



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**RODRIGO DANTAS DOS SANTOS**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**  
**ECOMAN ENGENHARIA, CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO. LTDA**

Campina Grande, Paraíba

Fevereiro de 2014

RODRIGO DANTAS DOS SANTOS

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de estágio supervisionado 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 Engenharia Elétrica*

Orientador:

Washington Luiz Araújo Neves

Campina Grande, Paraíba

Fevereiro de 2014

RODRIGO DANTAS DOS SANTOS

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de estágio supervisionado 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 Engenharia Elétrica*

Aprovado em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Rodrigo Dantas dos Santos  
**Aluno**

---

Professor Avaliador  
**Universidade Federal de Campina Grande**

---

Professor Washigton Luiz Araújo Neves  
**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Orientador, UFCG**

# Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus e aos meus pais Narcizo e Amélia, e irmãs Rouzymélia e Rayane pelo grande apoio nesta longa jornada.

Agradeço ao meu Professor Orientador Washington por ter me auxiliado e oferecido esta oportunidade de aprendizado.

Também agradeço ao Engenheiro Fábio pela paciência e pelos ensinamentos, a Luciana e a Tharciana pela maneira que fui recebido e pela oportunidade de trabalho. Aos encarregados Felizardo e Ourinho, ao eletricitista Raimundo e aos demais funcionários, deixo aqui o meu muito obrigado pelo apoio e ensinamentos em campo. A Adriano, Moisés e Robério pela forma respeitosa que me trataram.

# Sumário

Lista de Tabelas .....	vi
Lista de Figuras .....	vii
Lista de Abreviaturas e Siglas .....	ix
<b>1. Introdução</b> .....	1
<b>2. A Empresa</b> .....	2
<b>3. Fundamentação Teórica</b> .....	3
<b>3.1</b> Geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica.....	3
<b>3.2</b> Geração.....	4
<b>3.3</b> Redes de Transmissão.....	5
<b>3.4</b> Redes de Distribuição.....	8
<b>3.5</b> Consumo e Comercialização.....	10
<b>4. Atividades Realizadas</b> .....	11
<b>4.1</b> Planilha de acompanhamento da obra, planilha orçamentária, levantamento de materiais e RDO.....	11
<b>4.2</b> Obra LT 69kV CGD/AER.....	14
<b>4.2.1</b> Escavação das fundações.....	23
<b>4.2.2</b> Implantação dos postes e montagem das estruturas.....	25
<b>4.2.3</b> Lançamento dos cabos condutores.....	27
<b>5. Considerações Finais</b> .....	30
<b>6. Referências</b> .....	31
<b>7. Anexos</b> .....	32

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 4.1 – Características do cabo condutor Orchid

Tabela 4.2 – Padrão das estruturas utilizadas

Tabela 4.3 – Quantitativo de tipos de estruturas

Tabela 4.4 – Quantitativos de postes por comprimentos e por esforço

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Organograma da Empresa.....	2
Figura 3.1 Esquema de geração de energia elétrica e destino aos consumidores finais.....	4
Figura 3.2 Unidade geradora de energia elétrica.....	5
Figura 3.3 LT de classe A1 .....	6
Figura 3.4 LT de classe A2.....	7
Figura 3.5 LT de classe A3.....	7
Figura 3.6 Poste de uma rede de distribuição.....	8
Figura 4.1 Planilha de acompanhamento de obra.....	11
Figura 4.2 Relatório diário de obra.....	12
Figura 4.3 Planilha de levantamento de materiais.....	13
Figura 4.4 Planilha orçamentária.....	13
Figura 4.5 Detalhe de parte do projeto no AutoCAD 2010.....	14
Figura 4.6 Trajeto da LT mapeado no Google Earth.....	15
Figura 4.7 Seção transversal do cabo condutor Orchid.....	16
Figura 4.8 Estrutura S-LP.....	18
Figura 4.9 Estrutura Y-AG.....	18
Figura 4.10 Estrutura Y-AP.....	18
Figura 4.11 Estrutura SX2-LP.....	18
Figura 4.12 Estrutura 2Y-AG.....	19
Figura 4.13 Estrutura TX2.....	19
Figura 4.14 Estrutura AX2.....	19
Figura 4.15 Estrutura 2S-LP.....	19

Figura 4.16 Estrutura 2Y-AP.....	20
Figura 4.17 Estrutura L-3AG.....	20
Figura 4.18 Estrutura H-AL.....	21
Figura 4.19 Estrutura 2L-3AG.....	21
Figura 4.20 Dimensões das cavas para engastamento dos postes.....	24
Figura 4.21 Sinalização de segurança da fundação.....	25
Figura 4.22 Auxílio de guincho no transporte e implantação dos postes.....	25
Figura 4.23 “Plantio” de poste.....	26
Figura 4.24 Tubulões sendo implantados em uma fundação.....	26
Figura 4.25 Praça de lançamento.....	28
Figura 4.26 Aterramento móvel.....	28
Figura 4.27 Grampeação dos cabos condutores.....	29

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AER – Subestação Aeroclube

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CA – Condutor de Alumínio

CAA – Condutor de Alumínio com Alma de Aço

CAL – Condutor de Alumínio Liga

CGD – Subestação Campina Grande II

DIT – Demais Instalações da Transmissão

LT – Linha de Transmissão

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

RDO – Relatório Diário de Obra

SIN – Sistema Interligado Nacional

T-CAAL – Condutor de Alumínio Termorresistente com Alma de Aço

UC – Unidades Consumidoras

## **1. INTRODUÇÃO**

Nesse documento é apresentado um breve relato das atividades desenvolvidas na Disciplina Estágio Curricular, realizado na ECOMAN engenharia, Construção e Manutenção, no período de 14 de novembro de 2013 a 31 de janeiro deste ano. Esta disciplina integra a grade curricular do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. Nela é oferecida ao aluno a oportunidade de complementar seus conhecimentos técnicos através da vivência no mundo real de situações até então vistas na teoria ou até mesmo desconhecidas.

Durante o tempo de estágio foram realizadas algumas atividades, dentre as quais se destacam: acompanhamento da execução, planejamento e fiscalização da obra civil e montagem eletromecânica de linhas de transmissão, correção de relatórios diários de obra, apoio logístico e reuniões técnicas e de segurança. Todas as atividades foram supervisionadas pelo engenheiro eletricitista Fábio Senna.

## 2. A EMPRESA

O estágio foi realizado na ECOMAN, empresa consolidada no mercado há mais de 11 anos, possui sede na cidade de Campina Grande, PB, atualmente atuando de forma mais intensa na cidade de João Pessoa, PB.

A ECOMAN atua na construção de linhas de transmissão de 69kV, linhas de distribuição de 13,8 kV, e na manutenção destas, em conjunto com equipes de manutenção em linha viva (13,8 kV), cujo trabalho foi iniciado recentemente. Ao longo desse tempo, a ECOMAN já prestou serviços para empresas como CHESF, Energisa, Procable, Eletro Comercial Santa Rita, Enel Engenharia, entre outras.

Atualmente a empresa possui cerca de cento e cinquenta funcionários, dentre engenheiro, eletrotécnicos, eletricitas, auxiliares e outros. Resumidamente seu organograma é mostrado na Figura 2.1

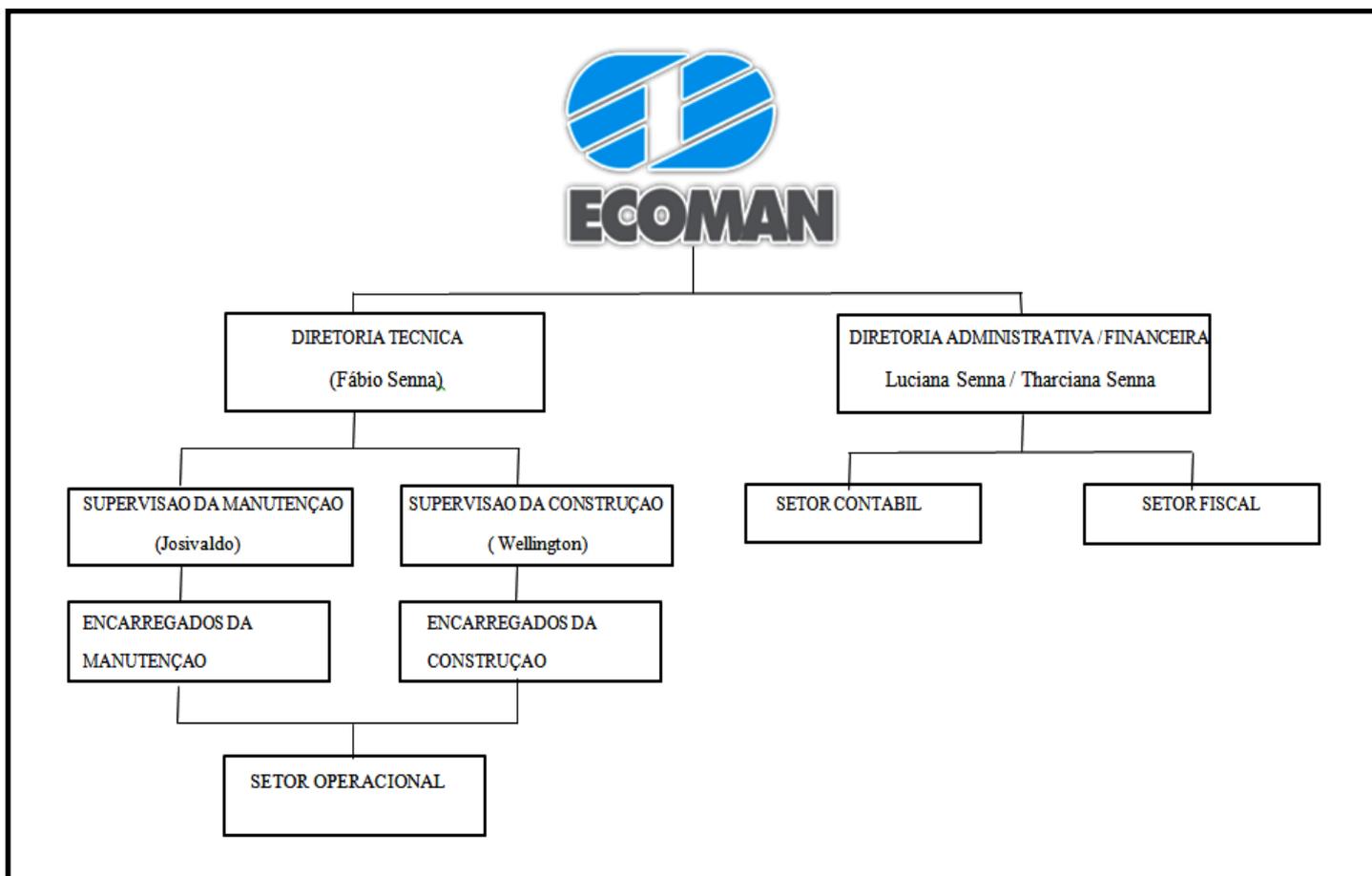


Figura 2.1 – Organograma da Empresa

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Nesta seção é apresentado um resumo da fundamentação teórica pertinente às atividades desenvolvidas durante o estágio.

#### **3.1 Geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica.**

As usinas de energia elétrica são, geralmente, construídas longe dos centros consumidores, e é por isso que a eletricidade produzida pelos geradores tem de viajar por longas distâncias, em um complexo sistema de transmissão.

Ao sair dos geradores, a eletricidade começa a ser transportada através de cabos aéreos, fixados em grandes torres de metal. Chamamos esse conjunto de cabos e torres de redes de transmissão.

No caminho, a eletricidade passa por diversas subestações, onde aparelhos transformadores aumentam ou diminuem sua tensão. No início do percurso, os transformadores elevam a tensão, evitando a perda excessiva de energia. Quando a eletricidade chega perto dos centros de consumo, as subestações, diminuem a tensão elétrica, para que ela possa chegar às residências, empresas e indústrias.

Depois de percorrer o longo caminho entre as usinas e os centros consumidores nas redes de transmissão, a energia elétrica chega em subestações que abaixam a sua tensão, para que possa ser iniciado o processo de distribuição. Entretanto, apesar de mais baixa, a tensão ainda não é adequada para o consumo imediato e, por isso, transformadores de menor porte são instalados nos postes de rua. Eles reduzem ainda mais a tensão da energia que vai diretamente para as residências, o comércio, as empresas e indústrias.

As empresas responsáveis pela distribuição também instalam em cada local de consumo um pequeno aparelho que consegue medir a quantidade de energia por eles utilizada. A medição é feita por hora e chamamos de horário de pico o momento em que uma localidade utiliza maior quantidade de energia elétrica. Nos centros urbanos, o horário de pico se dá por volta das 18 horas, quando escurece e, normalmente, as pessoas chegam do trabalho acendendo as luzes, ligando os condicionadores de ar e a televisão e tomando banho com a água aquecida por chuveiros elétricos.

Podemos observar que o consumo de eletricidade varia de acordo com a estação do ano e com a região do país, dependendo do nível de luminosidade e do clima, entre outros fatores.

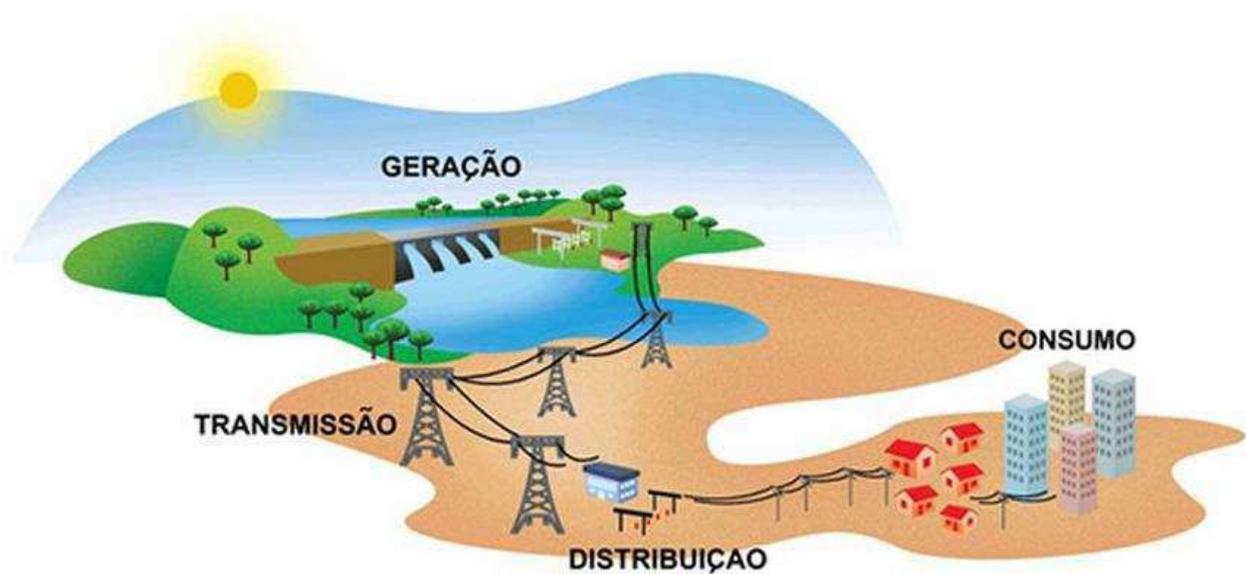


Figura 3.1 – Esquema de geração de energia elétrica e destino aos consumidores finais.

### 3.2 Geração

A geração é o segmento da indústria de eletricidade responsável por produzir energia elétrica e injetá-la nos sistemas de transporte (transmissão e distribuição) para que chegue aos consumidores. Especificamente no Brasil, o segmento de geração é bastante pulverizado, atualmente contando, segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), com 2.661 empreendimentos geradores.

A Figura 3.2 ilustra uma unidade geradora.



Figura 3.2— Unidade geradora de energia elétrica.

### 3.3 Redes de Transmissão

As LTs são basicamente constituídas por fios condutores metálicos suspensos em torres, também metálicas, por meio de isoladores cerâmicos ou de outros materiais altamente isolantes. Como os sistemas de potência são trifásicos, geralmente existem três conjuntos de cabos de cada lado das torres, acompanhados por um cabo mais alto, no topo, que é o cabo para-raios, ou também chamado de cabo guarda.

As LTs que se estendem por longas distâncias, conectando também, além de usinas geradoras aos grandes consumidores, aqueles que adquirem energia em alta tensão, como fábricas e mineradoras, ou às empresas distribuidoras de energia, as quais vão se encarregar de transportar a energia aos consumidores de menor porte.

No Brasil, as LTs são classificadas de acordo com o nível de tensão de sua operação, mensurado em kV. Para cada faixa de tensão, existe um código que representa todo um conjunto de linhas de transmissão de mesma classe. São eles:

A1 – tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV

A2 – tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV

A3 – tensão de fornecimento de 69 kV

Em termos organizacionais, a classe A1 é representativa do sistema de transmissão interligado, ou Sistema Interligado Nacional (SIN), também denominado rede básica. Na classe A1, existem 77 concessionárias dos serviços públicos de transmissão, responsáveis pela administração de mais de 100.000 km de linhas. As empresas transmissoras também operam instalações de tensão inferior a 230 kV, que são as chamadas Demais Instalações da Transmissão (DIT). As classes A2 e A3, quando não são de propriedade das transmissoras, representam as redes denominadas de sub-transmissão, que, ao contrário das redes de transmissão propriamente ditas, são administradas pelas empresas de distribuição (Fonte ANEEL). Nas Figuras 3.3, 3.4 e 3.5 são mostradas LT's de classes A1, A2 e A3, respectivamente.



Figura 3.3 – LT de classe A1.



Figura 3.4 – LT de classe A2.



Figura 3.5 – LT de classe A3.

### 3.4 Redes de Distribuição

As redes de distribuição são compostas por linhas de alta, média e baixa tensão. Como vimos acima, as linhas de transmissão com tensão igual ou superior a 230 kV constituem a chamada rede básica. Apesar de algumas transmissoras também possuírem linhas com tensão abaixo de 230 kV, as chamadas Demais Instalações da Transmissão (DIT), grande parte das linhas de transmissão com tensão entre 69 kV e 138 kV são de responsabilidade das empresas distribuidoras. Essas linhas são também conhecidas no setor como linhas de subtransmissão.

Além das redes de subtransmissão, as distribuidoras operam linhas de média e baixa tensão, também chamadas de redes primária e secundária, respectivamente. As linhas de média tensão são aquelas com tensão elétrica entre 2,3 kV e 44 kV, e são muito fáceis de serem vistas em ruas e avenidas das grandes cidades, frequentemente compostas por três fios condutores aéreos sustentados por cruzetas de madeira em postes de concreto, como mostra a Figura 3.6.



As redes de baixa tensão, com tensão elétrica que pode variar entre 110 e 440 V, são aquelas que, também afixadas nos mesmos postes de concreto que sustentam as redes de média tensão, localizam-se a uma altura inferior. As redes de baixa tensão levam energia elétrica até as residências e pequenos comércios/indústrias por meio dos chamados ramais de ligação. Os supermercados, comércios e indústrias de médio porte adquirem energia elétrica diretamente das redes de média tensão, devendo transformá-la internamente para níveis de tensão menores, sob sua responsabilidade.

Figura 3.6 –Poste de uma rede de distribuição.

O sistema de distribuição de energia é aquela rede de energia elétrica que se confunde com a própria topografia das cidades, ramificado ao longo de ruas e avenidas para conectar fisicamente o sistema de transmissão (ou mesmo unidades geradoras de médio e pequeno porte, aos consumidores finais), que são majoritariamente os consumidores.

Assim como ocorre com o sistema de transmissão, a rede de energia elétrica da distribuição é também composta por fios condutores, transformadores e equipamentos diversos de medição, controle e proteção das redes elétricas. Todavia, de forma bastante distinta do sistema de transmissão, o de distribuição é muito mais extenso e ramificado, pois deve chegar aos domicílios e endereços de todos os seus consumidores.

Nas redes de distribuição de média tensão também são, frequentemente, encontrados equipamentos auxiliares, tais como capacitores e reguladores de tensão. Ambos são, frequentemente, utilizados para corrigir anomalias na rede, as quais podem prejudicar a própria rede elétrica ou mesmo os equipamentos dos consumidores.

Existem quatro tipos de redes de distribuição de energia elétrica. São eles:

- Rede de Distribuição Aérea Convencional: É o tipo de rede elétrica mais encontrado no Brasil, na qual os condutores são nus (sem isolamento). Exatamente por isso, essas redes são mais susceptíveis à ocorrência de defeitos (curto-circuitos), principalmente quando há contato de galhos de árvores com os condutores elétricos.

- Rede de Distribuição Aérea Compacta: Surgidas no Brasil na década de 1990, as redes compactas são muito mais protegidas que as redes convencionais, não somente porque os condutores tem uma camada de isolamento, mas porque a rede em si ocupa bem menos espaço, resultando em menor número de perturbações.

- Rede de Distribuição Aérea Isolada: Esse tipo de rede é bastante protegida, pois os condutores são encapados com isolamento suficiente para serem trançados. Geralmente mais cara, essa rede é utilizada em condições especiais.

- Rede de Distribuição Subterrânea: A rede subterrânea é aquela que proporciona o maior nível de confiabilidade e também o melhor resultado estético, dado que as redes ficam enterradas. No entanto, as redes subterrâneas são bem mais caras que as demais soluções, sendo comuns apenas em regiões muito densas ou onde há restrições para a instalação das redes aéreas.

Com relação às redes de iluminação pública, que também podem ser do tipo aéreo ou subterrâneo, são redes que derivam das redes de distribuição das concessionárias. Apesar disso, a operação e a manutenção de tais redes são de responsabilidade das prefeituras municipais.

### **3.5 Consumo e Comercialização**

O Brasil conta, em 2013, com mais de 72 milhões de “Unidades Consumidoras” (UC), termo que corresponde ao conjunto de instalações/equipamentos elétricos caracterizados pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor. Do total de UCs brasileiras, 85% são residenciais. [Fonte: ABRADE – Associação Brasileira de Distribuição de Energia Elétrica].

O segmento de comercialização de energia é relativamente novo, tanto no Brasil quanto no mundo. Seu surgimento está relacionado com a reestruturação do setor elétrico, ocorrida na década de 1990, e seu papel muito mais relacionado ao contexto econômico e institucional do que propriamente ao processo físico de produção e transporte da energia.

No Brasil, o primeiro contrato de comercialização de energia elétrica, nos moldes do novo modelo, ocorreu em 1999, aproximadamente dois anos após a criação da ANEEL. Atualmente, existem mais de 100 agentes de comercialização de energia elétrica no Brasil, muitos deles atuando como intermediários entre usinas e consumidores livres.

#### 4. ATIVIDADES REALIZADAS

Durante todo o período de estágio, o estagiário passou por um processo de integração na empresa, visando seu entendimento e funcionamento. Foram adquiridos conhecimentos relativos a todos os setores existentes na empresa, tais como setor logístico, financeiro de recursos humanos e principalmente técnico. Também foi mostrado o processo da elaboração do acompanhamento da obra, planilha orçamentária, levantamento de materiais e RDO (Relatório Diário de Obra).

##### 4.1 Planilha de acompanhamento da obra, planilha orçamentária, levantamento de materiais e RDO

A planilha de acompanhamento da obra, Figura 4.1, consiste em uma planilha que mostra o andamento físico da obra, o que foi de fundamental importância para o planejamento de execução da mesma.



**ENGENHARIA CONSTRUÇÃO**

**PLANILHA ACOMPANHAMENTO DE OBRA**  
**LT 69kV CAMPINA GRANDE II - AEROCULUBE**

Nº ESTRUTURA	ESTRUTURA		Vão de Frente m	Quant Postes	LOCAL DA ESTRUTURA	CAVA		POSTE	EST.	VÃO FRENTE	OBSERVAÇÃO - CONSTRUÇÃO
	TIPO	ALTURA m				ESFORÇO Kg/ft	STATUS				
0	SE CHESF		25							25	
29a	Y-AG	24	2500	42	1	SIMPLES	OK	OK	OK	42	FE3T, FECC.
30	Y-AP	24	4500	62	1	COMPRESSOR	OK			62	
31	Y-AG	24	2500	62	1	COMPRESSOR	OK	OK	OK	62	FECC.
32	S-LP	24	1000	58	1	MASSA	OK	OK	OK	58	FECC.
33	Y-AG	24	2500	61	1	MASSA	OK	OK	OK	61	FECC. OBS.: Estrutura S-LP (24/1000) m
34	Y-AG	24	2500	73	1	EMBARGADO	COMPRESSOR	OK		73	Moradores não permitiram implantação
35	S-LP	24	1000	67	1	MASSA	OK			67	
36	Y-AG	24	2500	71	1	ESCAVADO				71	Escavado e morador entupiu a fundação
37	Y-AP	24	4500	66	1	MASSA	OK			66	VERIFICAR
38	Y-AG	24	2500	68	1	MASSA	OK	OK	OK	68	

Figura 4.1– Planilha de acompanhamento de obra.

O relatório diário de obra, Figura 4.2, é utilizado para descrever, de forma sucinta, as atividades diárias da obra, a quantidade de funcionários presentes (e suas funções), condições climáticas e relatório fotográfico, quando houver. O RDO também

é muito importante, pois este documenta as atividades relevantes e serve como comprovação caso haja alguma pendência judicial.

energisa		DIÁRIO DE OBRA		ECOMAN		MÊS:	janeiro / 14		DATA:	08/01/2014									
						seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom							
OBRA: Construção LD 69kV CGD/ AEROCULUBE								X											
EMPREITEIRA: Ecoman Engenharia Construção e Manutenção Ltda						PERÍODO DA OBRA (DIAS)		PASSARAM (DIAS)		RESTA (DIAS)									
Efetivo: Pessoal / Equipamentos																			
EFETIVO PESSOAL:			EFETIVO VEÍC. / EQUIP.TOS.:			RELATÓRIO DE PRODUÇÃO DIÁRIA													
Engenheiro Eletricista			Cam/Guindaste(Munck 57 Ton)			<b>Concretagem das estruturas 87 e 91. Relocação, junto aos fiscais da Energisa das estruturas 52, 56 e 69.</b>													
Técnico em Eletrotécnica			Cam/Guindaste(Munck 20 Ton)		01														
Técnico em Segurança Trabalho			Cam. Cab. Dupla cargo 816 sem munck																
Técnico em Edificações (Topógrafo)			Cam. F-4000 cab. Dupla com munck																
Encarregado de Turma Linha Viva			Retro Escavadeira																
Encarregado de Turma Linha Morta	01		Trator de Agrícola c/ Guincho																
Eletricista Linha Viva			Trator de Esteira																
Eletricista Linha Morta		03	Cam. F350 SKY Linha Viva																
Auxiliar de Eletricista			Carro apoio Saveiro																
Motor./Operador de Guindauto de Lança			Carro apoio Toyota		01														
Operador Trator de Retro Escavad.						<b>Modificação do projeto original junto aos fiscais da Energisa das estruturas 34, 35 e 36, sendo adicionadas a 36a e a 36b. Início das escavações das fundações das estruturas 52, 56 e 59.</b>													
Operador Trator de Esteira																			
Motorista/Veiculos de Apoio																			
Ajudante		05																	
Aux. Amoxarife																			
Cozinheiro																			
Vigia																			
<b>Total Efetivo Pessoal ==&gt;</b>		<b>09</b>	<b>Total Efetivo Equipamentos =&gt;</b>		<b>02</b>														
<b>Programação do dia seguinte:</b>																			
<b>COMENTÁRIOS :</b>																			

Figura 4.2–Relatório diário de obra.

Coube ao estagiário a avaliação diária destes dois documentos e a apresentação ao supervisor. Após a leitura do projeto e antes de sua execução, a política interna da empresa exige que seja elaborado pela equipe técnica, um documento chamado Levantamento de Materiais, que após feito é solicitado diretamente ao fornecedor de modo a garantir a execução da obra de forma contínua e sem atrasos. Uma planilha de levantamento de materiais é apresentada na Figura 4.3, que será contabilizada de forma minuciosa o total de material que será utilizado.

A planilha orçamentária, Figura 4.4, é elaborada quando há a necessidade de realização de alguma obra ou serviço que não foi contabilizado no orçamento inicial total da obra. Os valores nela presentes são solicitados à empresa cujo serviço está sendo prestado.

## LEVANTAMENTO DE MATERIAIS LD 69kV CGD/AERO

Código	descricao	UND	Classe	4	7	8	TOTAL
				Y-AP	Y-AG	S-LP	
xxxxx	ALÇA AÇO-CARB p/ 636	PC	ferragem	6	6		66
35158	Arruela q 100x100x6,5mm F2mm	PC	ferragem				-
35159	Arruela quad 57x57x5mm F21mm	PC	ferragem	16	22	8	282
610386	Chapa de ferro	PC	ferragem				-
	Cartucho Amarelo p conec cunha	um					-
	Cabo de alum. CA 636 MCM 37fios	KG					-
	Cordoalha de aço 5/16"	KG					-
	Conector 636 MCM CA - 636 MCM	um					-
	Cabo de aço cobreado, 3x9AWG	KG					-
602787	Chapa de estai p/cb. 3/8"	PC	ferragem				-
601624	Concha olhal aço galvanizado	PC	FORJADOS	6	6		66
611670	FECHO P/FITA DE AÇO 19MM	PC	ATERRAMENTO	2	2	2	38
611671	FITA DE AÇO INOX 19MM	CX	ATERRAMENTO	6	6	6	114
602229	Gancho SUSPENÇÃO bola	PC	FORJADOS	6	6		66
607187	Garfo olhal 90º classe	PC	FORJADOS		3	3	45
xxxxx	GRAMPO SUSP AGS(verificar bitola cabo)	PC	PREFORMADOS			3	24
xxxxx	GRAMPO SUSP MON 336,4	PC	FORJADOS		3		21
	GRAMPO SUSP MON (cordoalha)	PC	FORJADOS			1	8
605539	Isolador comp. tipo line post	UN	isolador		3	3	45
602539	Isolador composto tipo susp.	PC	isolador	6	6		66
	Cantoneira est. HALA	pc	ferragem				-
607691	Manilha sapatilha	PC	ferragem	6	6		66
	Manilha de aço forjado 16mm 5/8"	PC	ferragem			1	8
607736	Parafuso máquina 20x300mm	PC	ferragem				-
605919	Parafuso máquina 20x350mm	PC	ferragem				-

Figura 4.3 –Planilha de levantamento de materiais.

 <b>ECOMAN ENGENHARIA CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO LTDA.</b>					
COMPOSIÇÃO ANALÍTICA DE PREÇOS					
CONTRUÇÃO DA LD 69 KV CGD/AERO					
Desc. do Item: <b>URBANIZAÇÃO PRAÇA COLÉGIO (EST. 69)</b>			Unidade:		
Produtividade:			Valor Unitário:		
Código	Descrição	Qtd.	Unidade	C. Horário	Custo Total
	Contratação Serviços	1,00	gl h.	700,00	700,00
<b>Sub-total&gt;&gt;&gt;</b>					700,00
<b>Periculosidade &gt;&gt;&gt;</b>					
<b>Encargos Sociais 164,55% &gt;&gt;&gt;</b>					1.151,85
<b>1. TOTAL MÃO DE OBRA&gt;&gt;&gt;</b>					1.851,85
FERRAMENTAS / MATERIAIS					
Código	Descrição	Qtd.	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
	Lajota	20,00	m²	20,00	400,00
	Manilha 1,00x100	3,00	Unidade		
	Muda de Arvore Nativa	3,00	Unidade	30,00	90,00
	Saco de cimento (?? kg)	4,00			
	Brita	0,50	m³		
	Saco argamassa	5,00	Unidade		
	Areia	2,00	m³		

Figura 4.4 –Planilha orçamentária.

## 4.2 Obra LT 69kV CGD/AER

O período de estágio foi realizado na cidade de Campina Grande- PB na construção de uma linha de transmissão de 69kV que interliga a subestação de Campina Grande II no bairro do Velame à subestação aeroclube do Distrito Industrial.

O traçado básico desta LT foi executado no Software Auto CAD 2010, cuja parte inicial é apresentada na Figura 4.5. O seu trajeto foi mapeado no software Google Earth e nos é mostrado na Figura 4.6.

Em anexo, é mostrado o andamento físico da obra desde o período do início do estágio até o período de término.

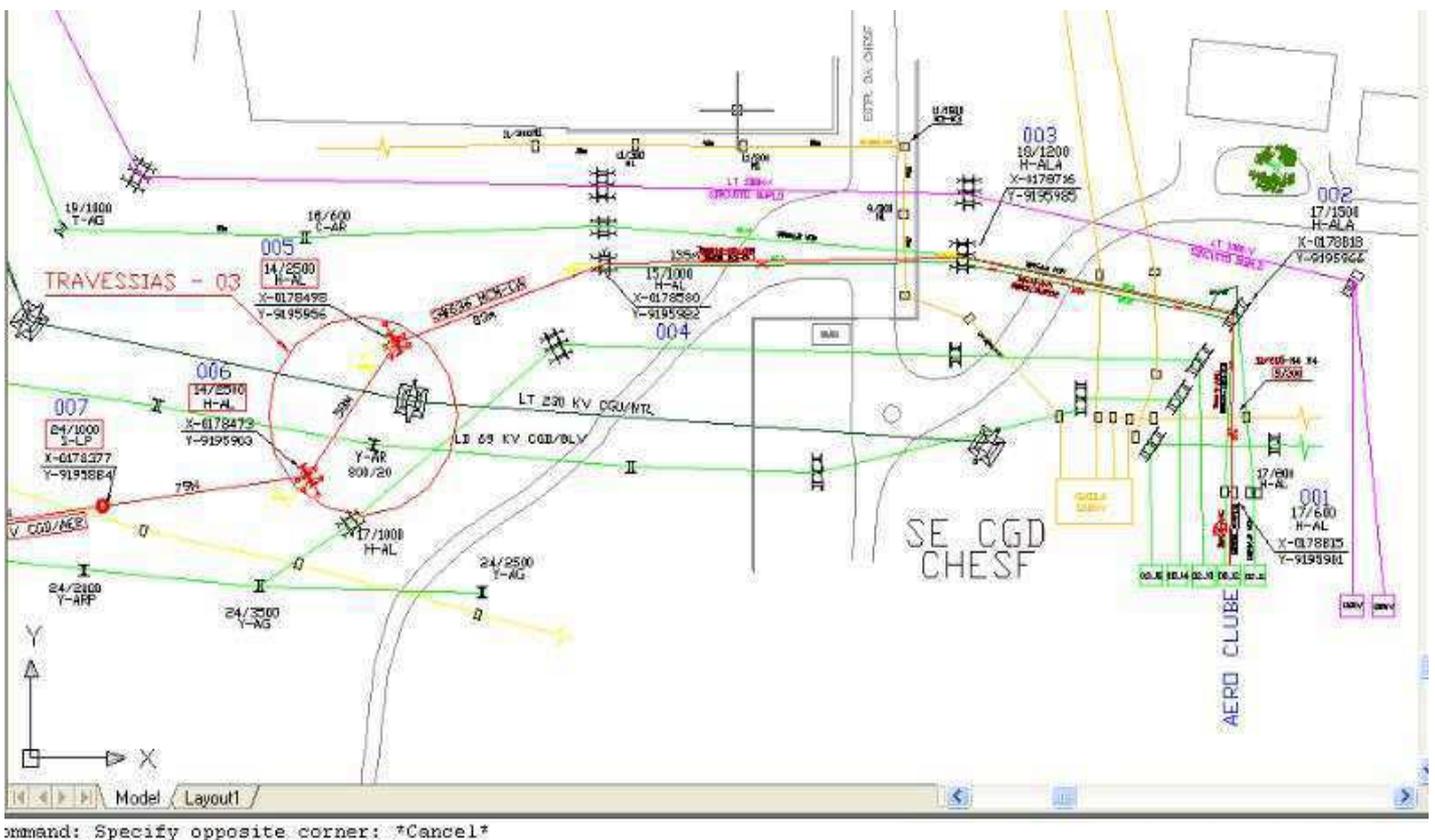


Figura 4.5 Detalhe de parte do projeto no AutoCAD 2010



Figura 4.6 Trajeto da LT mapeado no Google Earth

Na fase de projeto eletromecânico três critérios principais foram levados em consideração, são eles:

**Condutores padronizados:** Os condutores a serem utilizados nas linhas aéreas de alta tensão devem ser projetadas com cabos nus, sejam eles de condutores de alumínio (CA), de alumínio com alma de aço (CAA), em liga de alumínio (CAL) e alumínio termorresistente com alma de aço (T-CAAL). No nosso caso foi utilizado o condutor de alumínio Orchid, cujas características são apresentadas na Tabela 4.1, a seguir e podem ser facilmente encontradas em catálogos de fabricantes.

Tabela 4.1 – Características do cabo condutor Orchid.

<b>CABO</b>	AWG	Área (mm <sup>2</sup> )	Formação número e diâmetro dos fios (N° xmm)	Diâmetro nominal do cabo (mm)	Massa linear kg/km	RMC (kN)	Resistência elétrica a 20°C Ω/km	Capacidade de corrente (A)
<b>ORCHID</b>	636,0	322,2	37x3,33	23,31	888,4	50,44	0,0895	745

Uma fotografia da seção transversal deste condutor é mostrada na Figura 4.7.



Figura 4.7 – Seção transversal do cabo condutor Orchid.

**Padrão das estruturas:** Os padrões de LT's tem por objetivo orientar os projetistas na definição e elaboração do projeto e fixar as características básicas para a montagem eletromecânica das estruturas. Um dos critérios utilizados para a seleção das estruturas deste projeto levaram em consideração o tipo de circuito (simples e duplo), a localização geográfica (urbano e rural) e o comprimento dos vãos (distâncias entre as estruturas). Desta forma as estruturas utilizadas são apresentadas na Tabela4.2.

Tabela 4.2 – Padrão das estruturas utilizadas.

<b>Tipo de circuito</b>	<b>Estrutura</b>	<b>Suspensão / Ancoragem</b>
Urbano Simples	S-LP	Suspensão
	Y- AG	Ancoragem
	Y-AP	Ancoragem
Urbano Duplo	SXZ-LP	Suspensão
	ZY-AG	Ancoragem
	TX2	Ancoragem
	AX2	Ancoragem
	2S-LP	Suspensão
	2Y-AP	Ancoragem
Rural Simples	L-3AG	Ancoragem
	H-AL	Ancoragem
Rural Duplo	2L-3AG	Ancoragem

As figuras a seguir ilustram graficamente as estruturas:

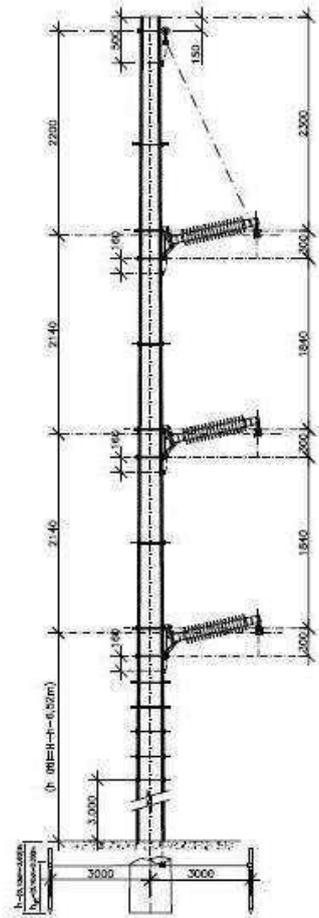


Figura 4.8 – Estrutura S-LP.

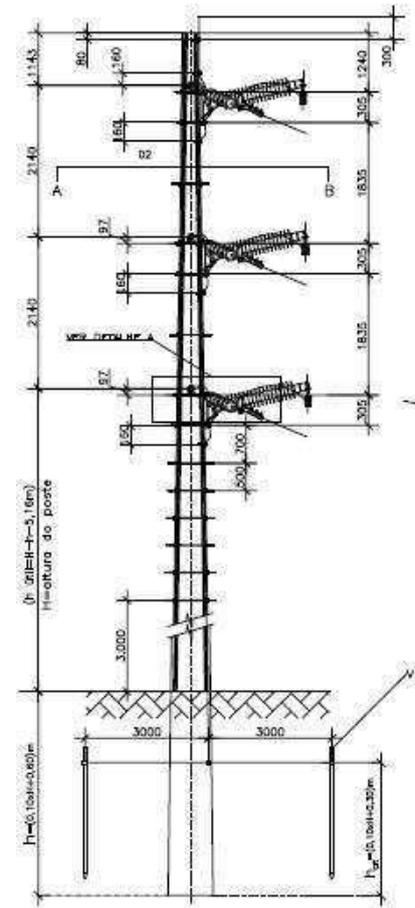


Figura 4.9 – Estrutura Y-AG.

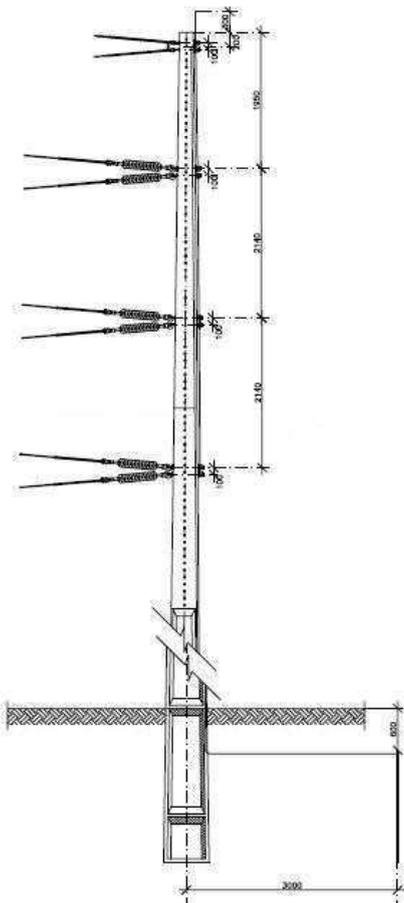


Figura 4.10 Estrutura Y-AP

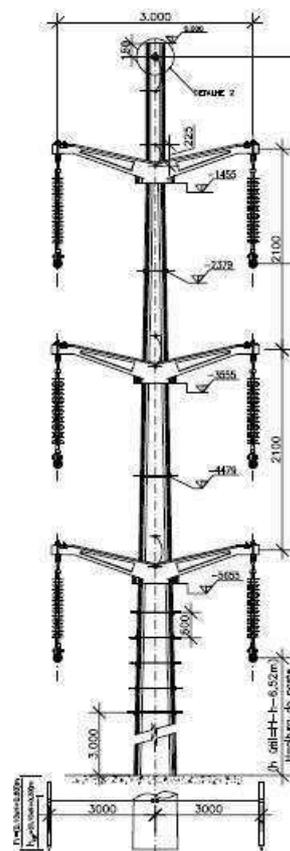


Figura 4.11 Estrutura SX2-LP



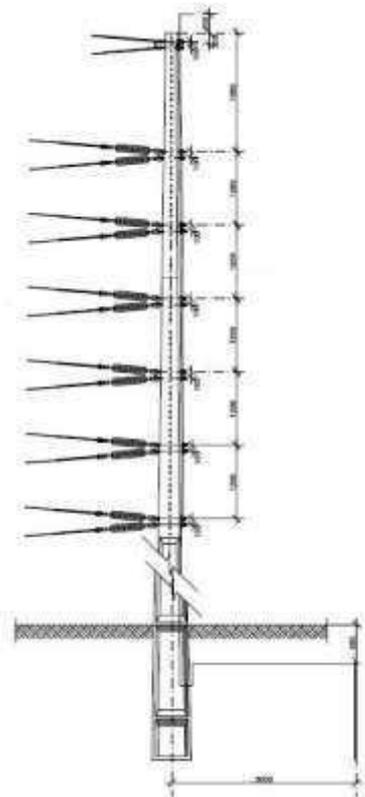


Figura 4.16 – Estrutura 2Y-AP.

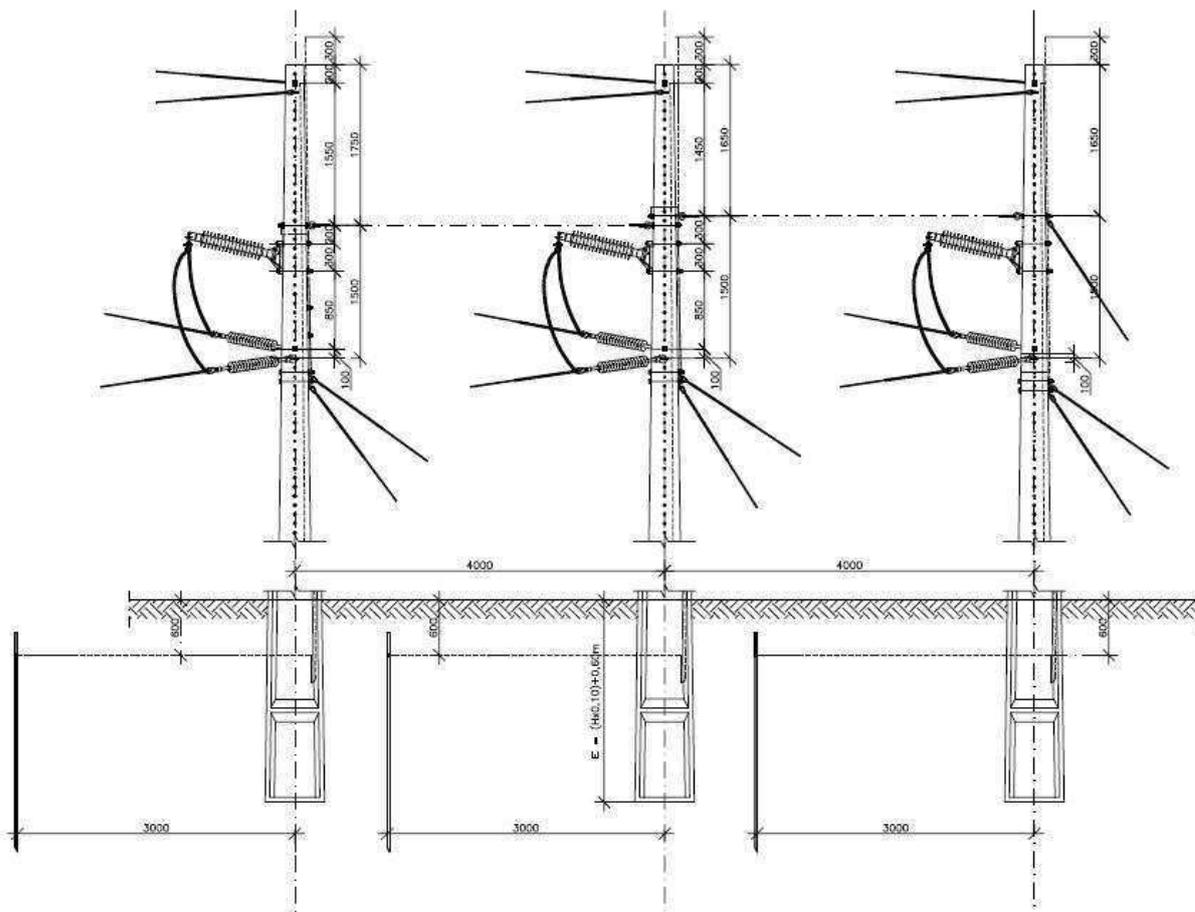


Figura 4.17 – Estrutura L-3AG.

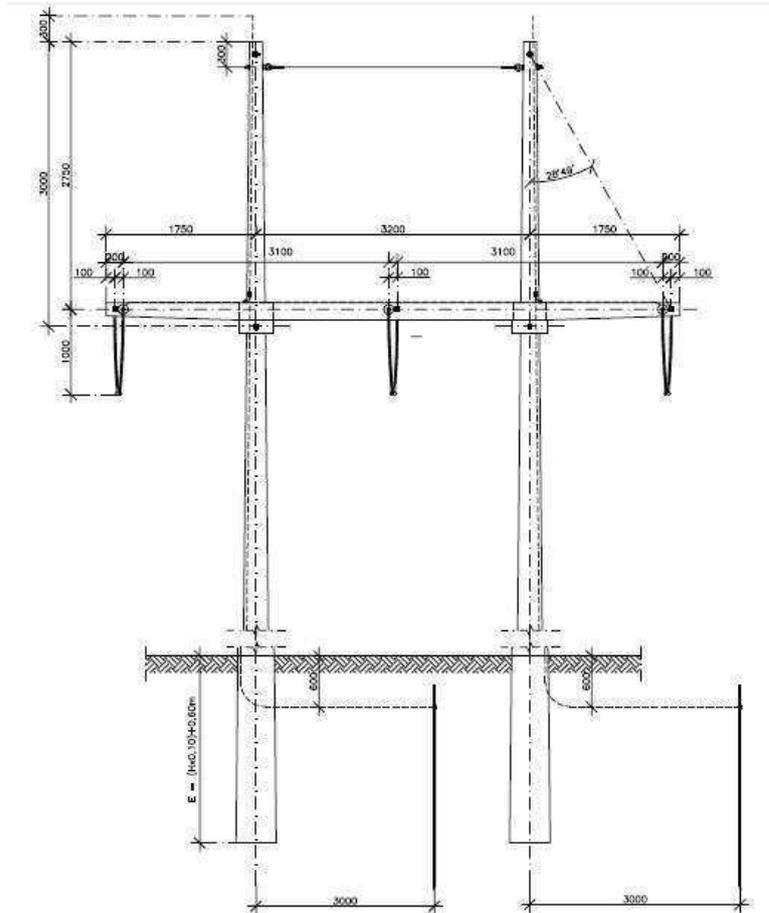


Figura 4.18 – Estrutura H-AL.

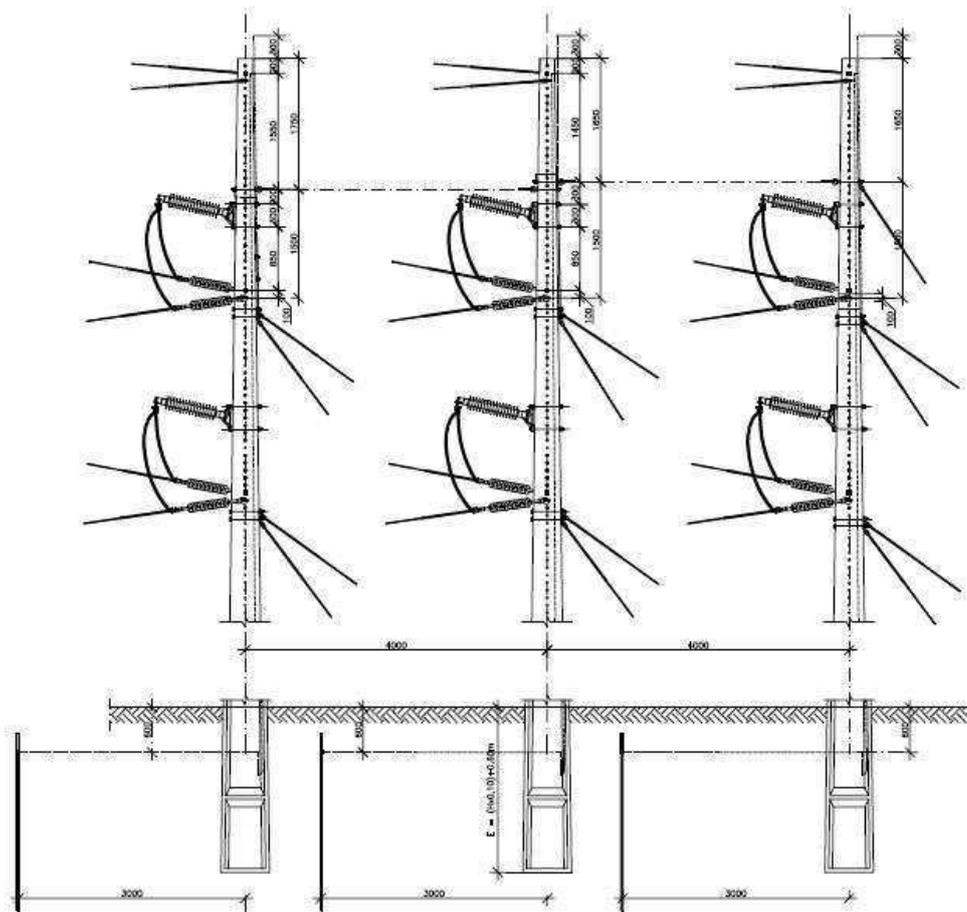


Figura 4.19 – Estrutura 2L-3AG.

Na fase de projeto todas as estruturas foram enumeradas adotando como referência a SE CGD. Este processo de elaboração facilita bastante o entendimento da obra. No nosso projeto original, foram contabilizadas cento e uma estruturas distribuídas ao longo de 7,2 km. Do total de estruturas temos a Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Quantitativo de tipos de estruturas.

<b>ESTRUTURA</b>	<b>QUANTIDADE</b>
S-LP	40
Y-AG	25
Y-AP	14
SX2-LP	2
2Y-AG	4
TX2	1
AX2	1
2S-LP	4
2Y-AP	1
L-3AG	1
H-AL	6
2L-3AG	1
Y-AP+Y-AG	1
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>

**Postes Padronizados:** Para dimensionamento de postes, deverão ser considerados os tipos de estruturas, em função dos esforços a serem aplicados aos mesmos, a altura necessária, bem como o tipo de poste, podendo ser seção duplo “T”, seção circular ou seção retangular. No nosso projeto foram selecionados postes circulares para as estruturas de padrão urbano e postes duplo “T” para aquelas de padrão rural.

Quanto aos esforços e alturas, os dados são apresentados na Tabela 4.4 a seguir:

Tabela 4.4 – Quantitativo de postes por comprimento e esforço.

<b>COMPRIMENTO NOMINAL (m)</b>	<b>RESISTÊNCIA NOMINAL (kgf)</b>	<b>QUANTIDADE</b>
12	1500	3
14	2500	4
15	1000	2
16	2500	3
17	600	2
	1500	3
18	1200	3
22	1000	6
	2000	3
	2500	3
	3500	2
	4500	1
24	1000	40
	2500	17
	3500	6
	4000	2
	4500	13
26	2500	1
<b>TOTAL DE POSTES</b>		114

Esta obra não foi acompanhada desde o início, porém todos os passos subsequentes desde o processo de escavação das fundações ao lançamento dos condutores em alguns trechos foram acompanhados e são relatados a seguir.

#### **4.2.1 Escavação das fundações**

Esta etapa sucede a etapa de projeto e locação das estruturas. Nela o setor operacional é devidamente distribuído dentro da obra e se inicia o processo de escavação. As cavas são feitas de forma simples utilizando martetele acoplado a um compressor ou por meio de massa expansiva quando há dificuldade em romper a rocha

localizada no interior. As dimensões das fundações para engastamento dos postes podem ser visualizadas na Figura 4.20.

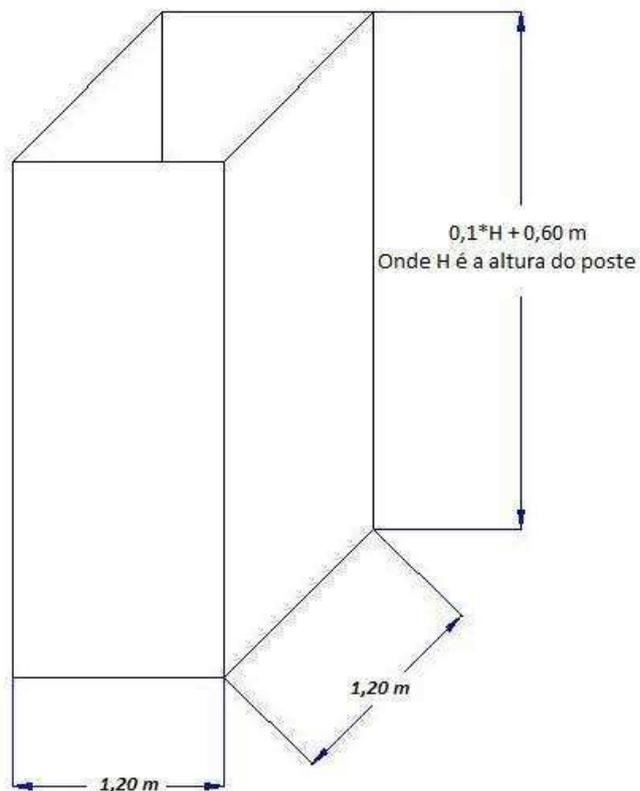


Figura 4.20 – Dimensões das cavas para engastamento dos postes.

Ao se firmar uma cava, o procedimento que se segue é cobrir e sinalizar (figura 4.21) para garantir a segurança daqueles que trafegam nas suas proximidades.



Figura 4.21 – Sinalização de segurança da fundação.

#### **4.2.2 Implantação dos postes e montagem das estruturas**

Quando houver cavas prontas na obra, se inicia o processo de “plantio” de postes, que, dependendo do seu peso poderão ser implantados com o auxílio de caminhões Munck ou por guindaste, processos ilustrados nas Figuras 4.22 e 4.23, a seguir.



Figura 4.22 – Auxílio do guindaste no transporte e implantação dos postes.



Figura 4.23 –“Plantio” de poste.

Momentos antes de erguer os postes para colocá-los na sua posição final, os seus acessórios são montados, acessórios esses que incluem conexões de aterramento, isoladores do tipo Line Post e ferramentas em geral. A presença de alguns elementos irá depender do tipo de estrutura, ou seja, o número de elementos presentes varia de estrutura para estrutura.

Quando um poste é finalmente implantado, este é alinhado de modo a garantir que os cabos construtores, que futuramente serão lançados, estarão em conformidade com o projeto.



Figura 4.24 –Tubulões sendo implantados em uma fundação.

Um problema relevante que pode ocorrer está relacionado com as condições e composição geológica do solo onde o poste é implantado, pois dependendo destas características, o mesmo poderá sofrer grandes inclinações ou até mesmo uma eventual queda. Para resolver este tipo de problema, são instalados tubulões de concreto armado no interior das fundações (Figura 4.24) antes da implantação e já com a presença do poste, a cava é preenchida com concreto.

Após o processo de implantação, é realizado o processo de aterramento, processo esse que garante que todas as partes metálicas não energizadas estejam devidamente aterradas por meio de uma ou mais hastes metálicas engastadas no solo. Para nos certificar que este procedimento realmente é cumprido é feita a medição de resistência de aterramento com um terrômetro em todas as estruturas, visando atingir uma resistência abaixo de  $20\Omega$ .

O acompanhamento das etapas de escavação das fundações e implantação e montagem das estruturas ocorreram de forma paralela desde o período entre 04/04/2013 até 20/01/2014, e ciosa ao estagiário o acompanhamento e fiscalização das obras para posteriores informes ao seu supervisor.

### **4.2.3 Lançamento dos cabos condutores**

Na parte final do estágio, compreendida entre 20/01/2014 a 31/01/2014, foi feito o acompanhamento do lançamento dos condutores em dois trechos da obra. O primeiro de aproximadamente 700 metros (estruturas 91 a 100) e o segundo de aproximadamente 400 metros (estruturas 80 a 85).

O processo de lançamento se inicia com a montagem da praça de lançamento, onde são localizadas as bobinas dos cabos condutores que posteriormente serão puxados e erguidos para fixação. A praça de lançamento sempre fica sob a supervisão de um membro do setor operacional, cuja função é coordenar o desenrolar do condutor das bobinas. Toda a comunicação entre a praça de lançamento e o restante dos operários é feita via rádio. Podemos ver uma praça de lançamento na Figura 4.25.



Figura 4.25 – Praça de lançamento.

Antes de iniciar os lançamentos dos cabos, os mesmos são aterrados por meio de um aterramento móvel, que é conectado a uma haste fincada no chão e possui polias que ficam contato direto com os condutores, evitando, dessa forma, que as pessoas em contato direto com os cabos condutores sofram descarga elétrica proveniente da indução de linhas vizinhas.

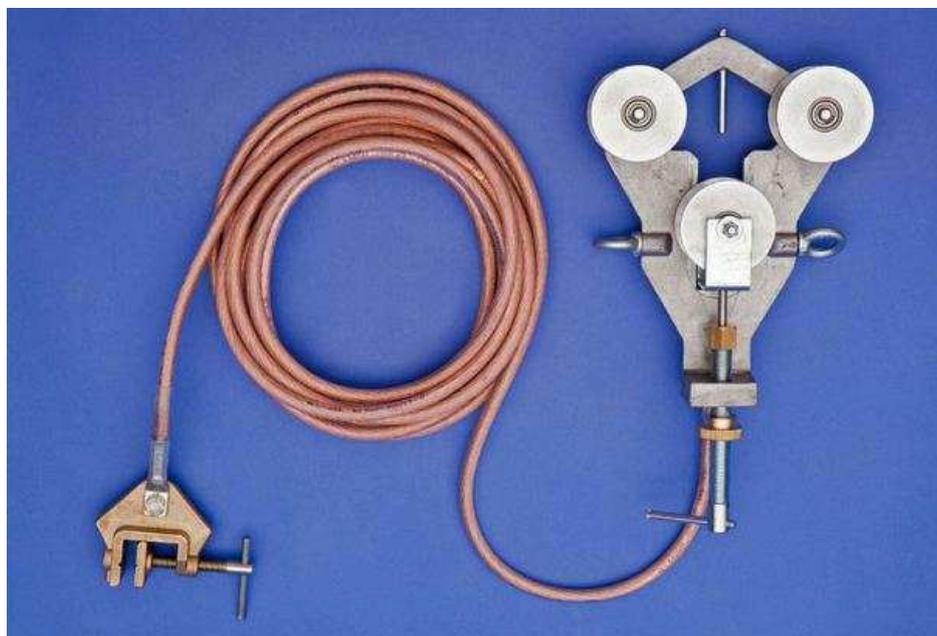


Figura 4.26 – Aterramento móvel.

Este processo sempre é feito de modo que o trecho lançado inicie e termine em uma estrutura de ancoragem para que os condutores lançados sejam posteriormente grampeados.

O processo de grampeação dos cabos nas estruturas é o que encerra a etapa de lançamento. Neste as polias provisórias (conhecidas como “bandolas”), que são fixadas nos postes e dão movimento aos cabos, são retiradas e estes são permanentemente fixos nos isoladores. A Figura 4.27 a seguir apresenta o processo de grampeação.



Figura 4.27 – Grampeação dos cabos condutores.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Durante o período de estágio, alguns pontos foram observados e são descritos a seguir. Primeiramente, deve-se destacar o grande aprendizado proporcionado pelas atividades em campo e as condições oferecidas pela empresa para consolidar e aplicar os conhecimentos teóricos aprendidos na universidade.

Por outro lado, houve certa dificuldade no reconhecimento de termos e expressões utilizadas no dia a dia dos funcionários, pois ao saber apenas os termos técnicos, aprendidos na teoria, ocorreram em diversas situações uma certa discrepância de opiniões. Desta forma, fica claro que existe uma necessidade muito forte do aluno em aprender mais sobre a prática na execução de atividades, e isto também deveria ser preocupação da universidade.

Por último, mas não menos importante, deve-se mencionar o fato da existência de problemas interpessoais entre funcionários da empresa, o que poderia, de certa forma, prejudicar as atividades que estão sendo desenvolvidas. Ao lidar com pessoas de diferentes características e temperamentos, podem ocorrer sérias divergências, que podem e devem ser solucionados pelas pessoas responsáveis da empresa.

## 6. REFERÊNCIAS

ABNT – NBR5422 **Projeto de linhas Aéreas de Transmissão – Procedimento [S.l.]: [S.n.], 1985.**

ABNT – NBR7430 **Manuseio e lançamento de cabos CAA em linhas de transmissão de energia elétrica.[S.l.]: [S.n.], 1982.**

ENERGISA - NTV004 **Critérios básicos para elaboração de projetos de linha aéreas de alta tensão. [S.l.]: [S.n.], 2012.**

<http://www.aneel.gov.br/biblioteca/EdicaoRelatorioanos.cfm> - Acessado em 03/12/2014 às 21.30hs.

<http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/a-distribuicao-de-energia> - Acessado em 14/02/2014 às 21.42hs.

<http://www.eletrabras.com/elb/natrilhadaenergia/energia-eletrica/main.asp?View=%7B05778C21-A140-415D-A91F-1757B393FF92%7D> – Acessado em 14/02/2014 às 22.00hs.

## 7. ANEXOS

### Evolução da obra LT 69kV CGD/AER

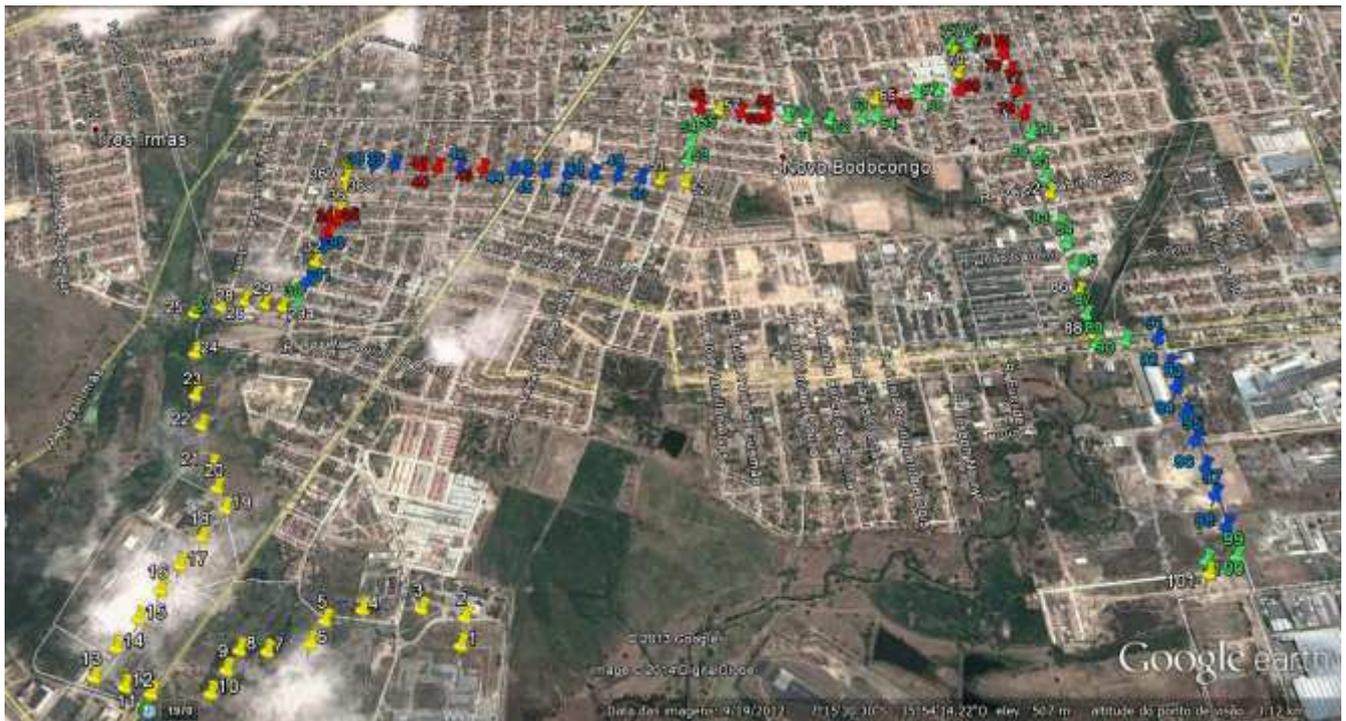
Legenda de cores

- Amarelo: Pontos locados para implantação.
- Verde: Fundações prontas porém não implantadas.
- Vermelho: Fundações embargadas por moradores.
- Azul: Estruturas implantadas.

(04/11/2013)



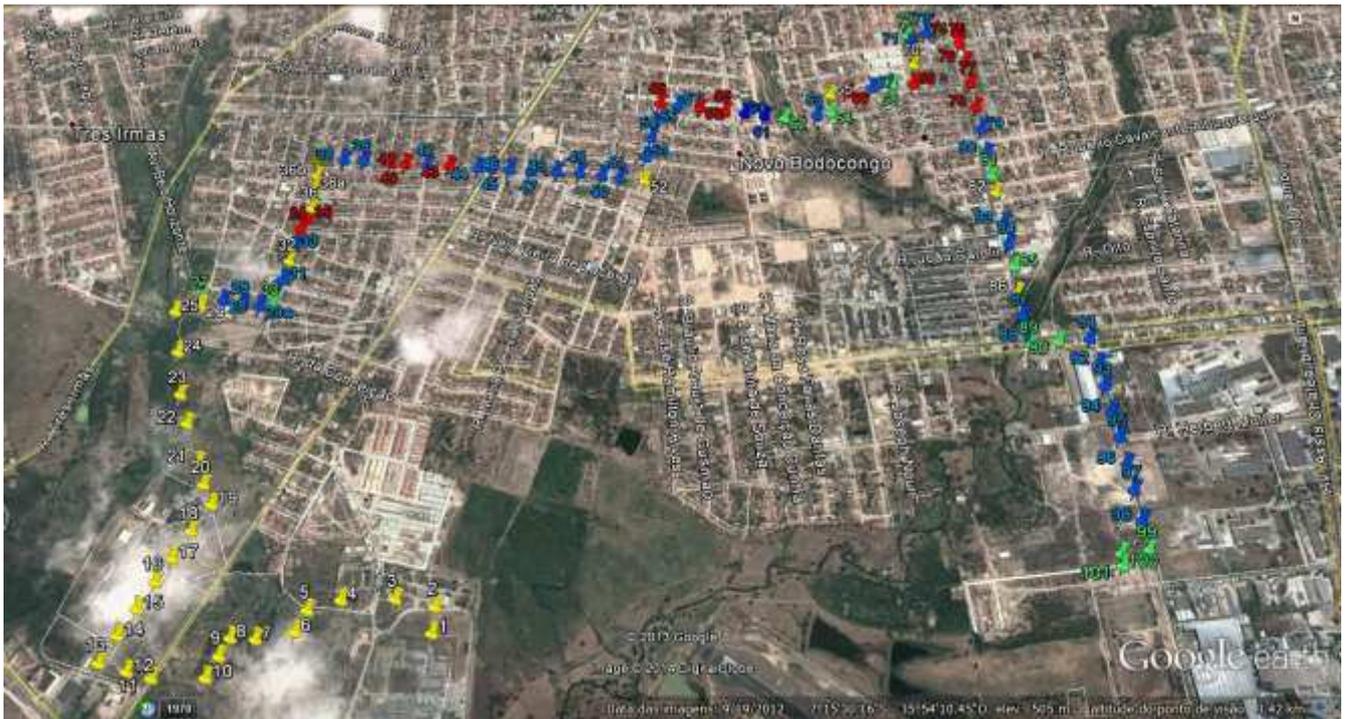
(18/11/2013)



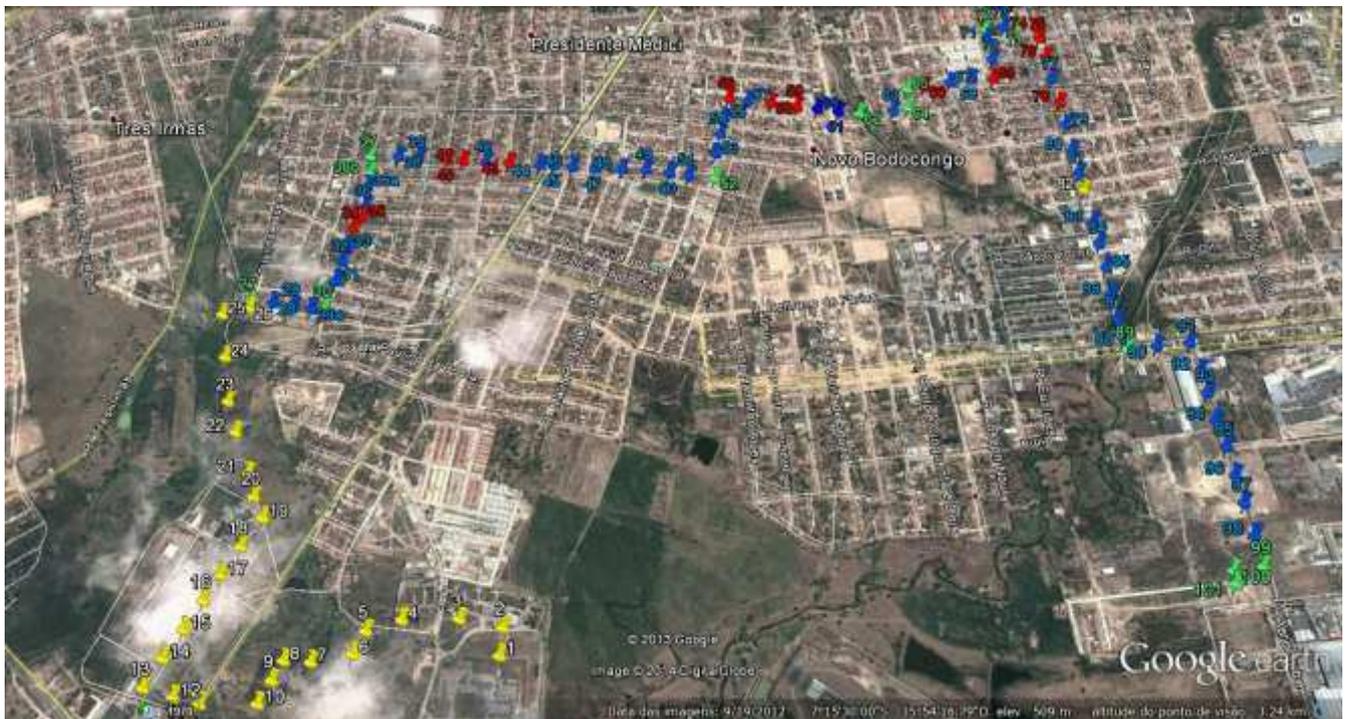
(30/11/2013)



(10/12/2013)



(21/12/2013)





(31/01/2014)

