

3. METODOLOGIA DO TRABALHO

3.1. Equipamento e Software Utilizados

Para a aquisição (escaneamento da nuvem de pontos) utilizou-se um Lidar terrestre da Topcon GLS – 1500 (ver figura 14). Já a modelagem dos dados foi realizada com o software Cadmatic. O primeiro foi fruto de uma demonstração da empresa Santiago & Cintra e o segundo uma cortesia da VIT Engenharia.



- Equipamento compacto e todo integrado
- Alta tecnologia para escaneamentos precisos
- Baterias de lítio On-board (Hot swappable)
- Laser classe 1, invisível, e seguro aos olhos
- Camera digital de 2 mega pixels integrada
- Conexão Wi-Fi e USB
- Taxa de escaneamento de 30.000 pontos por segundo
- Alcance de 330 metros
- Acurácia de 4mm @ 150m
- Acurácia angular de 6" horizontal e vertical
- Aquisição de dados On-board utilizando cartões SD e display LCD

FIGURA 14 – LIDAR TERRESTRE TOPCON GLS – 1500 (Fonte: Apresentação Santiago & Cintra)

O Cadmatic é um software para aplicações de 3D finlandês empregado mundialmente no desenvolvimento de Layout de Plantas Industriais, no projeto e gerenciamento das fases de engenharia, fabricação, construção, comissionamento e manutenção da planta. O software é dividido em módulos, sendo os usados nesse trabalho: O Cadmatic eBrowser utilizado para visualização da nuvem de ponto modelada e o Cadmatic Plant Modeller que a modelou.

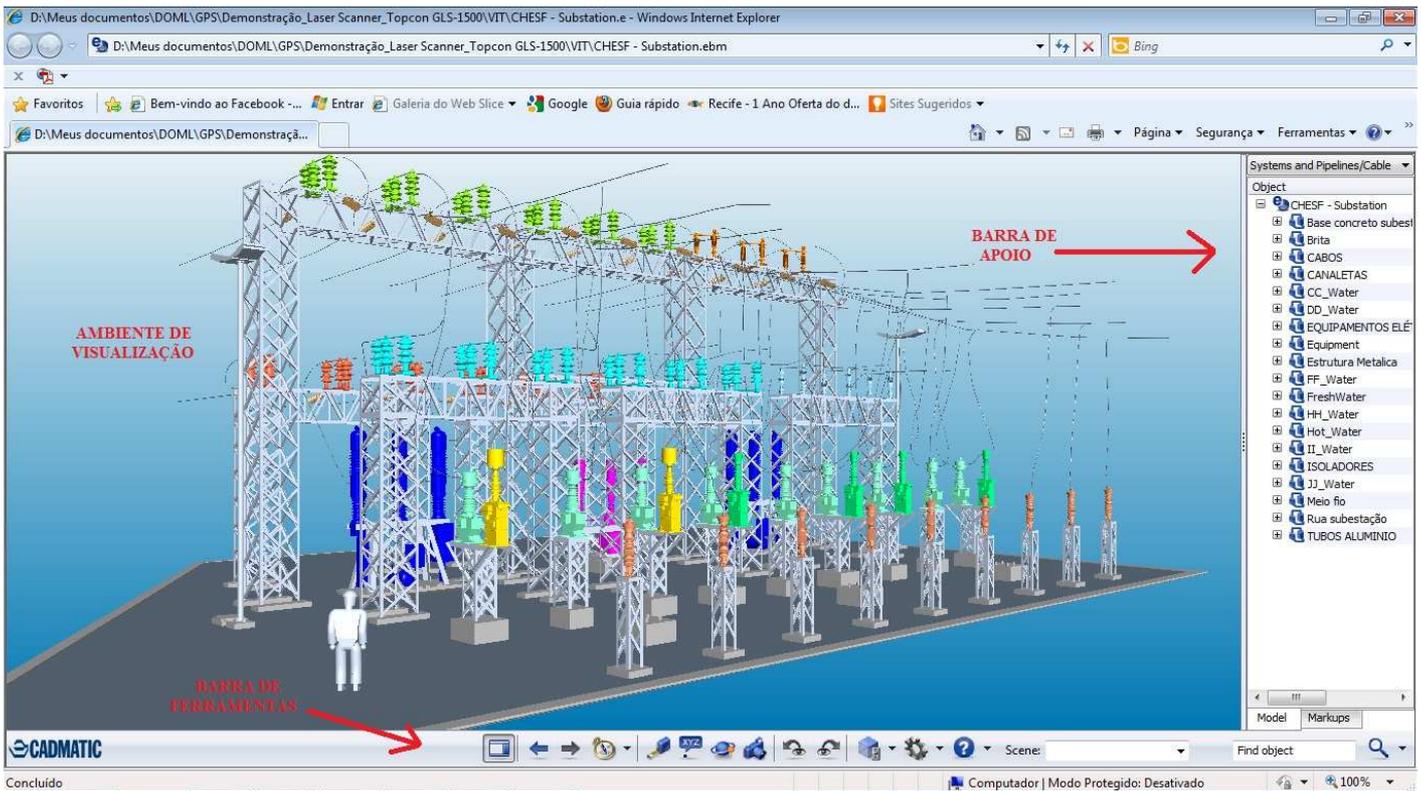


FIGURA 15 – SOFTWARE CADMATIC

3.2. Etapas de Desenvolvimento do Trabalho

O Figura 154 ilustra as etapas do desenvolvimento do trabalho.

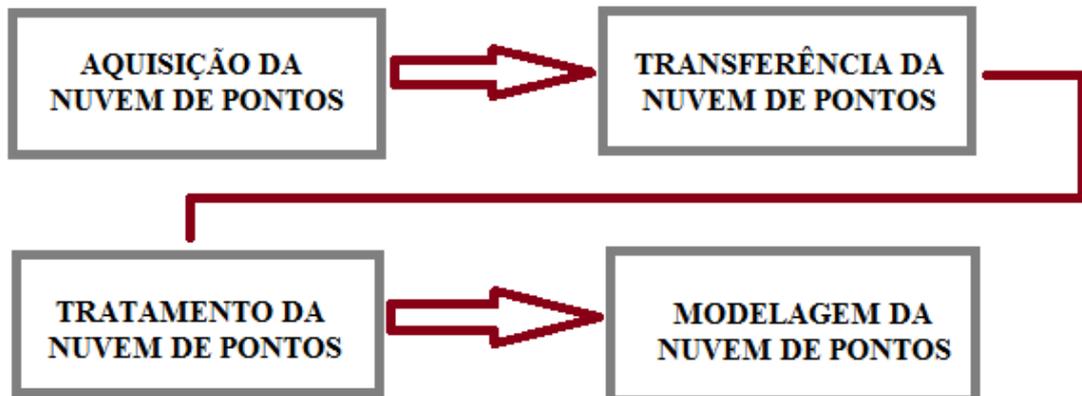


FIGURA 16 – ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO

3.2.1. Aquisição da Nuvem de Pontos

O local escolhido para o escaneamento foi o trecho de 69 kV da subestação de Bongi, localizada próximo a sede da empresa. Devido a grande quantidade de obstáculos, sendo também os mesmo densos, utilizou-se três rodadas de escaneamento, no sentido de aumentar as redundância dos dados e cobrir toda a área escolhida. Ao todo foram necessários aproximadamente 6

horas para a totalização do escaneamento. Foi utilizado uma resolução de 4 mm com 30 mil pontos por segundo.



FIGURA 17 – ESCANEAMENTO DA NUVEM DE PONTOS

Em cada uma das rodadas de escaneamento fez-se necessário fornecer uma coordenada conhecida, que apesar de não geroreferenciado é condição essencial para que orientar o equipamento e assim o mesmo associar a cada um dos pontos da nuvem as coordenadas X, Y e Z em referência a um ponto conhecido. Esse ajuste é feito igualmente aos realizados em estações total ou teodolito, através de miras.

3.2.2. Transferência da Nuvem de Pontos

A transferência da nuvem de pontos utilizando o Topcon GLS – 1500 é bastante simples, realizada pela USB. O software utilizado para isso é do mesmo fabricante do equipamento, chamado de Topcon Scam Master. Além de servir para receber os dados do Lidar (Topcon GLS – 1500) também serve para visualização, medição de distâncias, ângulos, enfim se presta ao mesmo papel do Cadmatic, no entanto utilizando a nuvem de pontos bruta.

Foi muito válido para esse trabalho o uso simultâneo dos dois softwares, tido que o Topcon Scam Master permitia trabalhar com a nuvem de pontos bruta onde temos a realidade do local escaneado sem perdas, ao passo que o Cadmatic permite trabalhar com a nuvem de pontos modelada, bem mais fácil de visualizar, no entanto com pequenas perdas natural do processo de modelagem.

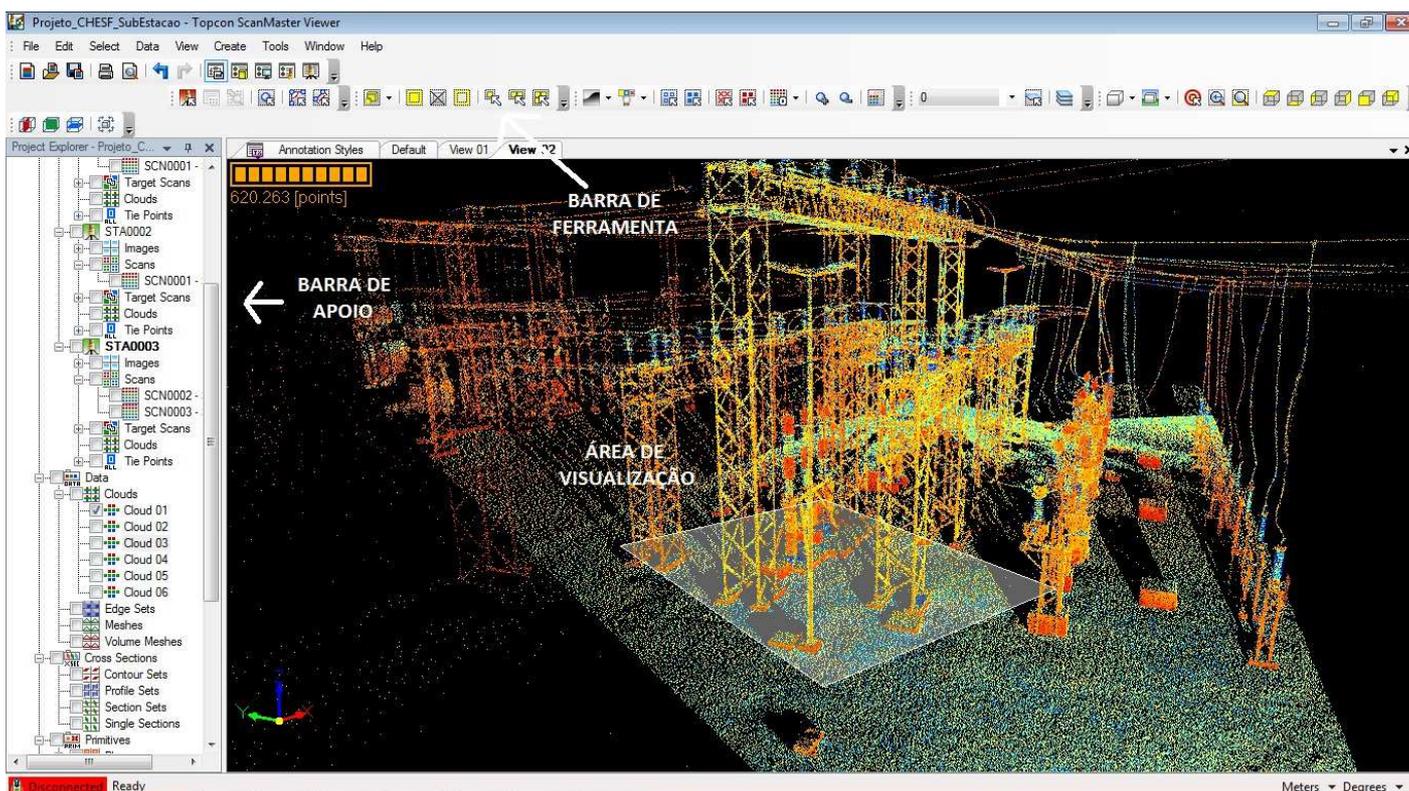


FIGURA 18 – SOFTWARE TOPCON SCAN MASTER

A tratamento da nuvem de pontos e sua modelagem foram realizados respectivamente pelos softwares Topcon Scan Master e Cadmatic.

O tratamento se fez necessário para filtrar algumas medições desnecessárias reduzindo o tamanho do arquivo, geralmente extensos devido a quantidade muito grande de dados. Em geral pode salvar essa nuvem de pontos em diversos formatos sendo os mais comuns com extensão LAS (pode ser visualizado no ArcGIS 10.1 ainda em versão beta), PTX (formato padrão para equipamentos Lidar e TXT).

A modelagem é um processo oneroso, no entanto após realizar a primeira modelagem pode salvar os seus templates dos vários componentes entre eles: cabos, isoladores e conectores, diminuindo significativamente o tempo em próximas modelagens. Mesmo retirando um pouco da realidade o processo de modelagem é muito necessário, no sentido de facilitar a identificação dos componentes, tido que a nuvem de pontos em estado bruto representa a realidade através de milhares de pontos e que por vezes deixam vazios dificultando a visualização.

4. ELABORAÇÃO DE PEX E APR UTILIZANDO NUVENS DE PONTOS DE LIDAR

Para exemplificar e ilustrar o trabalho segue um exemplo de elaboração de um PEX e APR para uma intervenção muito tradicional em trabalhos energizados em subestações: a liberação de chaves com técnica de trabalhos energizados pelo método a distância. No caso faremos apenas a liberação da fase A.

O local escolhido foi a chave 32J1-4. A nuvem de pontos servirá para que o executor tenha visualização do local escolhido sem mesmo ter ido lá uma outra vez. Também usando a nuvem de pontos modelada e o software Cadmatic, pode-se medir distâncias e ângulos de forma posicionar os materiais e profissionais.

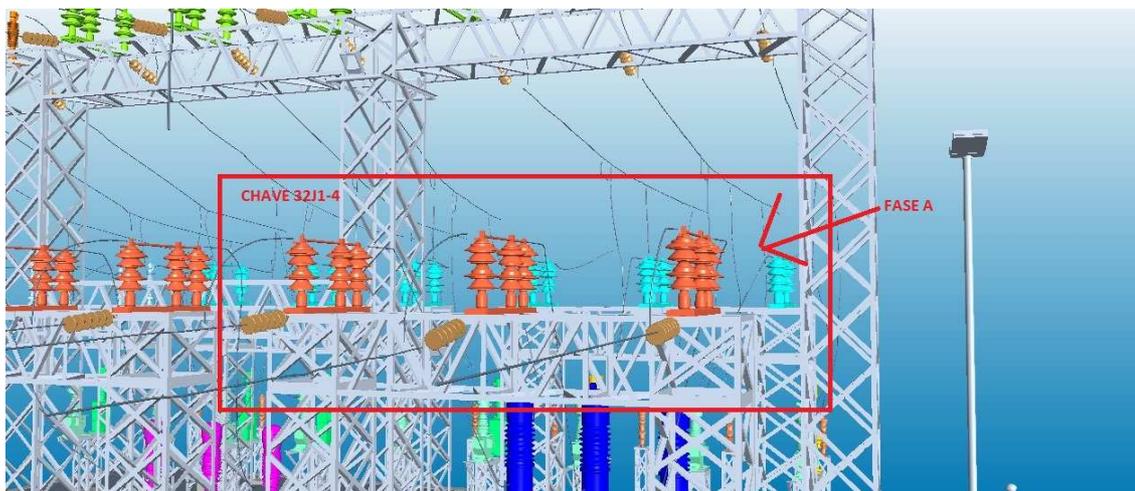


FIGURA 19 – VISTA 1 DA CHAVE 32J1-4

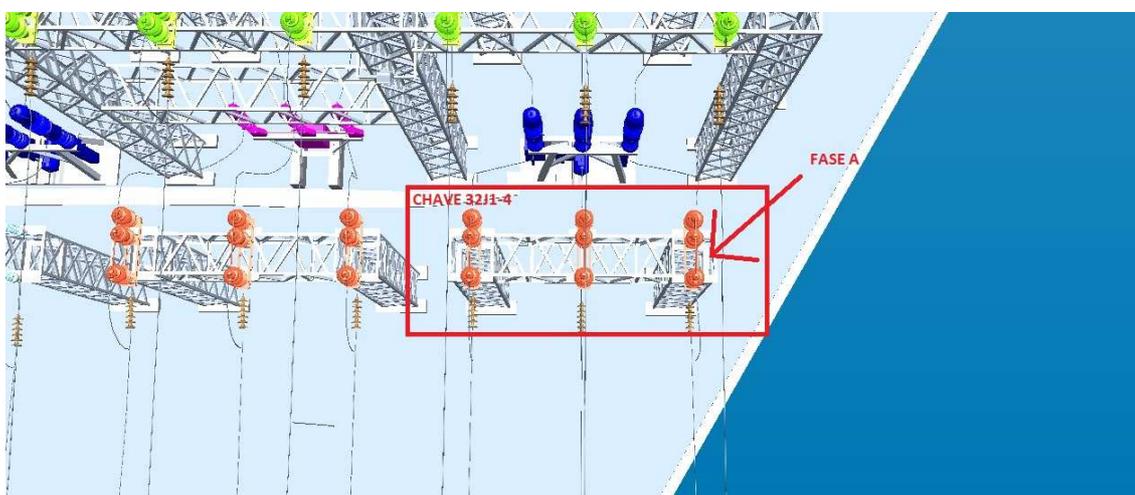


FIGURA 20 – VISTA 2 DA CHAVE 32J1-4

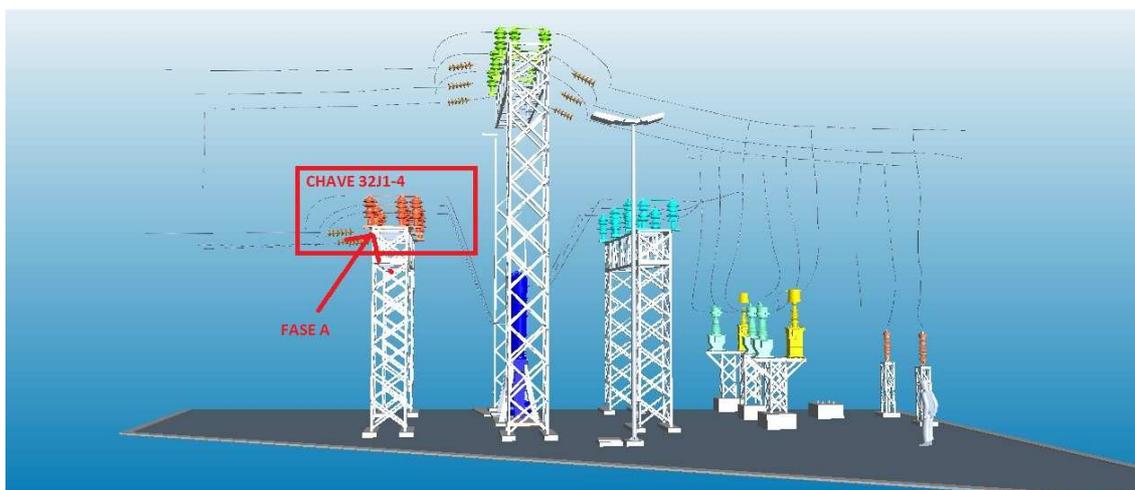


FIGURA 21 – VISTA 3 DA CHAVE 32J1-4

Para determinar a quantidade de módulos de andaime é necessário saber a altura do local a ser intervenido e o solo. A Figura 22 ilustra o valor (7 metros e 19 cm). Como cada módulo (2 peças) de andaime possui 1 metro é necessário 8 módulos. Essa atividade ajudou no passo 6.1 do PEX (ver formulário em anexo).



FIGURA 22 – MEDIÇÃO DA ALTURA LOCAL DA INTERVENÇÃO - SOLO

Usando ainda a nuvem de pontos pode-se posicionar o andaime de forma a visualizar sua melhor posição sem precisar testá-la no campo (ver Figura 23).

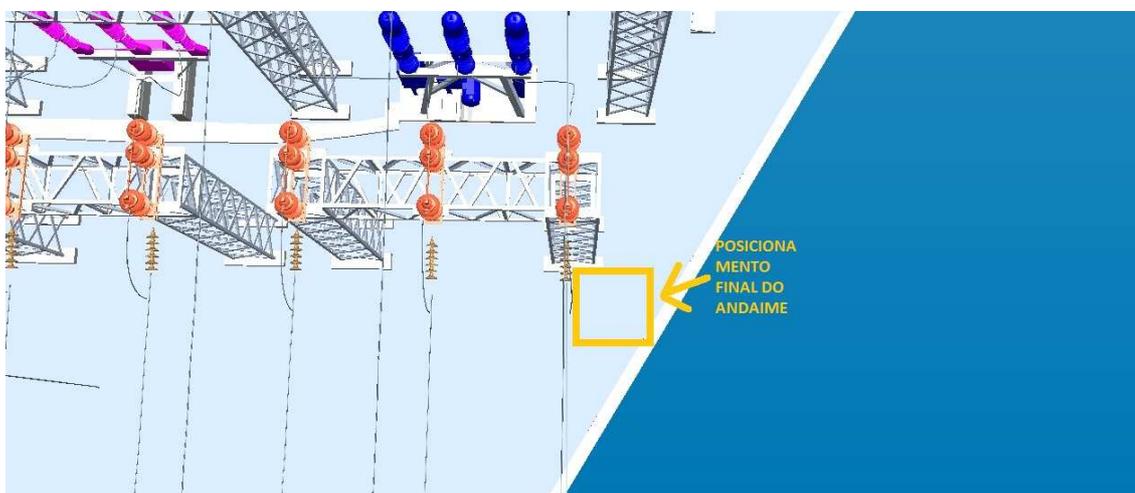


FIGURA 23 – POSICIONAMENTO DO ANDAIMENTO ISOLANTE

4.1. Análise Técnica

O exemplo realizado para elaboração de PEX e APR utilizando nuvem de pontos mostrou eficaz quando comparada a presença física a instalação. Para um profissional experiente a simples navegação pela nuvem de pontos dá a necessária visão para confecção do PEX e APR, restando a posteriori o nivelamento com toda a equipe que também pode ser feito utilizando a nuvem de ponto.

4.2. Análise Econômica

Apesar de se mostrar eficaz do ponto de vista técnico, a nuvem de pontos tem em si um custo associado. No entanto, tido que a mesma elimina a necessidade de deslocamento a instalação para que seja possível realizar o PEX e APR, foi realizado um comparativo baseado num custo médio de despesas de viagem. As despesas de viagem variam muito de localidade para localidade. A depender do meio de transporte (avião ou carro), da distância da instalação, necessidade de se pernoitar. Para facilitar os cálculos estimou-se um custo baseado no histórico e levando em consideração deslocamento de carro, com toda a equipe (geralmente 8 pessoas). Para essa atividade gastasse uma média de R\$ 4.000,00.

O custo da obtenção da nuvem de pontos é ainda uma estimativa, tido o ineditismo. Consulta a VIT Engenharia que modela os dados e possui parceiros que escanea com Lidar uma instalação temos um custo de R\$ 30.000,00 por instalação.

Comparando o custo com despesas de viagem e o custo de aquisição da nuvem de pontos de uma instalação, temos que com aproximadamente 7 a 8 intervenções o investimento está pago. Algumas instalações gera essa demanda em apenas 1 ano. Dessa forma e sem contar com demais aplicações em área de engenharia, manutenção de equipamentos, telecomunicações, civil, pode-se afirmar que a tecnologia atende os requisitos econômicos.

5. APLICAÇÕES DO LIDAR EM LINHAS DE TRANSMISSÃO

Uma grande aplicação também para o setor elétrico é usar Lidar Aerotransportado para escaneamento em linhas de transmissão, no sentido de levantamento de Modelo Digital de Terreno e com ele tirar conclusões acerca de erosões, distância cabo-obstáculos, cabo vegetação.

Para o caso específico de vegetação tem-se um enorme ganho em precisão (da ordem de 10 a 15 centímetros) e produtividade, tido que o trabalho de 2 horas de uma Lidar Aerotransportado pode substituir 1 mês de inspeção terrestre utilizando carro e dois analistas.

6. CONCLUSÃO

Diante do exposto conclui-se que:

- A tecnologia atende as necessidades tanto do ponto de vista econômico como técnico;

- Demais área podem também utilizar dos benefícios do trabalho realizado, rateando os custos e aumentando fator de utilização do produto;

- A hipótese de se adquirir o equipamento para que com quadro próprio seja realizada a coleta de campo (escaneamento) e logo após sua modelagem, não demonstrou-se viável, tido que apesar de simples a aquisição dos pontos a modelagem requer um grande gasto de homem x hora especializado fora da realidade e escopo da Chesf;

- Na área de Linhas de Transmissão a tecnologia já encontra-se mais avançado e utilizado apontando para uma tendência e diminuição dos custos e

- Em outros ramos como industriais, petroquímicas já encontra-se um bom uso da tecnologia.

7. ANEXOS

7.1. ANEXO I – PLANEJAMENTO EXECUTIVO – MANUTENÇÃO
CHAVE 32J1-4 DA SE BGI 69 kV

	PROGRAMA EXECUTIVO ANEXO I DA IM-MN-LT-M-018 - 6a. Edição		ÓRGÃO No. DOML 01/2011
	1) DESCRIÇÃO DO TRABALHO Tipo da Manutenção: Manutenção Preventiva nos Contatos da Chave 32J1-4 Objetivo: Realizar limpeza e ajustes no contato da fase A da Chave 32J1-4 a SE Bongí de 69 kV Local e data: 30/09/2011 – SE Bongí – 69 kV (Recife/PE)		
2) RECURSOS HUMANOS		2.1 Condições físicas e psicológicas (assinale se forem boas)	2.2 VISTO (de acordo)
Nome	Matrícula		
Eletricista 1	XXX.XXX	SIM	
Eletricista 2	XXX.XXX	SIM	
Eletricista 3	XXX.XXX	SIM	
Eletricista 4	XXX.XXX	SIM	
Eletricista 5	XXX.XXX	SIM	
Eletricista 6	XXX.XXX	SIM	
Encarregado de Equipe de Linha Viva	XXX.XXX	SIM	
Alexandre Manoel(Engo. Responsável)	218.588	SIM	
Motorista do caminhão baú	XXX.XXX	SIM	
3) RECURSOS MATERIAIS - Medidor de corrente de fuga (micro amperímetro) - 8 metros de andaimes isolantes (16 módulos + 2 transversais + 4 bases) - 20 varetas para estaiar andaime - EPI e EPC para envolvidos - 2 Roupas Condutivas			

<ul style="list-style-type: none"> - 2 bastões garras - 02 Jumper de continuidade (tensão) 	
4) TRANSPORTE / COMUNICAÇÃO	
<ul style="list-style-type: none"> - Caminhão baú; - Caminhonete L – 200 - Celular Engenheiro Responsável: 81-9298-8143 - Cordless Engenheiro Responsável: 622-2893 - 2 Rádios de comunicação 	
5) PROVIDÊNCIAS PRELIMINARES	RESP.
1 - Testar Andaime isolante conforme GO-MN-LT-M.001	Eletricista 1
2 – Conferir e separar todo material	Eletricista 2
3 –Realizar PEX e APR	Engenheiro
4 – Nivelar PEX e APR com toda a equipe	Engenheiro
5 – Solicitar intervenção (chave 32J1-4 liberada e energizada pelo barramento)	Encarregado
6 – Acompanhar sequência de manobra da operação para liberação da chave	Encarregado
7 – Testar a Roupa Condutiva (conforme GO-MN-MN-LT-M.003)	Eletricista 3
6) DESCRIÇÃO DA TÉCNICA	RESP.
6.1 – Montagem do andaime isolante (ver GO-MN-LT-M.006) até a altura da conexão entre a chave 32J1-4 e o barramento (fase A) com distanciamento horizontal de 2 metros da fase A	Eletricistas 1 e 2
6.2 – Instalação do micro amperímetro ao andaime (ver GO-MN-LT-M.008)	Eletricista 4
6.3 – Aproximação até encosta no cabo da fase A do barramento principal (ver Figura 23). Em seguida aguardar 3 minutos verificando o valor da corrente de fuga que não pode ultrapassar 20 micro Siemens (ver NM-MN-LT-L.002)	Eletricistas 5 e 6
6.4 – Entrada ao potencial para liberação do pulo da chave (fase A) que está conectado ao barramento (o eletricista deve está usando roupa condutiva – GO-MN-LT-M.004)	Eletricista 3 Eletricista 4
6.5 – Instalação do bastão garra para segurar o pulo (escalar o pórtico da estrutura e posicionar o bastão com colar e sela)	Eletricista 1 e 2
6.6 – Manutenção no contato da fase A da chave 32J1-4	Eletricista 3
6.6 – Entrada ao potencial para reconexão do pulo da chave (fase A)	e 4
6.7 – Afastamento do andaime com posterior desmontagem	Eletricistas
6.8 – Devolução da instalação junto a operação	1 e 2 Encarregado

7) OBSERVAÇÕES

- 7.1 – Está sempre atento as condições metereológicas (ver NM-MN-LT-L.002)
 7.2 – Não realizar modificações nesse PEX e APR sem consulta e nivelamento de todos

8) NORMATIVOS DE REFERÊNCIA

- GO-MN-LT-M.001 – Ensaio Elétrico com Ritz Tester de Equipamento Isolante
 GO-MN-LT-M.003 – Ensaio Elétrico de Continuidade de Roupa Condutiva
 GO-MN-LT-M.004 – Utilização da Vestimenta Condutiva
 GO-MN-LT-M.006 – Montagem do Andaime com Escada Isolante
 GO-MN-LT-M.008 – Ensaio Elétrico de Monitoramento de Corrente de Fuga
 IM-MN-LT-M.034 – Intervenção em Instalações Energizadas para liberação de Equipamentos
 IM-MN-LT-M.080 – Técnicas de Trabalhos em Altura
 NM-MN-LT-L.002 – Manutenção em Linhas de Transmissão e Barramentos Energizados

9) ANEXOS

- Croquis (Figuras da Nuvem de Pontos)
 Normativos

COMPUTADOR	30/09/2011	ALEXANDRE MANOEL	218.588
LOCAL:	DATA:	ELABORADO POR:	MATRÍCULA:

7.2. ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO – MANUTENÇÃO CHAVE 32J1-4 DA SE BGI 69 kV

ATIVIDADE: Realizar limpeza e ajustes no contato da fase A da Chave 32J1-4 a SE Bongl de 69 kV Responsável: Alexandre Manoel		Instalação: SE BGI DOML Data: 30/09/2011	
Órgãos Envolvidos:		Graduação dos Riscos (Apos adoção das medidas preventivas)	
Ação (na atividade de...)	Risco (pode ocorrer...)	Consequência (trazendo como efeito...)	S P R
Escalada no andaime	<ul style="list-style-type: none"> Queda 	<ul style="list-style-type: none"> Lesões / Morte 	II A
Liberação e Conexão do Pulo	<ul style="list-style-type: none"> Choque Elétrico 	<ul style="list-style-type: none"> Lesões / Morte 	III A
		<ul style="list-style-type: none"> Usar EPI de Altura Seguir o PEX e APR Usar Roupa Condutiva Usar Vestimenta Antichama Não invadir a distância de segurança (0,95 metros) 	MO DER ADO

SEVERIDADE		I (MÍNIMA)			II (MARGINAL)			III (CRÍTICA)		
		I (MÍNIMA)			II (MARGINAL)			III (CRÍTICA)		
PROBABILIDADE										
A (RARA)		DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO
B (REMOTA)		DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	DESPREZIVEL	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO
C (MÉDIA)		MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHESF. **Sistemas.** Disponível em: <
http://www.chesf.gov.br/portal/page/portal/chesf_portal/paginas/sistema_chesf>.

Acesso em: 15 maio 2011.

FERREIRA, I. R. PEREIRA, I. M., PEREIRA, M. R. F. **Localização de ativos e Navegação em Faixas de Linhas de Transmissão usando Tecnologia GPS.** XIV ERIAC – Encontro Íbero Americano do CIGRÉ – 2011.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

IBGE. **Atlas Geográfico Escolar.** Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/atlasescolar/apresentacoes/oquee.swf>>. Acesso em:

18 maio 2011.

IM-MN-LT-M.018 – Planejamento Executivo e Análise Preliminar de Risco 6ª edição. Disponível na intranet da CHESF. Acesso em: 15 jun. 2011.

IM-MN-LT-M.052 – Intervenções em Pontos Quentes Energizados 2ª edição. Disponível na intranet da CHESF. Acesso em: 15 jun. 2011.

Wutke, J. **Métodos para Avaliação de um Laser Scanner Terrestre.** Curitiba, 2006. Dissertação de Mestrado.

Martinuzzi, T. B. **Processamento e visualização de campos em Ambientes e Sistemas CAD 3D Aplicados a Projetos de Iluminação de Subestações.** Curitiba, 2006. Dissertação de Mestrado.

Carneiro, M. C. S. M. **Monitoramento das Dunas Utilizando o Sistema de Mapeamento a Laser (Lidar) Aerotransportável: Um estudo de Campo de Dunas do Município de Rio de Fogo, RN, Brail.** Recife, 2011. Dissertação de Doutorado.

Florenzano, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto,** Livro, 128 páginas.

Apresentação Santiago & Cintra