



Redes Subterrâneas de Energia Elétrica/2017

6, 7 e 8 de junho de 2017

Centro de Convenções Frei Caneca - São Paulo - SP

ETAPAS DO PLANEJAMENTO PARA EXECUÇÃO DE UM PROJETO DE ENTERRAMENTO DE REDES DE ENERGIA ELÉTRICA

Antonio Paulo da Cunha - Sinapsis

Renato Grigoletto Biase - Sinapsis

Ronaldo Antonio Roncolato - RAR

O material utilizado nessa apresentação faz parte do Manual de Conversão de Redes de Distribuição Aéreas em Subterrâneas em Locais Urbanizados, produto de Projeto de P&D da CPFL “**DE 3006 - Critérios e Soluções para Implantação de Redes de Distribuição Subterrâneas com Recursos Inteligentes em Locais Urbanizados considerando Interferências com outros Serviços Públicos e Privados**”, realizado no âmbito do Programa de P&D ANEEL. O Projeto foi desenvolvido pelas seguintes entidades:



SUMÁRIO

- 1.Objetivo
- 2.Requisitos Regulatórios e Diretrizes de Planejamento
- 3.Critérios para a adoção de RDTS
- 4.Levantamento de dados
- 5.Planejamento da implantação da RDTS
- 6.Aplicação do ciclo de planejamento tático às RDTS
- 7.Priorização de alternativas
- 8.Atividades pós-planejamento

1. OBJETIVO

Apresentar os critérios de planejamento para execução de projetos de RDTS - Redes de Distribuição com Trechos Subterrâneos, onde somente uma pequena parte da rede que emana de uma mesma subestação (ou subestações vizinhas) é convertida ou estendida com circuitos primários ou secundários subterrâneos.

Esse é caso das conversões de redes urbanas realizadas nas distribuidoras CPFL

Fonte: Manual de Conversão de Redes de Distribuição Aéreas em Subterrâneas em Locais Urbanizados – CPFL

Exemplos de RDTS

Av. Fco Glicério / Campinas = .400m)



Av. Central / Hortolândia = 400 m



Sertãozinho = 500 m



Ribeirão Preto = 1.100 m



2. REQUISITOS E DIRETRIZES DE PLANEJAMENTO

Para as RDTS devem ser adotados os requisitos de caráter geral (carregamento, previsão de demanda, nível de tensão, indicadores de continuidade, etc.) mas que contemplem características específicas, tais como:

- Maior tempo de implantação de obras no subsolo devido a autorizações, restrições de horários de trabalho e própria natureza dos trabalhos;
- Dificuldade de realização de obras de expansão com interrupção de tráfego e circulação de pedestres;
- Indução ao crescimento de carga pela reurbanização e melhoria estética normalmente associada;
- Interface com a rede de distribuição aérea vizinha.

2. REQUISITOS E DIRETRIZES

As diretrizes gerais de planejamento das RDTs são apresentadas na tabela abaixo:

Diretrizes gerais	Influência do planejamento	Influência da padronização construtiva
Economia	Média	Alta
Confiabilidade	Alta	Alta
Facilidade de operação e manutenção	Baixa-Média	Alta
Atualização tecnológica	Baixa	Alta
Escalabilidade das soluções	Alta	Alta
Minimização de impactos urbanos	Alta	Média

2. REQUISITOS E DIRETRIZES

Descrição	Diretriz interna
Configuração	Implantação: Radial com recurso pela RDA Expansão: recurso com alimentador subterrâneo
Horizonte	Obras civis: min.10 anos Cabos MT, transformadores e planejamento tático: 5 anos
Reserva obras civis	Acomodar transformador com potência nominal imediatamente superior Mínimo de dois dutos para o primário e um duto para o secundário (por arredondamento ao padrão acima mais próximo o número de reservas final pode ser maior)
Fatores de utilização iniciais	Conforme critérios de projeto
Conexões com a RDA	Espaço e custo equipamentos proteção e seccionamento
Indicadores de continuidade	Benchmarking taxas de falhas Tempos de restabelecimento próprios para localização e isolamento defeito
Participação nos investimentos	REN ANEEL 742/2016
Margem de erro custos	10 %

3. CRITÉRIOS PARA A ADOÇÃO DE RDTS

- Atendimento de demandas da sociedade (coluna A)
- Solução técnica dos itens da coluna (B)

	Motivadores da sociedade (A)	Motivadores da distribuidora (B)
Estética	S	N
Conservação das árvores	S	N
Espaço para circulação de pedestres	S	N
Acidentes automobilísticos	S	N
Riscos de contato com a RDA	S	S
Desligamentos momentâneos	S	N
Indicadores de continuidade individuais	S	S
Crescimento de carga com congestionamento das estruturas	S	S
Fraudes	N	S
Reputação da concessionária	N	S

3. CRITÉRIOS PARA A ADOÇÃO DE RDTS

A distribuidora pode ter critérios técnicos próprios para facilitar a conversão futura de redes de distribuição aéreas em locais cujas características de urbanização e crescimento de carga assim o requeiram.

O critério técnico para o estabelecimento da densidade de carga a partir da qual uma rede de distribuição aérea deve ser convertida para subterrânea pode ser estabelecido a partir dos seguintes aspectos:

- Esgotamento da capacidade dos alimentadores;
- Falta de capacidade para socorro em contingências;
- Congestionamento das estruturas aéreas para receber novos equipamentos, especialmente transformadores

4. LEVANTAMENTO DE DADOS (LISTA DE VERIFICAÇÃO)

■ Restrições do tipo de ocupação

- ✓ Lei de zoneamento;
- ✓ Mecanismos de outorga onerosa
- ✓ Regras ou restrições para instalação de mobiliário urbano;
- ✓ Adequação das calçadas à lei de acessibilidade.

■ Mapas de superfície (podem ser temáticos) e de subsolo

■ Caracterização das cargas: avaliação de crescimento horizontal (novos clientes) e vertical (aumento de demanda de clientes existentes) ou critério de previsão de cargas por quadriculas. Considerar efeitos indutores do crescimento devido à conversão aérea x subterrâneo.

■ Inspeção e levantamento de condições in loco (survey)

5. PLANEJAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA RDTS

Aspectos importantes do planejamento inicial de implantação de uma RDTS:

■ Rota do circuito primário

- ✓ Extensão a partir de rede aérea existente – confiabilidade limitada pelo desempenho da rede aérea;
- ✓ Conversão parcial de rede aérea existente – confiabilidade pode se beneficiar de uma alimentação subterrânea desde a SE

■ Pontos de transição com a rede de distribuição aérea - a extensão total dos primários no caso da RDTS é ditada pelos pontos de conexão com a RDA usada para prover alimentação em contingência.

■ Alocação de postos de transformação – planejador deve avaliar:

- ✓ Espaços disponíveis para equipamentos acima do solo;
- ✓ Baricentro das cargas atendidas;
- ✓ Comprimento máximo admissível do circuito secundário devido às quedas de tensão.

5. PLANEJAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA RDTS

Aspectos importantes do planejamento inicial de implantação de uma RDTS:

- Redes secundárias – trajetos básicos

- Ramais de ligação de consumidores – nº consumidores e comprimento médio

- Alocação de seccionamentos

- Verificação do comportamento em contingências

- **Funções inteligentes**

É desejável que a introdução de funções de redes elétricas inteligentes necessárias para a manutenção e operação da RDTS seja considerada desde o planejamento da implantação, sob o risco de que as mesmas se tornem inviáveis ou tenham custo superior quando da sua implantação.

5. PLANEJAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA RDTS

Funções Inteligentes

- Dispositivos de identificação e medição de condições ambientais
- Tags passivos ou ativos = etiquetas que podem ser lidas a distância

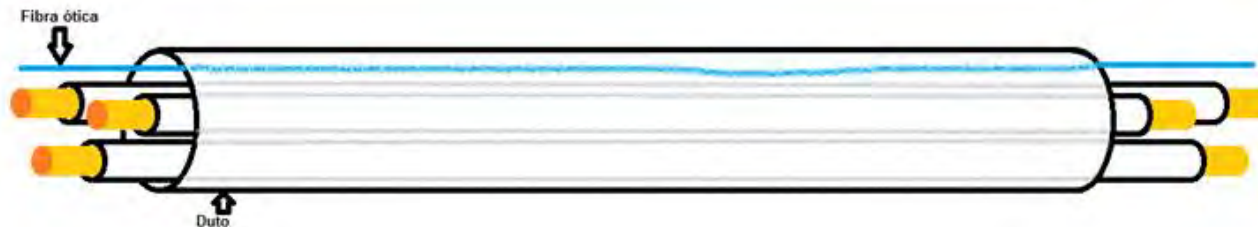


Tags passivos



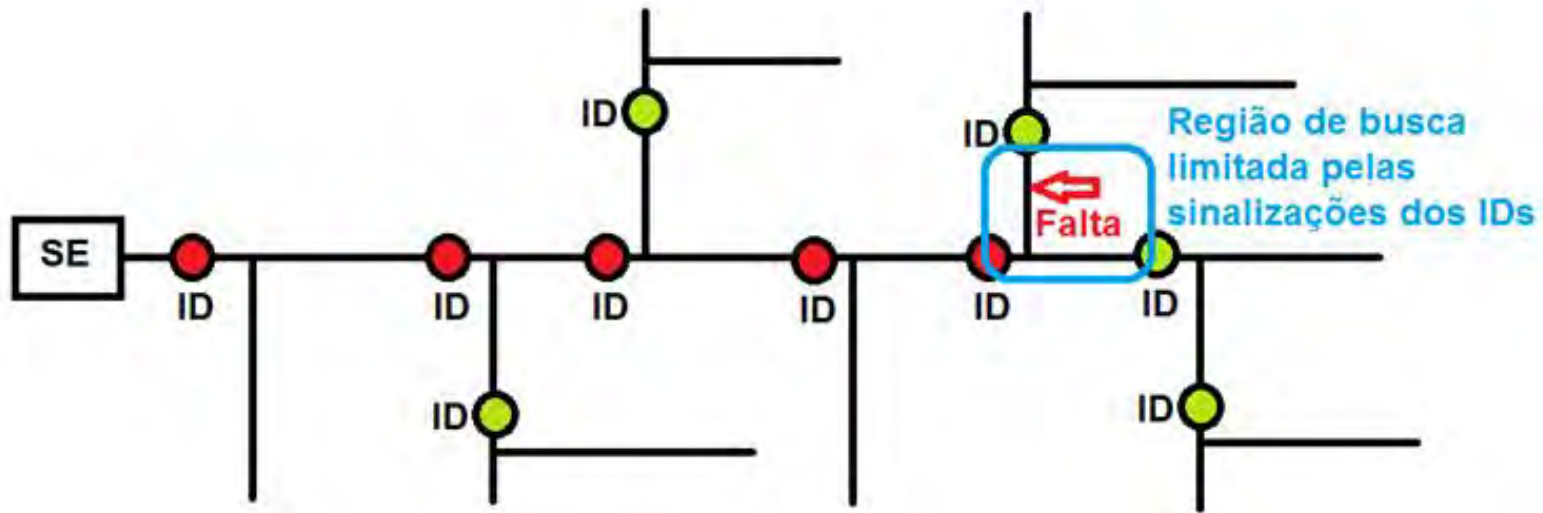
Tag passivo

- Monitoramento sincronizado de corrente e temperatura em cabos e trafos
- Emprego de fibras óticas com sensores



5. PLANEJAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA RDTS

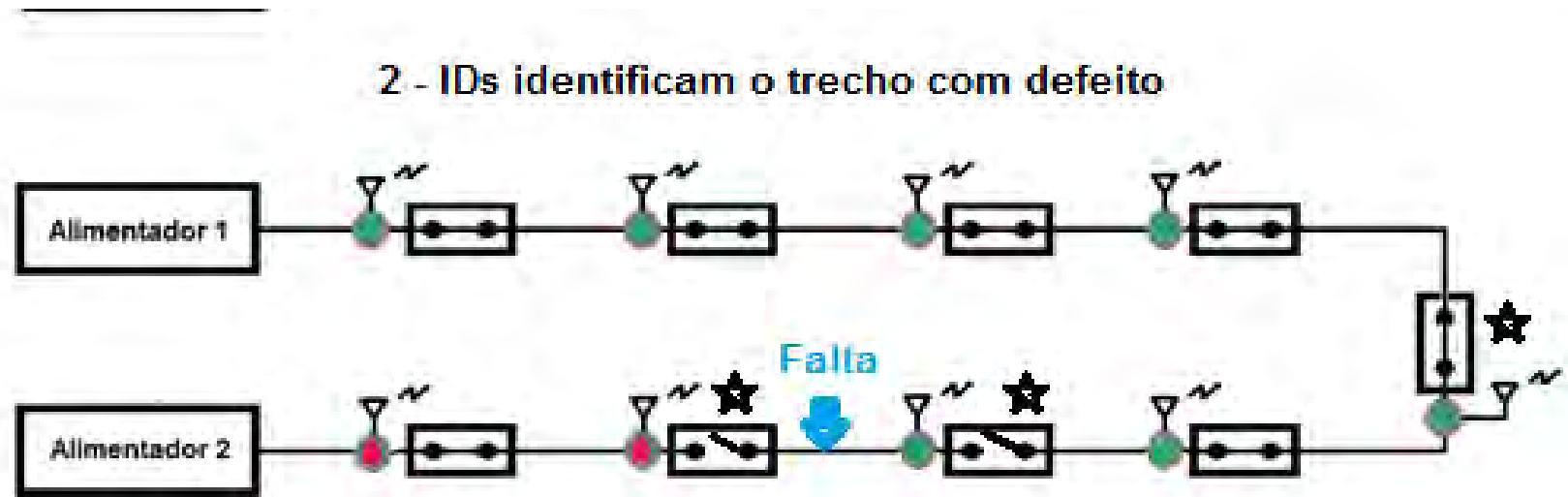
■ Identificação da faltas em redes radiais



- ID sinalizando passagem de corrente de falta
- ID sem indicação de passagem de corrente de falta

5. PLANEJAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA RDTS

- Identificação de faltas e reconfiguração em redes com recursos



3 - Chaves são acionadas para isolar o trecho com defeito e para restabelecer alimentação a jusante do trecho isolado

- ID sem sinalização de falta
- ID indicando passagem de falta
- ★ Chave que mudou de estado para reconfigurar o circuito

5. PLANEJAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA RDTS

■ Soluções para localização de falta

- ✓ Localização de faltas por ondas trafegantes

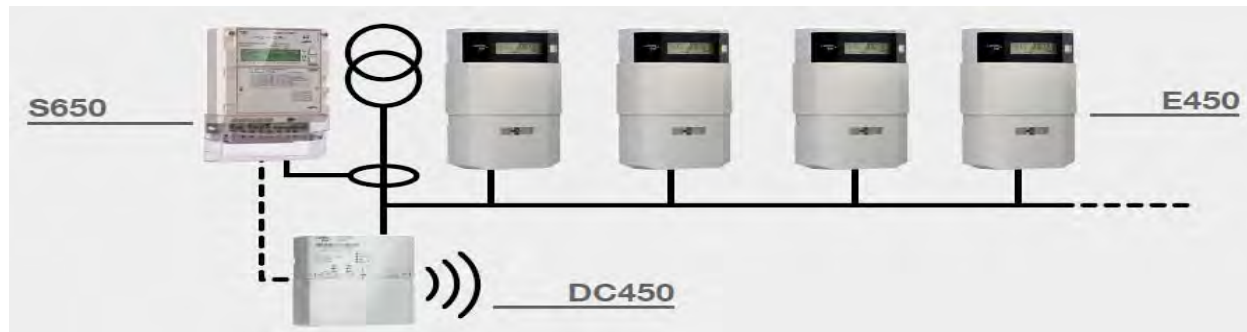


Equipamento SEL 411L



Equipamentos Qualitrol

- ✓ Balanço energético de baixa tensão



5. PLANEJAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA RDTS

■ Soluções para monitoramento de transformadores

- ✓ Exemplo: soluções Grid Sense



Exemplos de instalação em transformador aéreo e em pad mounted

5. PLANEJAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA RDTS

Funções Inteligentes

❑ Limitação de funções:

- ❑ Custo x Benefícios;
- ❑ Evitar complexidade excessiva da RDS;
- ❑ Maturidade e confiabilidade excessiva das soluções;
- ❑ Integração com outros objetivos da CPFL (cidade inteligente, outras ações de smart grid em curso)

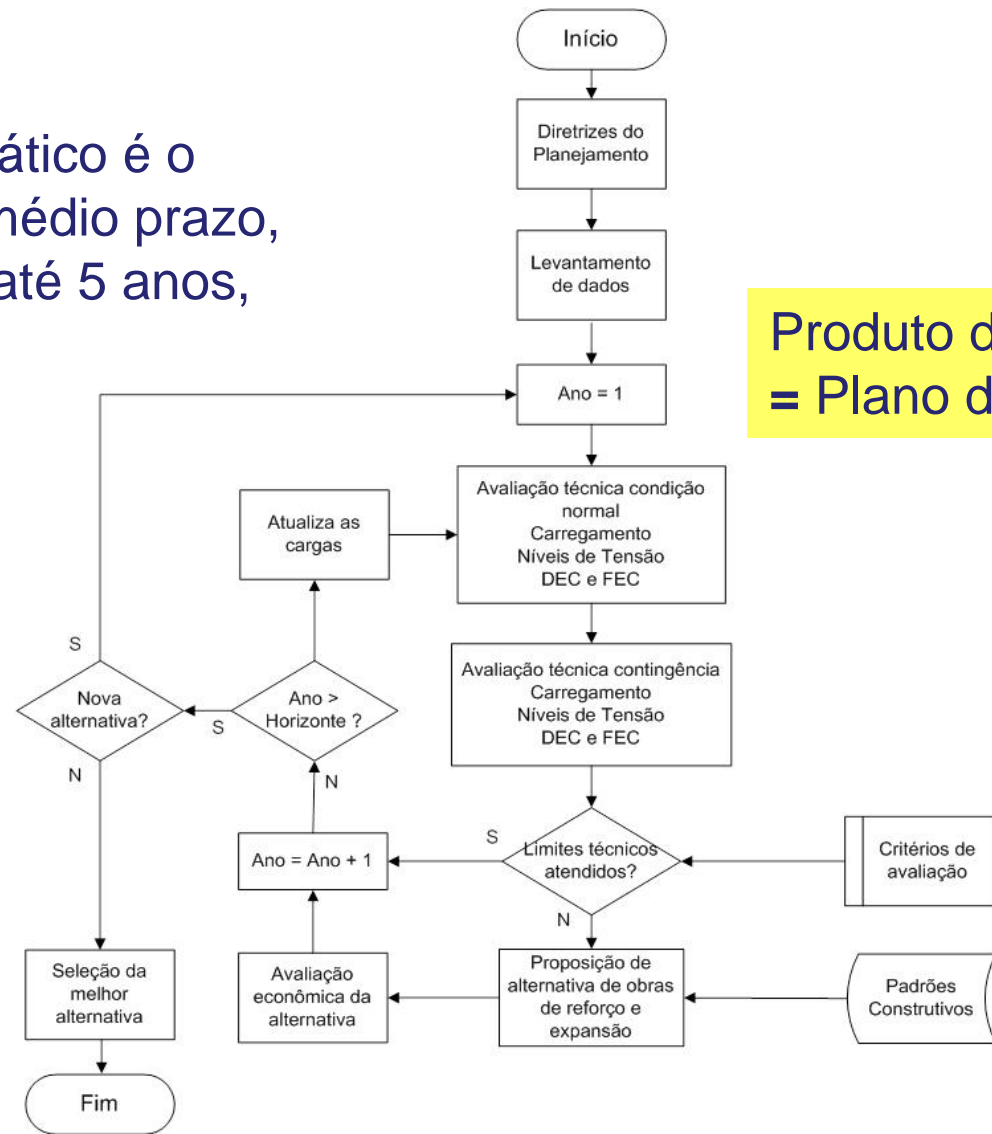
❑ Critérios de seleção:

- ❑ Acréscimo de CAPEX limitado;
- ❑ Ganho de OPEX;
- ❑ Viabilização de dimensionamento econômico;
- ❑ Questão regulatória

6. APLICAÇÃO DO CICLO DE PLANEJAMENTO TÁTICO ÀS RDTS

O Planejamento Tático é o planejamento de médio prazo, mais que 1 ano e até 5 anos, em geral.

Produto do Planejamento Tático = Plano de Obras



6. APLICAÇÃO DO CICLO DE PLANEJAMENTO TÁTICO ÀS RDTS

- A nova rede deve ficar sujeita às verificações anuais, conforme Figura.
- No entanto, as hipóteses adotadas podem não se verificar, basicamente nas seguintes situações:
 - a) Taxas de crescimento de demanda inferiores ao previsto inicial;
 - b) Taxas de crescimento maiores que a hipótese inicial (RDTS como indutor de crescimento);
 - c) Modificação da tipologia das cargas;
 - d) Crescimento horizontal imprevisto;
 - e) Indicadores de continuidade acima do esperado ou permitido;
 - f) Esgotamento da capacidade da rede de distribuição aérea vizinha.

Se **a**, ele pode ser um balizador para melhores hipóteses em novas RDTS..
Se **b**), **c**) e **d**) podem requerer obras adicionais, mesmo dentro do horizonte utilizado para o planejamento inicial.

7. PRIORIZAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE RDTS

- Custos incorridos bem definidos, o mesmo não ocorre com os benefícios.
- Adicionalmente, mesmo tendo-se fixados valores de custos e benefícios, podem ser obtidos diferentes valores presentes líquidos nos fluxos de caixas, em função da taxa de desconto do capital adotada.
- Inicialmente devem ser compostos os cenários de avaliação pela combinação de parâmetros significativos não controláveis pela distribuidora, como:
 - ✓ Variações nas taxas de crescimento das demandas utilizadas
 - ✓ Custo do capital;
 - ✓ Preço da energia para valoração das perdas técnicas;
 - ✓ Dados para estimativa de confiabilidade.
- As alternativas a serem comparadas devem contemplar no mínimo a obra com a RDTS e a melhoria da RDA que atende a região.

7. PRIORIZAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE RDTS

- O processo decisório sob incerteza pode ser realizado com várias técnicas de diversas naturezas: determinísticas, probabilísticas ou difusas (fuzzy).
- Como os investimentos em redes subterrâneas são elevados e os maiores benefícios para a distribuidora auferidos na remuneração dos ativos, propõe-se adotar o método do mínimo arrependimento (minimum regret).

Alternativa	Cenários				Custos de oportunidade das alternativas
	1	2	...	M	
1	A_{11}	A_{12}	...	A_{1M}	$CO_1 = \max\{A_{11}; A_{12}; \dots; A_{1M}\}$
2	A_{21}	A_{22}	...	A_{2M}	$CO_2 = \max\{A_{21}; A_{22}; \dots; A_{2M}\}$
...
N	A_{N1}	A_{N2}	...	A_{NM}	$CO_N = \max\{A_{N1}; A_{N2}; \dots; A_{NM}\}$

Pelo critério do mínimo arrependimento se $CO_k = \min\{CO_1; CO_2; \dots; CO_N\}$, então a melhor alternativa é a k-ésima

8. ATIVIDADES PÓS PLANEJAMENTO

Uma vez concluído o planejamento tático, podem ocorrer duas situações:

- A alternativa com RDTS é aprovada e deve seguir para a elaboração do projeto executivo;
- A alternativa não é priorizada e deve ser arquivada para reavaliação no ano seguinte ou consultas futuras.

MUITO OBRIGADO!!

Contato: Ronaldo Antonio Roncolato

Tel. (19) 99219-9685

E-mail: ronaldo.ant@ig.com.br