico em formações rochosas

Mediante condições encontradas ao longo do trecho, a exemplo das condições de relevo e de cruzamentos com LTs e rodovias, foi escolhido o caminhamento mais adequado às características locais. O eleito foi um traçado rural, com paralelismo parcial a uma linha existente (LT 69kV Itaporanga/Ibiara). A aluna elaborou um relatório de análise para definição de traçado, constando um breve relato do que foi visto em campo e as opções existentes para implantação da linha, listando vantagens e desvantagens de cada opção apresentada. Este foi enviado ao empreendedor, a ENERGISA PARAÍBA, para avaliação e possível validação, a fim de dar prosseguimento ao projeto em questão.

O mesmo procedimento foi realizado para a definição de traçado da LT que liga o Complexo Eólico Cassino I, II e III a subestação Quinta, da CEEE Geração e Transmissão, no Balneário Cassino, município de Rio Grande – RS. A aluna viajou ao local em questão, juntamente com o engenheiro responsável, Humberto Vieira, e realizou os mesmos procedimentos descritos anteriormente.

4.2 EDIÇÃO DE PERFIS E PLANTAS

A MULTIEMPREENDIMIENTOS foi contratada para realizar o projeto básico e executivo da LT 230kV Rio Largo II – Penedo/ Seccionamento na SE Arapiraca, empreendimento da CHESF situado no estado de Alagoas. No projeto em questão, durante o segundo mês de trabalho, a estagiária participou da etapa de plotação realizando a edição de perfis e plantas.

Na etapa de plotação, é utilizada a ferramenta gráfica PLS-CADD, conforme tela mostrada na Figura 11. Esta incorpora um banco de dados que é alimentado com especificações da linha descritas no projeto básico da mesma e informações levantadas pela topografia, gerando um arquivo .dwg com a sobreposição das torres alocadas sobre o perfil topográfico. Este arquivo .dwg, chamado “tira de plotação” deve ser cortado em pranchas e estas editadas, trabalho este realizado pela aluna. Na captura de tela mostrada na Figura 12, é possível ver a tira de plotação da linha em questão e um detalhe onde pode ser visto mais claramente as estruturas alocadas (em vermelho).

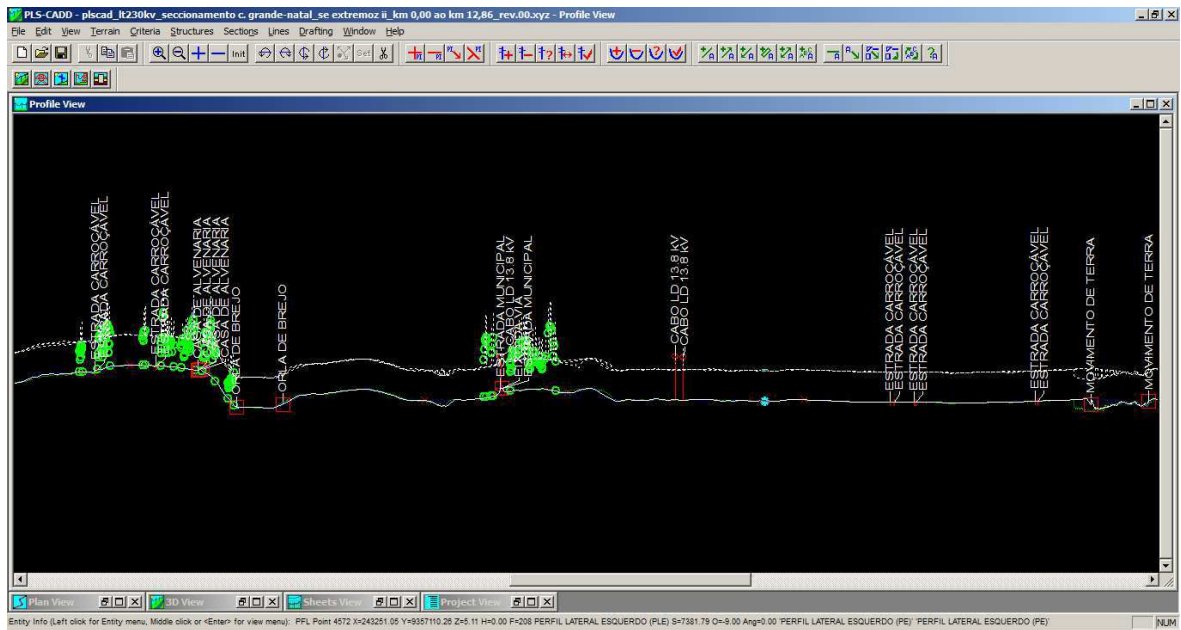


Figura 12: Captura de tela do PLS-CADD

Durante a edição, são observadas as alocações feitas pelo *software*, e, encontrada alguma incoerência, as torres são realocadas para os locais mais adequados possíveis aos olhos do projetista.

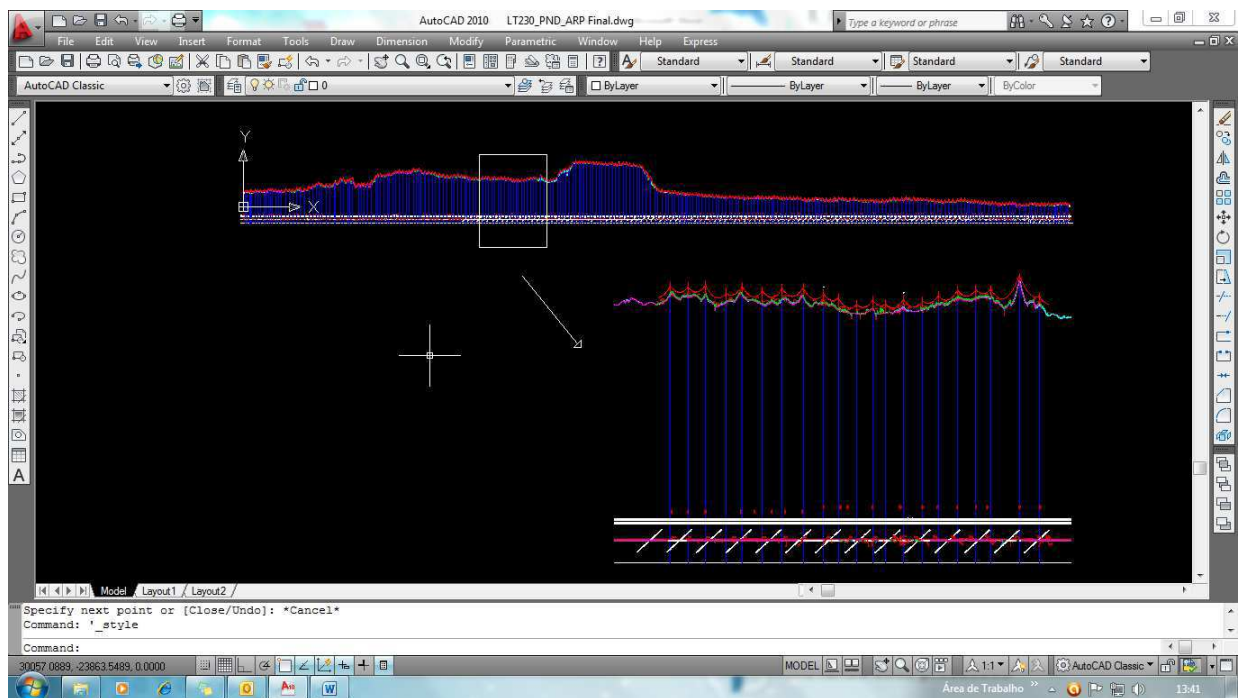


Figura 13: Arquivo .dwg gerado pelo PLS-CADD contendo tira de plotação da LT 230 kV Rio Largo II – Penedo/ Seccionamento Arapiraca e detalhe de um trecho da linha

Ainda nas atribuições de edição, é feito o trabalho de inserção de tabelas de informações das torres e vãos de frente nas pranchas oriundas do corte da tira, conforme mostra a Figura 13. As informações mostradas na tabela são referentes à composição da estrutura (COMP), altura útil (Hútil), vão médio (VM), vão gravante à 60° e 15° (VG_{60°} e VG_{15°}), desnível (ΔH), coordenadas *UTM* (X e Y).

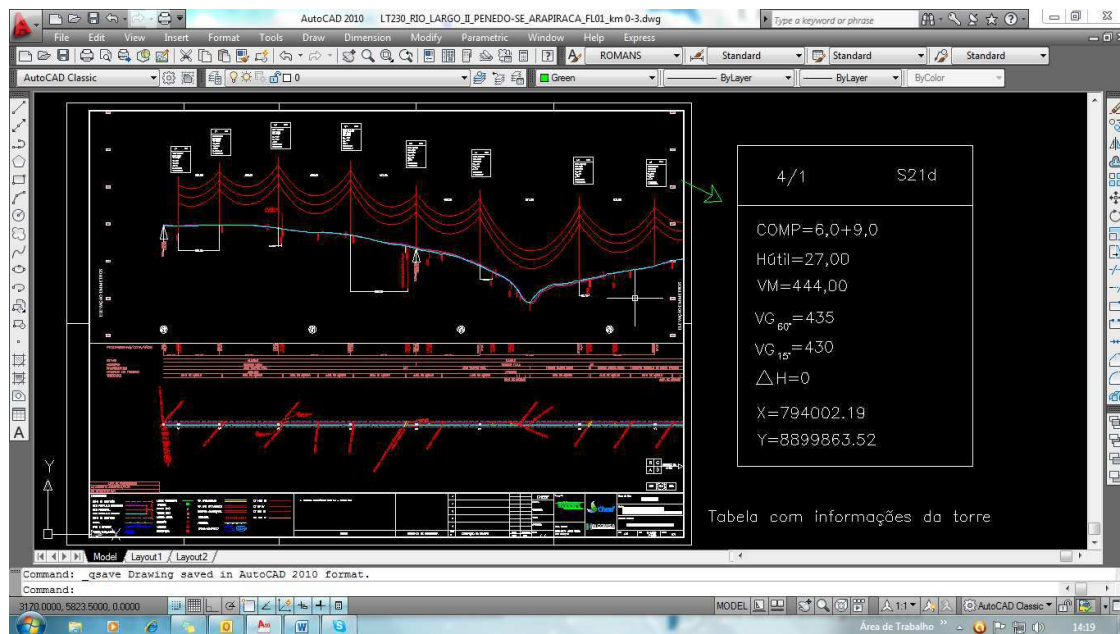


Figura 14: Prancha com trecho da plotação editada e detalhe da tabela com informações da torre

4.3 GESTÃO FUNDIÁRIA

Por fim, durante o último mês de estágio, as atividades atribuídas à aluna foram relacionadas ao trabalho de liberação de faixa de servidão das linhas de transmissão, conforme descrito no item 3.3.2.

Com os contratos dos Lotes A, B e C do Leilão ANEEL 006/2010 em sua carteira, a MULTIEMPREENDIMIENTOS tem em seu escopo de responsabilidade a liberação das faixas para implantação das seguintes linhas da CHESF:

Lote A – 006/2010: situado no estado do Rio Grande do Norte

- LT 230kV Paraíso – Açú II;
- LT 230kV Mossoró – Açú II;
- LT 230kV Extremoz – João Câmara II;
- LT 230kV Campina Grande II – Natal III/ Seccionamento na SE Extremoz.

Lote B – 006/2010: situado no estado da Bahia

- LT 230kV Igaporã – Bom Jesus da Lapa II.

Lote C – 006/2010: situado no estado do Ceará

- LT 230kV Acaraú II – Sobral III.

Nesta fase, as atividades realizadas pela aluna foram de caráter organizacional. Participou de reuniões com os departamentos jurídicos e técnicos da CHESF (sede e regionais), visitou os trechos das linhas em questão, conjuntamente com a equipe contratou permissores para trabalhos de campo, coordenou as atividades operacionais e financeiras do empreendimento, dentre outras atribuições.

Capítulo 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A oportunidade de estagiar em uma empresa envolvida com diversos mercados dentro do setor elétrico foi muito enriquecedora. Na MULTIEMPREENDIMENTOS Engenharia Consultiva LTDA foi dada a chance à aluna de permear três atividades diferentes, onde uma série de experiências foi vivida e lições aprendidas. O mundo corporativo é uma realidade muito diferenciada do mundo acadêmico, mas ambos são complementares. O trabalho representa a solidificação dos conhecimentos adquiridos na universidade, bem como o complemento com aprendizados que só vêm com a prática do dia a dia.

Nota-se o quanto o setor de linhas de transmissão é vasto e interessante. E ainda, mostra-se promissor, ao passo que, quilômetros e quilômetros de linhas estão em fase de leilão, concessão, concepção, projeto e construção. Com o fortalecimento do setor de geração alternativo de energia (principalmente eólico) e com mudanças ocorridas no comércio de energia, tem surgido maior necessidade de implantação dessas linhas afim de que novos geradores/comercializadores tenham acesso à rede básica interligada de energia elétrica.

Visto o enriquecimento dado pela experiência vivida pela aluna durante o estágio, intui-se que esta oportunidade deve ser dada aos demais estudantes do curso de Engenharia Elétrica, da UFCG. Com isto, vislumbra-se que seja firmada uma parceria entre as partes (empresa-escola), de modo que, as mesmas possam se beneficiar da ocasião, a escola fornecendo bons profissionais para sanar a necessidade de mão-de-obra qualificada e a empresa disponibilizando oportunidades de estágio que venham a contribuir para a formação de nossos alunos.

Por fim, a aluna sugere que tenhamos em nossa grade curricular, além da disciplina de Análise de Sistemas Elétricos, na qual é ministrado o conteúdo de cálculo de parâmetros elétricos de linhas de transmissão, uma disciplina de cálculo mecânico de linhas, conteúdo interessante e de alta relevância no projeto de linhas aéreas de transmissão de energia.

Após a experiência vivida, a aluna mostra-se bastante interessada em saber mais sobre este universo, e, quem sabe, seguir carreira dentro do setor.

BIBLIOGRAFIA

<http://www.multiempreendimentos.com/>, acesso em 30/03/2012.

Gontijo, C. R. – *Cálculo de Torres para Linhas de Transmissão* – IEA Editora – 1994.

<http://www.scac.com.br/Linha+de+Transmissao>, acesso em 07/04/2012.

<http://www.metalica.com.br/torres-de-transmissao-de-energia/>, acesso em 08/04/2012.

CHAVES, R. A. *Fundações de Torres de Linhas de Transmissão e de Telecomunicação*. UFMG, 2004.

LEÃO, R. P. S. *GTD: Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica*. UFC, 2009.

ABNT NBR 5422 (*Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica - Procedimento*), Rio de Janeiro, 1985.

Agência Nacional de Energia Elétrica, RESOLUÇÃO NORMATIVA nº 259, 2003.

TERMO DE REFERÊNCIA: Contratação de Serviço de Liberação Fundiária Lote A – Leilão ANEEL 006, 2010.