



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

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO.

PAULO MARIANO INÁCIO DA SILVA

CAMPINA GRANDE - PB

Dezembro de 2013

PAULO MARIANO INÁCIO DA SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO.

Relatório de Estágio Integrado apresentado no curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande em cumprimento às exigências legais para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Dr. George Rossany Soares de Lira

CAMPINA GRANDE-PB

Dezembro de 2013

PAULO MARIANO INÁCIO DA SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO.

Aprovado em: / /

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. George Rossany Soares de Lira
Departamento Engenharia Elétrica - CEEI/UFCG
Orientador

Prof. Convidado
Departamento Engenharia Elétrica - CEEI/UFCG
Convidado

Agradecimentos

A Deus que está ao meu lado mesmo quando não mereço, nunca me permitindo falhar ou fracassar.

Ao meus pais, pelo estímulo infatigável e apoio incondicional prestado desde o primeiro dia na universidade. Não basta um muito obrigado para agradecer, hoje, tudo o que sou, é devida à educação que sempre se esforçaram em me proporcionar.

Ao meus irmãos que sempre me incentivaram, apoiaram e confiaram incondicionalmente em minha capacidade e desempenho durante todo o curso, assim como na vida.

Ao Prof. George Rossany Soares de Lira por sua disposição em aceitar ser meu orientador, estando sempre disponível a ajudar em todo percurso do estágio.

Ao meu supervisor de estágio, o senhor Eng. Leonardo de Medeiros Ramos por sua disponibilidade que sempre demonstrou para tirar minhas dúvidas, pelas críticas, opiniões e conselhos relevantes que contribuíram de forma benigna para o meu crescimento profissional ao longo do estágio curricular.

A toda equipe da Energy Eletricidade: César, Socorro, Washington, Diego Dionisio, o grande Fernandes, entre outros. O meu muitíssimo obrigado por me acolher nesse grande grupo.

A minha querida Adail e o grande Tchai, seria impossível chegar até aqui sem uma coordenação eficiente e dedicada.

A todos os colegas e amigos, especialmente aqueles que me acompanharam no decorrer destes anos de academia, o meu muito obrigado pelo apoio e amizade que sempre senti quando na vossa companhia.

Por último, mas não menos importante, agradeço em especial ao Prof. Leimar de Oliveira, por me abrir uma janela quando se fecharam várias portas. Além disso sempre torceu pela turma incentivando-a e estando sempre disponível a ajudar e tirar dúvidas dentro e fora de sala de aula.

Resumo

O presente relatório visa descrever as atividades realizadas durante o estágio integrado na Energy Eletricidade Ltda, empresa do ramo de projetos elétricos. O estágio foi realizado no período de 01/08/2013 a 12/12/2013 na cidade de Pitimbu - PB, situada a aproximadamente 13 km da capital da Paraíba, João Pessoa. No local está sendo construído um fábrica da Brennand Cimentos. Para sua alimentação, será construída uma subestação de 230/6,6 kV onde a Energy Eletricidade ficou responsável pela execução da obra. Apenas para alimentação das maquinas e iluminação do canteiro de obra da fábrica, foi necessário construir uma rede aérea de distribuição de 13,8 kV na qual o estágio foi realizado.

Lista de Figuras

1.1	Organograma gerencial da empresa.	2
1.2	Vista da Sede Comercial da Empresa Energy Eletricidade LTDA.	2
2.1	Maquete da fábrica da Brennand em Pitimbu.	5
2.2	Projeto estrutural do canteiro de obras e infraestrutura da fábrica da Brennand em Pitimbu - PB.	5
2.3	Diagrama unifilar geral - Consolidado	6
2.4	Detalhe do poste duplo “T”.	7
2.5	Exemplo de engastamento (a) e modelo de identificação de poste duplo “T”.	9
2.6	Dimensões de escavações de postes.	10
2.7	Isolador de pino.	11
2.8	Isolador de Ancoragem Polimérico.	12
2.9	Padrão sistemas de aterramento.	14
2.10	Aterramento da SE de 300 kV.	15
2.11	Detalhe do disjuntor trifásico 400 A.	15
2.12	Estruturas trifásicas tipo normal.	16
2.13	Detalhe da estrutura das cruzetas já fixadas nos postes.	16
2.14	Conjunto de medição externa para faturamento.	17
2.15	Transformadores de 112,5 e 300 kVA utilizados na rede MT.	20
2.16	Chave Fusível.	21
2.17	Chave seccionadora.	21

2.18	Para-raios do tipo polimérico.	22
2.19	Para-raios de 15 kV danificado.	22
2.20	Botas de segurança.	23
2.21	Capacete aba total e frontal com suspensão e jugular.	24
2.22	Exemplo de aplicação do Kit “EPI”.	25
2.23	Trava-quedas que é ligada á linha de vida.	25
2.24	Talabarte.	25
2.25	Cinturão pára-quedista.	26
2.26	Esporas.	26
2.27	Óculos de proteção.	26
2.28	Fardamento retarda-chama.	26
2.29	Exemplo de aplicação dos cones.	27
2.30	Conjunto de aterramento de BT e conjunto de aterramento de MT.	27
2.31	Kit primeiros socorros.	28
2.32	DDS sendo ministrada pelo técnico de segurança Diego Dionisio	29
2.33	APR de Bolso disponibilizado pela Brennand	30
2.34	PTR disponibilizado pela Brennand	31
3.1	Contingente de pessoal e material	33
3.2	Execução do serviço de instalações de refletores	33
3.3	Visita técnica a SE 230/13,8 kV - Coteminas	34
3.4	Readequação das escavações e distribuição dos postes	35
3.5	Poste iluminação junto as SE’s-Model	40
3.6	Conjunto de medição trifásico: Especificando olhal de suspensão	44
3.7	Conjunto de medição trifásico: Chave de aferição	44
3.8	Sistema de medição 15 kV sugestão de instalação	45
3.9	Sistema de medição 15 kV instalado	45

Lista de Tabelas

2.1	Medidas em milímetros do postes duplo “T” padronizados.	8
2.2	Características técnicas do isolador de pino para 15 kV polimérico.	11
2.3	Características técnicas do isolador de ancoragem polimérico.	12
2.4	Características físicas dos cabos CA/CAA.	13
2.5	Características elétricas dos cabos CAA.	13
2.6	Capacidade de corrente dos cabos de cobre nus.	14
3.1	Material para rede de distribuição 13,8 kV - Parte de MT.	39
3.2	Material para iluminação das Se’s unitarias.	40
3.3	Subestações unitárias 300 kV, material para os painéis de distribuição.	41
3.4	Subestações unitárias 112,5 kV, material para os painéis de distribuição.	42

Lista de Abreviaturas

Abreviarura	Nome
<i>APR</i>	- Análise Preliminar de Risco
<i>AWG</i>	- <i>American Wire Gauge</i>
<i>BT</i>	- Baixa Tensão
<i>CA</i>	- Condutores de alumínio puro
<i>CAA</i>	- Condutores de alumínio com alma de aço
<i>DDS</i>	- Diálogo Diário de Segurança
<i>daN</i>	- decaNewton
<i>EPI</i>	- Equipamento de Proteção Individual
<i>ICGs</i>	- Centrais de Conexão Compartilhada
<i>LT</i>	- Linha de Transmissão
<i>MT</i>	- Média Tensão
<i>PTR</i>	- Permissão para Trabalho de Risco
<i>RD</i>	- Rede de Distribuição
<i>SE</i>	- Subestação
<i>SMS</i>	- Saúde Ocupacional, Meio Ambiente e Segurança do Trabalho

Sumário

1	Introdução	1
1.1	A Empresa	1
1.2	Obras em Andamento	3
1.2.1	Ampliação da SE Pecém II - 230/500 kV	3
1.2.2	Construção da LT 138 kV	3
1.2.3	Serviço de Montagem Elétrica de uma Rede de Distribuição de 13,8 kV	3
2	Montagem e Manutenção de Rede de Distribuição de 13,8 kV	4
2.1	Introdução	4
2.2	Características Técnicas e Componentes da Rede de Distribuição	6
2.2.1	Postes	6
2.2.2	Isoladores	10
2.2.3	Condutores	12
2.2.4	Aterramento	13
2.2.5	Estruturas Primárias (de MT)	16
2.3	Equipamentos da rede de distribuição	17
2.3.1	Conjunto de Medição Trifásico para Faturamento	17
2.3.2	Transformadores	18
2.3.3	Chave Fusível	21
2.3.4	Chave Seccionadora	21
2.3.5	Para-raios	22

2.4	Construção de Redes de Distribuição	23
2.4.1	Materiais de Segurança	23
2.4.2	As cinco Regras de Ouro	28
2.4.3	Procedimentos de segurança na obra	29
3	Atividades Desenvolvidas ou Acompanhadas	32
3.1	Atividades Iniciais	32
3.2	Visitas Técnicas	34
3.3	Acompanhamento da Obra: PITIMBU - PB	35
	Considerações Finais	37
	Referências Bibliográficas	38
	Apêndice A	39
	Apêndice B	43
	Apêndice C	46

Capítulo 1

Introdução

1.1 A Empresa

A Energy Eletricidade LTDA está localizada na cidade de Campina Grande. A empresa conta com uma sede administrativa, situada à Rua João Wallig, no bairro do Itararé. Na figura 1.2 é mostrado uma vista da sede comercial da Energy.

Presente no mercado paraibano desde 1995, a Energy conta com cerca de 70 colaboradores e concentra suas atividades em instalações elétricas de baixa, média e alta tensão, executando também as obras civis referentes às mesmas.

Com vasta experiência no setor, a empresa conta com um portfólio diversificado onde se destacam os serviços de:

- Montagem de instalações elétricas industriais;
- Projeto, execução e manutenção de redes de distribuição urbana e rural;
- Montagem e manutenção de linhas de transmissão;
- Construção e montagem de subestações abaixadoras e elevadoras.

Para gestão de obra, temos o seguinte organograma gerencial, Figura 1.1. Através do organograma gerencial, percebemos que o escritório geral, fornece o apoio necessário para o engenheiro responsável pela obra, que por sua vez comanda a equipe de campo (Encarregados, Montadores, Armadores, Pedreiros, etc.).

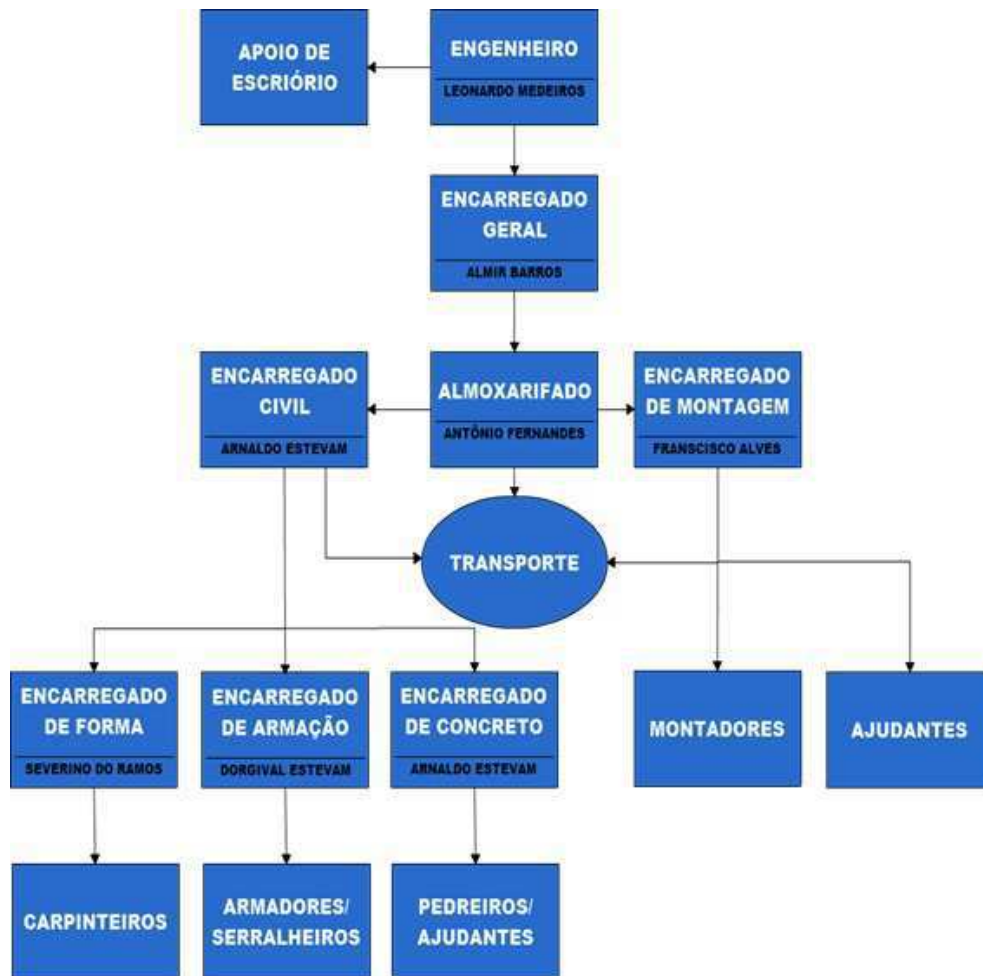


Figura 1.1: Organograma gerencial da empresa.

Mais recentemente, a Energy tem conseguido expandir suas fronteiras passando a atuar em diversos estados do nordeste. Dentre alguns de seus clientes importantes estão: ABB, Artech, Energisa, Celpe, Coteminas, Petrobras, Chesf, Infraero, Engevix, Schneider, Areva, Impsa, entre outros.



Figura 1.2: Vista da Sede Comercial da Empresa Energy Eletricidade LTDA.

1.2 Obras em Andamento

1.2.1 Ampliação da SE Pecém II - 230/500 kV

Ampliação da Subestação Pecém II 500/230 kV (instalações de dois *BAYs*¹ na barramento de 230 kV) no município de São Gonçalo do Amarante-CE.

Contratante: Companhia Siderúrgica do Pecém - CSP.

1.2.2 Construção da LT 138 kV

Construção da linha de transmissão 138 kV que interligará o Parque Eólico Renascença 5 à *ICG*² João Câmara III 138/500KV, localizados no município de João Câmara, no estado do Rio Grande do Norte.

Contratante: Arteche.

1.2.3 Serviço de Montagem Elétrica de uma Rede de Distribuição de 13,8 kV

Serviço de montagem e manutenção de uma rede de distribuição de 13,8 kV, responsável por alimentar o canteiro de obras da fábrica de cimentos que está sendo construída no município de Pitimbu, litoral da Paraíba.

Contratante: Companhia de Cimentos da Paraíba - CCP.

¹BAY é um termo em inglês que utilizamos na parte de uma subestação correspondente a uma entrada ou saída de linha.

²Central de Conexão Compartilhada (ICG) funciona como estação coletora, conectando os parques ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Capítulo 2

Montagem e Manutenção de Rede de Distribuição de 13,8 kV

2.1 Introdução

O estágio curricular foi realizado no município de Pitimbu, litoral da Paraíba, onde o Grupo Ricardo Brennand está construindo uma fábrica de cimentos, Figura 2.1. A nova unidade terá modernas instalações, sistemas de controle e qualidade de última geração; equipamentos com baixo consumo de energia e layout da fábrica sequencial, com áreas de proteção que garantem controles ambientais e melhor manuseio da matéria prima.

Na mina serão gerados 45 empregos diretos e 120 indiretos, e na fábrica serão 200 postos de trabalho direto e 600 indiretos. Durante o pico da obra, com previsão de dois anos, serão gerados 1.800 empregos diretos. Em produção, a fábrica da Paraíba terá capacidade para 3.000 t/dia de clínquer ou 1.500.000 t/ano de cimento [BRENNAND CIMENTOS S/A].

A Energy Eletricidade Ltda firmou contrato com a Brennand Cimentos para execução de duas obras:

- Construção da rede de distribuição aérea de 13,8 kV, Figura 2.2. Local da realização do estágio.
- Construção da subestação de 230/6,6 kV, construída para alimentar exclusivamente a fábrica de cimentos. Na Figura 2.3 temos um layout do diagrama unifilar da subestação.



Figura 2.1: Maquete da fábrica da Brennand em Pitimbu.

(Fonte: BRENNAND CIMENTOS S/A, 2013)

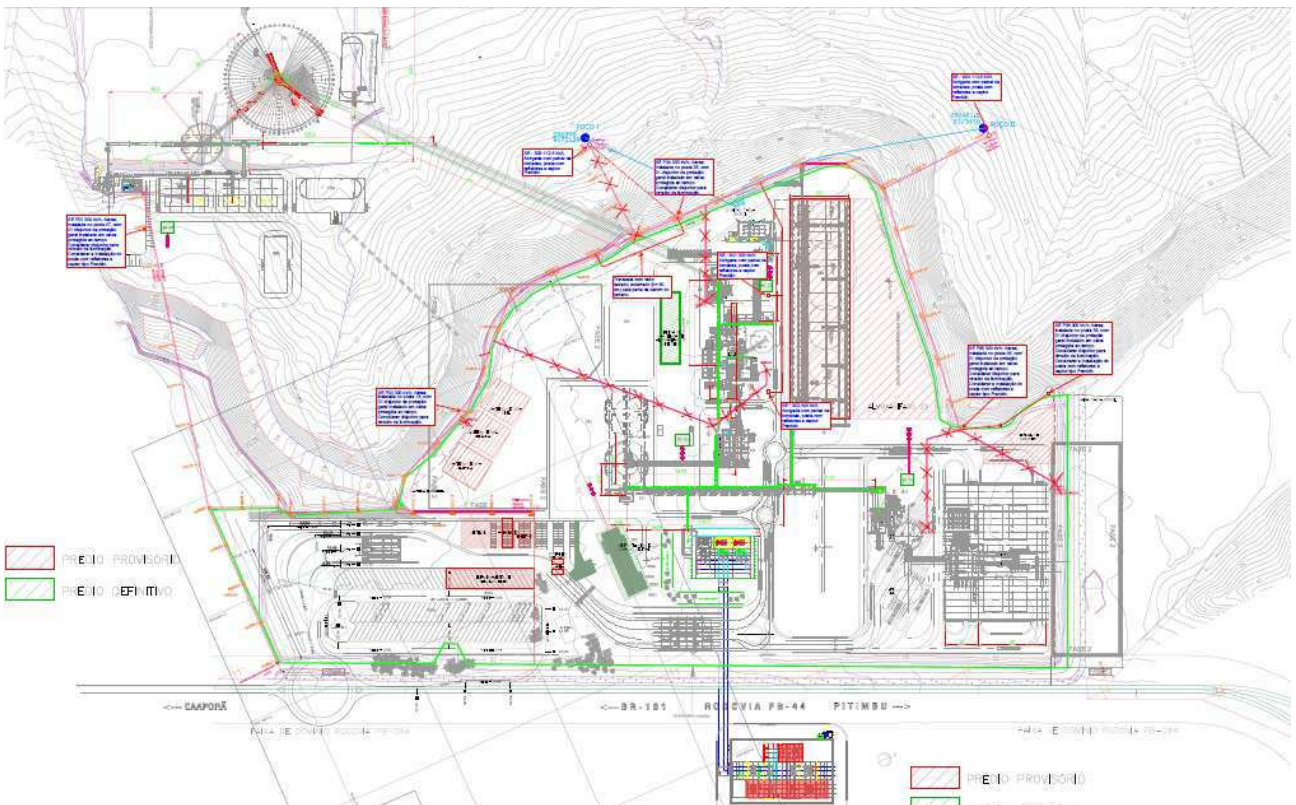


Figura 2.2: Projeto estrutural do canteiro de obras e infraestrutura da fábrica da Brennand em Pitimbu - PB.

(Fonte: BRENNAND CIMENTOS S/A, 2013)

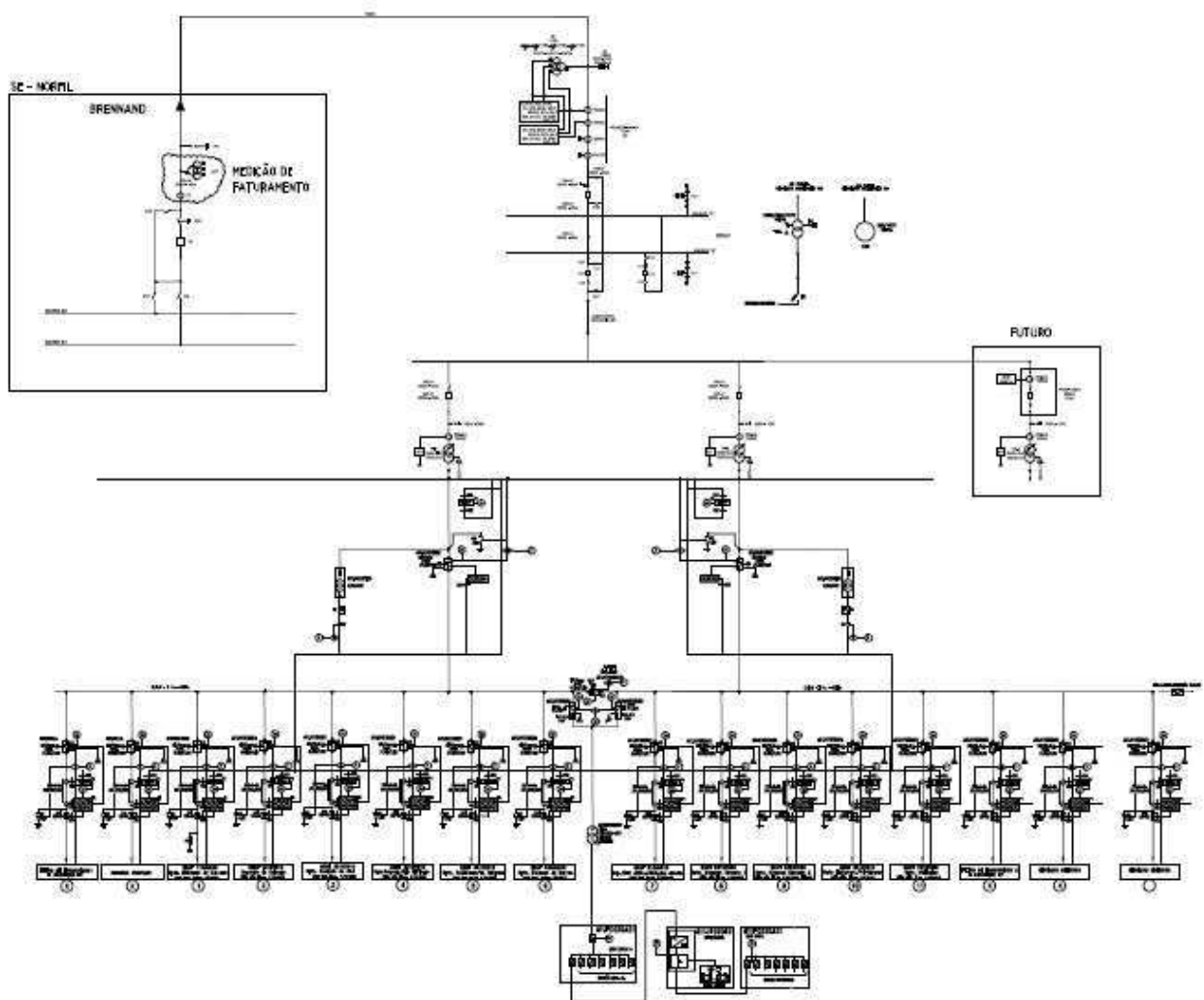


Figura 2.3: Diagrama unifilar geral - Consolidado

(Fonte: BRENNAND CIMENTOS S/A, 2013)

2.2 Características Técnicas e Componentes da Rede de Distribuição

2.2.1 Postes

Os postes são classificados ou nomeados de acordo com sua capacidade e altura, também podem ser fabricados de diversos materiais, os mais comuns são os de concreto. Na obra, foram utilizados os postes de concreto armado do tipo duplo “T”. Na Figura 2.4 temos os detalhes dos postes duplo “T”.

As duas faces lisas do poste são os lados de maior esforço e as duas faces vazadas são os

lados de menor esforço. Os vasos recebem o nome de gavetas.

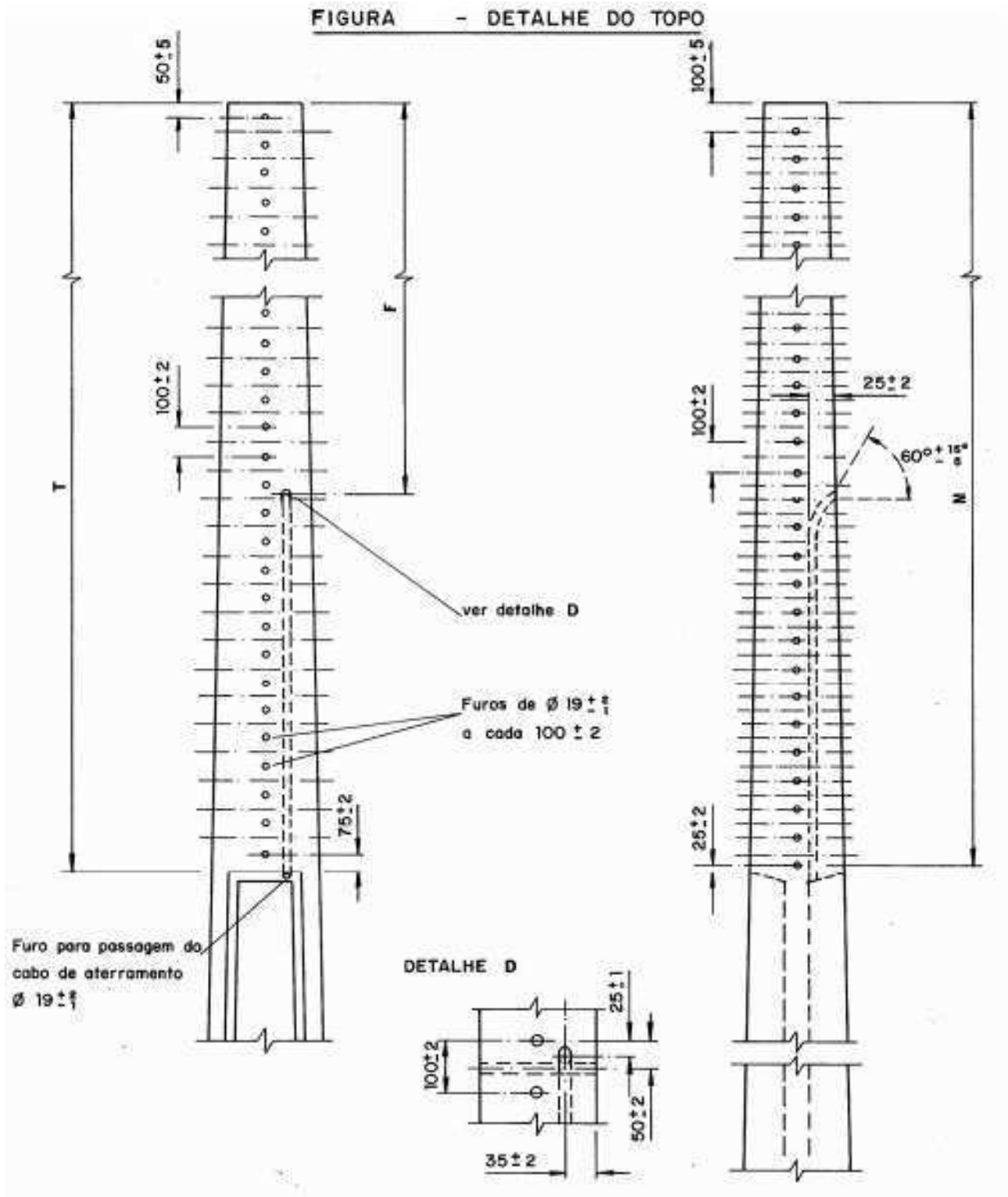


Figura 2.4: Detalhe do poste duplo “T”.

(Fonte: COELCE, 2013)

Na Tabela 2.1 temos as principais características dos postes utilizados pela Energy na obra da rede de distribuição de 13,8 kV:

Tabela 2.1: Medidas em milímetros do postes duplo “T” padronizados.

Comprimento Nominal $L \pm 0,05$	Resistência nominal R_n (daN)		Dimensões							
			Face A		Face B		F±20	e±15	T+20 -5	M±15
			Topo	Base	Topo	Base				
$L \pm 0,05$	Face A	Face B	a±5	A±5	b±5	B±5	F±20	e±15	T+20 -5	M±15
9	150	300	140	392	110	290	75	1500	3025	3000
9	300	600	140	392	110	290	75	1500	3025	3000
10	150	300	140	420	110	310	975	1600	3025	3000
11	150	300	140	448	110	330	1875	1700	4525	4500
11	300	600	140	448	110	330	1875	1700	4525	4500

Engastamento

O engastamento é a profundidade de instalação do poste, ou seja, a profundidade do buraco onde o poste será instalado. A profundidade do buraco dependerá do tamanho do poste, quanto maior o poste mais profundo será o buraco, e quanto maior o esforço do poste, mais largo será o buraco, pois logicamente será um poste de maior seção. As normas internas da Coelce estabelece uma equação (2.1) prática para saber a profundidade que se deve cavar para cada tipo de poste. Para se calcular esta profundidade deve-se multiplicar a altura do poste por 0,1 e depois somar 0,6m (ou 60cm), ou seja:

$$E = 0,1 \times L + 0,6m \quad (2.1)$$

Onde:

E→profundidade do buraco;

L→altura do poste.

A Figura 2.5 ilustra o engastamento do poste duplo “T”.

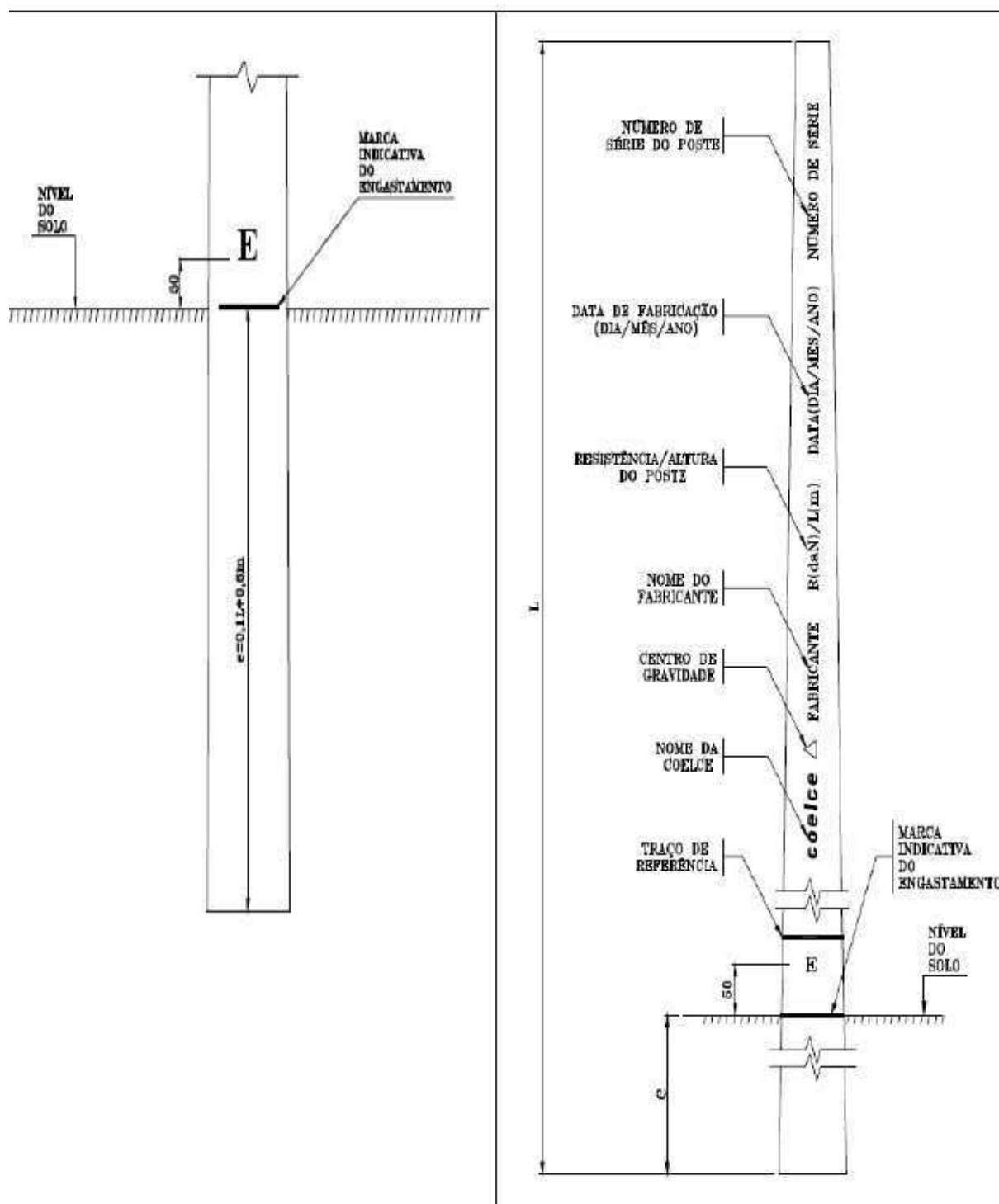


Figura 2.5: Exemplo de engastamento (a) e modelo de identificação de poste duplo “T”.

(Fonte: COELCE, 2013)

Respeitada a profundidade do buraco, este também deverá ter dimensões corretas de largura e comprimento, que são indicadas na Figura 2.6.

TIPO DO POSTE		ESCAVAÇÃO SIMPLES	
COMPRIMENTO	RESISTÊNCIA	RETANGULAR	CIRCULAR DIÂMETRO
(mm)	(daN)	(mm)	(mm)
9000	150	500x600	500
	300	600x700	700
	600		700
10000	150	500x600	500
	300	600x800	700
	600		700
	1000		800
11000	200	500x600	500
	300	600x800	800
	600		800
	1000		800
12000	300	700x800	700
	600	800x900	800
	1000		1000




FIGURA 1

ENGASTAMENTO SIMPLES COM ESCAVAÇÃO RETANGULAR




FIGURA 2

ENGASTAMENTO SIMPLES COM ESCAVAÇÃO CIRCULAR

Figura 2.6: Dimensões de escavações de postes.

(Fonte: COELCE, 2013)

2.2.2 Isoladores

Todo material apresenta uma capacidade de conduzir corrente elétrica. Dependendo do material, esta capacidade pode ser elevada ou baixa. Os materiais que têm pouca capacidade de conduzir corrente elétrica são os isolantes, e os que têm alta capacidade são os condutores.

Os isoladores são fabricados com materiais isolantes e podem ser divididos de acordo com:

- A capacidade de isolamento;
- O tipo de material isolante;
- O formato do isolador.

Nas redes de distribuição da Energisa os condutores trabalham em tensões entre 220/380 V (para redes de BT) e 13800V (ou 13,8 kV - para redes de MT) e os isoladores devem ter, para MT, um nível de isolamento de 15 kV.

Na obra, foram utilizados os seguintes isoladores:

Isolador de Pino para 15 kV Porcelana

São isoladores fabricados com compostos porcelana, utilizado em montagem rígida vertical (ou horizontal) em cruzeta ou diretamente no poste, apresentam entalhe superior e gola lateral para fixação dos cabos aéreos, sendo normalmente amarrados a estes com laços pré-formados. Na Figura 2.7 e na Tabela 3.4, temos as principais características dos isoladores de pino utilizados na rede distribuição 13,8 kV.

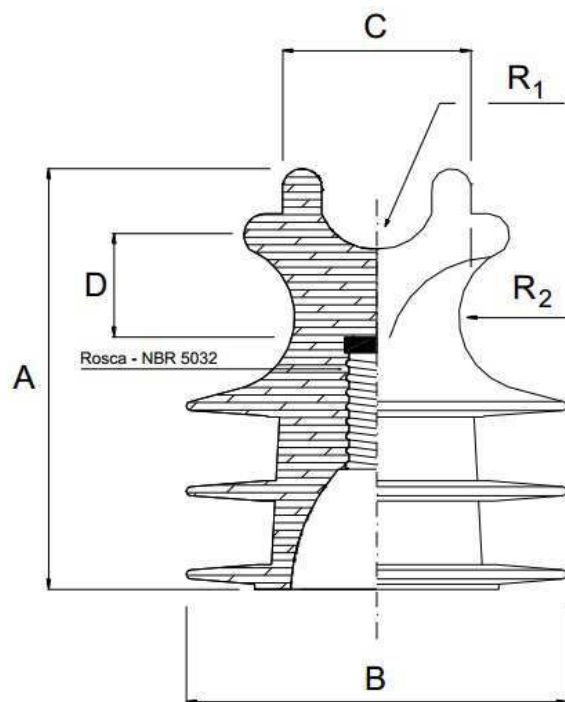


Figura 2.7: Isolador de pino.

(Fonte: COELCE, 2013)

Tabela 2.2: Características técnicas do isolador de pino para 15 kV polimérico.

Tensão (kV)					Dimensões (mm)						
Nominal	Máxima	Perfuração mínima	Suportável sob		A	B	C	D	R1	R2	Rosca
			Chuva mínima	Impulso Atmosférico a seco							
13,8	15,0	230	34	110	135±10	140±10	60±5	18±3	19±3	19±3	25

Isolador de Ancoragem Polimérico

Os isoladores poliméricos são fabricados para utilização em ancoragem ou suspensão de redes de distribuição de energia elétrica, substituindo as convencionais cadeias de porcelana ou vidro. Os isoladores poliméricos são fabricados a partir de um bastão (alma) de fibra de vidro, o qual é fixado nas ferragens de conexão, e posteriormente aplicado sobre este conjunto um revestimento isolante em borracha de silicone, obtendo-se um isolador compacto, leve, de grande resistência mecânica e de elevada resistência às intempéries. Na Figura 2.8 e na Tabela 2.3, temos as principais características dos isoladores de ancoragem utilizados na rede distribuição 13,8 kV.

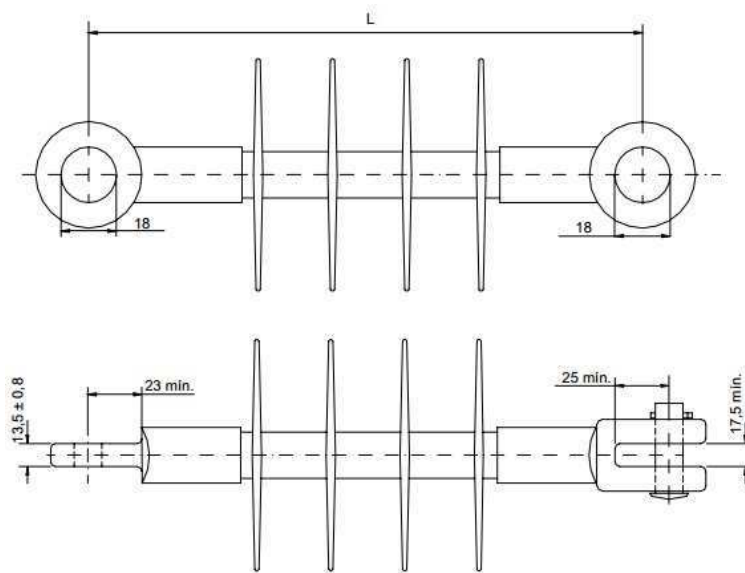


Figura 2.8: Isolador de Ancoragem Polimérico.

(Fonte: COELCE, 2013)

Tabela 2.3: Características técnicas do isolador de ancoragem polimérico.

Tensão (kV)	Carga mínima de ruptura (daN)	Tensão suportável nominal (kV)		Distância de escoamento mínima (mm)	Comprimento "L" (mm) máximo
		Impulso atmosférico	Frequência industrial sob chuva		
15	4500	110	70	380	370

2.2.3 Condutores

É o principal e mais importante componente em uma rede de distribuição, pois são responsáveis por "conduzir" a energia elétrica. São utilizados condutores de alumínio onde não há

corrosão salina (interior do estado) e condutores de cobre onde a corrosão é mais severa (região litorânea do estado).

Para a rede de media tensão foram utilizados os seguintes condutores:

Cabo de alumínio 2 CAA/AWG

As Tabelas 2.4 e 2.5 temos as seguintes especificações técnicas dos condutores utilizados na rede de MT.

Tabela 2.4: Características físicas dos cabos CA/CAA.

CARACTERÍSTICAS DOS CABOS														
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS														
bitola	AWG	mm ²	cabos de alumínio (CA)				cabos de alumínio com alma de aço (CAA)							
			formação	diâmetro externo	carga ruptura	peso total	n° de fios		formação		diâmetro externo	carga ruptura	peso total	
			n° de fios	φ fios (mm)	(mm)	(kg)	(kg/km)	Al	aço	Al	aço	(mm)	(kg)	(kg/km)
4	21,2		7	1,96	5,90	399	58,3	6	1	2,12	2,12	6,4	830	85
2	33,6		7	2,47	7,40	621	92,7	6	1	2,67	2,67	8,0	1.265	136
1/0	53,5		7	3,12	9,35	904	147,5	6	1	3,37	3,37	10,1	1.940	216

(Fonte: PRYMIAN, 2013)

Tabela 2.5: Características elétricas dos cabos CAA.

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS													
CABO DE ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO - CAA													
bitola	AWG	mm ²	R _{CC25}	temperatura ambiente 25°C				temperatura ambiente 35°C					
				I _{máx}	R _{CA}		X _L		I _{máx}	R _{CA}		X _L	
			(Ω/km)	(A)	R _{CA1}	R _{CA2}	X _{L1}	X _{L2}	(A)	R _{CA1}	R _{CA2}	X _{L1}	X _{L2}
					(Ω/km)	(Ω/km)	(Ω/km)	(Ω/km)		(Ω/km)	(Ω/km)	(Ω/km)	(Ω/km)
4	21,2		1,392	140	1,392	1,597	0,2957	0,3256	125	1,448	1,632	0,2957	0,3276
2	33,6		0,876	180	0,876	1,050	0,2839	0,3292	160	0,911	1,065	0,2839	0,3271
1/0	53,5		0,550	230	0,552	0,696	0,2691	0,3238	205	0,574	0,701	0,2691	0,3216

(Fonte: PRYMIAN, 2013)

2.2.4 Aterramento

Cabo de cobre nú 50 mm²

Os cabos de cobre nú 50 mm², foram utilizados no aterramento das subestações de acordo com o padrão sistemas de aterramento, Figura 2.9, estabelecido pela Energisa.

A Tabela 2.6 especifica a capacidade de corrente dos cabos de cobre nus.

Tabela 2.6: Capacidade de corrente dos cabos de cobre nus.

CAPACIDADE DE CORRENTE										
seção nominal (mm ²)	salto térmico (°C)									
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
capacidade de corrente (A)										
10	69	77	84	91	97	103	108	113	119	123
16	91	102	111	121	128	136	144	150	157	163
25	114	129	140	153	163	173	183	192	201	207
35	143	164	179	195	208	221	234	244	256	266
50	179	204	225	245	262	278	294	309	323	335
70	211	243	267	292	312	333	351	368	387	400
95	264	304	337	369	395	421	444	466	490	507

(Fonte: PRYMIAN, 2013)

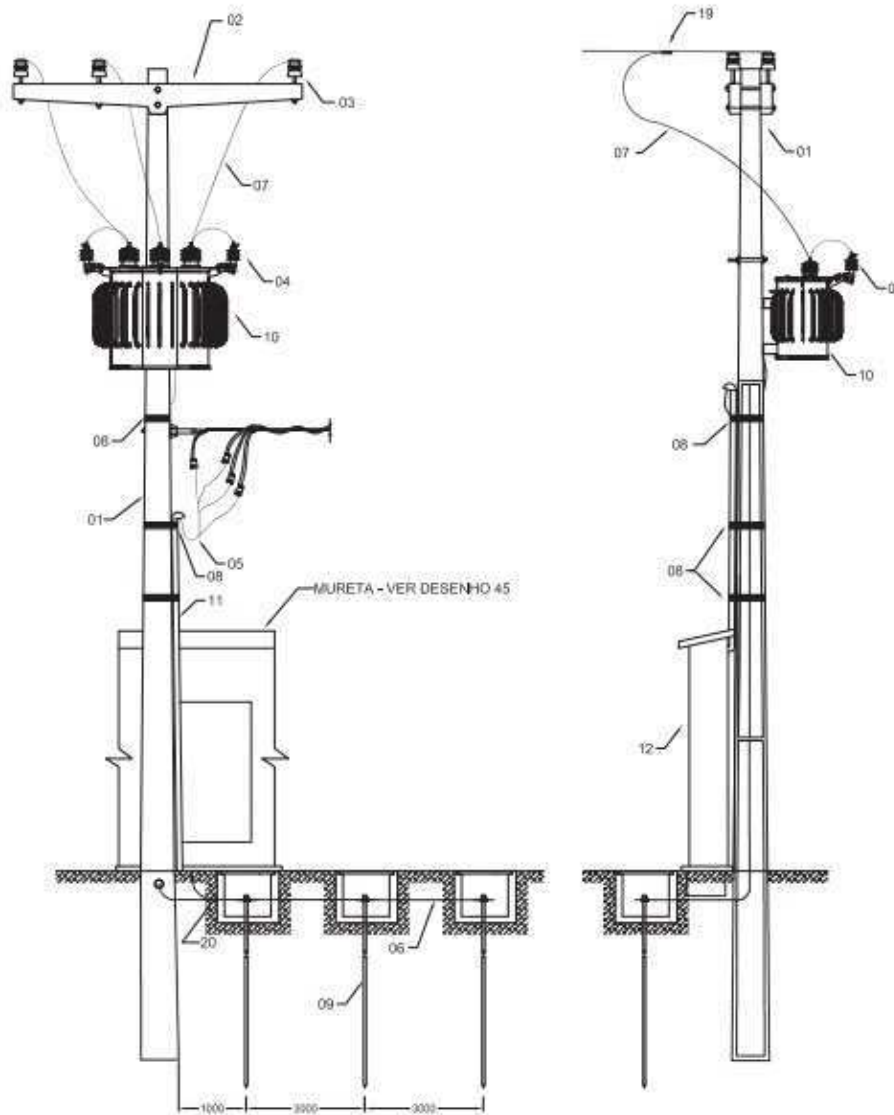


Figura 2.9: Padrão sistemas de aterramento.

(Fonte: ENERGISA, 2013)

Nas Figuras 2.10 e 2.11 temos detalhes do sistemas de aterramento da subestação aérea de 300 kV e do disjuntor geral, de 400 A, responsável por desligar as cargas conectadas ao secundário do transformador.



Figura 2.10: Aterramento da SE de 300 kV.

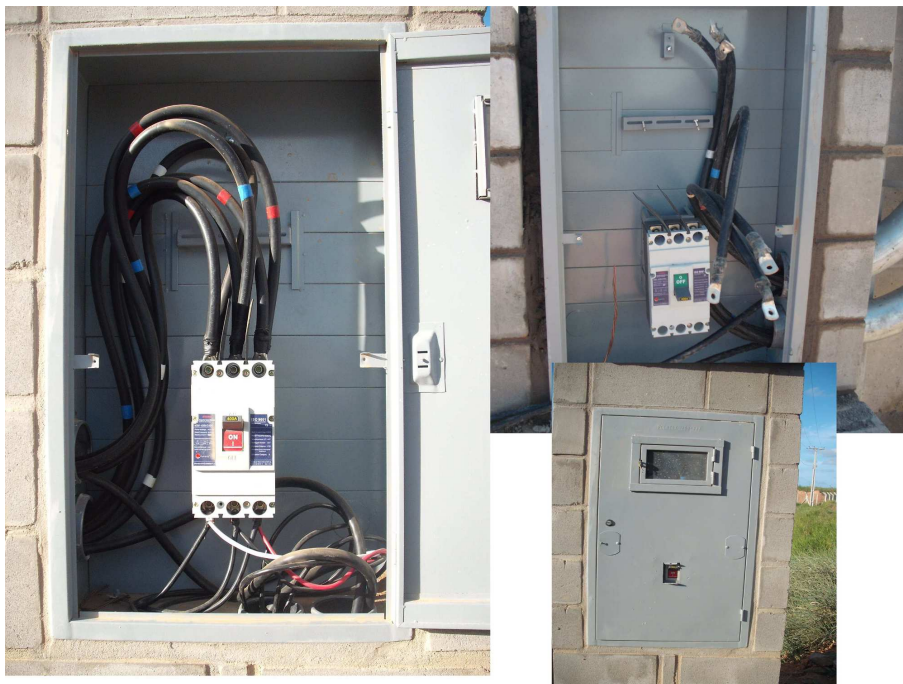


Figura 2.11: Detalhe do disjuntor trifásico 400 A.

2.2.5 Estruturas Primárias (de MT)

As estruturas trifásicas com cruzeta normal (N), as Figuras 2.12 e 2.13 indicam as configurações das estruturas montadas para as cruzetas.

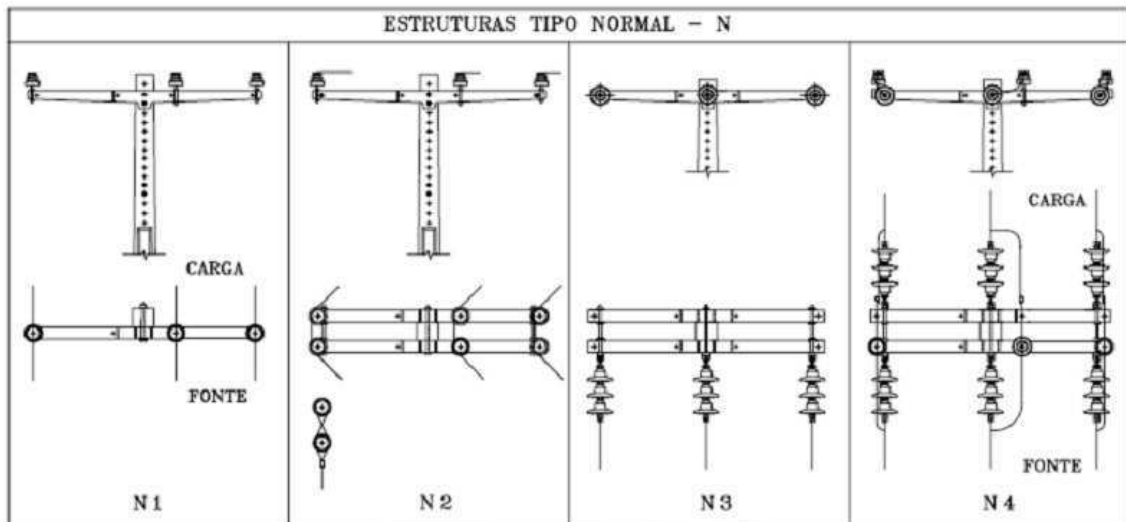


Figura 2.12: Estruturas trifásicas tipo normal.

(Fonte: COELCE, 2013)



Figura 2.13: Detalhe da estrutura das cruzetas já fixadas nos postes.

2.3 Equipamentos da rede de distribuição

Dentre muitos dos equipamentos utilizados abordaremos os mais utilizados nas extensões de redes de distribuição que são os transformadores, as chaves fusíveis e os para-raios. Os outros equipamentos utilizados nesse projeto encontra-se no Apêndice A, onde tem-se todos os materiais utilizados no projeto em questão.

2.3.1 Conjunto de Medição Trifásico para Faturamento

O sistema encapsulado 15 kV, Figura 2.14, é de uso externo em linhas de distribuição para medição do consumo de energia elétrica, para efeito de faturamento. Consiste de um módulo composto por 3 TPs e 3 TCs que, acoplado a um medidor eletrônico e à telemetria, envia on-line os dados à central da concessionária, evitando furtos de maneira eficiente.



Figura 2.14: Conjunto de medição externa para faturamento.

(Fonte: SERTA, 2013)

O conjunto de medição contém as seguintes especificações técnicas:

- CMT15150S
- SERTA Transformadores Ind. Com. Imp. e Exp. LTDA
- Encapsulamento em resina epóxi cicloalifática

- Uso: Externo
- Classe de isolamento: 15 kV
- Nível de Isolamento: 34/110/ - kV
- Frequência: 60 Hz

OBS - 1:

Mais informações técnicas sobre o conjunto de medição externa para faturamento encontra-se no Apêndice B.

2.3.2 Transformadores

Transformam MT em BT, reduzindo o nível de tensão de 13800V para 380/220V e são um dos principais equipamentos na transmissão e distribuição de energia elétrica. Existem muitos tipos de transformadores, mas os utilizados na distribuição de energia são denominados de transformadores de potência e podem ser trifásicos ou monofásicos, e há também os MRT's ou monobuchas.

Transformador trifásico de 300 kVA

Os transformadores 300kVA utilizados nas subestações contém as seguintes especificações técnicas:

- Potência: 300 kVA
- Norma de Fabricação: NBR 5440
- Refrigeração: ONAN - Óleo Natural, Ar Natural - Imerso em óleo isolante mineral
- Classe de Tensão (kV): 15 kV
- Tensão Primária: 13,8/13,2/12,6 kV
- Tensão Secundária: 380/220 V
- Primário: Triângulo (delta)
- Secundário: Estrela com neutro acessível

- Deslocamento Angular: 30°
- Frequência nominal: 60 Hz
- Elevação de Temperatura:
 - 65° C no ponto médio dos enrolamentos
 - 60° C no topo do óleo
- Pintura externa anticorrosiva com acabamento na cor cinza claro Munsell N6.5
- Perdas em vazio (perdas no ferro): 810 W
- Perdas totais: 4060 W
- Corrente de excitação: 1,9 %
- Impedância a 75° C: 4,5 %
- Data Dez/08
- Volume 280L
- Massa 900kg

Transformador trifásico de 112,5 kVA

Os transformadores 112,5 kVA utilizados nas subestações contém as seguintes especificações técnicas:

- Potência: 112,5 kVA
- Norma de Fabricação: NBR 5440
- Refrigeração: ONAN - Óleo Natural, Ar Natural - Imerso em óleo isolante mineral
- Classe de Tensão (kV): 15 kV
- Tensão Primária: 13,8/13,2/12,6 kV
- Tensão Secundária: 380/220 V
- Primário: Triângulo (delta)

- Secundário: Estrela com neutro acessível
- Deslocamento Angular: 30°
- Frequência nominal: 60 Hz
- Elevação de Temperatura:
 - 65° C no ponto médio dos enrolamentos
 - 60° C no topo do óleo
- Pintura externa anticorrosiva com acabamento na cor cinza claro Munsell N6.5
- Perdas em vazio (perdas no ferro): 390 W
- Perdas totais: 1890 W
- Corrente de excitação: 2,5 %
- Impedância a 75° C: 3,5 %
- Data 06/07
- Volume 170L
- Massa 584kg

A Figura 2.15 ilustra os transformadores utilizados na rede de distribuição, já suspensos nos postes.



Figura 2.15: Transformadores de 112,5 e 300 kVA utilizados na rede MT.

2.3.3 Chave Fusível

As chaves fusíveis são dispositivos de proteção contra sobrecorrente em circuitos. Quando a intensidade de corrente elétrica superar um determinado valor, devido a um curto-circuito ou sobrecarga, o que poderia danificar a integridade dos condutores ou equipamentos, com o risco de incêndio ou destruição dos elementos do circuito.

Na Figura 2.16 temos a chave fusível utilizada na rede de distribuição.



Figura 2.16: Chave Fusível.

2.3.4 Chave Seccionadora

As chaves seccionadoras, Figura 2.17, não foram utilizadas na obra. Mesmo não sendo o equipamento mais indicado para seccionar o alimentador principal, foram utilizadas chaves fusíveis para esse propósito. As chaves seccionadoras são os equipamentos indicados para desligar e manobrar a rede, permitindo que determinados trechos sejam desligados.

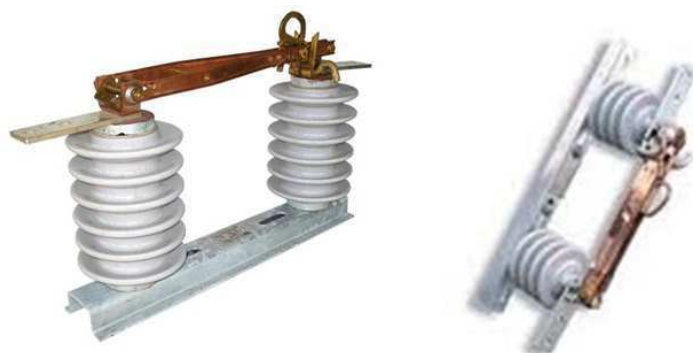


Figura 2.17: Chave seccionadora.

(Fonte: ISOTRAFO, 2013)

2.3.5 Para-raios

Protegem as redes de surtos de tensões causados por descargas atmosféricas (raios), ou mesmo de manobras realizadas na rede, limitando os níveis de tensão aos suportáveis pela rede. Na obra foram instalados para protegrem os transformadores existentes na rede.

Na Figura 2.18 temos a chave fusível utilizada na rede de distribuição.

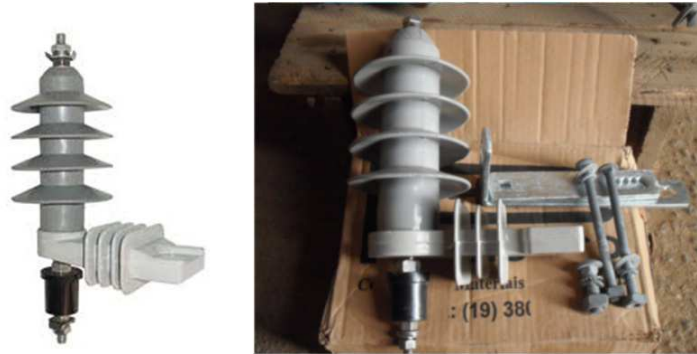


Figura 2.18: Para-raios do tipo polimérico.

A figura 2.18 ilustra um para-raios danificado. Tivemos vários transtornos com esse tipo de problemas, depois de inspecionarmos a rede de distribuição por completa, verificou-se que tinha uma chave folgada que, provavelmente, estaria causando sobretensões.



Figura 2.19: Para-raios de 15 kV danificado.

2.4 Construção de Redes de Distribuição

Para execução de uma rede de distribuição é extremamente importante tomarmos os devidos cuidados com as atividades executadas, sabendo que, tais atividades, envolve muitos riscos, pois lida com um componente “invisível” que é a eletricidade, bem como com alturas elevadas e materiais pesados, tornando indispensáveis materiais de segurança bem como ferramentas adequadas, pessoal treinado e capacitado para seguir todos os procedimentos.

2.4.1 Materiais de Segurança

Os materiais de segurança protegem o pessoal envolvido na construção de redes dos riscos aos quais estão submetidos. Os principais são listados abaixo:

Botas de segurança

As botas, Figura 2.20, protegem os pés de objetos e também de tensões de até 1000V.



Figura 2.20: Botas de segurança.

Capacete aba total e frontal

Protege a cabeça contra impactos acidentais e contatos acidentais de até 1000V, sendo um dos componentes obrigatório para segurança do trabalho.

A Figura 2.21 ilustra os capacetes com suspensão e jugular, os brancos são, geralmente, utilizados pelo pessoal que comanda a equipe (Engenheiro, Encarregado, Supervisor, etc.).



Figura 2.21: Capacete aba total e frontal com suspensão e jugular.

Kit “EPI” (Cinturão/Talabarte/Trava-quedas/Espora para poste de concreto duplo “T”/Fardamento retarda-chama/Óculos de proteção)

Consiste no kit individual, Figura 2.22, utilizados pelo os eletricitas para escalar o topo do poste, protegendo-o de quedas, deslizes, etc.

O cinturão é tipo pára-quedista, o talabarte envolve a cintura do escalador, o trava-quedas é ligada a uma linha de vida que impede a queda, a espora para poste de concreto duplo “T” que auxiliam o eletricitista na escalada do poste quando não é obrigatório o uso de escadas, o fardamento retarda-chama que protege o eletricitista contra os efeitos do arco-elétrico e o óculos de proteção que protegem os olhos do eletricitista contra fragmentos e outros que possam ocasionar acidente a esta região do corpo.

As Figuras 2.23, 2.24, 2.25, 2.26, 2.27 e 2.28 ilustram esses componentes indispensáveis para segurança do profissional da área.



Figura 2.22: Exemplo de aplicação do Kit “EPI”.



Figura 2.23: Trava-quedas que é ligada à linha de vida.



Figura 2.24: Talabarte.



Figura 2.25: Cinturão pára-queda.



Figura 2.26: Esporas.



Figura 2.27: Óculos de proteção.



Figura 2.28: Fardamento retarda-chama.

Cones para sinalização

Delimitam e sinalizam a área de trabalho impedindo que terceiros transitem por ela. Na Figura 2.29 ilustra aplicação dos cones de sinalização.



Figura 2.29: Exemplo de aplicação dos cones.

Conjuntos de aterramento

São utilizados para aterramentos de redes desenergizadas para que em uma energização acidental a corrente elétrica não circule pelas pessoas que estejam em contato com a rede e escoe para a terra. Há um conjunto específico de BT e o de MT, Figura 2.30.



Figura 2.30: Conjunto de aterramento de BT e conjunto de aterramento de MT.

Estojo de primeiro socorro

Deve conter todo o material necessário para prestação de primeiros socorros em caso de acidentes. Na Figura 2.31 tem-se a ilustração do kit primeiros socorros utilizados na obra da Brennand Cimentos S/A.



Figura 2.31: Kit primeiros socorros.

2.4.2 As cinco Regras de Ouro

Para que sejam executados trabalhos em redes elétricas desenergizadas deve-se sempre se adotar as denominadas “Cinco Regras de Ouro”, as quais devem ser seguidas na seguinte ordem:

- **Primeira Regra de Ouro:**

Identificar a instalação na qual se vai trabalhar e abrir com corte visível todas as possíveis fontes de tensão através de dispositivos de corte efetivo.

- **Segunda Regra de Ouro:**

Realizar sempre que possível o bloqueio dos equipamentos de abertura dos circuitos e instalar obrigatoriamente a sinalização de “ATENÇÃO - Não Opere este Equipamento” em local bem visível e junto a estes dispositivos.

- **Terceira Regra de Ouro:**

Comprovar a ausência de tensão nos locais de abertura dos circuitos elétricos bem como no local de trabalho, empregando para isto, o detector de tensão adequado para o nível de tensão nominal de cada circuito. Nota: Antes do uso, testar o funcionamento do detector de tensão através de seu auto-teste.

- **Quarta Regra de Ouro:**

Instalar os conjuntos de aterramento temporários quantos forem necessários. Em toda instalação elétrica desenergizada para que sejam realizados quaisquer trabalhos devem ser bem definidas as Zonas de Desligamento, Zonas de Proteção e Zonas de Trabalho.

- **Quinta Regra de Ouro:**

Sinalizar e Delimitar a área de trabalho através de equipamentos apropriados. Sinalizar os dispositivos de corte visível e efetivo que foram abertos através da instalação de Placas de Advertência “ATENÇÃO - Não Opere este Equipamento” em local bem visível e junto a estes dispositivos.

2.4.3 Procedimentos de segurança na obra

A segurança é um fator muito importante na obra, para isso tem-se, um técnico de segurança que é responsável por supervisionar as atividades ligadas à segurança do trabalho, visando assegurar condições que eliminem ou reduzam ao mínimo os riscos de ocorrência de acidentes de trabalho, observando o cumprimento de toda a legislação pertinente.

Algumas medidas realizadas na obra, além de ser obrigatória pela legislação, são de fundamental importância para evitar os acidentes de trabalho:

- **Diálogo Diário de Segurança**

Um dos primeiros e mais importantes tópicos de segurança nas obras é o DDS, diálogo diário de segurança deve ser no início da manhã, logo que bater o sinal as 7h, após o café da manhã.

Na Figura 2.32 temos o técnico de segurança, colaborador de camisa vermelha, ministrando a DDS do dia.



Figura 2.32: DDS sendo ministrada pelo técnico de segurança Diego Dionisio

- **APR De Bolso (Análise Preliminar de Risco)**

Consiste em um estudo antecipado dos riscos de trabalho que o funcionário irá executar ao longo do dia. A Brennand disponibilizou um modelo de APR de Bolso, Figura 2.33. Nesta o técnico de segurança deverá preencher, junto com o referido funcionário. A

APR de Bolso tem que ser preenchida diariamente, nas primeiras horas da manhã, antes do funcionário ir exercer a atividade correspondente.

APR DE BOLSO (Atividade Periculosa de Risco)		EPI - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	
Funcionário: _____ Data: ____/____/____ Empresa: _____ Equipamento: <input type="checkbox"/> NA Área: _____ Descrição da atividade: _____		<input type="checkbox"/> Bonina de segurança (3' de altura) <input type="checkbox"/> Luva <input type="checkbox"/> Óculos protetor / escurecidos <input type="checkbox"/> Avental de tecido <input type="checkbox"/> Máscara ou filtro químico <input type="checkbox"/> Capacete <input type="checkbox"/> Máscara contra pó (PFFD) <input type="checkbox"/> Botas de couro <input type="checkbox"/> Óculos proteção de jato <input type="checkbox"/> Perneteira de tecido <input type="checkbox"/> Protetor facial <input type="checkbox"/> Capacete ou protetor <input type="checkbox"/> Máscara de soldador <input type="checkbox"/> Máscara tipo X <input type="checkbox"/> Luvas de nitrila <input type="checkbox"/> Protetor auricular <input type="checkbox"/> Cinto de segurança / dois talantes <input type="checkbox"/> Luvas de alta temperatura <input type="checkbox"/> Vestimenta ATP (eletrolítica) <input type="checkbox"/> Óculos Este EPI(s) estão em boas condições de uso? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Não responder	
INDICAÇÃO DE RISCO QUIDA DE ALTURA <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		INDICADOR DE PREVENÇÃO <input type="checkbox"/> Linha de vida <input type="checkbox"/> Cinto de segurança com 2 talantes <input type="checkbox"/> Plataforma nivelada <input type="checkbox"/> Instalação de Andamim <input type="checkbox"/> Exame de Saúde Cx.	
QUIDA DE MATERIAL / OBJETOS <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Instalar área protegida e placas <input type="checkbox"/> Inspeccionar equip. de guarda <input type="checkbox"/> Achar material solto	
EQUIP. SELBITO A MOVIMENTAÇÃO <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Barreira física <input type="checkbox"/> Bloqueio elétrico / bloqueio mecânico <input type="checkbox"/> Manter distância segura <input type="checkbox"/> Bloqueio no nível de parada	
CHOQUE ELÉTRICO <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Inspeccionar cabos <input type="checkbox"/> Bloqueio elétrico / aterramento <input type="checkbox"/> Desenergizar o equipamento	
INCIDENTE / EXPLOSAO <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Placar material inflamável <input type="checkbox"/> Inspeccionar equipamento de gases inflamáveis <input type="checkbox"/> Barreira física	
ESCORREGAD / TRIPUCAO <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Manter área limpa e organizada <input type="checkbox"/> Instalar áreas / tapetes <input type="checkbox"/> Limpar solado	
QUIDA DE ANIMAL / EQUIPAMENTO <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Inspeccionar local antes de iniciar <input type="checkbox"/> Utilizar petanca	
FADIGA LOCAL QUENTE <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Resfriamento <input type="checkbox"/> Intervalo <input type="checkbox"/> Hidratar	
RISCO DE CORTE OU PRESAMENTO DE MEMBROS OU ATRAPALHAMENTO POR VEICULOS <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Não operar próximo a peças <input type="checkbox"/> Utilizar luvas adequadas ao risco <input type="checkbox"/> Instalar sinal de trabalho em risco <input type="checkbox"/> Ficar na linha de trabalho <input type="checkbox"/> Usar ferramentas adequadas ao trabalho	
DIFUSÃO DE VISUALIZAÇÃO (sem acesso, falta de luz natural, etc.) <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Instalar pendente <input type="checkbox"/> Ativar eletrônica	
PERGUNTAS O equipamento foi bloqueado? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA Está utilizado corretamente de acordo com o EPI? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Sinto-me bem para executar a atividade? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Correto a atividade a ser executada? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não As pessoas sabem onde estão? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Particulares estão em boas condições? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Recursos para manutenção? <input type="checkbox"/> Sim (sim) / outros (não) <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA Não responder Obs.: Caso algum item acima não seja aplicável, a tarefa não deverá ser realizada			
FORAM TOMADAS TODAS AS MEDIDAS DE PROTEÇÃO NECESSARIAS PARA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE COM SEGURANÇA? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não (sem executar a atividade)			
REGRAS DE OURO Regra 1 - Todo procedimento de segurança deve ser seguido na íntegra. Regra 2 - A utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) deve ser feita em qualquer atividade que exponha o trabalhador a um risco e deve ser feita todo o tempo. Regra 3 - Toda fonte de energia (elétrica, mecânica, pneumática, hidráulica, etc.) deve ser controlada, antes da intervenção no equipamento. Ao passo em risco de abalo de carga ou trabalho de risco devem ser devidamente isoladas previamente. Regra 4 - Nenhuma pessoa está autorizada a trabalhar sob o efeito de bebidas alcoólicas ou drogas. Regra 5 - Todo evento que gere um incidente ou lesão deve ser comunicado imediatamente. Em caso de emergência deve comunicar no celular			
Assinatura Responsável		Assinatura executora	

Figura 2.33: APR de Bolso disponibilizado pela Brennand

(Fonte: BRENNAND, 2013)

• **Permissão para Trabalho de Risco - PTR**

Consiste em uma permissão, por escrito, que autoriza o início do serviço, tendo sido avaliados os riscos de SMS³, com a devida proposição de medidas de segurança aplicáveis. Nenhum serviço poderá ser iniciado sem que a PTR tenha sido emitida.

Na Figura 2.34 temos o modelo de PTR disponibilizada pela Brennand Cimentos S/A para todas as empresas contratadas que estiverem exercendo trabalho de risco.

³Saúde Ocupacional, Meio Ambiente e Segurança do Trabalho (SMS) tem como finalidade promover a saúde e a segurança no ambiente de trabalho.

BRENNAND cimentos		PERMISSÃO PARA TRABALHO DE RISCO - PTR					Nº 2954	
Emissão: ___/___/___			Validade: ___/___/___					
Revalidada em: ___/___/___			Validade: ___/___/___					
Químicos	Quente	Local Confinado	Altura	Escavações	Içamentos	Eletricidade	Prédio de Carvão	
Local dos Serviços:								
Equipamento:								
Descrição dos serviços / Equipamentos utilizados / Precauções:								
Mão de obra: <input type="checkbox"/> Próprios <input type="checkbox"/> Parceiros				Final de semana / Feriado: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Empresa:		Nº de Funcionários:		Responsável:				
PERIGOS POTENCIAIS								
<input type="checkbox"/> Produtos químicos <input type="checkbox"/> Produtos inflamáveis <input type="checkbox"/> Utilização de andaimes, escadas e similares <input type="checkbox"/> Ruído excessivo <input type="checkbox"/> Poeira química/Vapores e gases (ácidos ou orgânicos)				<input type="checkbox"/> Equipamentos móveis <input type="checkbox"/> Descargas elétricas <input type="checkbox"/> Temperatura / pressão extremas <input type="checkbox"/> Animais peçonhentos <input type="checkbox"/> Outros especificar:				
CUIDADOS OBRIGATÓRIOS PARA QUALQUER NATUREZA DE RISCO								
<input type="checkbox"/> Realizar bloqueio elétrico/mecânico em equipamentos <input type="checkbox"/> Certificar liberação do local de trabalho <input type="checkbox"/> Isolar e sinalizar área de trabalho <input type="checkbox"/> Avaliar da necessidade de acompanhamento da Brigada <input type="checkbox"/> Disponibilizar FISPQ para trabalho com produtos químicos				<input type="checkbox"/> Inspeccionar todas as ferramentas antes da atividade <input type="checkbox"/> Proibir qualquer tipo de improvisos (gambiarras) <input type="checkbox"/> Remover inflamáveis/combustíveis da área de trabalho <input type="checkbox"/> Verificar e isolar cabos energizados e danificados. <input type="checkbox"/> Verificar se o trabalhador é autorizado para o trabalho				
CUIDADOS OBRIGATÓRIOS PARA TRABALHO NO PRÉDIO DA MOAGEM DE CARVÃO								
<input type="checkbox"/> Pegar autorização no painel centralizado <input checked="" type="checkbox"/> Nível temperatura < 70 °C no silos de finos <input checked="" type="checkbox"/> Nível CO < 200 ppm no silos de finos				<input type="checkbox"/> Avaliar c/ painel a necessidade da avaliação do operador de área <input type="checkbox"/> Outros especificar:				
CUIDADOS OBRIGATÓRIOS PARA TRABALHO A QUENTE								
<input type="checkbox"/> Solicitar avaliação do SESMT para detectar a presença de gases tóxicos ou inflamáveis <input type="checkbox"/> Preencher o check list para trabalho a quente				<input type="checkbox"/> Proibir o uso de ferramenta ou equipamento que possa provocar fagulhas e chamas em áreas de riscos de incêndios <input type="checkbox"/> Outros especificar:				
CUIDADOS OBRIGATÓRIOS PARA TRABALHO EM LOCAL CONFINADO								
<input type="checkbox"/> Realizar medição de gases com oxi-explosímetro <input type="checkbox"/> Preencher o check list para trabalhos em espaços confinados				<input type="checkbox"/> Verificar lista de cadastro de espaços confinados <input type="checkbox"/> Seguir rigorosamente a PTE - Permissão para trabalho em espaços confinados				
CUIDADOS OBRIGATÓRIOS PARA TRABALHOS EM ALTURA								
<input type="checkbox"/> Avaliar risco de queda de objetos sobre pessoas <input type="checkbox"/> Verificar a prioridade de utilizar a plataforma elevatória <input type="checkbox"/> Selo no capacete de liberação de Saúde Ocupacional				<input type="checkbox"/> Respeitar a distância de segurança do risco elétrico <input type="checkbox"/> Preencher demais check list de acordo com os equipamentos que serão utilizados no trabalho em altura				
CUIDADOS OBRIGATÓRIOS PARA TRABALHOS DE IÇAMENTO DE CARGAS								
<input type="checkbox"/> Avaliar risco de queda de cargas sobre pessoas <input type="checkbox"/> Verificar necessidade de Plano de Ringing <input type="checkbox"/> Preencher o check list para trabalho de içamento				<input type="checkbox"/> Respeitar a distância de segurança do risco elétrico <input type="checkbox"/> Preencher demais check list de acordo com os equipamentos que serão utilizados no içamento				
CUIDADOS OBRIGATÓRIOS PARA TRABALHOS DE ESCAVAÇÕES								
<input type="checkbox"/> Preencher o check list para trabalhos de escavações <input type="checkbox"/> Verificar através de projeto se tem passagem de tubulação elétrica, gás natural, encanamento de água e o similares				<input type="checkbox"/> Manter observador treinado em primeiros socorros <input type="checkbox"/> Se a escavação for com profundidade superior a 2 metros, a atividade deverá ser caracterizada como espaço confinado				
CUIDADOS OBRIGATÓRIOS COM O MEIO AMBIENTE								
<input type="checkbox"/> Promover limpeza dos equipamentos / local <input type="checkbox"/> Promover limpeza das peças em local adequado				<input type="checkbox"/> Destinar adequadamente os resíduos gerados <input type="checkbox"/> Isolar as redes pluviais / canaletas / dutos				
EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO OBRIGATÓRIOS								
<input type="checkbox"/> Elaborar e seguir obrigatoriamente a APR - Análise Preliminar de Riscos, onde deverá constar todos os EPIs obrigatórios de acordo com os riscos especificados. Observação: Todo EPI deverá ser discriminado de forma clara, por exemplo: óculos de segurança ampla visão, Luvas de vaqueta, macacão de brim, sapato com biqueira de composite, protetor auricular tipo concha, respirador com filtro para vapores orgânicos, capacete com jugular, etc.								
LIBERAÇÃO DE SERVIÇO NO PRÉDIO DE CARVÃO								
Caso o serviço a ser executado não seja trabalho perigoso listado na PTR, a autorização para trabalhar no prédio deve ser feita somente pelo painel central e apenas este campo deve ser assinado pelo setor. Nome: _____ Assinatura: _____								
_____ Responsável da Área <small>(Nome Legível e Assinatura)</small>		_____ Responsável pelo Serviço / Executante <small>(Nome Legível e Assinatura)</small>		_____ Responsável pela Segurança / SESMT <small>(Nome Legível e Assinatura)</small>				

Figura 2.34: PTR disponibilizado pela Brennand

(Fonte: BRENNAND, 2013)

Capítulo 3

Atividades Desenvolvidas ou Acompanhadas

3.1 Atividades Iniciais

Inicialmente, no sentido de familiarizar-se com as atividades, O estagiário fez o acompanhamento e a fiscalização da instalação de refletores. A empresa, Rocha Construtora, responsável pela execução da obra civil, terceirizou com a Energy Eletricidade Ltda a instalações de refletores necessários para a iluminação o canteiro de obra.

Local das Atividades:

- Rodovia: BR - 104/PB
- Trecho: Entrada da BR-230/PB-095 (Campina Grande-PB)

A Figura 3.1 especifica o efetivo de material e de pessoal disponibilizado para obra. Na Figura 3.2 temos o serviço sendo executado.


	<h2>ILUMINAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRA</h2>
<p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> 4 Refletor Retangular P/ Lampadas 400 W 4 Lâmpadas Vapor Metálico 400 W; 4 Reator Externo Vapor Metálico 400 W 4 Relé fotoelétrico Base para relé 	<p>Pessoal:</p> <ul style="list-style-type: none"> Eletricista; Motorista do carro linha viva. Estagiário (Acompanhar e Fiscalizar as Atividades)

Figura 3.1: Contingente de pessoal e material

(Fonte: ENERGY, 2013)



Figura 3.2: Execução do serviço de instalações de refletores

Exercendo atividades no escritório geral da Energy Eletricidade Ltda, localizado em Campina Grande - PB. O estagiário participou da elaboração de uma *Proposta Técnica*⁴ referente a uma LT de 230 kV. Onde a Energy Eletricidade, juntamente com outras empresas, estavam participando do processo de licitação.

⁴Proposta Técnica é o documento que caracteriza de forma concreta, determinada contrapartida, seja ela física e/ou financeira, à execução de serviços de engenharia em atividades que podemos caracterizar como “serviços por encomenda”.

3.2 Visitas Técnicas

Juntamente com o supervisor de estágio, Eng. Eletricista Leonado de Medeiros, foram realizadas duas visitas técnicas:

- Indústria Têxtil Coteminas de Campina Grande - PB A visita técnica foi realizada, especificamente, a subestação abaixadora de 230/13,8 kV, que secciona a LT 230 kV da CHESF, denominada Pau Ferro - Campina Grande II.

O objetivo da visita a SE 230/13,8 kV foi analisar a estrutura existente, visando fazer um orçamento dos equipamentos necessário para colocar o transformador reserva que se encontra atualmente desativado, para funcionar. No momento a obra encontra-se em fase de projeto. A Figura 3.3 ilustra a visita técnica a subestação da Coteminas Campina Grande - PB.



Figura 3.3: Visita técnica a SE 230/13,8 kV - Coteminas

- LT 138 kV na Cidade de Parazinho - RN A visita teve duração de dois dias, com os seguintes objetivos:
 - Reunião com o cliente contratante dos serviços da Energy Eletricidade Ltda. Reunião na qual foi possível o estagiário acompanhar.
 - Visita a obra, no sentido de verificar o seu andamento. No momento da visita, a equipe de campo estavam fazendo readequação das escavações e distribuição dos postes. A Figura 3.4 ilustra o trabalho sendo executado.



Figura 3.4: Readequação das escavações e distribuição dos postes

3.3 Acompanhamento da Obra: PITIMBU - PB

A obra da rede de distribuição 13,8 kV, possibilitou ao estagiário acompanhar atividades como:

- Interpretação do Projeto;
- Abertura de cavas;
- Distribuição de postes;
- Fincamento de postes e montagem de estruturas;
- Estaiamento;
- Lançamento, Nivelamento, Tencionamento e Conexão de condutores;
- Instalação de equipamentos;
- Aterramentos;
- Manutenção da RD 13,8 kV;
- Desligamento e Religamento.

As atividades exercidas pelo estagiário foram:

1. Prestar apoio ao setor de segurança da obra.
 - Nessa atividade o estagiário auxilia o técnico de segurança a preencher as APRs de bolso dos colaboradores. Assim como, verificar se os mesmos estão usando os equipamentos (EPIs) necessários para cada tipo de atividades.

2. Fazer Diário de Obra.

- Basicamente, o diário de obra é um documento onde são registrados todas as atividades realizadas ao longo do dia e os principais fatos acontecidos durante a execução dos serviços. Normalmente, ele é preenchido em duas vias: uma fica com a empresa contratada (empreiteira) e a outra vai para a contratante (cliente).

Geralmente, cada empresa desenvolve o seu modelo de diário de obra incluindo nele as informações que lhe convém. No entanto, a maioria deles segue a mesma estrutura, consistindo de planilhas cujo manuseio é simples e que permitem organizar as informações de maneira concisa. No Apêndice C é apresentado o diário de obra adotado pela Energy Eletricidade Ltda.

3. Relatório Fotográfico

- Como o próprio nome já diz, consiste em um relatório que utiliza de imagens para retratar o andamento da obra. O escritório geral da Energy Eletricidade Ltda, solicita constantemente esse tipo de relatório da equipe residente na obra. A título de exemplo, é apresentado um destes relatórios no Apêndice C.

Considerações Finais

O estágio é um processo de aprendizagem indispensável à formação do estudante que deseja estar bem preparado para enfrentar os desafios do mercado de trabalho. Além de oferecer a oportunidade de conciliar teoria e prática, ele possibilita vivenciar o dia-a-dia da profissão que se pretende exercer.

Com a oportunidade de acompanhar uma obra, incluindo serviços de obra civil e atividades de instalação de condutores elétricos e acessórios referente a rede de distribuição 13,8 kV, foi necessário colocar em prática conceitos básicos de engenharia como um todo, não apenas elétrica, o que tornou a experiência ainda mais proveitosa. O contato com engenheiros experientes e profissionais das mais diversas áreas foi de grande importância, mostrando como se deve portar e agir um profissional.

Enfim, foi de grande valia poder acompanhar, observar e participar das obras de construção da rede 13,8 kV da fábrica da Brennand. Lições como humildade para aceitar o que não podemos resolver e que devemos estar abertos a aprender com todos ao nosso redor, são os fatores pessoais e estratégicos mais valiosos.

Referências Bibliográficas

- [1] Mamede Filho, João. “Manual de Equipamentos Elétricos”, 4. ed. -Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- [2] Companhia Energética do Ceará. Procedimento de Execução PEX014 revisão R16: Construção de Redes Aéreas de MT e BT Desenergizadas. 2008
- [3] Lima, Moisés Gomes de. ”Apostila de construção de redes de distribuição”. Cedro-CE, 2011.
- [4] CEB Distribuição. ”Redes e linhas de distribuição aéreas primárias compactas - RLDC padrões básicos de montagem para 13,8/34,5 kV” ., 2011.
- [5] Companhia Energética do Ceará. Procedimento de Segurança do Trabalho PRST004 revisão R10: Procedimento de Segurança do Trabalho para Serviços Elétricos. 2010
- [6] Companhia Energética do Ceará. Padrão de estrutura PE035 revisão R00: Rede Primária de Distribuição Aérea Rural Monofilar. 2008
- [7] Companhia Energética do Ceará. Padrão de estrutura PE031 revisão R03: Rede Primária de Distribuição Aérea de Energia Elétrica Urbana e Rural. 2004

Apêndice A

A lista de material, de acordo com o projeto, utilizado na obra da rede de distribuição de 13,8 kV da Brennan são as seguintes:

Tabela 3.1: Material para rede de distribuição 13,8 kV - Parte de MT.

Item	Especificação do Material	Unidade	Quant
01	Alça pref. 4542 para cabo 2CA/CAA	Un	108
02	Arruela quadrada 55mm	Un	504
03	Cabo de alumínio 2CAA/AWG	Kg	772
04	Cabo de cobre nú 50mm ²	Kg	75
05	Caixa de inspeção para aterramento	Un	15
06	Cartucho para conector tipo cunha	Un	33
07	Chave fusível de 15kV de 100AMP 10kA base "C"	Un	27
08	Conector compressão H2	Un	10
09	Conector GTDU para aterramento	Un	15
10	Conector tipo cunha	Un	33
11	Cruzeta tipo T 1900/200x200 DAN	Un	64
12	Elo fusível de distribuição 5H	Un	6
13	Elo fusível de distribuição 12K	Un	18
14	Elo fusível de distribuição 6k	Un	9
15	Estribo ampact para linha viva	Un	21
16	Fio de alumínio n 06 AWG para amarração	Kg	5
17	Fita de alumínio de 1x10mm para proteção	Kg	5
18	Gancho de suspensão para 5000kg	Un	108
19	Grampo de linha viva para 6 a 2/0 AWG	Un	12
20	Isolador de pino para 15kV porcelana	Un	69
21	Isolador de suspensão polimérica para 15kV	Un	108
22	Manilha sapatilha para 5000kg	Un	108
23	Massa de calafetar	Kg	1
24	Olhal de aço forjado para 500kg	Un	108
25	Parafuso de máquina RT de 16x450mm	Un	126
26	Pára-raios de distribuição polimérico para 15kV	Un	15
27	Pino de aço 16mm(5/8) para isolador	Un	69
28	Poste de concreto DT 11/300	Un	13
29	Poste de concreto DT 10/300	Un	10
30	Poste de concreto DT 10/150	Un	10
31	Poste de concreto DT 10/600	Un	1
32	Poste de concreto DT 11/600	Un	-
33	Suporte para transformador	Un	10
34	Transformador 112,5 kVA	Un	2

(Fonte: ENERGY, 2013)

Tabela 3.2: Material para iluminação das Se's unitarias.

Item	Especificação do Material	Unidade	Quant
01	Base para rele	Un	-
02	Cabo de cobre nú 50mm ²	m	260
03	Conector GTDU para aterramento	Un	60
04	Cruzeta concreto T 1,90m	Un	20
05	Eletroduto PVC 1''	Un	20
06	Haste de terra cobreada 16x2400mm	Un	60
07	Lampada Vapor de sódio 400W	Un	80
08	Pára-raios tipo Franklin	Un	10
09	Poste concreto armado DT 10/150	Un	10
10	Reator para lâmpada VS 400W	Un	80
11	Refletor p/lâmpada vapor de sódio 400W	Un	80
12	Rele fotoeletrico	Un	-

(Fonte: ENERGY, 2013)

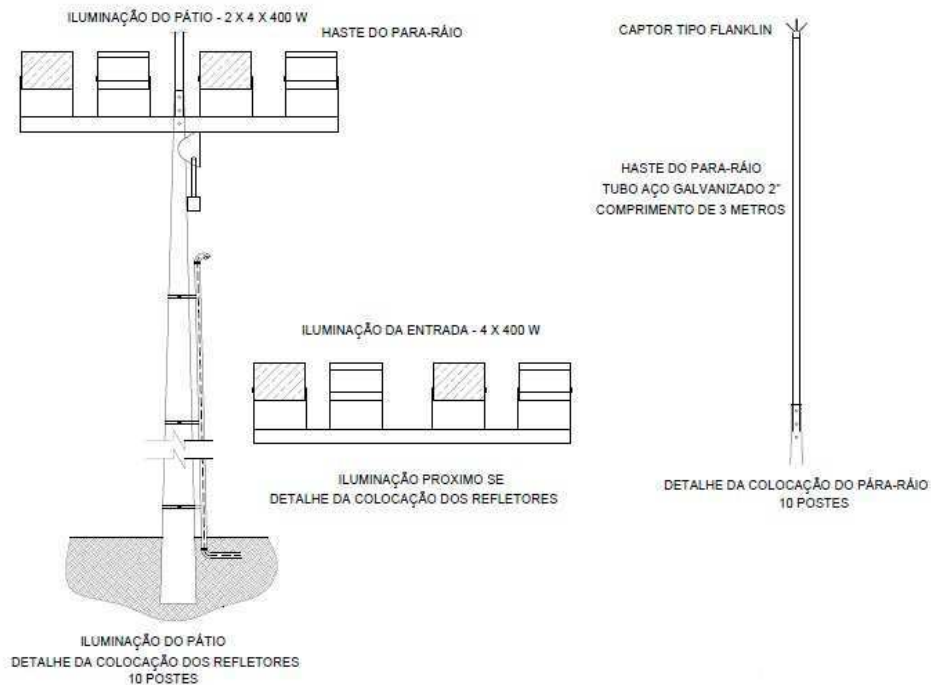


Figura 3.5: Poste iluminação junto as SE's-Model

(Fonte: BRENNAND, 2013)

Tabela 3.3: Subestações unitárias 300 kV, material para os painéis de distribuição.

Item	Fornecimento de Materiais	Unidade	Quant
01	Tomadas de sobrepor 2p+T 220V 16AMP	Un	2
02	Tomadas de sobrepor 3p+T 380V 16AMP	Un	6
03	Tomadas de sobrepor 3p+T 380V 32AMP	Un	5
04	Tomadas de sobrepor 3p+T 380V 63AMP	Un	5
05	Tomadas de sobrepor 3p+T 380V 125AMP	Un	5
06	Disjuntor monofásico de 16AMP DIN	Un	6
07	Disjuntor teifásico de 16AMP DIN	Un	2
08	Disjuntor teifásico de 32AMP DIN	Un	5
09	Disjuntor teifásico de 63AMP DIN	Un	5
10	Disjuntor teifásico de 125AMP DIN	Un	10
11	Disjuntor teifásico de 150AMP DIN	Un	1
12	Disjuntor monofásico de 20A	Un	1
13	Fotocelula com base	Un	1
14	Contactador 3TF 42-22-220V	Un	2
15	Chave manopla 2NA+2NF fixa	Un	1
16	Sanalização vermelha	Un	2
17	Disjuntor trifásico de 500AMP	Un	1
18	Barra de cobre de 1 ½ 'x3/8 '	m	5
19	Insolador de epox de 60x40	Un	8
20	Canaleta 120x80	Un	2
21	Canaleta 80x60	Un	3
22	Cabo de 50mm Flex	m	150
23	Cabo flex 25mm	m	90
24	Cabo flex 10mm	m	90
25	Cabo flex 6mm	m	90
26	Cabo flex 4mm	m	80
27	Cabo flex 2.5mm	m	80
28	Terminais de Compressão 50mm	Un	120
29	Terminais de Compressão 25mm	Un	60
30	Terminais de Compressão 10mm	Un	60
31	Terminais de Compressão 6mm	Un	60
32	Abraçadeira Plastica 300mm	Un	100
33	Abraçadeira Plastica 200mm	Un	100
34	Abraçadeira Plastica 150mm	Un	200
35	Painel modulado desmontável pro de 1900 x 1000x400	Un	1
36	Transformador de Corrente 500/5A	Un	3
37	Chave Comultadoura para voltmetro	Un	1
38	Ampermetro 96x96 de 500/5 A	Un	1
39	Voltmetro 96x96 de 0 a 500V	Un	1
40	Disjuntor monofásico de 4AMP DIN	Un	3

(Fonte: ENERGY, 2013)

Tabela 3.4: Subestações unitárias 112,5 kV, material para os painéis de distribuição.

Item	Fornecimento de Materiais	Unidade	Quant
01	Tomadas de sobrepor 2p+T 220V 16AMP	Un	2
02	Tomadas de sobrepor 3p+T 380V 16AMP	Un	6
03	Tomadas de sobrepor 3p+T 380V 32AMP	Un	5
04	Tomadas de sobrepor 3p+T 380V 63AMP	Un	5
05	Tomadas de sobrepor 3p+T 380V 125AMP	Un	5
06	Disjuntor monofásico de 16AMP DIN	Un	6
07	Disjuntor teifásico de 16AMP DIN	Un	2
08	Disjuntor teifásico de 32AMP DIN	Un	5
09	Disjuntor teifásico de 63AMP DIN	Un	5
10	Disjuntor teifásico de 125AMP DIN	Un	10
11	Disjuntor teifásico de 150AMP DIN	Un	1
12	Disjuntor monofásico de 20A	Un	1
13	Fotocelula com base	Un	1
14	Contactador 3TF 42-22-220V	Un	2
15	Chave manopla 2NA+2NF fixa	Un	1
16	Sanalização vermelha	Un	2
17	Disjuntor trifásico de 500AMP	Un	1
18	Barra de cobre de 1 ½ 'x3/8 '	m	5
19	Insolador de epox de 60x40	Un	8
20	Canaleta 120x80	Un	2
21	Canaleta 80x60	Un	3
22	Cabo de 50mm Flex	m	150
23	Cabo flex 25mm	m	90
24	Cabo flex 10mm	m	90
25	Cabo flex 6mm	m	90
26	Cabo flex 4mm	m	80
27	Cabo flex 2.5mm	m	80
28	Terminais de Compressão 50mm	Un	120
29	Terminais de Compressão 25mm	Un	60
30	Terminais de Compressão 10mm	Un	60
31	Terminais de Compressão 6mm	Un	60
32	Abraçadeira Plastica 300mm	Un	100
33	Abraçadeira Plastica 200mm	Un	100
34	Abraçadeira Plastica 150mm	Un	200
35	Painel modulado desmontável pro de 1900 x 1000x400	Un	1
36	Transformador de Corrente 500/5A	Un	3
37	Chave Comultadoura para voltmetro	Un	1
38	Ampermetro 96x96 de 500/5 A	Un	1
39	Voltmetro 96x96 de 0 a 500V	Un	1
40	Disjuntor monofásico de 4AMP DIN	Un	3

(Fonte: ENERGY, 2013)

Apêndice B

Conjunto de medição trifásico para faturamento instruções técnicas.

- **Componentes**

- Transformador de corrente
- Transformador de potencial
- Para-raios poliméricos 12 kV/10 kA
- Alça de fixação em poste - Padrão Distribuição
- Chave de aferição
- Saída para eletroduto de 1"

- **Transformador de Corrente**

- Relação Nominal: 50-5A
- Fator Térmico: 1,5
- Classe de exatidão: 0,3 C 12,5
- I_{ccth}/I_{ccd} : 60/150 In

- **Transformador de Potencial**

- Relação Nominal: 8050/115 V
- Classe de Exatidão: 0,3 P 75
- Potência Térmica: 500 VA
- Fst. Contínuo e Durante 30s: 1,2/1,50



Figura 3.6: Conjunto de medição trifásico: Especificando olhal de suspensão

(Fonte: SERTA, 2013)



Figura 3.7: Conjunto de medição trifásico: Chave de aferição

(Fonte: SERTA, 2013)

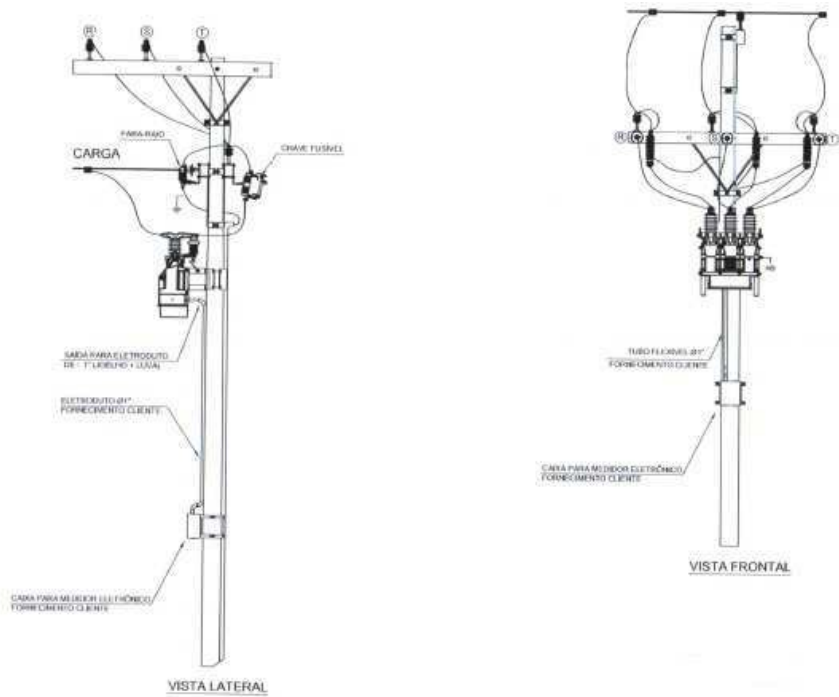


Figura 3.8: Sistema de medição 15 kV sugestão de instalação
(Fonte: SERTA, 2013)



Figura 3.9: Sistema de medição 15 kV instalado

Relatório Fotográfico (28/10/2013 - 08:00h).

Obra: Pitimbú-PB - Brennand

- Iluminação perimetral 95%: Falta o setor da britagem



- SE04 - POÇO 2
 - Civil: 90%: - Falta instalar as portas;
 - Elétrica: 80%:
 - * Transformador instalado;
 - * Painel instalado e testado;
 - * Cabos de MT e BT instalados;
 - * Iluminação no poste instalada e testada;
 - * Aterramento executado;
 - * Eletrocalhas e tubulações instaladas;
 - * Falta suporte para mufas no poste;



- SE 02

- Civil: 90%: Falta instalar as portas.
- Elétrica: 10% - Iluminação no poste instalada.



- SE 01

- Civil: 50%:
 - * Falta concluir alvenaria;
 - * Falta laje de cobertura;
 - * Falta piso, calçada e reboco interno da laje;
- Elétrica 10%: - Iluminação no poste instalada.



- Trecho Subterraneo: Poste 23 - Poste 25
 - Escavação: 100%
 - Lançamento de cabos em eletrotudo: 100%
 - Reaterro: 0% (aguardando posição da Brennan quanto a envelopamento do trecho ou apenas reaterro com sinalização conforme projeto inicial).

