

Linhas de Cabos Isolados de AT

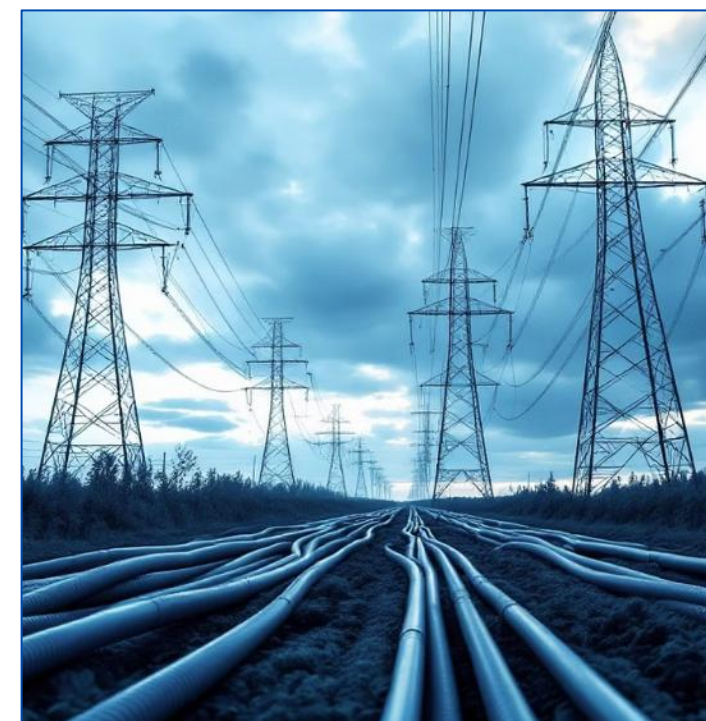
Lições aprendidas, desafios e melhores práticas para a confiabilidade do sistema

Palestrante: Carla Damasceno Peixoto

REALIZAÇÃO:

Agenda

- Desafios na Transmissão de Energia
- Comparativo - Linhas Aéreas x Cabos Isolados
- Fatores Decisivos - Escolha de Alternativa
- Implantação e Desafios Linhas Cabos Isolados
- Mitigação dos Desafios
- Lições Aprendidas e Melhores Práticas



REALIZAÇÃO:

Desafios na Transmissão de Energia

Transição Energética

Adaptação às novas demandas e tecnologias sustentáveis

Complexidade Urbana

Crescente densidade populacional e restrições de espaço

Eventos Climáticos

Tendências climáticas extremas afetando especialmente as linhas aéreas

REALIZAÇÃO:

Comparativo - Linhas Aéreas vs. Cabos Isolados

Critério	Linhas Aéreas	Linhas Cabos Isolados
Segurança Pública	Mais exposta	Mais protegida
Custo Inicial	Mais baixo	Mais alto (~5 a 10 vezes)
Flexibilidade	Maior	Menor
Quant. Falhas / Localização / Reparo	Mais propenso a falhas	Raro
	Facilitada	Complexa localização e reparo
Impacto Visual	Significativo	Infraestrutura não aparente
Capacidade Corrente (= seção conductor)	Maior	Menor
Reatância	Maior reatância indutiva	Maior reatância capacitiva

REALIZAÇÃO:

Fatores Decisivos na Escolha de Alternativa



Sistema Aéreo

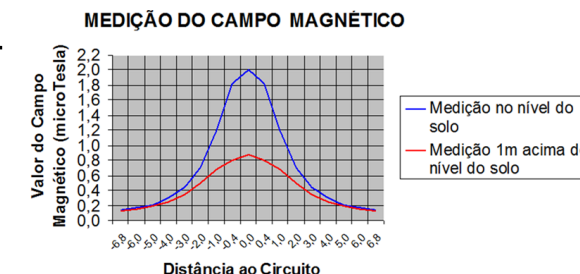
Economia (baixo custo inicial e manutenção simples)
Aplicação: áreas rurais, industriais, ou onde o custo é determinante



Sistema Subterrâneo



Segurança, impacto ambiental reduzido e pressão pública
Aplicação: áreas urbanas densas, travessias críticas, zonas sensíveis e exigência legal



REALIZAÇÃO:

Implantação de Linhas Cabos Isolados

Atividades principais

- ❖ Coleta dos parâmetros elétricos do sistema
- ❖ Escolha da rota
- ❖ Projeto básico do licenciamento ambiental
- ❖ Levantamento da área p/ transposição de obstáculos
- ❖ Projeto do cabo e especificações acessórios/aterramento
- ❖ Definição e projeto da infraestrutura civil
- ❖ Projetos licenciamento municipal - uso de áreas públicas



REALIZAÇÃO:

Implantação de Linhas Cabos Isolados



Isolamento - polietileno reticulado (XLPE) - maior resistência térmica, dielétrica e mecânica.



Tipos de instalação - diretamente enterrados, dutos, canaleta, ponte e túneis



Classes de tensão - AT 69 a 230 kV
EAT 345 a 500 kV e UAT >500 kV

Parâmetros Elétricos

Tensão , frequência, fator de carga, NBI
Temperatura média ambiente/solo/ar
Capacidade regime normal/emergência
Corrente curto circuito
Tempo atuação proteção
Condição de operação

REALIZAÇÃO:

Principais Desafios Linhas Cabos Isolados

Dissipação Térmica

Capacidade de dissipação de calor ↓ c/
profundidade de instalação dos cabos ↑

Capacidade de corrente limitada à
temperatura máxima do isolante

Infraestrutura Civil Complexa

Interferências redes públicas (redes de
água, esgoto, gás, telecom. e etc.)
e outras redes de energia

Transposição de trechos subaquáticos/
submarinos, vias de grande movimento e
ferrovias

Instalação de Cabos e Acessórios

Montadores capacitados e homologados

Custo Elevado

5 a 10 vezes maior que o de linhas aéreas

Localização e reparo de falhas

Dificuldade de acesso em caso de falha.
Tempo de reparo geralmente + longo que LA
Testes e diagnósticos - equipamentos
sofisticados

Capacitância

Aumenta com o comprimento da linha
pode necessitar de compensação

REALIZAÇÃO:

Mitigação dos Desafios



Detalhamento da Área

Definição da rota
mapeamento completo
interferências no
subsolo



Planejamento/Projeto

Definição cuidadosa
infraestrutura civil
(caminho crítico), cabo,
acessórios e aterramento



Estratégias

Execução obra civil em
trechos - mais de uma
frente de obra
Equipes certificadas
Rotina manutenção c/
inspeções periódicas,
monitoramento *online*



Planos de Contingência

Desenvolvimento protocolos
p/ resposta ágil na localização
e reparo das falhas
Estoque sobressalentes
(cabos, emendas e terminais)
Contratos de alocação
temporária de recursos c/
equipes certificadas

REALIZAÇÃO:

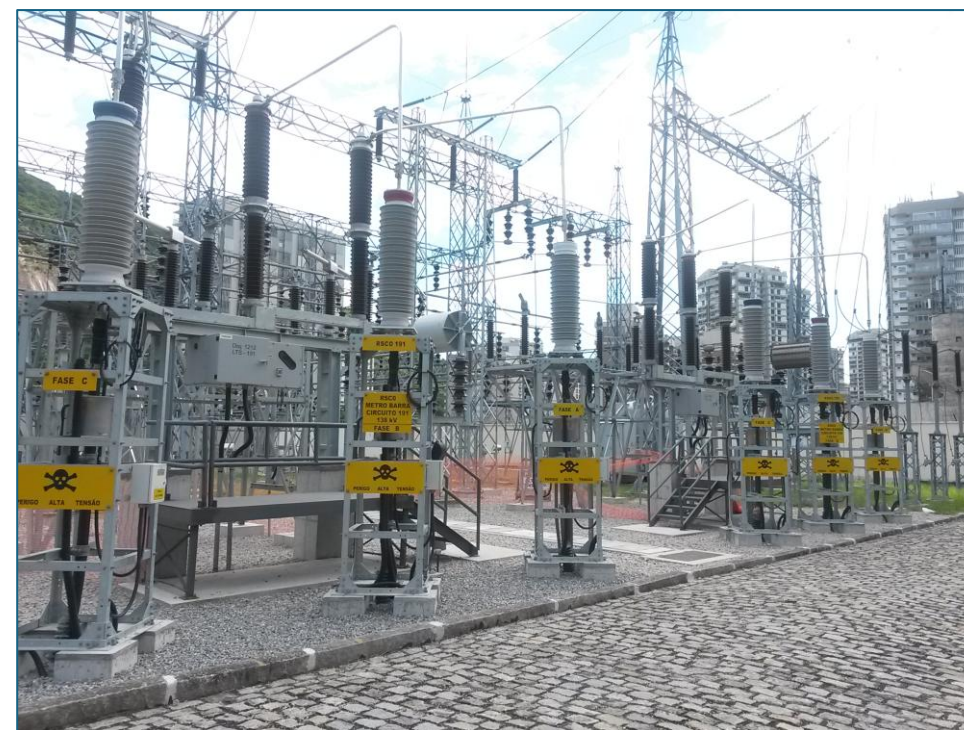
Lições Aprendidas e Melhores Práticas



Interligação de Subestações / Trafos / Banco capacitores

Compactas – SF6

Convencionais



REALIZAÇÃO:

Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Infraestrutura civil – método convencional

Escavação - vala em vias públicas

Concretagem - banco de dutos



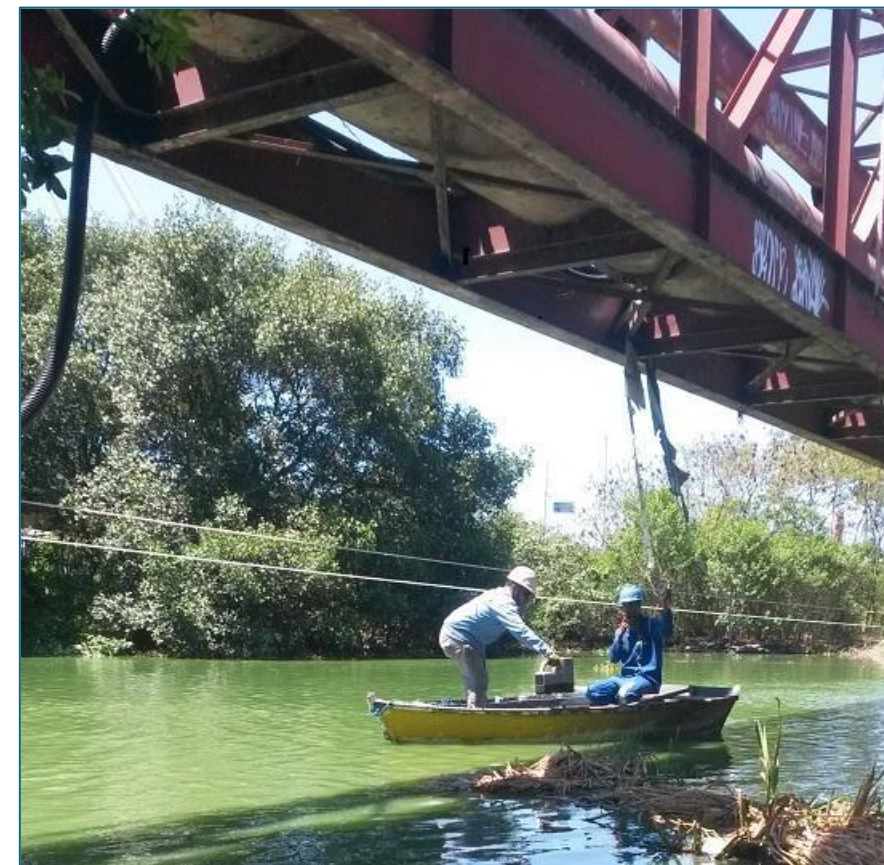
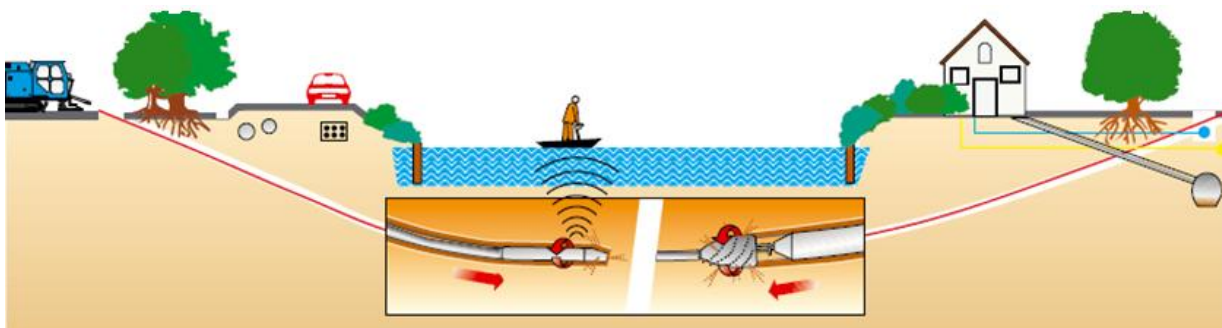
REALIZAÇÃO:

Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Infraestrutura civil – método não destrutivo

Transposição de obstáculos

Perfuração horizontal direcional (HDD)



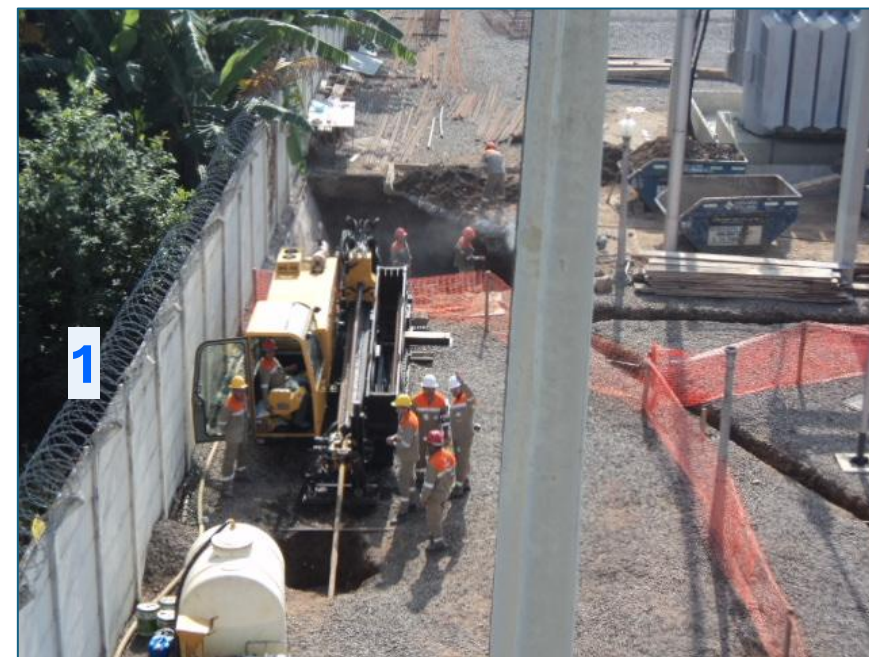
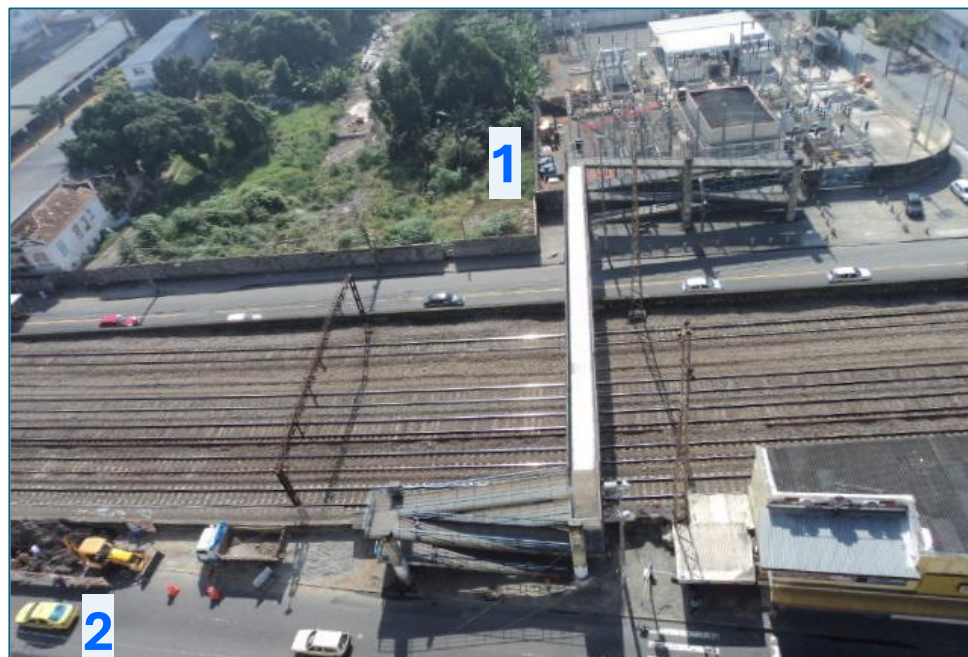
REALIZAÇÃO:

Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Infraestrutura civil – método não destrutivo

Transposição de obstáculos

Perfuração horizontal direcional (HDD)



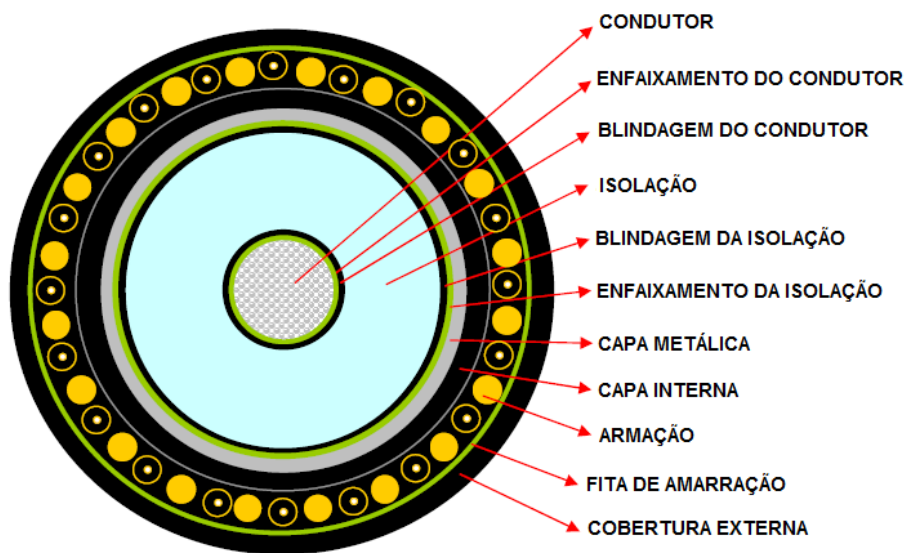
REALIZAÇÃO:

Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Linhas submarinas

Instalação de cabos

Recobrimento cabos nas margens

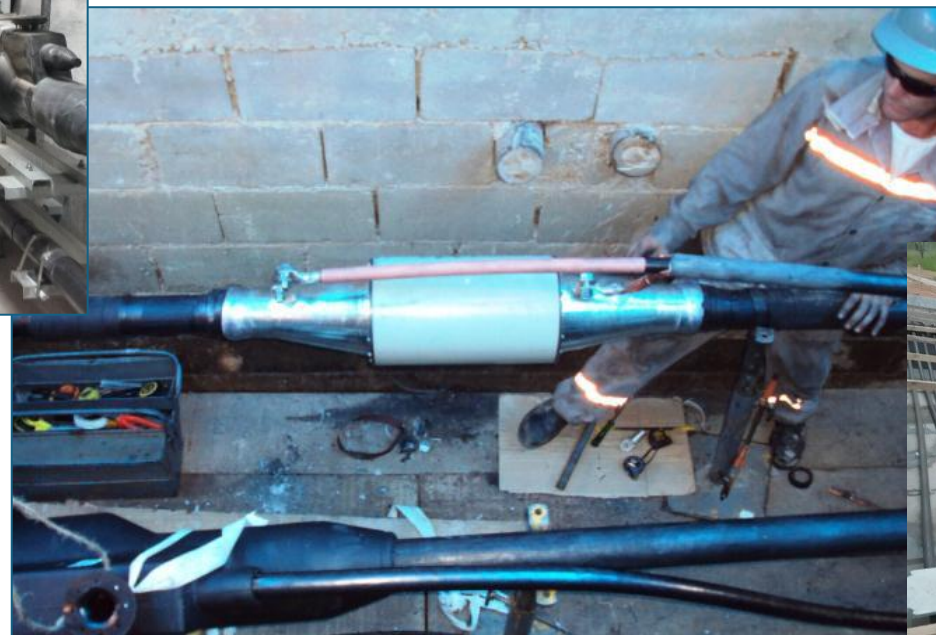


REALIZAÇÃO:

Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Caixas de emendas

Concreto armado c/ acesso
Diretamente enterrada



REALIZAÇÃO:

Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Terminais

Entrada em Blindada SF6



REALIZAÇÃO:

Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Linhas Mistas

Enterramento trecho intermediário
das linhas aéreas

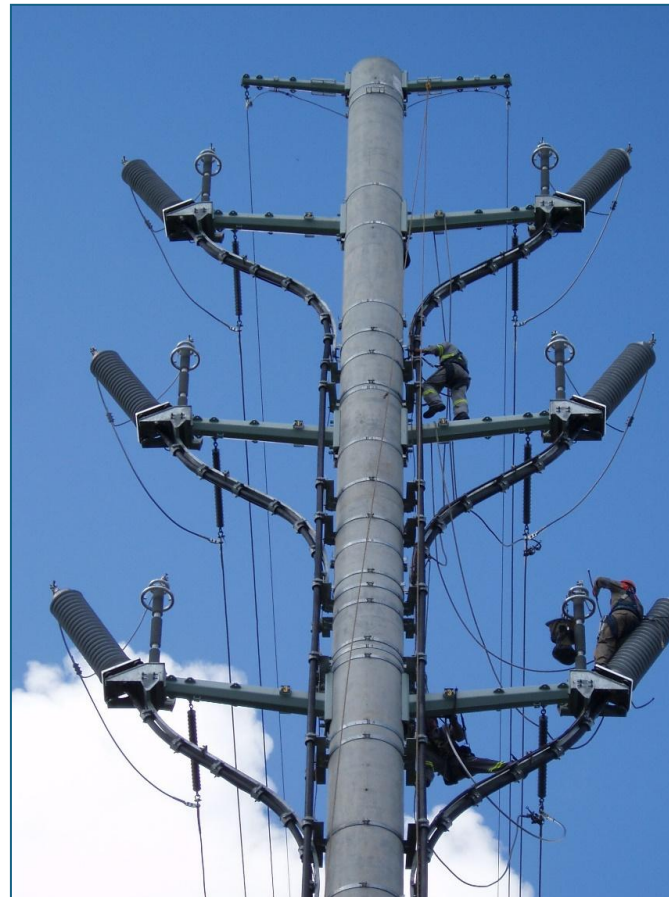
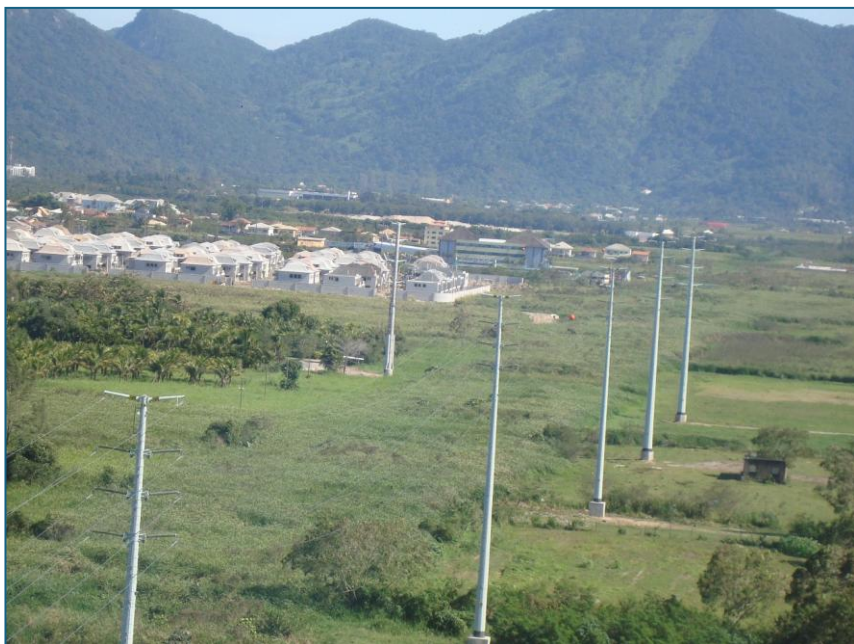


REALIZAÇÃO:

Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Linhas Mistas

Enterramento trecho - chegada na SE



REALIZAÇÃO:

Linhas de Alta Tensão - CC

Obra em andamento

2 elos de corrente contínua
1 x 500 km e 1 x 700 km
2 x 2.000 MW
3.000 mm² Cu / XLPE / 525 kV



Confiabilidade 

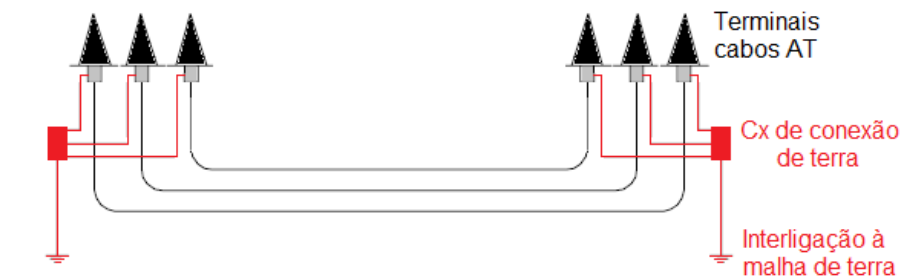


REALIZAÇÃO:

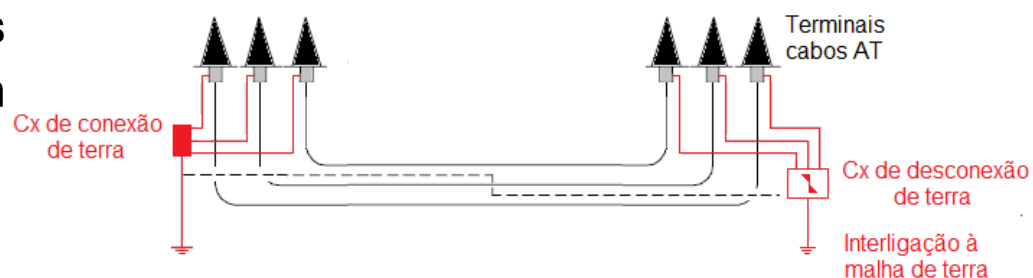
Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Aterramento

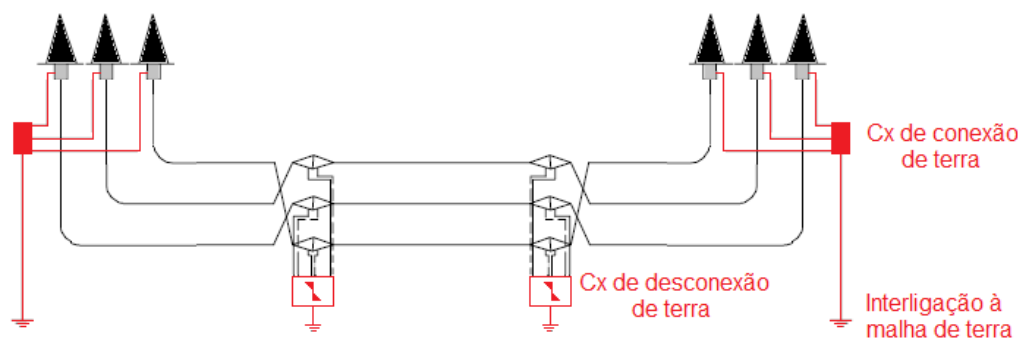
Atenuação das
perdas elétricas
na blindagem
metálica p/
aumentar
ampacidade
da linha



➤ Diretamente aterrado



➤ Aterrado em 1 das extremidades:
“single point bonding”



➤ Aterramento com transposição:
“cross bonding”

REALIZAÇÃO:

Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Sistemas de Monitoramento e Diagnóstico

TIPO	MONITORA	PRINCIPAIS VANTAGENS
DTS/RTTR	<i>Distributed Temperature Sensing</i> <i>Real-Time Thermal Rating</i> Temperatura ao longo do cabo	Identificação pontos quentes Calcula a capacidade da linha em tempo real Ajuda na localização da falha
DAS	<i>Distributed Acoustic Sensing</i> Vibrações ao redor do cabo	Identificação ações de terceiros, escavações, impactos e vandalismo Ajuda na localização da falha
DTSS	<i>Distributed Temperature & Strain Sensing</i> Temperatura e deformação física FO	Identifica intensidade da deformação da fibra ótica interna ao cabo e conseqüentemente do cabo (submarino)
PD	Descargas parciais	Diagnóstico de defeitos na isolação do cabo e acessórios
TDR	Refletividade ao longo do cabo	Localiza falhas ou anomalias pontuais

REALIZAÇÃO:

Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Comissionamento

- Verificação do faseamento/continuidade
- Teste integridade capa externa do cabo
- Verificação do aterramento
- Teste de Alta Tensão em CA
- Medição de Descargas Parciais
- Testes das fibras óticas
- Testes sistemas de monitoramento



REALIZAÇÃO:

Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Manutenção Preventiva

- Inspeção visual regular (rota)
- Termografia
- Integridade capa externa / aterramento
- Monitoramento em tempo real
- Verificação ação de descargas parciais
- Equipe técnica certificada



antecipar falhas, reduzir riscos, aumentar a vida útil e otimizar os custos de manutenção

Manutenção Corretiva

- Sistemas monitoramento ajudam na localização da falha
- Inspeção na rota
- Reflectometria no domínio do tempo (TDR)
- Acessórios sobressalentes em estoque
- Equipe técnica certificada

REALIZAÇÃO:

Grata pela atenção!



Carla Damasceno Peixoto
carladampe@gmail.com

REALIZAÇÃO: