



**Universidade Federal de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

WESLEY CHAVES DA COSTA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO**

Campina Grande, Paraíba  
Abril de 2014

WESLEY CHAVES DA COSTA

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à  
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da  
Universidade Federal de Campina Grande  
como parte dos requisitos necessários para a  
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no  
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Orientador:

Professor Luís Reyes Rosales Montero, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Abril de 2014

WESLEY CHAVES DA COSTA

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.*

Aprovado em        /        /

**Professor Avaliador**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Professor Luis Reyes Rosales Montero, D. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha família e amigos, e, principalmente, à meu filho, Yoshi, que me deixou com saudades durante o decorrer do estágio e me recebia com festa cada fim de semana que eu retornava para casa.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por não me deixar desistir no decorrer deste curso.

Agradeço também à minha família, em especial à minha mãe, Socorro Chaves, que não mediu esforços para me dar uma boa educação e me encorajou em busca de um estágio longe de casa.

Sou grato à Ilana Nascimento e Rosalva Leal que foram pessoas essenciais para que eu conseguisse este estágio e dedicaram muito do seu tempo na busca por vagas em diversos locais.

Ao grupo ENERGY ELETRICIDADE LTDA, que me proporcionou um amplo aprendizado no decorrer do estágio, especialmente os engenheiros Leonardo de Medeiros e Pedro Leonardo, pelos ensinamentos passados e cobranças feitas, me ajudando a me tornar um profissional melhor.

Agradeço ao Prof. Luis Reyes, pela orientação e conselhos durante a elaboração deste, sempre com a melhor das intenções.

À todos que fazem parte do DEE/UFCEG, especialmente Adail e Tchai, que fazem todos os alunos se sentirem acolhidos, estimulando e dando suporte em todos os momentos da graduação.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

*“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém.”*

Dalai Lama.

## RESUMO

Este relatório visa descrever as atividades realizadas por Wesley Chaves da Costa durante o decorrer do estágio integrado na Energy Eletricidade LTDA, bem como apresentar uma visão geral da obra na qual o estágio foi centrado. O estágio, que durou de 02 de Dezembro de 2013 à 14 de Março de 2014, tem como objetivo a construção de uma linha de transmissão de energia elétrica em 230kV, com extensão de 22,4km, que interligará a subestação interna da fábrica da Norfil no município de João Pessoa-PB à subestação interna da Elizabeth Cimentos, no município de Alhandra-PB. Sob a supervisão dos engenheiros Leonardo de Medeiros e Pedro Leonardo, foram realizadas atividades de programação e planejamento de frentes de serviços para a execução da linha de transmissão. Durante o estágio foram acompanhadas as atividades de construção civil, levantamento topográfico, conferência de perfil, locação de pés de torre, construção/abertura de acessos, desmatamento/limpeza de faixa, escavação, confecção de ferragens, nivelamento de stub, concretagem e montagem de torres metálicas.

**Palavras-chave:** LT, Linha de Transmissão, Alta Tensão, 230kV.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa do Sistema Interligado Nacional – Horizonte 2014. ....	12
Figura 2 - Principais elementos das linhas de transmissão (Labegalini et al, 1992).....	13
Figura 3 - Classificação das torres quanto à forma de resistir aos carregamentos (estaiada - à esquerda, autoportante - à direita). ....	14
Figura 4 - Classificação das torres autoportantes quanto ao formato (Tronco-piramidal - À esquerda, Delta - Centro, Delta “cara de gato” - à direita) (Gontijo, 1994).....	15
Figura 5 - Subestruturas de uma torre autoportante tipo tronco-piramidal.....	15
Figura 6 - Posição dos cabos (pára-raios e condutores) na torre. ....	16
Figura 7 - Tabela de Locação da LT.....	18
Figura 8 - Acompanhamento Progressivo da Obra.....	19
Figura 9 - Material da Torre. ....	20
Figura 10 - Cronograma Executivo no MS Project. ....	20
Figura 11 - Tabela de Controle de Estoque. ....	21
Figura 12 – SE Norfil.....	22
Figura 13 – SE Norfil.....	22
Figura 14 – Localização da LT e SE envolvidas. ....	23
Figura 15 - Ficha de Campo. ....	24
Figura 16 - Escavação com trado acoplado à caminhão Munck.....	28
Figura 17- Escavação com trado acoplado à retroescavadeira. ....	28
Figura 18 - Escavação para torre com fundação em sapata. ....	29
Figura 19 - Fundação em tubulão para torre tipo S21d. ....	30
Figura 20 - Confecção de armação para fundação tipo tubulão.....	30
Figura 21 - Confecção de armação para fundação tipo sapata.....	31
Figura 22 - Fundação com stub nivelado.....	32
Figura 23 - Concretagem de uma fundação tipo tubulão.....	32
Figura 24 - Concretagem de uma fundação tipo sapata.....	33
Figura 25 - Atividade de fixação de orelhas e pintura de <i>stubs</i> . ....	34
Figura 26 - Montagem de Torre. ....	34
Figura 27 - RDO – Produção e programação. ....	35
Figura 28 - RDO – Efetivo e equipamentos. ....	36
Figura 29 – Planilha de Medição.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição da quantidade de torres para cada tipo de fundação.....	27
Tabela 2. Profundidade e diâmetro da escavação para fundações tipo tubulão.....	27
Tabela 3 - Características Técnicas Gerais da LT NORFIL - ECL - CCP. ....	37

# SUMÁRIO

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Lista de Ilustrações.....	viii
Lista de Tabelas.....	viii
Sumário.....	ix
1 Introdução.....	10
1.1 A Empresa.....	10
1.2 Hierarquia.....	11
2 Embasamento Teórico.....	12
2.1 Linhas de Transmissão.....	12
2.2 Elementos de uma Linha de Transmissão.....	13
2.2.1 Estruturas Suporte.....	13
2.2.2 Condutores.....	16
2.2.3 Cabos de Guarda ou Pára-Raios.....	17
2.2.4 Isoladores.....	17
3 Atividades Desenvolvidas.....	18
3.1 Atividades Iniciais.....	18
3.1.1 Acompanhamento Progressivo da Obra.....	19
3.1.2 Tabela de Material para cada torre.....	19
3.1.3 Cronograma Executivo.....	20
3.1.4 Controle de Estoque.....	21
3.2 Execução da Linha de Transmissão.....	21
3.2.1 Localização da LT.....	21
3.2.2 Especificação Técnica para Serviços de Linhas de Transmissão.....	23
3.2.3 Topografia.....	24
3.2.4 Abertura e Limpeza de Faixa.....	25
3.2.5 Fundações.....	25
3.2.5.1 Escavação.....	27
3.2.5.2 Confeção das Armações.....	29
3.2.5.3 Nivelamento de <i>Stub</i> e Concretagem.....	31
3.2.6 Montagem das Estruturas.....	33
3.2.7 Acompanhamento/Medição da Obra.....	35
3.2.7.1 Relatório Diário de Obra - RDO.....	35
3.2.7.2 Medição.....	36
3.2.8 Dados Técnicos da L.T.....	37
4 Conclusão.....	38
Bibliografia.....	39

# 1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste relatório é mostrar, de um modo geral, o acompanhamento da construção de uma linha de transmissão (LT) de energia elétrica em 230kV, com extensão de 22,4km, que interligará a subestação interna da Norfil, localizada em João Pessoa-PB, à, ainda em construção, subestação interna da Elizabeth Cimentos, em Alhandra-PB.

Serão descritas todas as atividades desenvolvidas durante a construção da LT, desde a programação de atividades e logística ao acompanhamento, em campo, da execução do projeto.

## 1.1 A EMPRESA

A Energy Eletricidade LTDA é uma empresa especializada na execução de projetos elétricos, com quase 20 anos de experiência, ela concentra suas atividades em instalações elétricas de baixa, média e alta tensão e na construção, tanto da parte civil como elétrica, de linhas de transmissão de 69, 138 e 230kV, subestações, linhas de distribuição de 13,8kV, entre outros.

Com sua sede em Campina Grande-PB, a empresa concluiu obras em várias localidades do Nordeste brasileiro. Estes são alguns dos projetos que estão em andamento:

- LT de 230kV-Norfil/Elizabeth Cimentos (Alhandra-PB)
- LT de 138kV-Renascença V/João Câmara III (Parazinho-RN)
- SE Pecém II-500/230 kV (Pecém-CE)
- SE Extremoz II-230/69 kV (Extremoz-RN)
- SE Brennand/CCP-230/69 kV (Pitimbu-PB)
- SE Norfil/ Bay de Seccionamento (João Pessoa-PB)
- SE Farol-34,5/69 kV (São Bento do Norte-RN)

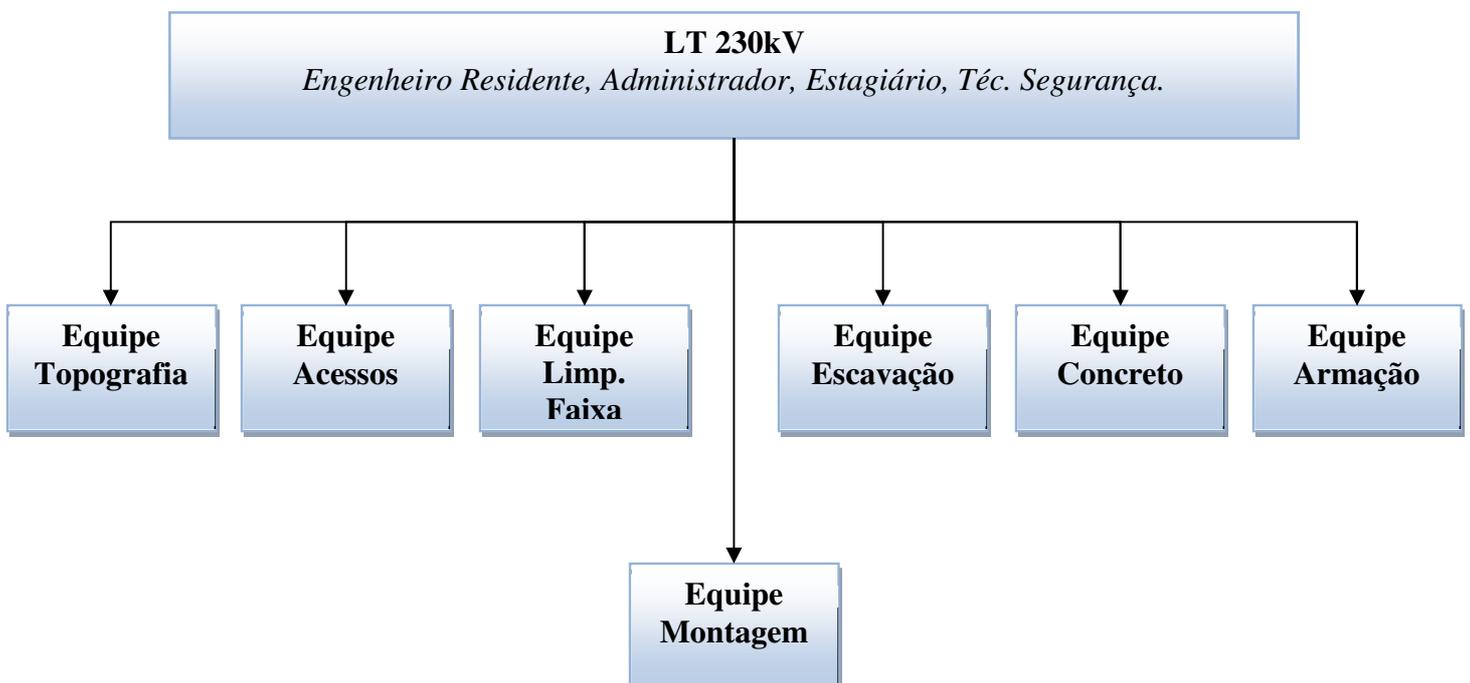
## 1.2 HIERARQUIA

Na sede da Energy Eletricidade LTDA têm-se a seguinte hierarquia, como mostrado no diagrama de blocos à seguir:



Hierarquia da empresa.

Nas obras, têm-se mais dois níveis hierárquicos principais, que são: administração e equipes. No caso da LT, estes níveis eram da seguinte forma:



## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

### 2.1 LINHAS DE TRANSMISSÃO

Linhas de transmissão são circuitos elétricos que interligam pontos geradores de energia elétrica à pontos consumidores de energia elétrica, conectando, assim, diferentes tipos de subestações (elevadoras, abaixadoras, transmissoras, etc). São consideradas linhas de transmissão aquelas que possuem tensão superior à 138kV. Abaixo deste valor, as linhas são consideradas de subtransmissão ou distribuição.

Na maioria dos casos, a geração ocorre à uma distância muito grande do centro consumidor, e, para evitar maiores perdas de energia durante o seu trajeto, esta deve ser transmitida em níveis de alta tensão.

Para aumentar a confiabilidade do sistema elétrico brasileiro, as LT estão sendo conectadas, formando o SIN (Sistema Interligado Nacional). O SIN é composto pelas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Podemos observar à seguir, na Figura 1, o mapa do SIN em Julho de 2013, com o horizonte para 2014.

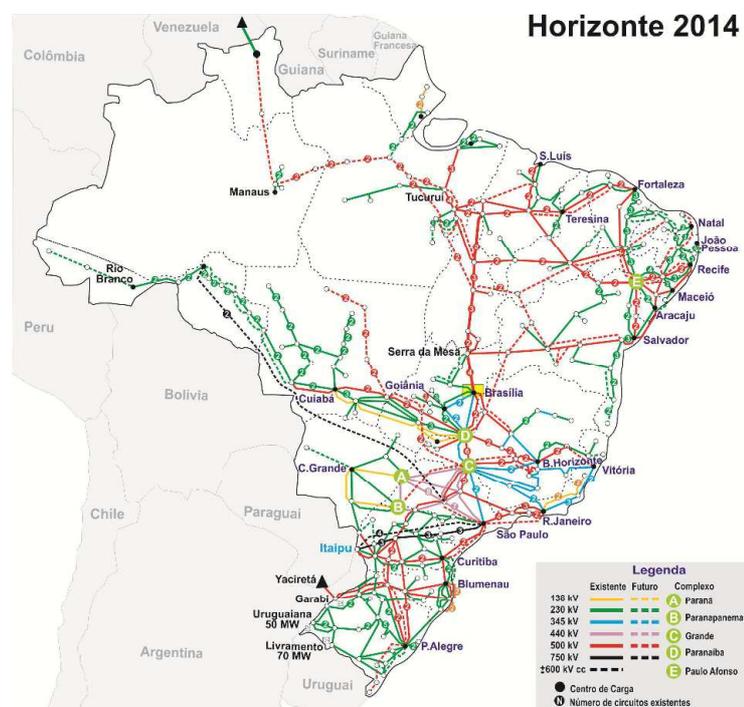


Figura 1 - Mapa do Sistema Interligado Nacional – Horizonte 2014.  
Fonte: ONS, Março 2014.

## 2.2 ELEMENTOS DE UMA LINHA DE TRANSMISSÃO

Um sistema de transmissão de energia elétrica é composto de vários elementos como cabos, estruturas ou suportes, fundações, isoladores, ferragens e acessórios, conforme mostra a figura 2.

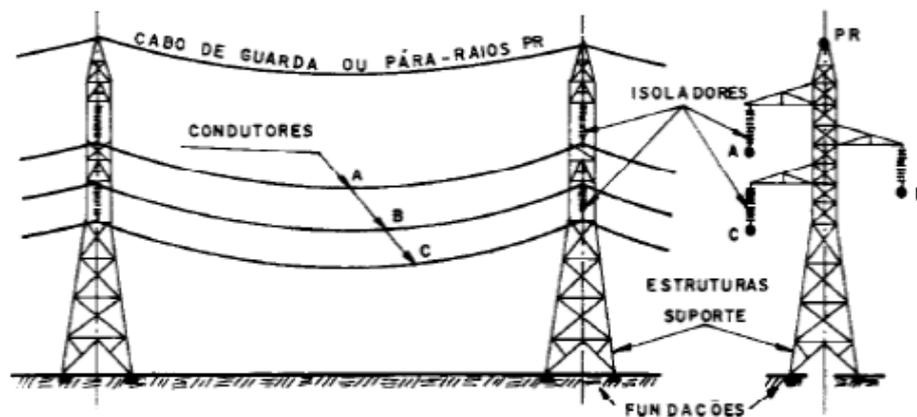


Figura 2 - Principais elementos das linhas de transmissão (Labegalini et al, 1992)

### 2.2.1 ESTRUTURAS SUPORTE

As estruturas de uma linha de transmissão servem de suporte para os cabos condutores e pára-raios, além de suportarem mecanicamente os esforços transmitidos pelos mesmos. São utilizadas estruturas em concreto, metálicas com perfis de aço galvanizado ou postes de aço.

Para altas tensões o emprego de torres metálicas treliçadas é a solução mais econômica, devido à rapidez na montagem, com menor mobilização de material e equipamentos na execução.

As estruturas podem ser classificadas, quanto à função que desempenham na linha, em:

- **Estrutura de suspensão:** sua finalidade é apoiar os cabos condutores e pára-raios, mantendo-os afastados do solo/terra e entre si, de acordo com normas de segurança.
- **Estrutura de amarração ou ancoragem:** devem suportar, além dos esforços decorrentes da suspensão dos cabos, unilateralmente aos esforços decorrentes do tensionamento dos cabos durante a montagem, ou após a ruptura de alguns deles, supondo-se ausência de ventos de

máxima intensidade. São utilizados pelos projetistas a intervalos regulares ao longo das linhas, afim de facilitar o retensionamento dos cabos quando necessário.

- **Estrutura em ângulo:** são estruturas dimensionadas para suportar, além dos esforços verticais e transversais, também as forças decorrentes da resultante das forças de tração nos cabos nos dois alinhamentos que se cruzam.

As estruturas de suporte se classificam, ainda, quanto à forma de resistir aos carregamentos, podendo ser estaiadas ou autoportante, como mostrado na figura 3.



Figura 3 - Classificação das torres quanto à forma de resistir aos carregamentos (estaiada - à esquerda, autoportante - à direita).

Nas estruturas estaiadas, os esforços horizontais transversais e longitudinais são absorvidos pelos tirantes ou estais. A desvantagem deste tipo de estrutura é a necessidade de áreas maiores para a faixa de servidão dos estais.

Nas estruturas autoportantes, os esforços são transmitidos aos solos através de suas fundações. As torres autoportantes mais empregadas em linhas de transmissão são: tronco-piramidal, delta e delta “cara de gato”, conforme presente na figura 4.

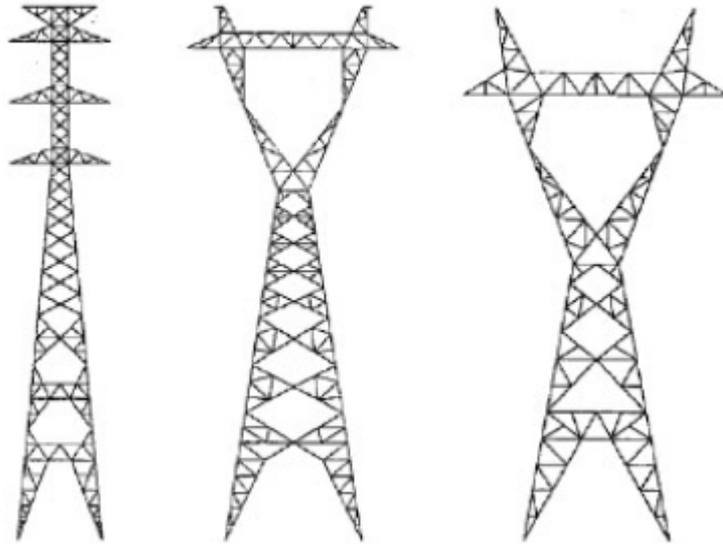


Figura 4 - Classificação das torres autoportantes quanto ao formato (Tronco-piramidal - À esquerda, Delta - Centro, Delta “cara de gato” - à direita) (Gontijo, 1994)

Neste trabalho, concentra-se a abordagem na estrutura autoportante do tipo tronco-piramidal - tipo de torre utilizada no estágio. Este tipo de torre pode ser dividida em duas partes: cabeça e tronco inferior. Estas partes, por sua vez, são divididas em subestruturas, conforme mostra a figura 5

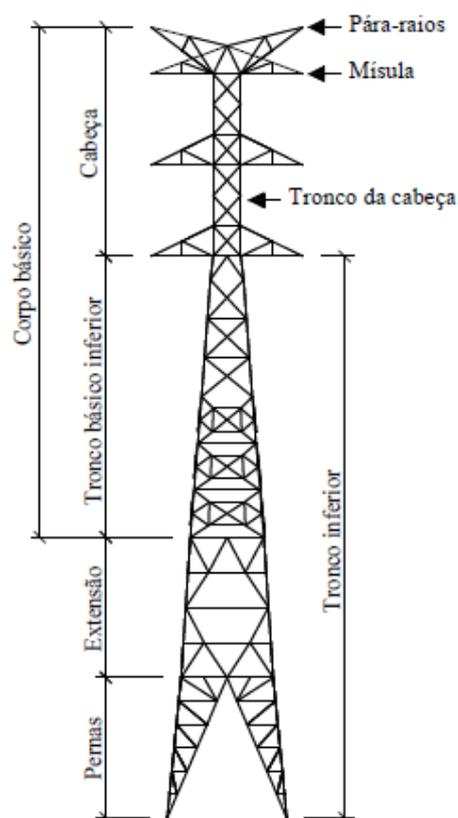


Figura 5 - Subestruturas de uma torre autoportante tipo tronco-piramidal.

Para um circuito duplo, a posição dos cabos condutores e pára-raios se dá de acordo com a figura 6:

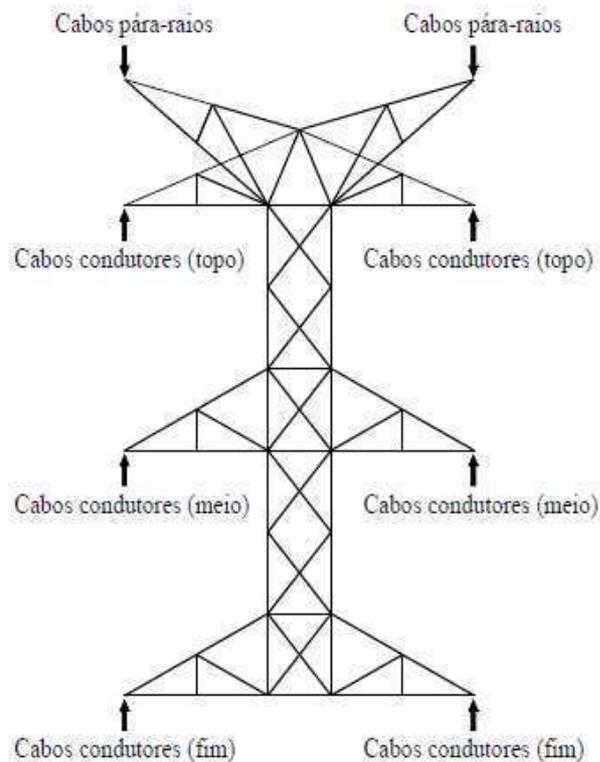


Figura 6 - Posição dos cabos (pára-raios e condutores) na torre.

### 2.2.2 CONDUTORES

O condutor é o principal componente da linha de transmissão. É considerado o elemento ativo, por estar normalmente energizado, e a sua escolha é baseada em função das características técnicas e econômicas. Pode ser constituído de:

- **Cobre:** Depois do ferro, é o metal mais utilizado na indústria elétrica. Em relação as condutividades elétrica e térmica, o cobre se configura como melhor material, depois da prata. Possui baixa resistividade e características mecânicas favoráveis;
- **Alumínio:** De cor branca prateada, possui pequena resistência mecânica e grandes ductibilidade e maleabilidade;
- **Ligas Metálicas:** Que podem ser de cobre (*copperweld*), de alumínio (*allumoweld*) ou ACSR (*Aluminium Core Steel Reinforced*) ou CAA (Cabos de Alumínio com Alma de Aço).

Atualmente, os tipos de cabos condutores mais empregados em linhas de transmissão são: CAA ou ACSR e CA (Cabos de Alumínio) ou AAC (All Aluminum Conductor).

Os cabos CAA ou ACSR são constituídos de uma ou mais camadas concêntricas de fios de alumínio ECH-19 encordoados sobre uma alma de aço de alta resistência, galvanizado, constituído de um único fio ou de vários fios encordoados, dependendo da bitola do cabo.

A função da alma de aço é dar maior resistência mecânica ao cabo. A corrente elétrica circulará praticamente nos fios de alumínio.

### 2.2.3 CABOS DE GUARDA OU PÁRA-RAIOS

Os cabos de guarda ou pára-raios são utilizados para interceptar as descargas atmosféricas, evitando que estas descargas atinjam os condutores, diminuindo as possibilidades de interrupção do fornecimento de energia elétrica.

Os tipos de cabos pára-raios mais empregados são: cordoalha de fios de aço zincada, cabos CAA extra-fortes e cabos de aço-alumínio. Atualmente, é incorporado fibra óptica ao seu núcleo, os chamados OPGW (*Optical Ground Wire*), utilizados para transmissão de dados e voz pelos serviços de comunicação.

Normalmente estes cabos são solidamente aterrados, podendo também ser isolados por isoladores de baixa capacidade de ruptura.

### 2.2.4 ISOLADORES

Têm a função de suspensão, ancoragem ou separação dos condutores. Quanto às solicitações mecânicas, os isoladores estão sujeitos a forças verticais pelo peso dos condutores, horizontais axiais para suspensão e horizontais transversais pela ação do vento. Com relação às solicitações elétricas, devem suportar a tensão nominal e sobtensões em frequência industrial, sobtensões de manobra e de origem atmosférica.

### 3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

#### 3.1 ATIVIDADES INICIAIS

Inicialmente, no decorrer do primeiro mês, foram feitas visitas a duas obras em execução pela Energy. A primeira foi a LT onde se decorreria o estágio, e a segunda foi a SE Brennand Cimentos, no município de Pitimbu-PB. Ainda no primeiro mês, foram desenvolvidas as tabelas de Acompanhamento Progressivo da Obra, de Material para cada Torre, o Cronograma Executivo utilizando o software MS Project e uma tabela para Controle de Estoque.

Nesta etapa, foi entregue uma das principais planilhas por parte do projeto, a Tabela de Locação. Nela se encontra informações como a quantidade de torres numeradas - 64 torres, a extensão da linha - 22,4km, os modelos de torres que serão executadas - S21d, A21d, AF2d e AFG2d, os vãos de vento, de peso e à vante, os ângulos de deflexão, as coordenadas do piquete central de cada torre, a altura das estruturas, entre outros. A tabela de locação da LT é mostrada na figura 7.

Nº das Estruturas		Ângulo de Deflexão	Desn. do Condutor	Vãos				Locação			Estruturas						Coordenadas							
Nº	Oper			A	De	De	Distância	Estaca de Referência	Cota do Terreno	Tipo	Altura da Estrutura (m)	Extensão	Pés				Elevação do Pé de Referência	E	N	Fuso				
				Vante	Vento	Peso	Acumulad						Nº	(+)	(-)	(m)					A	B	C	D
		G	M	S	D	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	Total	Útil	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)					
0-1		288	38	53	E	226,14	-	-	77,68			29,579	AF2d	36,00	18,20	0,0	6,0	6,0	6,0	0,30	230066.3950	3204172.1042		
0-2		19	24	35	D	347,36	286,75	358,85	303,82			34,406	A21d	40,50	22,70	6,0	4,5	4,5	4,5	4,5	0,63	289984.8430	3203361.0940	
0-3		21	7	23	E	384,86	366,11	357,29	651,18			28,821	A21d	43,50	25,70	12,0	1,5	1,5	1,5	1,5	0,34	289786.1430	3203691.2200	
1-1		36	47	8	E	224,21	304,54	389,86	1036,04			26,585	AF2d	45,00	27,20	6,0	9,0	9,0	3,0	7,5	0,74	289647.8820	3203324.9840	
1-2		45	24	36	D	458,00	341,11	296,42	1260,25			6,941	AFG2d	51,00	33,20	12,0	9,0	9,0	9,0	9,0	0,77	289720.4710	3203112.8450	
1-3						458,00	458,00	407,12	1718,25			2,598	S21d	43,50	25,50	12,0	1,5	1,5	1,5	1,5	0,63	289575.9674	3202703.0374	
2-1						458,00	458,00	468,14	2176,25			3,054	S21d	45,00	27,00	12,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,38	289311.4638	3202233.2298	
2-2						500,00	473,00	380,06	2634,25			3,720	S21d	43,50	25,50	12,0	1,5	1,5	1,5	1,5	0,32	289106.9602	3201893.4222	
3-1						395,70	447,85	426,3	3134,25			28,062	S21d	48,00	30,00	12,0	7,5	6,0	6,0	7,5	1,23	288883.7007	3201436.0351	
3-2						366,00	380,85	487,58	3529,95			51,341	S21d	52,50	34,50	18,0	4,5	4,5	4,5	4,5	0,57	288707.0195	3201081.9757	
3-3						278,73	322,37	232,18	3895,95			67,085	S21d	39,00	21,00	6,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,65	288543.5952	3200754.4875	
4-1		24	4	38	E	330,00	304,37	407,78	4174,68			89,638	A21d	33,00	15,20	0,0	3,0	1,5	1,5	3,0	0,33	288419.1370	3200505.0840	
4-2						569,96	449,98	566,78	4504,68			65,234	S21d	57,00	39,00	18,0	9,0	9,0	9,0	9,0	1,11	288405.0703	3200775.3839	
5-1		25	27	15	D	416,91	433,44	424,37	5074,64			41,188	A21d	40,50	22,70	6,0	4,5	4,5	4,5	4,5	0,30	288380.7750	3199605.9400	
5-2		30	56	52	E	144,36	280,64	301,97	5491,55			31,385	AF2d	37,50	19,70	6,0	1,5	3,0	3,0	1,5	1,49	288185.7070	3199237.4780	
5-3		11	34	42	E	481,52	312,94	20,07	5635,91			14,490	A21d	34,50	16,70	0,0	4,5	4,5	6,0	4,5	1,12	288193.3890	3199093.3270	
6-1						118,73	300,13	477,02	6117,43			29,351	S21d	54,00	36,00	18,0	7,5	6,0	4,5	6,0	0,46	288314.9998	3198627.4168	
6-2		30	14	20	D	189,79	154,26	-14,02	6236,16			39,895	AF2d	31,50	13,70	0,0	1,5	1,5	1,5	1,5	0,45	288344.9870	3198512.5310	

Figura 7 - Tabela de Locação da LT.

### 3.1.1 ACOMPANHAMENTO PROGRESSIVO DA OBRA

A tabela de acompanhamento progressivo da obra, figura 8, é uma ferramenta muito importante para se ter o conhecimento de como está o andamento da obra. A sua utilização é muito intuitiva, e através de cores, é possível observar a execução de todas as atividades em uma única tela.

As informações dos números de torres e do tipo da estrutura foram tiradas da tabela de locação, enquanto que as atividades são as que constam no relatório diário de obra e no cronograma executivo. Esta planilha deve ser atualizada diariamente, para que haja um melhor planejamento dos próximos dias.

ESTRUTURA NÚMERO	01/1	01/2	01/3	1/1	1/2	1/3	2/1	2/2	2/3	3/1	3/2	3/3	4/1	4/2	5/1	5/2	5/3	6/1	6/2	6/3	6/4	7/1	7/2	7/3	8/1	8/2	8/3	9/1	9/2	9/3	9/4	10/1	10/2	11/1	11/2	11/3	11/4	12/1	12/2	12/3		
ESTRUTURA TIPO	AF24	A214	A214	AF24	AF24	S214	A214	S214	A214	AF24	A214	S214	AF24	AF24	S214	S214	S214	A214	S214	A214	S214	A214	S214	S214	S214	S214	S214	A214	S214	A214	S214	AF24	A214	S214	AF24							
FUNDAÇÃO	T	T	T	T	E	E	E	E	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	S/E	T	T	T	T	T	S	T	T	T	T	T	T	T	S	T	S
TIPO DE SOLO	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Concl. Topográfico	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
Estudo de Acesso	P	P	IP																																							
Limpeza de Áreas de Trabalho	P	P	IP	IP																																						
Limpeza de Faixas	P	P	IP	IP																																						
Locação Caves	P	P	IP	IP																																						
Escavação	P	P	IP	IP																																						
Confeção de Ferragens/Tabuleiro	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	
Instalação de Ferragens/Forma	P	P	IP	IP																																						
Concretagem	P	P	IP	IP																																						
Diferença	P	P	IP	IP																																						
Aterramento de Estrutura	P	P	IP	IP																																						
Montagem de Estrutura																																										
Inst. Parafusos																																										
Inst. Condutoras																																										
Revisão Final / Comissionamento																																										

Figura 8 - Acompanhamento Progressivo da Obra.

### 3.1.2 TABELA DE MATERIAL PARA CADA TORRE

A tabela de Material da Torre foi uma ferramenta desenvolvida com o objetivo de auxiliar a equipe de montagem. Cada torre a ser montada tem uma planilha com a lista peças e a quantidade de cada peça a ser utilizada na montagem da estrutura, como mostra a figura 9.

ENERGY		MATERIAL DA TORRE			
		TORRE TIPO: S21D		N: 14-3	
ITEM	QUANTIDADE	ITEM	QUANTIDADE	ITEM	QUANTIDADE
<b>EXTENSÃO P/ BASES +6.0, +12.0 E +18.0</b>					
95	4	155	1	172	8
123	4	156	3	173	8
124	4	159	4	174	8
125	4	160	4	175	8
134	8	161	4	176	8
135	8	162	4		
136	8	171	8		
<b>BASE +6.0</b>					
123	4	163	8	184	4
157	1	170	4	185	4
158	3	177	8	186	4
163	4	178	8	187	4
164	4	179	8	188	8
165	4	180	8	189	8
166	4	181	8	190	8
167	4	182	8		
168	8	183	4		
<b>PÉ +1.5 (x 4)</b>					
123	4	246	8	248	8
245	4	247	8		
<b>EXT. COMUM P/ BASES +6.0, +12.0 E +18.0</b>					
<b>PARAFUSOS</b>		<b>ARRUELAS</b>		<b>ARRUELAS</b>	
1/2" x 3/8	72	1/2 x 3/16"	8	5/8 x 3/16"	12

Figura 9 - Material da Torre.

### 3.1.3 CRONOGRAMA EXECUTIVO

Com o auxílio do software *MS Project* foi desenvolvido o cronograma executivo da obra, onde constava todas as principais atividades, e os prazos previstos para a execução das mesmas. Este cronograma é a base que deve-se ter o quantitativo de execução previsto de cada dia. A figura 10 ilustra o cronograma.

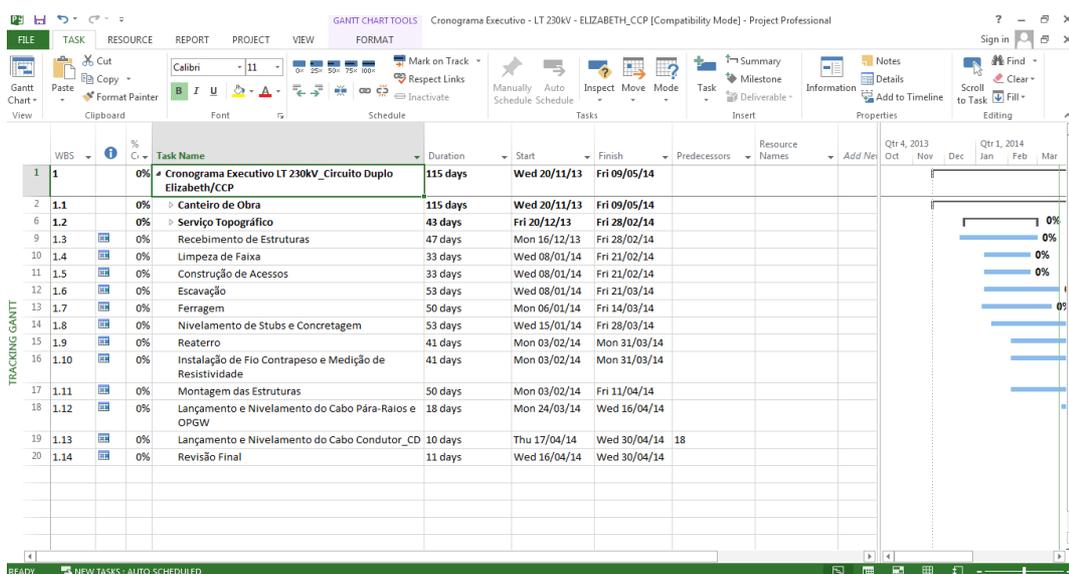


Figura 10 - Cronograma Executivo no MS Project.

### 3.1.4 CONTROLE DE ESTOQUE

Prevendo a chegada de muitas carretas com estruturas metálicas para a montagem das torres, foi elaborado uma planilha de controle de estoque, para serem listadas as peças que entraram no canteiro de obras e, ao mesmo tempo, as que saíram para montagem. Esta ferramenta se mostra muito importante, pois sem esse controle não se notaria a possível falta da chegada de peças, caso haja. A figura 11 ilustra a tabela do controle de estoque para a torre tipo S21d.

ENERGY		CONTROLE ENTRADA PEÇAS METÁLICAS - TORRE S21D					
		Obra: CONSTRUÇÃO LT 230 kv_CIRCUITO DUPLO ELIZABETH/CCP					
		Cliente: ELIZABETH/CCP					
ITEM	ESTIMADO	TOTAL NO CANTEIRO	CHEGADA	CHEGADA 23/12/2013	CHEGADA 27/12/2013	CHEGADA 06/01/2014	CHEGADA
<b>PARTE SUPERIOR</b>							
01	35	35		35			
02	70	70		70			
03	35	35		35			
04	35	0					
05	70	36		36			
06	35	24				24	
07	35	0					
08H	24	24				24	
09H	35	18				18	
10	70	0					
11	70	0					
12	70	0					
13	70	0					
14	140	0					
15	70	69		69			
16	210	0					
17	210	0					

Figura 11 - Tabela de Controle de Estoque.

## 3.2 EXECUÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO

### 3.2.1 LOCALIZAÇÃO DA LT

Como mencionado anteriormente, a LT citada tem a extensão de 22,4km, se estendendo do município de João Pessoa à Alhandra, ambos no litoral paraibano. A subestação de saída da linha localiza-se na empresa Norfil. Esta subestação é de domínio da TAESA e está inserida em uma ligação entre as subestações de Goianinha, no estado de Pernambuco, e Mussurú, no município de João Pessoa.

Para a construção da subestação da Norfil, foram feitos inicialmente o bay de seccionamento e o bay de transformação. Esta subestação é mostrada na figura 12 e 13.



Figura 12 – SE Norfil.



Figura 13 – SE Norfil.

A subestação da Elizabeth Cimentos está, atualmente, no início de sua construção, e, um segundo trecho da LT, será construído entre a Elizabeth Cimentos e a Brennand Cimentos, no município de Pitimbu-PB. Após a execução do segundo trecho, a linha estará habilitada para outra conexão, possibilitando assim, que outra carga seja energizada posteriormente. A figura 14 mostra do alto as subestações envolvidas neste processo, bem como a localização do canteiro de obras da Energy.

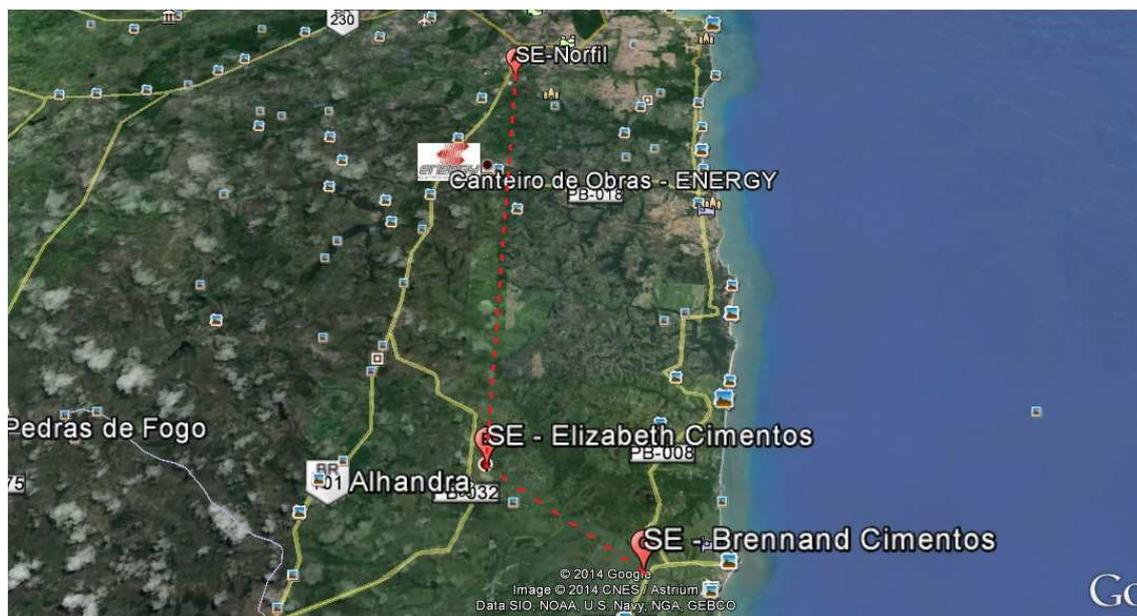


Figura 14 – Localização da LT e SE envolvidas.

### 3.2.2 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA SERVIÇOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

Para regular todas as atividades de construção da linha de transmissão foram seguidas as especificações técnicas da CHESF. A CHESF consta de um rigoroso e exigente conjunto de disposições técnicas para todas as operações à serem realizadas, sempre em alinhamento com as normas técnicas brasileiras da ABNT.

A empreiteira é reponsável por seguir a regulamentação para que haja suporte jurídico em quaisquer condições e, além disso, as atividades eram fiscalizadas por fiscais das empresas clientes, Elizabeth e Brennand, e o pagamento do andamento da obra só era realizado após os pareceres destes fiscais de que todas as regras e especificações foram seguidas.

### 3.2.3 TOPOGRAFIA

É, efetivamente, a primeira atividade que se inicia. Primeiramente houve uma conferência de perfil da linha, onde o topógrafo confere os dados que ele recebe do projeto e verifica se todas as outras redes elétricas constam no perfil. Isto feito, inicia-se a locação dos piquetes de centro, que são a referência para cada torre. A partir da locação deste piquete de centro é que se pode iniciar as atividades de limpeza de faixa, limpeza de área da torre e construção de acessos.

Após a locação do piquete central, o topógrafo faz a locação das cavas, que são os 4 locais onde serão feitas as fundações da torre. Para isto, é utilizada a ficha de campo, figura 15, que, quando completamente preenchida, informa o tamanho da armação que será produzida, a quantidade de concreto que será utilizado e o tamanho do afloramento de cada pé.

ENERGY		FICHA DE CAMPO																																									
EDIFICAÇÃO E ESCOVAÇÃO DE TORRES																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>TORRE</td><td>9/4</td></tr> <tr><td>TIPO</td><td>52/D U</td></tr> <tr><td>EXTENSÃO</td><td>60 W</td></tr> <tr><td>PERNAS</td><td>4,5 BUNDO</td></tr> <tr><td>ÂNGULO</td><td>0°</td></tr> <tr><td>INCLINAÇÃO</td><td>0°</td></tr> <tr><td>PIÉ DE REFERÊNCIA</td><td>D=0,51</td></tr> </table>		TORRE	9/4	TIPO	52/D U	EXTENSÃO	60 W	PERNAS	4,5 BUNDO	ÂNGULO	0°	INCLINAÇÃO	0°	PIÉ DE REFERÊNCIA	D=0,51	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">COTA DE REFERÊNCIA ADIC.</th> <th colspan="2">COTA DO F. CONCRETO (30,00)</th> </tr> <tr> <th>PÉ</th> <th>COTA SUPR.</th> <th>COTA CONCRETO</th> <th>COTA CAVA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>100,568</td><td>100,066</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>11</td><td>09,603</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>11</td><td>09,617</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>100,568</td><td>100,263</td><td></td></tr> </tbody> </table>				COTA DE REFERÊNCIA ADIC.		COTA DO F. CONCRETO (30,00)		PÉ	COTA SUPR.	COTA CONCRETO	COTA CAVA	5	100,568	100,066		11	11	09,603		11	11	09,617		11	100,568	100,263	
TORRE	9/4																																										
TIPO	52/D U																																										
EXTENSÃO	60 W																																										
PERNAS	4,5 BUNDO																																										
ÂNGULO	0°																																										
INCLINAÇÃO	0°																																										
PIÉ DE REFERÊNCIA	D=0,51																																										
COTA DE REFERÊNCIA ADIC.		COTA DO F. CONCRETO (30,00)																																									
PÉ	COTA SUPR.	COTA CONCRETO	COTA CAVA																																								
5	100,568	100,066																																									
11	11	09,603																																									
11	11	09,617																																									
11	100,568	100,263																																									
TABELA A=3,153																																											
<p>FURO D=0,618 - 0,05 = cota concreto</p> <p>STUB REFERÊNCIA</p>																																											
TABELA DE OBSERVAÇÃO DA PROFUNDIDADE DAS CAVAS																																											
CAVA	PI	A.1	LEITURA DE NÍVEL	ALICERCE DA CAVA	ALICERCE DO PÉ	PROFUNDIDADE DE FUNDAMENTO	PROFUNDIDADE DE FUNDAMENTO (CÁLCULO)	ALARGAMENTO CAVA (LARG)																																			
A	4,5	1,553	1489	0,066	0,502	5,00	4,47	5,30																																			
B	11	11	1946	-0,391	0,96	11	11	5,76																																			
C	11	11	1938	-0,383	0,95	11	11	5,75																																			
D	4,5	1,555	1,282	0,268	0,30	5,00	4,47	5,10																																			

NOTA: REFERÊNCIAS SOBRE O TERRENO (em relação ao ponto de referência do nível).

A ALIVIAÇÃO DO PÉ E DA CAVA DEVE SER FEITA DE ACORDO COM O PROJETO, SEM TAMBÉM PODER SER REDUZIDA EM NENHUM CASO SE ENCONTRAR EM LIMITES DE ALCANCE VARIÁVEL.

SEMPRE FAÇA MEDIDA DA ALIVIAÇÃO DO PÉ E DA CAVA DE ACORDO COM O PROJETO E DO NÍVEL DO PÉ DO CENTRO DA TORRE.

A PROFUNDIDADE DE FUNDAMENTO DEVE SER DE ACORDO COM O PROJETO.

O aparelho deverá ser usado no declive de 1°.

TOPOGRÁFO: 07-01-14      REFERENCIAL:      TABELA DE OBSERVAÇÃO:      PREPARADOR:

DATA DA IMPRESSÃO DO ARQUIVO:

Figura 15 - Ficha de Campo.

### 3.2.4 ABERTURA E LIMPEZA DE FAIXA

Para que se tenha acesso às áreas das estruturas e para que sejam lançados os cabos, são abertos caminhos em meio as plantações e matas existentes. A construção de novos acessos, sempre que possível, deverá ser realizada dentro da faixa de servidão e manter sua camada de solo natural, ou seja, não remover a camada superficial orgânica e seguir as recomendações descritas nas instruções técnicas, que são elas:

- **Supressão Vegetal:** Consiste no corte das espécies vegetais existentes para abertura da faixa de segurança e limpeza da área com remoção e arrumação da lenha e/ou madeira para o limite da borda da faixa. O objetivo deste tipo de desmatamento é a remoção da vegetação, cuja distância entre os cabos condutores seja a menor possível respeitando as especificações técnicas;
- **Faixa de Servidão:** É a faixa onde se desenvolvem as operações de construção e posterior manutenção da Linha de Transmissão, assim como resguardar pessoas e benfeitorias sobre os perigos relacionados a estas instalações e a área estabelecida pelo projeto. Com uma maior preocupação ambiental, e respeitando os limites necessários de segurança para a construção LT, ficou acertado o valor de 40m para a faixa de servidão.
- **Praça ou Áreas de torre:** local onde serão implantadas as estruturas metálicas/postes.
- **Desmatamento Seletivo:** O objetivo deste tipo é a menor possível respeitando as especificações técnicas.

Por fim, a limpeza de faixa também serve para a passagem dos cabos, visto que o caminho criado será utilizado para tráfego e alocação dos equipamentos e máquinas utilizados no lançamento.

### 3.2.5 FUNDAÇÕES

O tipo construtivo das fundações é praticamente definido pela geologia local. O projetista define, de acordo com a sondagem feita, entre, basicamente, os seguintes tipos construtivos de fundações para L.T (Labegalini, 1992):

- **“Plantio de postes”:** Consiste em engastar os pés dos mesmos em um furo cilíndrico aberto no terreno. Este tipo de fundação, geralmente, é associado à uma estrutura estaiada;
- **Fundações em grelhas:** São fundações rasas com profundidades de 2 a 4 metros, indicadas para terrenos argilosos, arenosos ou siltosos, porém secos e com resistência crescente com a profundidade. Executadas em perfilados de aço galvanizado, material idêntico ao da estrutura da própria torre, têm a vantagem de serem compradas em conjunto único – estrutura da torre e da fundação. A grelha pode ser do tipo “membro edificado” ou “piramidal”;
- **Fundações em tubulão:** Embora existam tubulões de apenas 3 metros de comprimento, são fundações profundas que atingem 10 metros ou mais, indicadas para terrenos argilosos, siltsosos ou arenosos. As dimensões transversais variam de 70 a 120 centímetros. O concreto utilizado deve ser estrutural (armado), e os eixos dos tubulões podem ser verticais ou alinhados com os montantes da estrutura;
- **Fundações em sapatas de concreto:** São fundações piramidais de bases, normalmente, quadradas ou retangulares e com pequenas alturas, executadas em concreto armado à uma profundidade máxima de 3 metros (fundações rasas) e em terrenos de baixa resistência mecânica à compressão. O fuste da sapata pode ser vertical ou inclinado.
- **Fundações estaqueadas:** São fundações indicadas para terrenos de baixa resistência (regiões pantanosas, alagadiças, mangues, etc), onde o uso de tubulões é antieconômico ou impraticável.
- **Ancoragem em rocha:** Em locais de afloramentos ou pequenas profundidades de rocha sã ou em decomposição, impossíveis de serem escavados sem o auxílio de explosivos, opta-se pela ancoragem da base da estrutura diretamente na rocha ou através de um bloco de ancoragem.

Considerada a parte civil da obra, a execução das fundações será dividida em três etapas principais: escavação, confecção das armações e concretagem. Todas estas atividades seguem à rigor o projeto recebido.

A tabela 1 mostra a quantidade de torres para cada um dos três tipos de fundação: fundação tubulão, sapata e estaca, de acordo com cada tipo de estrutura.

Tabela 1 - Distribuição da quantidade de torres para cada tipo de fundação.

<b>Tipo da Torre</b>	<b>Tubulão</b>	<b>Sapata</b>	<b>Estaca</b>	<b>Total</b>
S21d	30	2	3	<b>35</b>
A21d	13	1	-	<b>14</b>
AF2d	11	1	-	<b>12</b>
AFG2d	2	-	1	<b>3</b>
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>64</b>

### 3.2.5.1 ESCAVAÇÃO

Inicialmente, por ser maioria, foi desenvolvido a escavação para fundações do tipo tubulão. A princípio, foi recebido o primeiro projeto (Projeto 1), que parecia ser superdimensionado, então, após alguns acordos e pedidos para que os cálculos das fundações fossem refeitos, entre as empresas contratantes e a empresa projetista, foi desenvolvido um novo projeto (Projeto 2), com algumas variações do projeto inicial. A tabela 2, à seguir, apresenta as profundidades e o diâmetro da escavação para fundações deste tipo:

Tabela 2. Profundidade e diâmetro da escavação para fundações tipo tubulão.

<b>Tipo da Torre</b>	<b>Profundidade</b>		<b>Diâmetro da escavação</b>	
	<b>Projeto 1</b>	<b>Projeto 2</b>	<b>Projeto 1</b>	<b>Projeto 2</b>
S21d	5,00	4,50	1,00	1,00
A21d	7,50	5,50	1,00	1,20
AF2d	9,00	7,20	1,20	1,20
AFG2d	-	-	-	-

Ainda não havia sido recebido o projeto para a fundação da torre tipo AFG2d.

As escavações deste tipo de fundação são realizadas com um equipamento que leva o nome de “trado”, que é uma broca associada à um motor hidráulico. Este conjunto pode ser acoplado à um caminhão Munck, figura 16, ou à uma retroescavadeira, figura 17.



Figura 16 - Escavação com trado acoplado à caminhão Munck.



Figura 17- Escavação com trado acoplado à retroescavadeira.

Para locais em que a sondagem do terreno indicou que havia presença de água a certa profundidade, a fundação foi definida como sapata. De acordo com o projeto deste tipo de fundação, a escavação torna-se um paralelepípedo de base 3,5x3,5m à 4,5x4,5m,

dependendo do tipo de torre, e altura 2m. A figura 18 mostra a escavação deste tipo de fundação.



Figura 18 - Escavação para torre com fundação em sapata.

Em locais com terreno alagado a fundação realizada é tipo estaca. Durante o decorrer do estágio não foi desenvolvida este tipo de fundação.

Após escavados, as cavas são isoladas, por medida de segurança, para que nenhuma pessoa ou animal venha a se acidentiar, até o momento em que são instaladas as fôrmas e gabaritos para nivelamento dos *stubs* e concretagem.

#### 3.2.5.2 CONFECÇÃO DAS ARMAÇÕES

As armações são produzidas de acordo com a medida da ficha de campo, preenchida pelo topógrafo. Elas obedecem o valor da escavação, contida no projeto, acrescida do valor do afloramento, para cada pé. Para fundações em tubulão temos armações cilíndricas, com estribos de forma circular que são fixados à ferros verticais. No afloramento, a distância entre dois estribos é reduzida, formando assim uma região mais resistente.

A figura 19 mostra um desenho do projeto de tubulão para torre S21d.

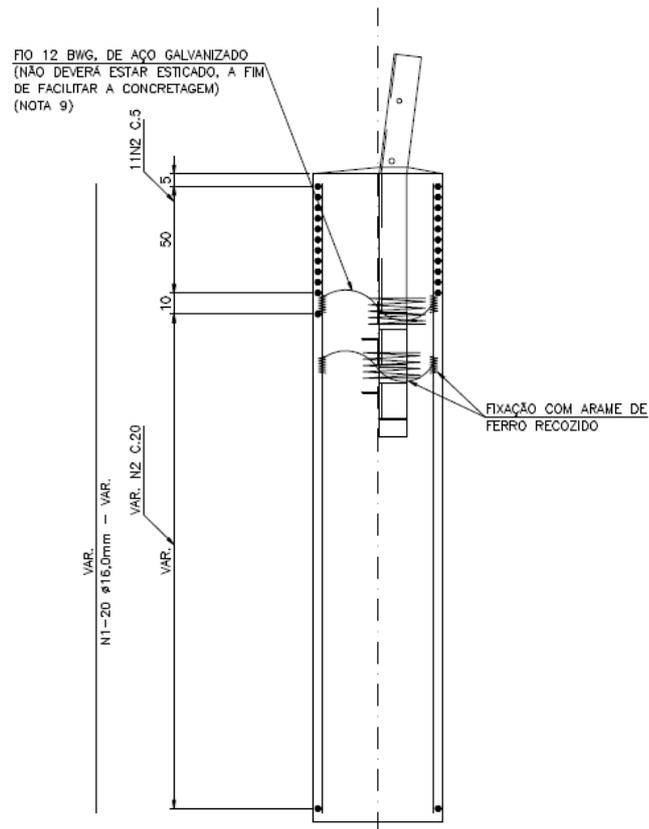


Figura 19 - Fundação em tubulão para torre tipo S21d.

As figuras 20 e 21 apresentam a equipe de armação confeccionando as ferragens de estruturas em tubulão e sapata, respectivamente.



Figura 20 - Confeção de armação para fundação tipo tubulão.



Figura 21 - Confeção de armação para fundação tipo sapata.

#### 3.2.5.3 NIVELAMENTO DE *STUB* E CONCRETAGEM

Com as etapas de escavação e confecção de armações concluídas, eram colocadas as formas, juntamente com o gabarito e o *stub* em cada fundação. Estas atividades eram realizadas por equipes e acompanhadas pelo topógrafo, pois logo que finalizadas, ele inicia o nivelamento dos *stubs*, que é uma etapa de extrema importância, que não pode ter erro algum, pois uma diferença na posição do *stub*, por menor que seja, implicará na não conclusão da montagem da torre. Esta atividade dura, em média, um turno do dia.

A figura 22 mostra uma fundação do tipo tubulão, com o *stub* fixado e alinhado, pronta para a concretagem.

As características do concreto utilizado em fundações são predefinidas por norma e indicado no projeto. O FCK para fundações é de 20MPa, enquanto que o Slump, que determina a quantidade de água misturada ao concreto, deve ser de  $10 \pm 2$ . Estas características são verificadas com testes de rompimento de corpos de prova, retirados do concreto no momento de sua aplicação, e realizados com 7 e 28 dias.

As figuras 23 e 24 mostram a concretagem de fundações, em tubulão e em sapata, respectivamente.



Figura 22 - Fundação com stub nivelado.



Figura 23 - Concretagem de uma fundação tipo tubulão.



Figura 24 - Concretagem de uma fundação tipo sapata.

### 3.2.6 MONTAGEM DAS ESTRUTURAS

A primeira peça metálica que é fixada é o *stub*. Esta peça, como mostrado anteriormente, fica com parte dentro do concreto da fundação e parte emergindo, entrando em contato com o ar. Devido a esta característica o *stub* deve ser pintado, com uma tinta anti-corrosão, nesta área de transição. Além disso, pequenas peças em formato de “L”, conhecidas como “orelhas” ou “*cleats*”, são parafusadas ao *stub*, para diminuir o empuxo e melhorar a aderência ao concreto. A quantidade de “orelhas” e suas posições, bem como a medida à ser pintada no *stub*, são definidos em projeto. A figura 25 mostra a atividade de pintura dos *stubs* e a fixação das orelhas.

Paralelamente às outras atividades, ocorre a atividade de pré-montagem. Blocos de estruturas metálicas são pré montados, e, assim que a fundação estiver pronta, são levados para comporem a torre. A equipe de pré-montagem utiliza os desenhos das torres, que indica as posições de cada peça nos blocos, e a tabela Material da Torre, que auxilia informando a quantidade de cada peça metálica a ser usada na torre.

A figura 26 mostra a equipe de montagem em atividade. Esta é uma etapa que está vinculada diretamente ao setor de segurança da obra, pois envolve operações de risco, como o içamento de peças e o trabalho em altura.



Figura 25 - Atividade de fixação de orelhas e pintura de *stubs*.



Figura 26 - Montagem de Torre.

Outra atividade que pode ser realizada em paralelo com a montagem é o aterramento das estruturas. Este aterramento é feito nos 4 pés da torre, através de furo, pré estabelecido, em cada *stub*. À este furo é parafusado um cabo condutor que será aterrado em uma vala, escavada no sentido das seções transversais da torre.

### 3.2.7 ACOMPANHAMENTO/MEDIÇÃO DA OBRA

#### 3.2.7.1 RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA - RDO

Outra forma de se fazer um acompanhamento da obra, além da planilha de acompanhamento progressivo, é através do relatório diário de obra. São registradas no RDO informações sobre o quantitativo do progresso da obra, a programação para o próximo dia, o efetivo e os equipamentos à disposição da obra. Em anexo ao RDO, é enviado um relatório fotográfico para os colaboradores das empresas cliente. As figuras 27 e 28, à seguir, mostram o esquema de um RDO.

ITEM		ATIVIDADES		Unid.		Quantidades		% Acumul.	Trecho: NORFIL - ECL	CONDIÇÕES DO TEMPO				
						Previsão	Executada			Acumulada	Ant.	Acum.	0	Bom
Obra: CONSTRUÇÃO LT 230 KV_CIRCUITO DUPLO ELIZABETH/CCP										DATA DE EMISSÃO		Manhã	Tarde	Noite
Cliente: ELIZABETH/CCP										15 / 03 / 14		1	1	1
										PRODUÇÃO:		PROGRAMAÇÃO:		ENCARREGADO
										14 / 03 / 14 (sexta-feira)		15 / 03 / 14 (sábado)		
1	Conferência Topográfica	km	22,40	-	22,4	22,4	100%							Tarcísio
2	Conferência de Perfil	km	22,40	-	22,4	22,4	100%							
3	Abertura de Acessos	Km	22,40	-	5,8	5,8	26%							Washington
4	Limpeza de Falta	Km	22,40	-	4,7	4,7	21%							Washington
5	Locação de Pés de Torre	Und.	256	-	164,0	164,0	64%							Tarcísio
6	Escavação	Und.	256	2,00	98,0	100,0	38%	Pés A e D da 711		Torre 1211				Pedro
7	Confeção de Ferragens das Fundações das Torres	Und.	256	7,00	124,0	131,0	51%	Pé B, C e D da torre 1611, Torre 1612		Bases da Torre 1211 em Sapata				Lorival
8	Nivelamento de Stubs e Concretagem	Und.	256	-	92,0	92,0	36%			Torre 912				Tarcísio
9	Reaterro	Und.	12	-	4,0	4,0	33%			Sem Programação				
10	Instalação de Fio Contra Peso	m	0	-	0,0	0,0				Sem Programação				
11	Montagem de Estruturas	Und.	64	-	14,0	14,0	22%	Continuação da 111		Torre 111				
12	Lançamento e Nivelamento de Cabo Paralelos (DPGV)	km	22,40	-	0,0	0,0				Sem Programação				
13	Lançamento e Nivelamento de Cabo Condutor_Circuito Duplo	km	22,40	-	0,0	0,0				Sem Programação				
14	Pevição Final	km	22,40	-	0,0	0,0				Sem Programação				

Figura 27 - RDO – Produção e programação.

EFETIVO																						
ITEM	DESCRIÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		Administração	Fóto de Ferragens	Confecção Topográfica	Abertura de Acessos	Limpura de Fava	Escarvação	Concreto	Arçonagem em Rocha	Acracramento / Med. Resistividade	Montagem de Estruturas	Montagem de Pregos / Transp. Bobinas	Instalação de Cabos (vidro, aço, etc.)	Instalação de Barradas	Lançamento de Piloto / Cabos	Nivelamento de Cabos	Grampamento, Enchapeamento / Juntar / Emenda	Sinalização	Revisão Final	Comissionamento	confeção de ferragens	TOTAL
1	Administ. Financeiro / Pessoal	1																				1
2	Almoxarife																					-
3	Ajudante					5	1				8									5		19
4	Aus. de Montagem																					-
5	Armador																					-
6	Aus. Topógrafo			2																		2
7	Carpinteiro																					-
8	Cosmeleiro																					-
9	Enc. Concretagem																					-
10	Enc. Escavação						1															1
11	Enc. de Forma/Ferragem																			1		1
12	Enc. Montagem										1											1
13	Engenheiro Residente	1																				1
14	Estagiário	2																				2
15	Enc. de Equipe																					1
16	Montador		2																			14
17	Motorista																					-
18	Motorista/Op. Guindaste								1													3
19	Op. de Máquinas																					-
20	Operador de Puller/Freio																					-
21	Pedreiro																					-
22	Topógrafo			1																		1

Figura 28 - RDO – Efetivo e equipamentos.

### 3.2.7.2 MEDIÇÃO

Outro arquivo desenvolvido, que deve ser atualizado mensalmente, é a tabela de medição. Todos os serviços prestados que serão cobrados, através de um valor previamente estabelecido, pela empreiteira, devem estar listados. Então, para preencher esta tabela, o responsável deve estar à par do andamento da obra. A figura 29 ilustra uma planilha com os itens de serviços prestados.

Torre 6/1		S21d		Data da Concretagem: 27/01/2014	
Pé	H (G+P) (m)	Escavação (m³)	Ferragem (kgf)	Concreto (m³)	
A	5,30	3,92	195	4,16	
B	5,80	3,92	213	4,55	
C	6,20	3,92	228	4,87	
D	5,40	3,92	198	4,24	
<b>Total</b>	<b>22,70</b>	<b>15,68</b>	<b>834</b>	<b>17,82</b>	

Obs: Torre Montada no dia 22/02/14.

Torre 14/3		S21d		Data da Concretagem: 28/01/2014	
Pé	H (G+P) (m)	Escavação (m³)	Ferragem (kgf)	Concreto (m³)	
A	5,70	3,92	210	4,47	
B	5,40	3,92	198	4,24	
C	5,30	3,92	195	4,16	
D	5,50	3,92	202	4,32	
<b>Total</b>	<b>21,90</b>	<b>15,68</b>	<b>805</b>	<b>17,19</b>	

Obs: Torre Montada no dia 06/02/14.

Torre 13/1		S21d		Data da Concretagem: 29/01/2014	
Pé	H (G+P) (m)	Escavação (m³)	Ferragem (kgf)	Concreto (m³)	
A	6,70	3,92	246	5,26	
B	6,20	3,92	228	4,87	
C	6,20	3,92	228	4,87	
D	6,70	3,92	246	5,26	
<b>Total</b>	<b>25,80</b>	<b>15,68</b>	<b>948</b>	<b>20,26</b>	

Obs: Torre Montada no dia 20/02/14.

Figura 29 – Planilha de Medição.

## 3.2.8 DADOS TÉCNICOS DA L.T.

Os dados apresentados à seguir, na tabela 3, são características técnicas gerais da LT NORFIL-ECL-CCP:

Tabela 3 - Características Técnicas Gerais da LT NORFIL - ECL - CCP.

ITEM	Dados da Linha de Transmissão	LT 230 KV CIRCUITO DUPLO			
<b>1</b>	<b>Níveis de Tensão</b>				
	Nominal	230kV			
	Máxima Operativa	242kV			
<b>2</b>	<b>Comprimento</b>	<b>22,42 km</b>			
<b>3</b>	<b>Cabo Condutor</b>	<b>CAA 556,5 Kcmil, DOVE</b>			
3.1	Diametro	23,54 mm			
3.2	Seção Transversal	327,93 mm <sup>2</sup>			
3.3	Peso Linear	1,1402 Kgf/m			
3.4	Carga de Ruptura	10277 Kgf			
<b>4</b>	<b>Cabos Pararaios</b>	<b>Aço Zincado EHS</b>	<b>OPGW 24 FO</b>		
4.1	Diametro	3/8"			
4.2	Seção Transversal	51,14 mm <sup>2</sup>			
4.3	Peso Linear	0,407 Kgf/m			
4.4	Carga de Ruptura	7000 Kgf			
4.5	Contrapeso	Aço Galvanizado 3/8" SM			
<b>5</b>	<b>Estruturas</b>				
<b>4.1</b>	<b>Tipo</b>	<b>SUSPENSÃO (S21d)</b>	<b>ANCORAGEM (A21d)</b>	<b>ANCORAGEM (AF2d)</b>	<b>ANCORAGEM (AFG2d)</b>
4.2	Ângulo Maximo	3°	30°	60°	60°
4.4	Quantidades de Torres	35	14	12	3
<b>6</b>	<b>Largura da Faixa de Servidão</b>	<b>40 metros</b>			
<b>7</b>	<b>Isoladores</b>				
7.1	Tipo	Polimérico de Suspensão com engate concha-bola			
7.2	Resistencia Eletromecânica	120 KN			
7.3	Cadeia de Suspensão	Simples para jumper			
7.4	Cadeia de Ancoragem	Simples para jumper			
<b>8</b>	<b>Area aproximada de limpeza para implantação de cada torre</b>	<b>Autoportante 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m)</b>			

## 4 CONCLUSÃO

É perceptível a diferença entre o meio profissional e o ambiente acadêmico. É fundamental, que o aluno passe por esta atividade de estágio, pois este período é de grande aprendizado e faz com que o aluno complete uma transição, de estudante para profissional.

Além de lidar com situações em que foi treinado para resolver, o engenheiro se depara com problemas , as vezes de larga escala, que ele deve, de alguma forma, solucionar com a maior brevidade possível.

Outra conclusão que se pode tirar deste estágio é que o engenheiro deve ser capaz de lidar não só assuntos relacionados à engenharia, mas também com pessoas, e até com equipes inteiras de profissionais de outras áreas, e, aprender a trabalhar em conjunto com outros profissionais foi uma das grandes experiências deste período.

Por fim, conclui-se que o estágio descrito neste relatório foi desenvolvido de forma satisfatória, cumprindo-se todos os objetivos, por parte da universidade, da empresa e do aluno.

## BIBLIOGRAFIA

- ABNT. (1985). NBR 5422 - Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica. *Associação Brasileira de Normas Técnicas*. ABNT.
- CHESF. (2004).Especificação Técnica de Serviços de Linhas de Transmissão ET-DLT-01 (Disposições Gerais). Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. CHESF.
- CHESF. (2004).Especificação Técnica de Serviços de Linhas de Transmissão ET-DLT-04 (Abertura e Limpeza de Faixa). Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. CHESF.
- Labegalini, P. R.; Labegalini, J. A.; Fuchs, R. D. e de Almeida, M. T., ***Projetos Mecânicos das Linhas Aéreas de Transmissão***, Editora Edgard Blucher, 2ª edic., 1992. ABNT. (30 de 12 de 2005).
- ONS. MAPA DO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL. Acesso em 20 de 03 de 2014, disponível em ONS: [http://www.ons.org.br/conheca\\_sistema/mapas-sin.aspx](http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas-sin.aspx)