



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

BRENO HENRIQUE MEDEIROS NEVES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Paraíba
Novembro de 2014

BRENO HENRIQUE MEDEIROS NEVES

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 Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Sistemas de potência

Orientador:

Professor Edson Guedes da Costa, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Novembro de 2014

BRENO HENRIQUE MEDEIROS NEVES

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 Ciências no Domínio da Engenharia
Elétrica.*

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em / /

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Edson Guedes da Costa, D. Sc.

Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me mostrar que cuidou de cada momento da minha vida, principalmente esta etapa que está se encerrando.

Agradeço também aos meus pais Amadêu e Joane e minha irmã Priscilla, por toda compreensão e ajuda oferecida, e sem esse suporte nunca teria conseguido alcançar o objetivo da conclusão do curso.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Edson Guedes pela atenção oferecida, mostrando sempre disponibilidade para sanar minhas dúvidas.

Aos amigos que me acompanharam e motivaram nas muitas dificuldades encontradas ao longo do curso.

RESUMO

O presente relatório tem o intuito de descrever as atividades realizadas durante o estágio supervisionado na Construtora Sucesso S/A, empresa que atua no ramo de construção civil, linhas de transmissão e subestações.

O estágio foi realizado na obra da construção da subestação Campina Grande III, localizada na cidade de Campina Grande-PB, no povoado do Lucas, durante o período de 11 de Junho a 11 de Novembro de 2014.

A obra possuía como cliente a empresa Extremoz Transmissora do Nordeste (ETN), que obteve êxito na licitação aberta pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF). Esta contratou o consócio formado pelas empresas Alstom e Construtora Sucesso para a realização do serviço.

As atividades realizadas no estágio foram supervisionadas pelo engenheiro civil Lourimar Teixeira Linard, dentre as quais o acompanhamento de montagem de equipamentos, levantamento de materiais como eletrodutos, cabos para instalação de iluminação e tomadas no pátio, análise de projetos, supervisão e execução de projetos, dentre eles a instalação da malha de aterramento.

Palavras-chave: Subestação, construção, alta tensão.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Diagrama unifilar da SE Campina Grande III – Setor de 500 kV: Alimentação.	3
Figura 2. Diagrama unifilar da SE Campina Grande III – Setor de 500 kV: Barramentos.	4
Figura 3. Diagrama unifilar da SE Campina Grande III – Setor 500 kV/Setor 230 kV.	4
Figura 4. Diagrama unifilar da SE Campina Grande III – Setor de 230 kV.....	5
Figura 5. Imagem de algumas informações presentes na PT.	6
Figura 6. Fotografia de um poste utilizado para o suporte de um TC de 500 kV.....	7
Figura 7. Ilustração da vista lateral do capitel para suporte do TC de 500 kV.....	7
Figura 8. Ilustração da vista superior do capitel para suporte do TC de 500 kV.....	7
Figura 9. Fotografia da vista lateral de um TC de 500 kV embalado em caixa de madeira.	8
Figura 10. Fotografia da vista superior de um TC de 500 kV embalado em caixa de madeira.	8
Figura 11. Fotografia de um caminhão <i>munck</i> descarregando um TC de 500 kV próximo ao local da montagem.	8
Figura 12. Fotografia de TC de 500 kV distribuídos próximos aos postes para a montagem.	9
Figura 13. Fotografia de um TC de 500 kV desembalado e limpo.	9
Figura 14. Fotografia de um TC de 500 kV levantado por dois caminhões <i>munck</i>	9
Figura 15. Fotografia do momento antecedente a suspensão completa no ar do TC de 500 kV.	10
Figura 16. Fotografia de um TC de 500 kV suspenso no ar por um caminhão <i>munck</i>	10
Figura 17. Fotografia de um montador ajustando a posição do TC de 500 kV para finalização da montagem.....	11
Figura 18. Fotografia de montadores fixando um TC de 500 kV ao poste de suporte.	11
Figura 19. Fotografia de um TC de 500 kV fixado ao poste de suporte.	12
Figura 20. Fotografia de um poste utilizado para o suporte do TPC de 500 kV.	12
Figura 21. Ilustração da vista lateral do capitel para suporte do TPC de 500 kV.....	13
Figura 22. Ilustração da vista superior do capitel para suporte do TPC de 500 kV.....	13
Figura 23. Fotografia de um TPC de 500 kV desmontado e embalado para transporte.	14
Figura 24. Fotografia da distribuição dos TPC de 500 kV para montagem.	14
Figura 25. Fotografia placa de um TPC de 500 kV identificando o n° de série do equipamento.	14
Figura 26. Fotografia da limpeza de um TPC de 500 kV.	15
Figura 27. Fotografia da montagem do meio com o topo de um TPC de 500kV.....	15
Figura 28. Fotografia da montagem da base com o meio e topo de um TPC de 500 kV.	16
Figura 29. Fotografia de dois TPC de 500 kV fixados no poste de suporte.	16
Figura 30. Fotografia de um poste com capitel utilizado para o suporte do isolador pedestal de 500 kV.....	17
Figura 31. Ilustração da vista lateral do capitel utilizado para suporte do IP de 500 kV.....	17
Figura 32. Ilustração da vista superior do capitel utilizado para suporte do IP de 500 kV.....	18
Figura 33. Fotografia de um IP de 500 kV desembalado e desmontado.	18
Figura 34. Fotografia da limpeza de um IP de 500 kV.	19
Figura 35. Fotografia da base de um IP de 500 kV apoiada ao caminhão <i>munck</i>	19
Figura 36. Fotografia da montagem da base com o topo de um IP de 500 kV.....	20
Figura 37. Fotografia da fixação de um IP de 500 kV ao capitel.....	20
Figura 38. Fotografia de um IP de 500 kV fixado ao poste de suporte.	21
Figura 39. Fotografia da base concreto do disjuntor de 500 kV.	22
Figura 40. Fotografia da distribuição dos disjuntores de 500 kV para a montagem.	22
Figura 41. Fotografia do disjuntor de 500 kV desembalado.	22
Figura 42. Fotografia das bases metálicas de um disjuntor de 500 kV.	23
Figura 43. Fotografia das câmaras de extinção de um disjuntor de 500 kV.....	23
Figura 44. Fotografia das colunas-suporte de um disjuntor de 500 kV.....	24

Figura 45. Fotografia das identificações presentes nas colunas-suporte de um disjuntor de 500 kV: (a) Fase a; (b) Fase b.	24
Figura 46. Fotografia da identificação presente na câmara de extinção de um disjuntor de 500 kV.....	24
Figura 47. Fotografia da fase de um disjuntor de 500 kV preparada para ser montada na base de concreto.....	25
Figura 48. Fotografia de um Guindaste levantando a fase de um disjuntor de 500 kV com auxílio de um caminhão <i>munck</i>	25
Figura 49. Fotografia da fixação da fase de um disjuntor de 500 kV na base de concreto.....	26
Figura 50. Fotografia de um disjuntor GL417D fixado na base de concreto.	26
Figura 51. Fotografia de um disjuntor GL317 fixado na base de concreto.	27
Figura 52. Fotografia dos armários de controle de um disjuntor de 500 kV.	27
Figura 53. Fotografia do poste com capitel utilizados para o suporte do para-raios de 500 kV. .	28
Figura 54. Ilustração da vista lateral do capitel utilizado para suporte do para-raios de 500 kV. .	28
Figura 55. Ilustração da vista superior do capitel utilizado para suporte para-raios de 500 kV. .	29
Figura 56. Fotografia da montagem da base com as partes do meio e topo do para-raios de 500 kV.....	29
Figura 57. Fotografia do para-raios de 500 kV suspenso pelo caminhão <i>munck</i>	30
Figura 58. Fotografia dos para-raios de 500 kV montados presente na alimentação da subestação.	30
Figura 59. Fotografia dos para-raios de 500 kV utilizados para a proteções dos reatores.....	31
Figura 60. Fotografia dos para-raios de 500 kV utilizados na proteção dos transformadores.	31
Figura 61. Fotografia do poste com capitel utilizado para suporte CS SPO.	32
Figura 62. Ilustração da vista lateral do capitel utilizado para suporte da chave seccionadora de 500 kV.....	32
Figura 63. Ilustração da vista superior do capitel utilizado para suporte da chave seccionadora de 500 kV.....	33
Figura 64. Fotografia da instalação da viga de travamento entre os postes da SPO.....	33
Figura 65. Fotografia dos chassis das CS SPO.	34
Figura 66. Fotografia da montagem dos chassis no capitel da CS SPO.	34
Figura 67. Fotografia da fixação do <i>chassis</i> no capitel.	35
Figura 68. Fotografia dos postes de suporte para a CS SPO com os <i>chassis</i> instalados.....	35
Figura 69. Fotografia do suporte lateral para o armário de controle da chave SPO.	36
Figura 70. Fotografia da fixação do armário de controle no suporte lateral.....	36
Figura 71. Fotografia de armários de controle fixados nos postes das CS.	37
Figura 72. Fotografia dos isoladores das chaves sendo desembalados.	37
Figura 73. Fotografia da limpeza dos isoladores da CS SPO.....	38
Figura 74. Fotografia do início da montagem da coluna de isoladores para a CS SPO.	38
Figura 75. Fotografia da conclusão montagem de uma coluna de isoladores da CS SPO.....	39
Figura 76. Fotografia do transporte da coluna de isoladores para <i>chassis</i>	39
Figura 77. Fotografia da fixação de uma coluna de isoladores em um <i>chassis</i>	39
Figura 78. Fotografia de colunas de isoladores fixadas nos <i>chassis</i> da CS SPO.....	40
Figura 79. Fotografia de uma coluna de isoladores com terminal de espera instalado.....	40
Figura 80. Fotografia de uma CS SPO com a coluna rotativa, terminal de articulação e lança principal montados.	41
Figura 81. Fotografia da CS SPO com os anéis equalizadores montados.	41
Figura 82. Fotografia da conexão do armário de controle com a coluna rotativa.	42
Figura 83. Fotografia da regulagem dos isoladores da CS SPO.	42
Figura 84. Fotografia da manivela localizada no interior do armário de controle da CS SPO. ...	43
Figura 85. Fotografia do motor localizado no interior do armário de controle da CS SPO.....	43
Figura 86. Fotografia dos armários da CS SPOT.	43
Figura 87. Fotografia da CS SPOT.....	44
Figura 88. Fotografia de escoltas do cabo de cobre nu 95 mm ²	45
Figura 89. Fotografia da bobina de cabo de cobre nu 50 mm ²	45
Figura 90. Fotografia Cabo de cobre isolado 95 mm ²	46

Figura 91. Ilustração da configuração da malha de terra principal	46
Figura 92. Fotografia do <i>Bobcat</i> com valetadeira.....	47
Figura 93. Fotografia da retroescavadeira com cocha de 30 cm.....	47
Figura 94. Fotografia da escavadeira hidráulica com martele.....	48
Figura 95. Fotografia da marcação para escavações da malha de terra principal.....	48
Figura 96. Fotografia da escavação para a malha de terra principal.	49
Figura 97. Fotografia do nivelamento das valas para a malha de terra principal.	49
Figura 98. Fotografia de uma vala pronta para receber o cabo da malha de terra principal.	50
Figura 99. Fotografia do cabo de cobre sendo esticado da bobina.....	50
Figura 100. Fotografia da escolta de cabo de cobre próxima a vala.	51
Figura 101. Fotografia do lançamento do cabo de cobre da malha principal.....	51
Figura 102. Fotografia do cabo da malha principal lançado.	51
Figura 103. Fotografia da compactação do aterro das valas para a malha de terra principal.	52
Figura 104. Fotografia da solda exotérmica tipo X.	52
Figura 105. Fotografia da solda exotérmica do tipo T.....	53
Figura 106. Fotografia do molde utilizado para as soldas do tipo X.....	53
Figura 107. Fotografia do molde utilizado para as soldas tipo T.	53
Figura 108. Fotografia do batedor e da haste para aterramento.	54
Figura 109. Fotografia da implantação da haste de aterramento.....	54
Figura 110. Fotografia da haste de aterramento implantada e soldada a malha de terra.	55

SUMÁRIO

1	A empresa	1
1.1	Ambiente do estágio	1
2	Subestações	2
2.1	SE Campina Grande III.....	3
3	Atividades desenvolvidas.....	5
3.1	Montagem de equipamentos	5
3.1.1	Procedimentos para montagem	6
3.1.2	Transformador de corrente (TC) de 500 kV.....	6
3.1.3	Transformador de potencial capacitor (TPC) de 500 kV	12
3.1.4	Isolador pedestal (IP) de 500 kV.....	17
3.1.5	Disjuntor de 500 kV	21
3.1.6	Para-raios de 500 kV	28
3.1.7	Chave seccionadora SPO/SPOT 500 kV.....	32
3.2	Malha de terra principal	44
3.2.1	Malha principal	46
3.2.2	Soldas da malha de terra principal	52
3.2.3	Hastes de aterramento na malha principal.....	54
4	Conclusão.....	56
	Bibliografia.....	57

1 A EMPRESA

A Construtora Sucesso S/A é uma empresa pertencente ao Grupo Claudino fundada em 1980 e com sede localizada em Teresina, capital do Piauí. A empresa realiza obras das mais diversas áreas como: construção de subestações, linhas de transmissão, parques eólicos, edifícios comerciais e residências, aeroportos e indústrias.

No ano 2000, comprovando a qualidade do trabalho executado, a empresa recebeu as certificações nas normas ISO 9001 e PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade).

Atualmente, no ramo do setor elétrico de alta tensão a Construtora Sucesso S/A p está realizando as obras de expansão da subestação de João Câmara III e finalização da subestação de Ceará Mirim II, ambas localizadas no Rio Grande do Norte. Já no estado do Piauí iniciou recentemente a construção da subestação de Marcolândia e na Paraíba está atuando na construção da subestação Campina Grande III.

1.1 AMBIENTE DO ESTÁGIO

O estágio foi realizado no povoado no Lucas, localizado na cidade de Campina Grande – PB, consistiu na construção da subestação Campina Grande III, responsável pela interligação de linhas de transmissão do Rio Grande do Norte e Paraíba. O estágio ocorreu durante o período de 11 de Junho a 11 de Novembro de 2014, totalizando uma carga horário de 572 horas.

A obra teve início em meados de Agosto de 2013 e seu término está previsto para Fevereiro de 2015. O engenheiro residente responsável pela construção da subestação e supervisão do estágio, foi o engenheiro civil Lourimar Teixeira Linard.

Algumas das atividades determinadas para o estagiário foram: acompanhar a montagem de equipamento, implantação da malha de terra e realização de levantamentos de materiais para controle interno.

2 SUBESTAÇÕES

A subestação (SE) pode ser definida como um conjunto de equipamentos de transmissão, distribuição, proteção e controle, capaz de transferir energia elétrica de uma ou várias fontes para os centros de consumo, fornecendo rotas alternativas para a transferência, garantindo proteção eficaz contra todos os defeitos aos quais o sistema está exposto e isolamento dos trechos onde ocorreram estes defeitos.

As subestações podem ser classificadas levando em consideração seu tipo de instalação e sua função.

De acordo com o tipo de instalação podem ser classificadas em:

- **Subestações externas:** são caracterizadas pela instalação ao ar livre. Desta forma os equipamentos ficam sujeitos aos efeitos da poluição e variações climáticas, o que reduz a eficácia de seus isolamentos. Por este motivo as manutenções são mais frequentes neste tipo de instalação.
- **Subestações internas ou abrigadas:** são aquelas que de alguma forma são construídas dentro de edificações ou câmaras subterrâneas. Normalmente são blindadas a óleo, ar comprimido ou hexafluoreto de enxofre (SF₆).

Conforme sua função as subestações dividem-se em:

- **Subestações transformadoras:** são aquelas que transformam a tensão de entrada para outros níveis de tensão. Podem ser elevadoras ou abaixadoras.
- **Subestações de chaveamento ou manobra:** são aquelas que interligam circuitos de mesma classe de tensão, permitindo sua multiplicação, realização de manobra e seccionamento de trechos específicos.
- **Subestações conversoras:** são aquelas que convertem a energia elétrica em corrente alternada para corrente contínua ou realizam o inverso.
- **Subestações conversoras de frequência:** são aquelas que convertem a frequência da energia elétrica em corrente alternada, a exemplo de 50 Hz para 60 Hz.

2.1 SE CAMPINA GRANDE III

A subestação Campina Grande III (CGT), é uma subestação abaixadora de 500/230 kV que interliga a subestação Ceará Mirim II com as subestações Campina Grande II e Extremoz II, localizadas respectivamente na Paraíba e Rio Grande do Norte.

As Figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam o diagrama unifilar dividindo a subestação em dois setores, 500 e 230 kV. Analisando as Figuras, pode-se verificar a utilização da configuração de barramento simples com barra de transferência em ambos os setores, como também a presença de dois bancos de reatores com a função de compensar a capacitância da linha, minimizando as quedas de tensão, além de um banco de autotransformadores de 500/230 kV.

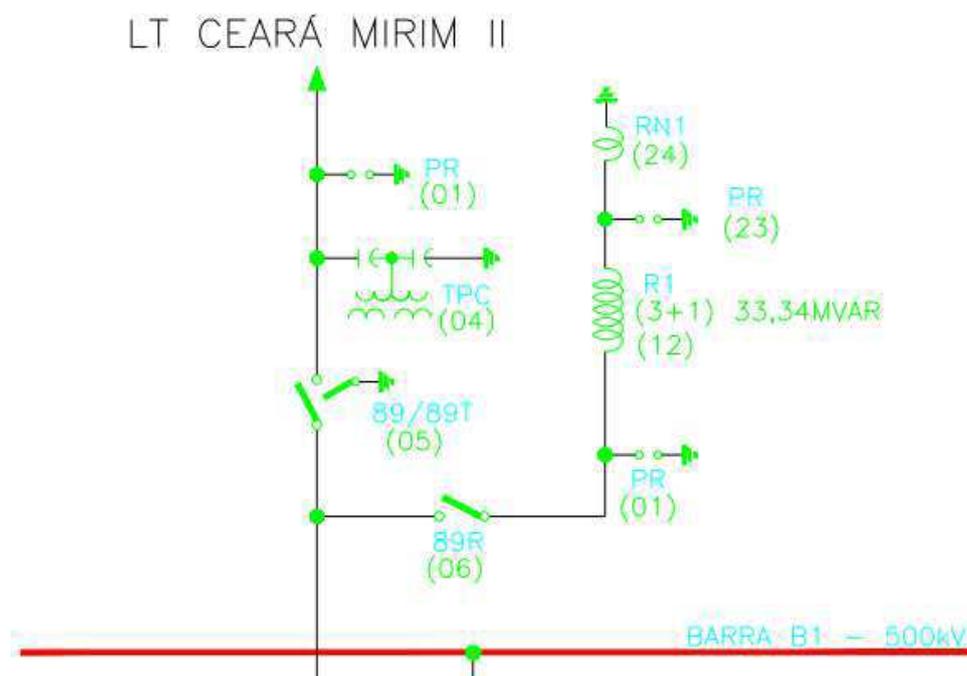


Figura 1. Diagrama unifilar da SE Campina Grande III – Setor de 500 kV: Alimentação.

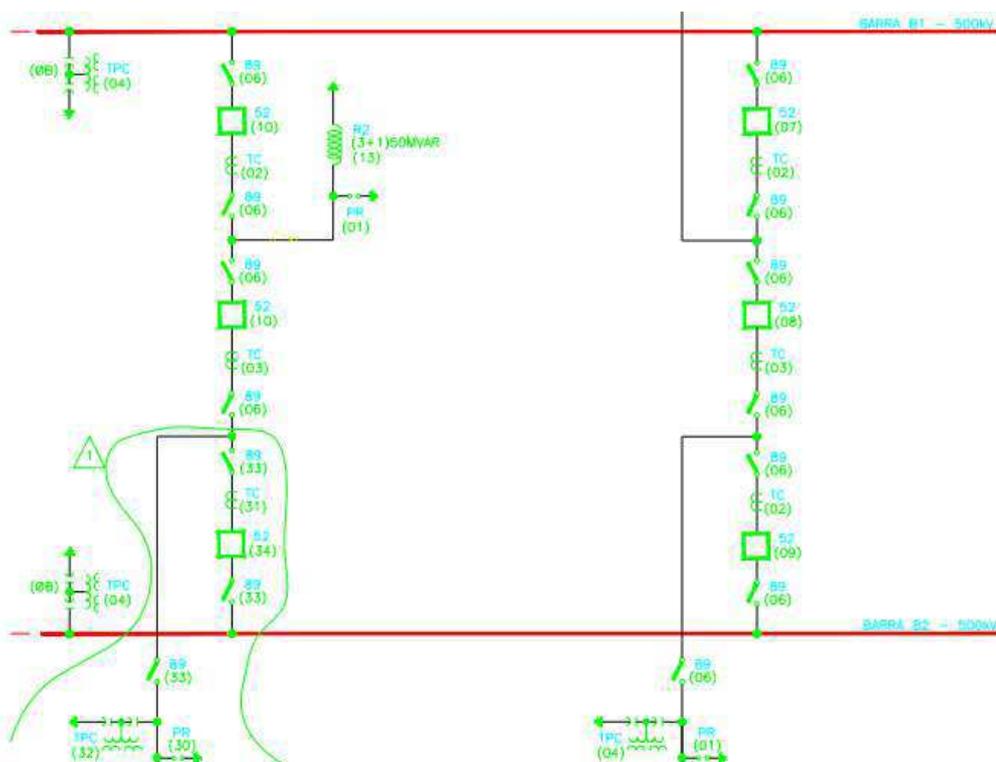


Figura 2. Diagrama unifilar da SE Campina Grande III – Setor de 500 kV: Barramentos.

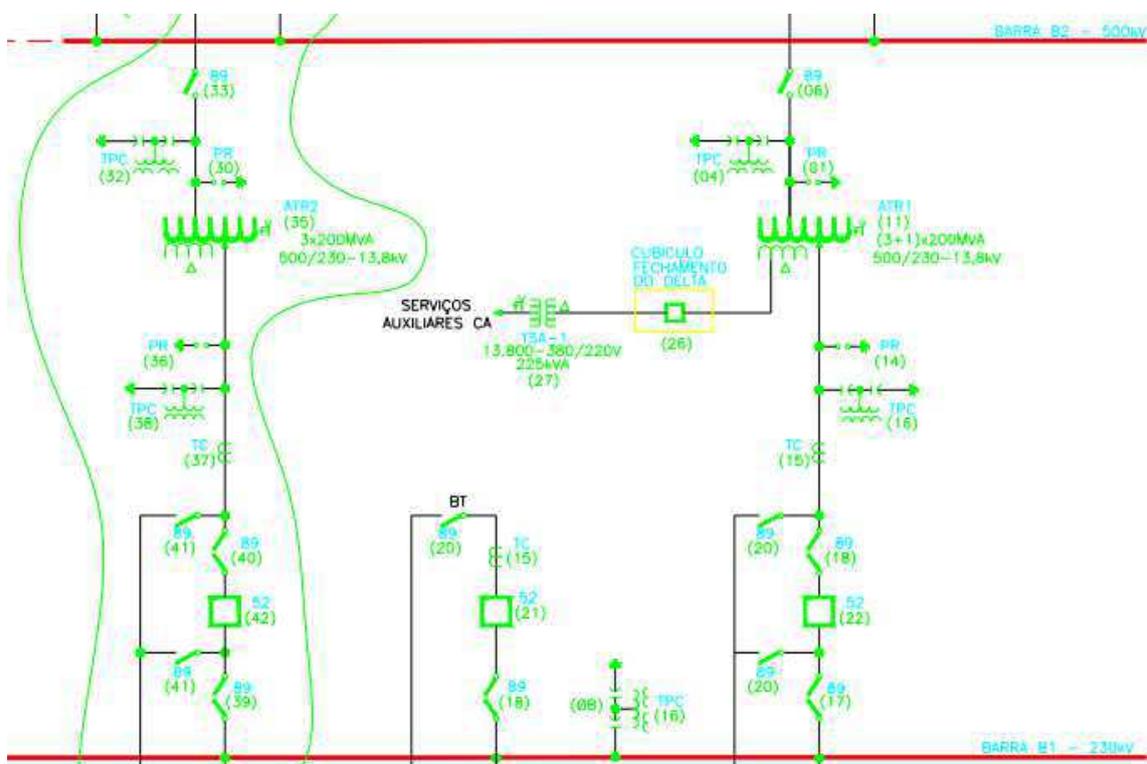


Figura 3. Diagrama unifilar da SE Campina Grande III – Setor 500 kV/Setor 230 kV.

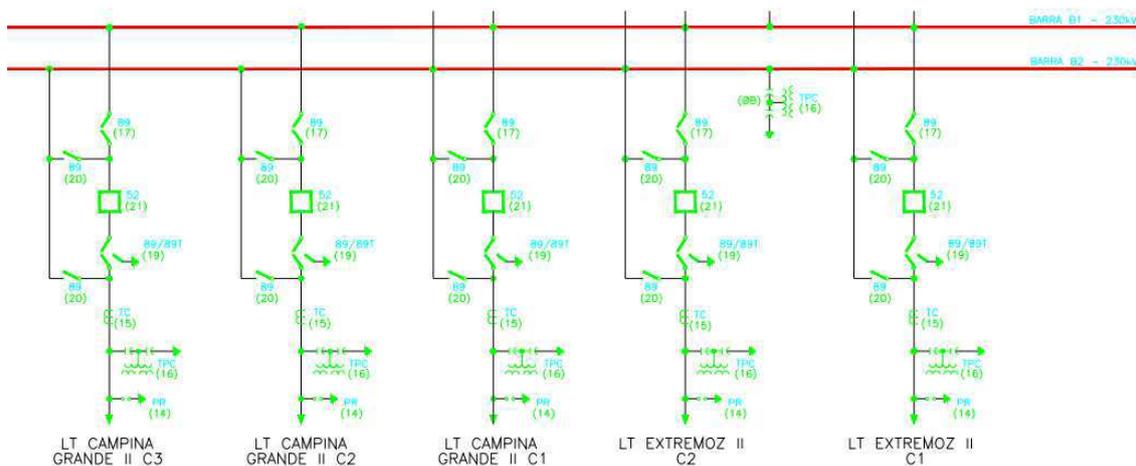


Figura 4. Diagrama unifilar da SE Campina Grande III – Setor de 230 kV.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Este capítulo irá abordar duas das atividades desenvolvidas pelo estagiário, sendo elas: o acompanhamento da montagem de equipamentos de 500 kV e da implantação da malha de terra da subestação.

3.1 ACOMPANHAMENTO DA MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS

Os equipamentos de alta tensão utilizados na subestação foram produzidos pela Alstom, ficando acordado em contrato que a Construtora Sucesso teria autonomia para as montagens dos transformadores de corrente (TC), transformadores de potência capacitivos (TPC), isoladores pedestais (IP) e para-raios. Para a montagem das chaves seccionadoras e disjuntores, a Alstom exigiu a presença de um fiscal seu na supervisão do trabalho. Por outro lado, os reatores e transformadores foram montados por empresas terceirizadas contratadas pela própria fabricante.

Pelo exposto, as montagens dos equipamentos de 500 kV acompanhadas pelo estagiário foram as realizadas pela construtora, isto é, a montagem dos TC, TPC, IP e para-raios.

3.1.1 PROCEDIMENTOS PARA MONTAGEM

Antes de iniciar qualquer atividade envolvendo a montagem de equipamentos, é necessário obter a permissão de trabalho (PT). Este documento é fornecido pela Alstom e contém alguns procedimentos e normas que devem ser seguidos para que haja um menor risco de acidentes. Um fiscal da Alstom possui a autonomia para interromper a montagem de qualquer equipamento, caso a equipe responsável pela atividade não possua ou esteja descumprindo algum dos procedimentos e normas descritos na PT. A Figura 5 ilustra um fragmento de uma permissão de trabalho para a montagem de alguns equipamentos.

PT- PERMISSÃO			GRID ALSTOM
SEÇÃO A – DESCRIÇÃO DO TRABALHO			PT Nº-114
Nome do Canteiro: SE CAMPINA GRANDE III	500KV/230KV	Local: CAMPINA GRANDE-PB	Revisão da PT:
Trabalho a ser executado: MONTAGEM REGULAGEM E TESTE DE EQUIPAMENTOS TP -TC-PR- IP		Data de início previsto do trabalho: 06/10/2014	
		Data de término previsto do trabalho: 06/11/2014	
Nome da Empresa executante do trabalho: CONSTRUTORA SUCESSO S/A MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS			
SEÇÃO B – FASES DO TRABALHO			
BARREIRAS DE CONTROLE – controlam o risco independente do trabalhador.	BARREIRAS DE SEGURANÇA – interagem entre o risco e o trabalhador.	BARREIRAS DE SUPORTE – Auxiliam o homem em suas tarefas com informações sobre as Normas de Segurança aplicáveis.	
Eliminar o risco: desenergizar, mudar o processo de trabalho de forma que não tenha mais o risco, etc. Reduzir o risco a níveis seguros: aterrar, ventilar, uso de andaimes, coberturas de borracha isolantes, travar a fonte de energia, etc.	Equipamento de proteção individual: luvas de borracha, cinto de segurança, capacete, protetor auricular, óculos de segurança, calçados de segurança, roupas antichama, perneira, etc. Dispositivos de aviso: setas, sinalização, cones, correntes, cordas, bandeiras de sinalização, monitoramento de gás (monóxido de carbono, oxigênio, inflamáveis, etc.), detector de ausência de tensão, etc. Minimizar chances de erros: isolamento da área, inspeção de equipamentos e ferramentas, (cabos de aço, estropos, talhas e pórticos, etc.), manutenção em dia (disjuntores, óleo de transformadores, etc.), planejamento de segurança, etc.	Procedimentos escritos de trabalho: ordem de serviço, instrução de trabalho, procedimento operacional, manuais, guias, etc. Treinamento: pessoal qualificado, primeiros socorros, espaço confinado, direção defensiva, NR-10, NR-35, etc. Gerenciamento: presença da supervisão, observador, etc.	

Figura 5. Imagem de algumas informações presentes na PT.

3.1.2 TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC) DE 500 kV

O setor 500 kV utiliza 15 transformadores de corrente, montados em postes com uma altura de 4,5 m acima do nível do terreno. As bases localizadas nos topos dos postes, servem para a fixação dos equipamentos e recebem o nome de capitel. Estas possuem formas e dimensões distintas para cada equipamento. A Figura 6 apresenta a fotografia de um poste usado para o suporte do TC.

O capitel utilizado para o suporte do TC é ilustrado nas Figuras 7 e 8 com medidas em milímetros. A partir destas Figuras é possível observar que o capitel possui 20,0 cm altura e 76,0 cm de comprimento, com 4 furos igualmente espaçados e diâmetro de 3,0 cm.



Figura 6. Fotografia de um poste utilizado para o suporte de um TC de 500 kV.

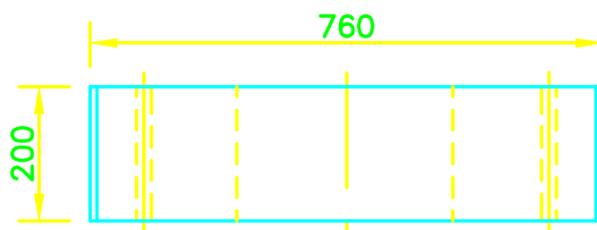


Figura 7. Ilustração da vista lateral do capitel para suporte do TC de 500 kV.

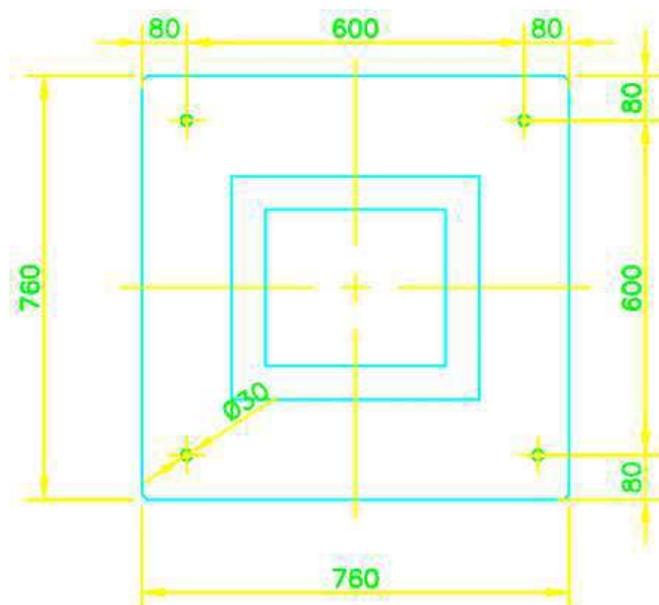


Figura 8. Ilustração da vista superior do capitel para suporte do TC de 500 kV.

Para o transporte, geralmente os equipamentos são embalados em engradados de madeira, conforme é apresentado nas Figuras 9 e 10.



Figura 9. Fotografia da vista lateral de um TC de 500 kV embalado em caixa de madeira.



Figura 10. Fotografia da vista superior de um TC de 500 kV embalado em caixa de madeira.

Para facilitar e tornar as montagens mais intuitiva, os TC são distribuídos para o local da montagem seguindo a ordem do seu número de série. Este procedimento é ilustrado pelas Figuras 11 e 12.



Figura 11. Fotografia de um caminhão *munck* descarregando um TC de 500 kV próximo ao local da montagem.



Figura 12. Fotografia de TC de 500 kV distribuídos próximos aos postes para a montagem.

Depois da distribuição, os equipamentos são desembalados e limpos com um pano umedecido com álcool. A Figura 13 mostra a fotografia de um TC desembalado e limpo.



Figura 13. Fotografia de um TC de 500 kV desembalado e limpo.

Após a limpeza, cada TC no momento de sua montagem é inicialmente levantado por dois caminhões do tipo *munck*, evitando assim contato do equipamento com o solo. Este procedimento é demonstrado nas Figuras 14 e 15.



Figura 14. Fotografia de um TC de 500 kV levantado por dois caminhões *munck*.



Figura 15. Fotografia do momento antecedente a suspensão completa no ar do TC de 500 kV.

Quando está completamente suspenso no ar, o TC é transportado por apenas um caminhão *munck* até o capitel. Para auxiliar o transporte, são amarradas cordas na base do equipamento. A Figura 16 ilustra esta etapa da montagem.



Figura 16. Fotografia de um TC de 500 kV suspenso no ar por um caminhão *munck*.

Conforme é mostrado na Figura 17, quando o equipamento já está próximo ao poste, um montador auxilia no descarregamento do TC para que os parafusos presentes na base do equipamento sejam posicionados de forma correta nos furos do capitel. A Figura 18 apresenta o momento que o TC é descarregado e fixado ao capital por meios dos parafusos de 3,0 cm. A Figura 19 mostra um TC de 500 kV fixado ao capitel.

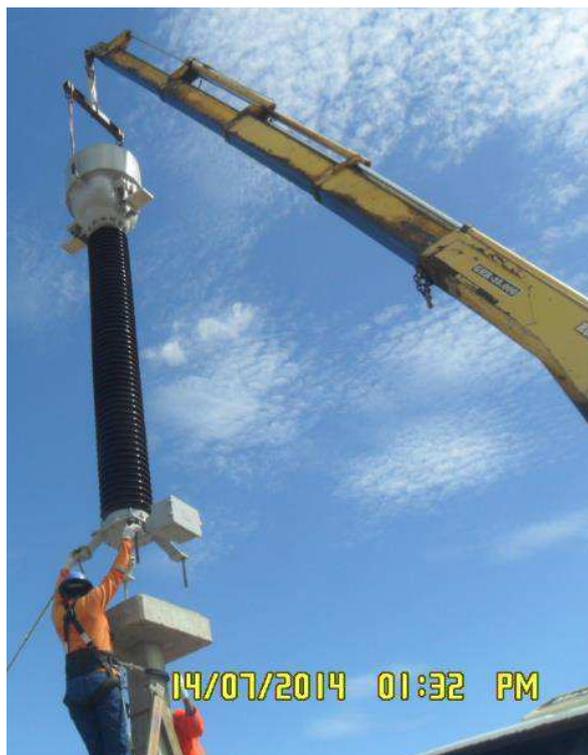


Figura 17. Fotografia de um montador ajustando a posição do TC de 500 kV para finalização da montagem.



Figura 18. Fotografia de montadores fixando um TC de 500 kV ao poste de suporte.



Figura 19. Fotografia de um TC de 500 kV fixado ao poste de suporte.

3.1.3 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITOR (TPC) DE 500 kV

As Figuras 1 e 2 mostram as localizações dos transformadores de potencial capacitivo no setor de 500 kV. Este setor possui 6 TPC ligados na linha e 2 conectados em cada barramento. Os equipamentos são montados em postes com 2,3 m de altura possuindo capiteis semelhantes aos usados para os TC. A Figura 20 apresenta uma fotografia de um poste utilizado para o suporte do TPC.



Figura 20. Fotografia de um poste utilizado para o suporte do TPC de 500 kV.

Conforme é ilustrado nas Figuras 21 e 22, o capitel utilizado para o suporte do TPC possui 20,0 cm de altura, 76,0 cm de comprimento e 4 furos de 2,5 cm igual espaçados.

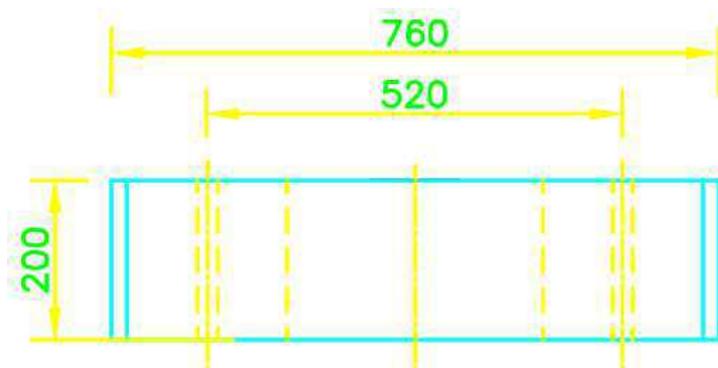


Figura 21. Ilustração da vista lateral do capitel para suporte do TPC de 500 kV

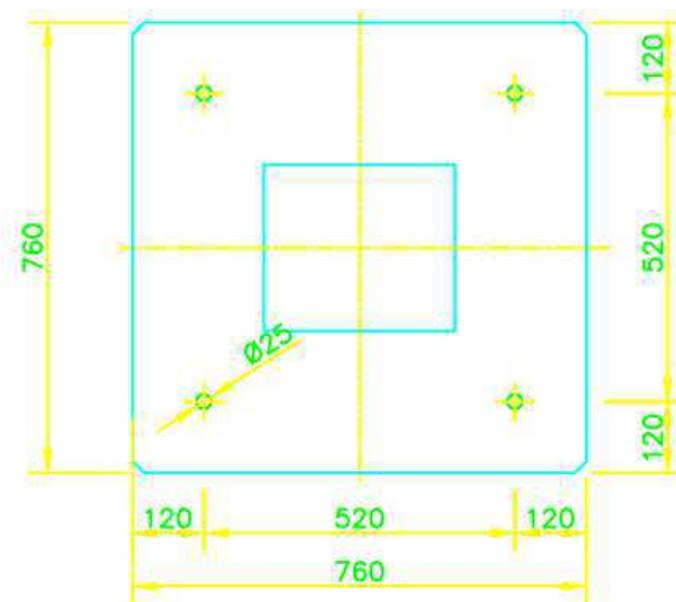


Figura 22. Ilustração da vista superior do capitel para suporte do TPC de 500 kV.

O TPC é transportado dividido em três partes, denominadas de base, meio e topo, conforme é apresentado pela Figura 23.

Novamente, para facilitar a montagem e a identificação de cada TPC, os equipamentos são distribuídos de acordo com o número de série para próximo dos locais da montagem. A Figura 24 mostra a fotografia de alguns TPC distribuídos e a Figura 25 apresenta a fotografia da placa de um TPC dando destaque ao seu número de série.



Figura 23. Fotografia de um TPC de 500 kV desmontado e embalado para transporte.



Figura 24. Fotografia da distribuição dos TPC de 500 kV para montagem.

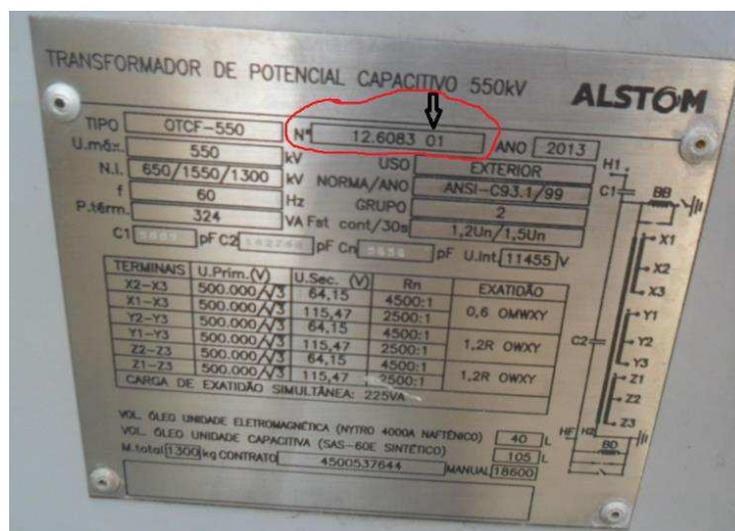


Figura 25. Fotografia placa de um TPC de 500 kV identificando o nº de série do equipamento.

Após serem distribuídos e desembalados os TPC são limpos com panos umedecidos com álcool, como é ilustrado na Figura 26.



Figura 26. Fotografia da limpeza de um TPC de 500 kV.

Inicialmente a base, o meio e o topo do equipamento são montados com o auxílio de um caminhão *munck* e uma plataforma móvel, para depois o TPC inteiro ser transportado para o poste de suporte pelo caminhão. As Figuras 27 e 28 mostram as fotografias da montagem de cada parte do equipamento.



Figura 27. Fotografia da montagem do meio com o topo de um TPC de 500kV.



Figura 28. Fotografia da montagem da base com o meio e topo de um TPC de 500 kV.

Com as partes do TPC montadas, o mesmo procedimento realizado na montagem dos TC é repetido. O caminhão *munck* transporta o equipamento com auxílio de cordas até o capitel e à medida que vai sendo abaixado, um montador o posiciona de acordo com os furos para os parafusos no capitel. A Figura 29 mostra a fotografia de dois TPC com a montagem finalizada.



Figura 29. Fotografia de dois TPC de 500 kV fixados no poste de suporte.

3.1.4 ISOLADOR PEDESTAL (IP) DE 500 kV

Os isoladores pedestal possuem a função de suporte para o barramento ou linha e não são apresentados no diagrama unifilar. O setor de 500 kV utiliza 12 isoladores pedestal, montados em postes de 4,6 m altura acima do nível do terreno. A Figura 30 apresenta a fotografia de um poste usado para o suporte de um IP e seu respectivo capitel.



Figura 30. Fotografia de um poste com capitel utilizado para o suporte do isolador pedestal de 500 kV.

As Figuras 31 e 32 ilustram o capitel utilizado para o suporte do IP. Devido aos furos próximos ao centro do capitel, é necessário que haja a abertura observada na Figura 31 possibilitando o acesso aos parafusos utilizados para a fixação do equipamento.

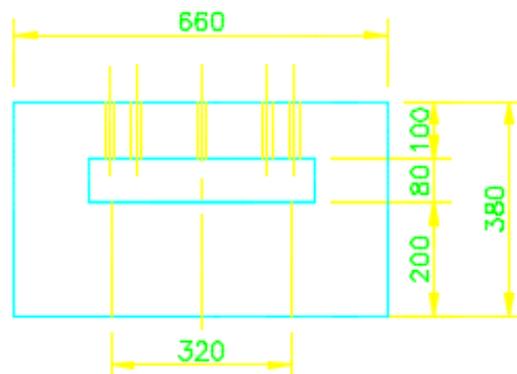


Figura 31. Ilustração da vista lateral do capitel utilizado para suporte do IP de 500 kV.

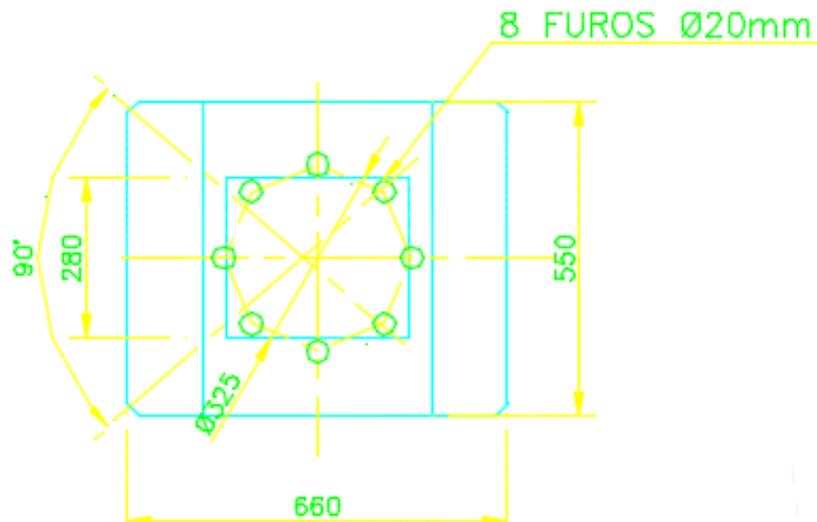


Figura 32. Ilustração da vista superior do capitel utilizado para suporte do IP de 500 kV.

Analogamente aos equipamentos anteriores, os IP são distribuídos para próximo ao local da montagem, desembalados e limpos. Como são transportados divididos em duas partes (base e topo), o procedimento da montagem é semelhante ao dos TPC. A Figura 33 apresenta a fotografia de um IP próximo ao local de montagem e desembalado.



Figura 33. Fotografia de um IP de 500 kV desembalado e desmontado.

A Figura 34 mostra a fotografia da limpeza da base de um IP, novamente, esta atividade é feita com pano umedecidos com álcool. As Figuras 35 e 36 mostram fotografias da montagem da base com o topo do IP feita com o auxílio de um caminhão *munck*. Com a conclusão da junção de suas partes, o IP completo é transportado pelo caminhão até o capitel do poste de suporte, repetindo os mesmos procedimentos para os equipamentos anteriores. As Figuras 37 e 38 apresentam respectivamente, o momento de fixação do IP no capitel e o equipamento fixado ao poste de suporte.



Figura 34. Fotografia da limpeza de um IP de 500 kV.



Figura 35. Fotografia da base de um IP de 500 kV apoiada ao caminhão *munk*.



Figura 36. Fotografia da montagem da base com o topo de um IP de 500 kV.



Figura 37. Fotografia da fixação de um IP de 500 kV ao capitel.



Figura 38. Fotografia de um IP de 500 kV fixado ao poste de suporte.

3.1.5 DISJUNTOR DE 500 KV

Os disjuntores de 500 kV utilizados são disjuntores a SF₆ dos modelos GL 317D e GL 317 com câmara de extinção do tipo sopro térmico (utiliza a própria energia do arco, com um efeito auxiliar auto-pneumático).

A diferença básica entre os disjuntores está na presença ou não do resistor de pré-inserção. Os equipamentos do modelo GL 317D possuem este resistor pois operam interrompendo ou energizando as linhas de transmissão, ficando sujeitos a níveis de corrente nominal, curto-circuito e tensões de restabelecimentos transitório (TRT) decorrentes de manobra muito maiores que os GL 317, que atuam apenas colocando e retirando de operação os transformadores de força da subestação e manobrando os barramentos que alimentam estes equipamentos.

Conforme dito anteriormente, para a montagem dos disjuntores foi exigido a presença de um supervisor da Alstom, que devido a problemas em outra subestação deu início apenas a montagem de dois dos cinco disjuntores. Com a ausência do supervisor as montagens foram interrompidas.

Os disjuntores ao contrário dos outros equipamentos, não possuem postes para suporte, apenas uma base de concreto como é mostrado na Figura 39.



Figura 39. Fotografia da base concreto do disjuntor de 500 kV.

O procedimento inicial de montagem é o mesmo dos anteriores, os disjuntores são distribuídos, desembalados e limpos próximos as bases onde serão montados. As Figuras 40 e 41 os disjuntores distribuídos e desembalados.



Figura 40. Fotografia da distribuição dos disjuntores de 500 kV para a montagem.



Figura 41. Fotografia do disjuntor de 500 kV desembalado.

As Figuras 42, 43 e Figura 44 apresentam respectivamente a distribuição das bases, câmaras de extinção e as colunas-suporte de um dos disjuntores. As câmaras de extinção e colunas-suporte possuem identificações quanto ao número de série ou fase, como pode ser visto nas Figuras 45 e 46.



Figura 42. Fotografia das bases metálicas de um disjuntor de 500 kV.



Figura 43. Fotografia das câmaras de extinção de um disjuntor de 500 kV.



Figura 44. Fotografia das colunas-suporte de um disjuntor de 500 kV.



Figura 45. Fotografia das identificações presentes nas colunas-suporte de um disjuntor de 500 kV:
(a) Fase a; (b) Fase b e c.



Figura 46. Fotografia da identificação presente na câmara de extinção de um disjuntor de 500 kV.

Devido ao peso do equipamento, é utilizado um guindaste para o auxílio da montagem. Cada fase é separada e pré-montada deitada, para depois ser levanta, suspensa e colocada na base. Estes procedimentos são ilustrados nas Figuras 47 a 51.



Figura 47. Fotografia da fase de um disjuntor de 500 kV preparada para ser montada na base de concreto.



Figura 48. Fotografia de um guindaste levantando a fase de um disjuntor de 500 kV com auxílio de um caminhão *munck*.



Figura 49. Fotografia da fixação da fase de um disjuntor de 500 kV na base de concreto.



Figura 50. Fotografia de um disjuntor GL317D fixado na base de concreto.



Figura 51. Fotografia de um disjuntor GL317 fixado na base de concreto.

Pelas Figuras 50 e 51, é possível perceber a presença dos resistores de pré-inserção nas extremidades das câmaras de extinção do GL317D, enquanto que o GL137 possui apenas anéis equalizadores. Essas Figuras apresentam a ausência dos armários de comando de cada fase dos disjuntores, que não puderam ser montados devido a ausência do supervisor da Alstom. A Figura 52 mostra os armários do disjuntor.



Figura 52. Fotografia dos armários de controle de um disjuntor de 500 kV.

3.1.6 PARA-RAIOS DE 500 kV

Os para-raios de 500 kV estão presentes na chegada na linha que alimenta a subestação, na proteção dos reatores e transformadores. Assim, são utilizados 15 para-raios no setor de 500 kV da subestação.

Os postes usados para o suporte dos para-raios possuem uma altura de 4,3 m acima do nível do terreno, os capiteis possuem um formato semelhante ao dos IP, porém, com diferentes dimensões. A Figura 53 apresenta a fotografia de um poste com capitel para o suporte de um para-raios de 500 kV.



Figura 53. Fotografia do poste com capitel utilizados para o suporte do para-raios de 500 kV.

As ilustrações apresentadas nas Figuras 54 e 55 mostram que do capitel para o para-raios possui quatro furos de 2,5 cm próximos ao centro, por isso a necessidade da abertura semelhante a encontra nos capiteis dos IP.

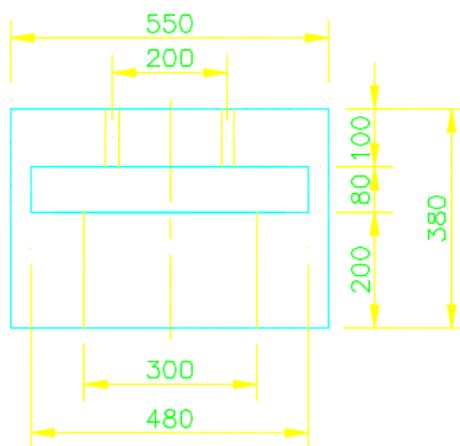


Figura 54. Ilustração da vista lateral do capitel utilizado para suporte do para-raios de 500 kV.

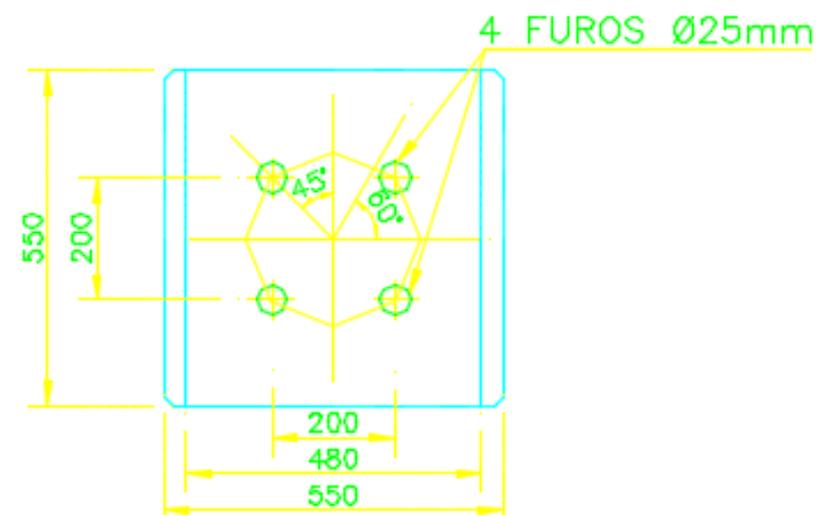


Figura 55. Ilustração da vista superior do capitel utilizado para suporte para-raios de 500 kV.

O procedimento da montagem para o para-raios é o mesmo adotado nos equipamentos anteriores, depois de distribuídos e limpos, as partes dos para-raios (base, meio e topo) são montadas no solo e os equipamentos completos são levantados pelo caminhão *munck* aos postes para serem fixados aos capiteis. As Figuras 56 e 57 ilustram dois dos procedimentos citados. As Figuras 58, 59 e 60 apresentam a distribuição dos para-raios na subestação.



Figura 56. Fotografia da montagem da base com as partes do meio e topo do para-raios de 500 kV.



Figura 57. Fotografia do para-raios de 500 kV suspenso pelo caminhão *munck*.



Figura 58. Fotografia dos para-raios de 500 kV montados presente na alimentação da subestação.



Figura 59. Fotografia dos para-raios de 500 kV utilizados para a proteções dos reatores.



Figura 60. Fotografia dos para-raios de 500 kV utilizados na proteção dos transformadores.

3.1.7 CHAVE SECCIONADORA SPO 500 kV

As chaves seccionadoras escolhidas para o setor de 500 kV foram as semipantográficas horizontais do modelo SPO. Cada fase da chave possui dois postes idênticos com uma altura 4,3 m acima do nível do terreno. A Figura 61 apresenta os postes utilizados para o suporte das chaves.



Figura 61. Fotografia do poste com capitel utilizado para suporte CS SPO.

Conforme é ilustrado nas Figuras 62 e 63, o capitel utilizado para o suporte da chave possui 20,0 cm de altura, 54,0 cm de comprimento e 4 furos de 3,0 cm igual espaçados.

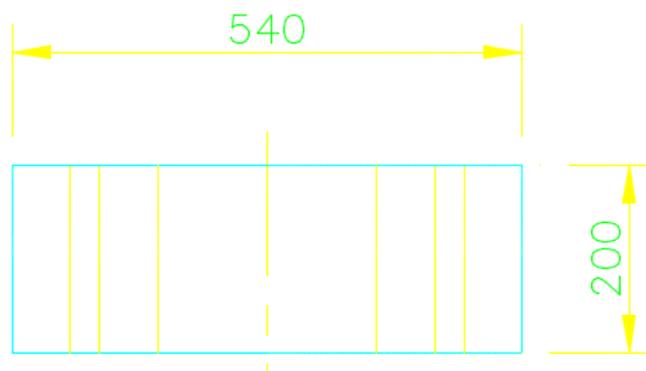


Figura 62. Ilustração da vista lateral do capitel utilizado para suporte da chave seccionadora de 500 kV.

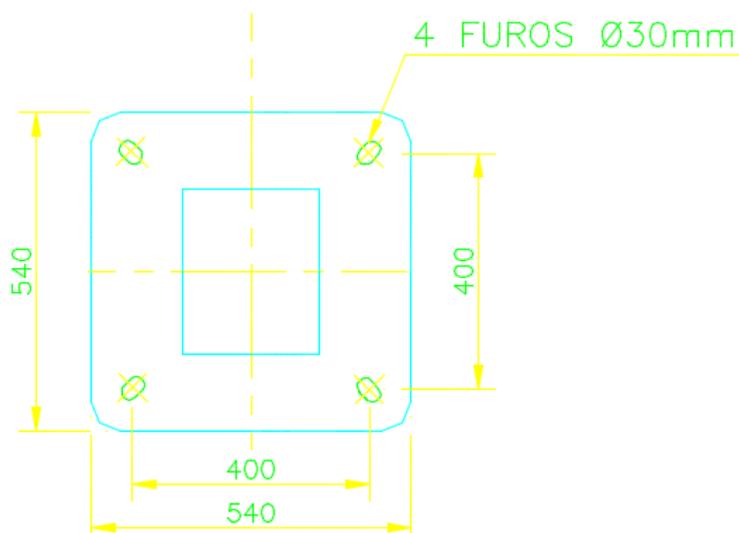


Figura 63. Ilustração da vista superior do capitel utilizado para suporte da chave seccionadora de 500 kV.

Como é mostrado na Figura 64, entre os postes da mesma fase é instalado uma viga metálica de travamento, que garante maior estabilidade para montagem e manobras.



Figura 64. Fotografia da instalação da viga de travamento entre os postes da SPO.

Com a instalação das vigas, o passo seguinte é a instalação das bases em que as chaves seccionadoras serão fixadas. Estas bases são denominadas de *chassis* e são mostradas na Figura 65.

As Figuras 66 e 67 mostram o processo de instalação do *chassis* no capitel, onde o caminhão *munck* carrega a peça até o capitel para que a sua fixação seja feita pelos montadores. A Figura 68 exemplifica alguns postes de suporte da SPO com os *chassis* instalados.



Figura 65. Fotografia dos chassis das CS SPO.



Figura 66. Fotografia da montagem dos chassis no capitel da CS SPO.



Figura 67. Fotografia da fixação do *chassis* no capitel.



Figura 68. Fotografia dos postes de suporte para a CS SPO com os *chassis* instalados.

Em paralelo com a montagem dos chassis, também ocorre a distribuição dos armários de controle das chaves, como também é ilustrado na Figura 68. A Figura 69 mostra o suporte lateral utilizado para o armário. Este suporte é instalado no poste com uma altura de 1,2 m acima do nível do terreno.



Figura 69. Fotografia do suporte lateral para o armário de controle da chave SPO.

A Figura 70 mostra a montagem do armário de controle. Como esta peça não apresenta um peso muito elevado, a montagem é feita de forma manual. A Figura 71 apresenta a conclusão da montagem dos armários.



Figura 70. Fotografia da fixação do armário de controle no suporte lateral.



Figura 71. Fotografia de armários de controle fixados nos postes das CS.

A etapa seguinte da montagem é a distribuição das chaves desmontadas para as proximidades dos locais de montagem, seguido da retirada das embalagens e limpeza dos componentes.



Figura 72. Fotografia dos isoladores das chaves sendo desmontados.



Figura 73. Fotografia da limpeza dos isoladores da CS SPO.

Depois da limpeza, os isoladores da chave são montados com o auxílio de um caminhão *munck* e ao finalizar a montagem das partes dos isoladores, a coluna de isoladoras formada é carregada pelo *munck* até os *chassis*. As Figuras 74 a 78 demonstram os procedimentos da montagem da coluna de isoladores até a fixação no *chassis*.



Figura 74. Fotografia do início da montagem da coluna de isoladores para a CS SPO.



Figura 75. Fotografia da conclusão montagem de uma coluna de isoladores da CS SPO.



Figura 76. Fotografia do transporte da coluna de isoladores para *chassis*.



Figura 77. Fotografia da fixação de uma coluna de isoladores em um *chassis*.



Figura 78. Fotografia de colunas de isoladores fixadas nos *chassis* da CS SPO.

Com as colunas de isoladores fixas são montadas as colunas de isoladores rotativas, o terminal de articulação, terminal de espera e a lança principal da chave. Terminada estas etapas, existe a montagem dos anéis equalizadores e a conexão entre isolador rotativo e o armário de controle. As Figuras 79 a 82 apresentam a conclusão de cada uma das etapas comentadas. Figura 80



Figura 79. Fotografia de uma coluna de isoladores com terminal de espera instalado.



Figura 80. Fotografia de uma CS SPO com a coluna rotativa, terminal de articulação e lança principal montados.



Figura 81. Fotografia da CS SPO com os anéis equalizadores montados.



Figura 82. Fotografia da conexão do armário de controle com a coluna rotativa.

Por último, é necessária a regulagem da chave para que o fechamento e abertura da manobra seja o mais preciso possível. Uma das etapas da regulagem é mostrada na Figura 83. Com o auxílio de um prumo cada coluna de isoladores é analisada quanto ao nível de inclinação, caso haja necessidade as colunas são reguladas no *chassis*.



Figura 83. Fotografia da regulagem dos isoladores da CS SPO.

Para a regulagem da lança principal das chaves, a abertura e fechamento são realizadas de forma manual com a manivela, mostrada na Figura 84 presente no armário de controle. A Figura 85 mostra o motor do armário de controle, que realiza as manobras de forma automática.



Figura 84. Fotografia da manivela localizada no interior do armário de controle da CS SPO.



Figura 85. Fotografia do motor localizado no interior do armário de controle da CS SPO.

Na alimentação da subestação, a SPO possui uma lâmina de terra, sendo denominada então de SPOT. Esta chave possui os mesmos procedimentos de montagem da SPO convencional, tendo por diferencial a presença da lâmina de terra, a qual necessita de mais um armário responsável pelo seu controle. A Figura 86 evidencia o acréscimo do armário de controle para a lâmina de terra e a Figura 87 mostra a CS SPOT.



Figura 86. Fotografia dos armários da CS SPOT.



Figura 87. Fotografia da CS SPOT.

3.2 ACOMPANHAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DA MALHA DE ATERRAMENTO

O sistema de aterramento para a subestação Campina Grande III tem como objetivo atender a três finalidades principais, a saber:

- Garantir uma baixa resistência de aterramento, no sentido de limitar as sobretensões no sistema de transmissão, bem como a elevação do potencial da terra da subestação em relação a pontos distantes. Esse requisito deverá assegurar o adequado funcionamento do sistema de proteção, evitar a solicitação dos diversos equipamentos devido a sobretensões, e diminuir os potenciais de toque e passo nas instalações;
- Garantir a segurança das pessoas em relação a quaisquer tensões perigosas (toque, passo e transferência) que possam aparecer nas instalações e em seus arredores, tanto devido a defeitos nas linhas de transmissão quanto a falhas na isolamento dos equipamentos;
- Garantir o fluxo de corrente para a terra durante a ocorrência de descargas atmosféricas. Essa exigência é atingida através da utilização de para-raios

e cabos de guarda, conectados de forma adequada ao sistema metálico em contato com a terra.

Os cabos utilizados para a malha de terra foram de cobre nu meio duro com encordoamento classe 2A de 95mm² para a malha principal, aterramento de equipamentos, colunas metálicas, vigas e postes para os barramentos; e de 50mm² para canaletas, casa de comando e casas de relés de 500kV e 230kV. Para o aterramento do para-raios de 230kV instalado nos transformadores foram utilizados cabos de cobre isolado de 95mm². As Figuras 88, 89 e 90 mostram cada tipo de cabos citados.

Segundo a NBR 6524 o cabo com encordoamento classe 2A é formado por sete cabos não compactados e oferecem uma resistência elétrica máxima a 20°C de 0,199 e 0,375 Ω /km para as bitolas de 95 e 50 mm² respectivamente.



Figura 88. Fotografia de escoltas do cabo de cobre nu 95 mm².



Figura 89. Fotografia da bobina de cabo de cobre nu 50 mm².



Figura 90. Fotografia Cabo de cobre isolado 95 mm²

3.2.1 IMPLANTAÇÃO DA MALHA PRINCIPAL

A configuração da malha de terra principal é composta por quadrados lados de 11 a 13,5 m conforme pode ser visto na Figura 91. Para a malha principal foram utilizados um total de 16700 m de cabos de cobre, abrangendo os setores de 500 e 230 kV, as periferias das casas de comando e relés de 500 e 230 kV.

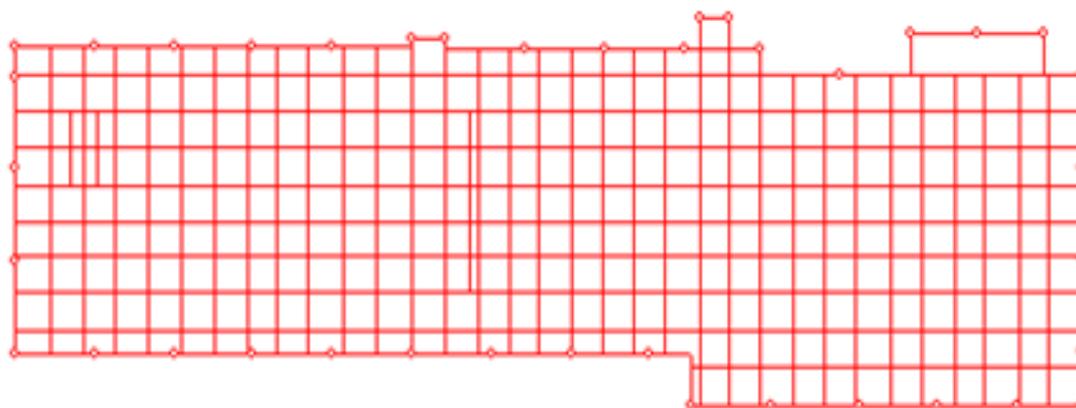


Figura 91. Ilustração da configuração da malha de terra principal

As valas escavadas para o lançamento dos cabos foram feitas com uma profundidade de aproximadamente 60 cm. Inicialmente foi utilizado um *bobcat* com uma valetadeira instalada para realizar as escavações. Todavia, pelo fato de o terreno ser pedregoso, foi preciso que houvesse uma substituição para uma retroescavadeira

utilizando uma concha de 30 cm. As Figuras 92 e 93 apresentam as fotografias do *bobcat* e retroescavadeiras respectivamente.



Figura 92. Fotografia do *Bobcat* com valetadeira.



Figura 93. Fotografia da retroescavadeira com cocha de 30 cm.

No setor de 230kV o solo era basicamente formado por pedras e, para alcançar a profundidade mínima de 50 cm, foi necessário o uso de uma escavadeira hidráulica com martelo para quebrar as pedras presentes. A Figura 94 apresenta a fotografia da escavadeira hidráulica.



Figura 94. Fotografia da escavadeira hidráulica com martelo.

Para a instalação da malha principal, inicialmente os locais das escavações eram marcados seguindo as distâncias fornecidas pelo projeto. Depois da marcação, as valas eram escavadas e niveladas tornando possível o lançamento do cabo. As Figuras 95 a 98 mostram os procedimentos descritos.



Figura 95. Fotografia da marcação para escavações da malha de terra principal.



Figura 96. Fotografia da escavação para a malha de terra principal.



Figura 97. Fotografia do nivelamento das valas para a malha de terra principal.



Figura 98. Fotografia de uma vala pronta para receber o cabo da malha de terra principal.

Para o lançamento dos cabos da malha principal, os comprimentos das valas escavas eram medidos e os cabos cortados das bobinas. Em seguida, eram feitas escoltas com cada cabo para em seguida serem transportadas e lançadas nas valas escavadas. Estes procedimentos são descritos nas Figuras 99 a 102.



Figura 99. Fotografia do cabo de cobre sendo esticado da bobina.

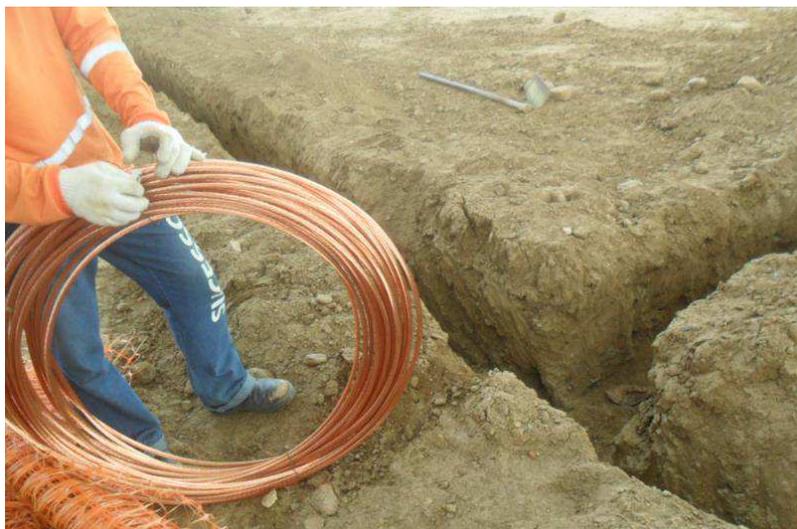


Figura 100. Fotografia da escolha de cabo de cobre próxima a vala.



Figura 101. Fotografia do lançamento do cabo de cobre da malha principal.



Figura 102. Fotografia do cabo da malha principal lançado.

Como é mostrado na Figura 103, a vala deve estar nivelada para que o cabo fique reto e não apresente deformações. Depois de lançados os cabos, as valas eram reaterradas com duas camadas de aterro seguido de compactação.



Figura 103. Fotografia da compactação do aterro das valas para a malha de terra principal.

3.2.2 SOLDAS DA MALHA DE TERRA PRINCIPAL

Para a interligação dos cabos da malha de terra principal são feitas soldas exotérmicas do tipo X e tipo T, ilustradas nas Figuras 104 e 105. As soldas são feitas por meio de moldes e pólvoras específicos para esta atividade. As Figuras 106 e 107 mostram os moldes utilizados para soldas do tipo X e T.



Figura 104 Fotografia da solda exotérmica tipo X.



Figura 105. Fotografia da solda exotérmica do tipo T.



Figura 106. Fotografia do molde utilizado para as soldas do tipo X.



Figura 107. Fotografia do molde utilizado para as soldas tipo T.

Depois da finalizada as soldas, era aguardada a aprovação da fiscalização do cliente (ETN) para que fosse realizado o reaterro da mesma.

3.2.3 HASTES DE ATERRAMENTO NA MALHA PRINCIPAL

As hastes de aterramento são utilizadas para garantir uma maior condutividade da malha. Na subestação CGT foram utilizadas hastes em aço revestidas de cobre de 3 metros de altura e diâmetro de $\frac{3}{4}$ de polegada instaladas a cada 30 metros na periferia da malha. A implantação das hastes foi feita com o auxílio um de batedor confeccionado na própria obra. As 108 a 110 ilustram o procedimento para implatação das hastes.



Figura 108. Fotografia do batedor e da haste para aterramento.



Figura 109. Fotografia da implantação da haste de aterramento.



Figura 110. Fotografia da haste de aterramento implantada e soldada a malha de terra.

4 CONCLUSÃO

A oportunidade de realizar o estágio curricular em uma obra de grande porte como uma subestação de 500kV traz à tona a importância do engenheiro buscar sempre um aperfeiçoamento no que se refere à sua área de formação. A engenharia aplicada em obras e construções abrange uma gama de conhecimentos que vão além de sua especialidade, como as áreas de segurança, administração, economia e relacionamento pessoal.

Conseguir envolver e motivar todas as equipes presente na obra para que trabalhem com determinação e eficiência visando cumprir os prazos estabelecidos podem ser enquadradas como características fundamentais ao bom desempenho de um engenheiro no exercício de suas atividades.

Para a realização do estágio foi necessário a aplicação principalmente dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas de equipamentos elétricos, distribuição de energia elétrica e instalações elétricas, como também os conhecimentos de *Excel*[®] e *Autocad*[®], programas pouco explorados na graduação do curso e que demonstram ser ferramentas fundamentais para exercer a profissão em diversas áreas.

No decorrer do período em que foi exercido o papel de estagiário, constatou-se uma enorme experiência adquirida, uma vez que conhecer e conviver com a atividade da engenharia elétrica trouxe a motivação para a busca de novas experiências nessa área, além de reafirmar a vocação pela carreira escolhida.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. **NBR 15751 - Sistemas de aterramento em subestações - Requisitos.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 2009. p. 2, 3, 4, 8.

ABNT. **NBR 6524 - Fios de cabos de cobre duro e meio duro com ou sem cobertura protetora para instalações aéreas - Especificação.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 1998. p. 6.

Souza, B. A.; **Distribuição de energia elétrica,** UFPB, 2ª edição, Campina Grande 1997.

MAMEDE FILHO, J. ;**Manual de Equipamentos elétricos.** LTC, Volume 1, 2 ed. Rio de Janeiro 1994