



## **Desempenho e Problemas em Redes Protegidas Compactas (Cabos XLPE)**

**Gilberto Kazuyuki Nagano  
Vando Garcia Gonçalves  
Edgar Pereira da Silva Junior**

**Copel Distribuição S A**

[nagano@copel.com](mailto:nagano@copel.com)

### **PALAVRAS-CHAVE**

Cabos XLPE, Conexões, Material polimérico, Rede Compacta.

### **RESUMO**

A manutenção preventiva e corretiva em redes de distribuição de energia elétrica urbana é primordial para manter os índices de continuidade e confiabilidade dos alimentadores urbanos.

Uma das soluções encontradas para melhoria significativa dos índices de confiabilidade, é a substituição da construção de redes convencionais nuas pela tecnologia de redes compactadas protegidas (cabos XLPE) em 13,8 kV.

Este trabalho irá apresentar a melhoria do desempenho alcançado pelo uso destes Cabos XLPE, enfatizando os problemas ocorridos desde a sua implantação, principalmente na manutenção, até então desconhecidos, por ser ainda uma tecnologia recente.

Serão apresentados questões como, melhoria e adaptação dos procedimentos de manutenção que eram utilizados em redes de distribuição convencional nú, problemas encontrados e sua alteração nos projetos de materiais utilizados nas redes de distribuição e o acompanhamento da vida útil e conseqüentemente o envelhecimento dos cabos protegidos (XLPE).

### **1- Desempenho de Redes Protegida Compactas**

São denominadas Redes Protegidas Compactas, as redes de distribuição construídas de forma compacta, com utilização de materiais que permitem a montagem dos cabos em forma triangular, e com afastamento entre cabos reduzidos, em relação às construções convencionais nús, e com utilização de alumínio cobertos com XLPE (composto extrudado de polietileno termofixo), mas que não possui característica de cabo isolado, ou seja, não apresenta o confinamento do campo elétrico no dielétrico da isolação.

Os cabos cobertos protegidos são aplicados em substituição às redes aéreas convencionais nús, nos locais onde os desligamentos causados por contatos de objetos estranhos

à rede são constantes, e em locais onde existe a necessidade de melhoria nos índices de confiabilidade e segurança com otimização das instalações elétricas da empresa.

Indicados portanto, para áreas de congestionamento de circuitos, como saídas de subestações, áreas com consumidores como hospitais, órgãos de comunicação, centros de processamento de dados, empresas com grandes índices de automatização, travessias de difícil acesso, locais de densa arborização, locais com áreas preservadas por lei ambiental.

A implantação desta tecnologia na Copel Distribuição S A iniciou-se em 1989, com a conclusão desta tecnologia, em toda a extensão de um alimentador por completo no ano de 1993.

A Rede Compacta Protegida, mostrou-se uma boa solução para o convívio entre os cabos de energia elétrica e a arborização de vias públicas, sendo uma solução técnica e economicamente viável para atender os critérios vigentes relacionados ao meio ambiente.

O fato dos condutores serem cobertos, e os critérios de montagem permitir que os cabos fiquem mais próximos uns dos outros e também dos galhos de árvores, sem o risco de provocar curto circuito em caso de toque destes galhos, resulta em podas de árvores menos drásticas, e também em não causar interrupções no caso de toque de objetos ou galhos com os cabos protegidos.

Estas características de Redes Compactas Protegidas, mostrou uma melhoria significativa nos índices de confiabilidade e continuidade no fornecimento de energia elétrica.

Porém desde a sua implantação surgiram vários problemas que necessitaram ser solucionados, para que este desempenho não fosse prejudicado.

O problema se estende desde a necessidade de alteração de procedimentos na manutenção, principalmente na metodologia de inspeção com utilização de equipamentos para a inspeção instrumental (termovisor, ultra som, rádio interferência e isolômetro), mudanças na operação, até alteração nos projetos de materiais utilizados na construção, e identificados por equipes de manutenção como causadores de desligamentos acidentais nas Redes Protegidas Compactas.

## **2- Pontos vulneráveis da Rede Compacta Protegida.**

Os pontos vulneráveis da Rede Compacta Protegida, são os pontos em que existem a necessidade técnica de que os cabos XLPE sejam descobertos ou ainda são descobertos acidentalmente, ocasionando desligamentos acidentais no caso de toque de objetos , comprometendo o seu desempenho.

Para os pontos com necessidade técnica de serem descobertos (derivações, conexões, emendas, pontos de aterramento temporário), deve-se prever uma adaptação ou desenvolvimento de um material específico para proteção deste ponto, e no caso de descobrimento acidental, deve-se criar um procedimento para bloqueio deste problema.

### **2.1-Estribo de Linha Viva ou Grampo de Linha Viva.**

Para este ponto vulnerável foi desenvolvido um protetor para Grampo e Estribo de Linha Viva, com a possibilidade de ser removível, objetivando também facilitar a sua operação e manutenção.



**Figura I – Protetor para Grampo e Estribo de Linha Viva.**

#### **2.2-Conexão dos Para Raios e das Buchas de Transformadores:**

Para este ponto vulnerável foi desenvolvido uma cobertura para isolamento das partes energizadas, com possibilidade de toque em objetos ou galhos de árvores.



**Figura II – Cobertura para isolamento**

### **2.3-Integridade física dos Cabos XLPE**

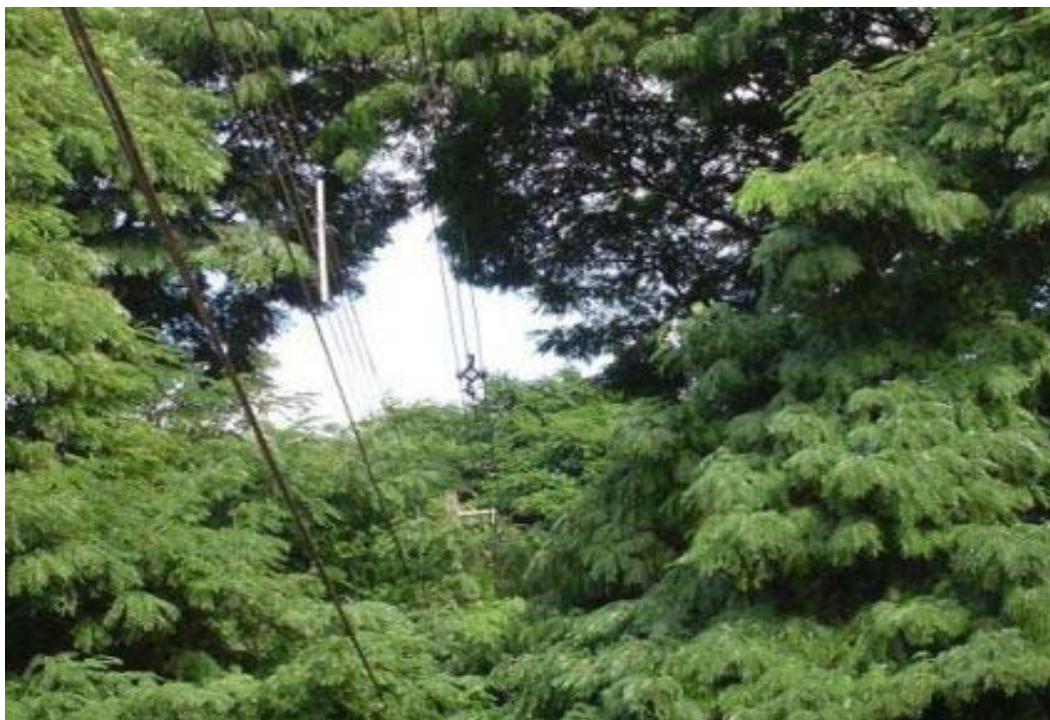
Os pontos vulneráveis em cabos XPLE podem ser ocasionados pela manipulação incorreta destes cabos na época da construção destas redes, ou manutenção. Foram desenvolvidas técnicas manuseio e para lançamento de cabos protegidos, buscando proteger a integridade física destes cabos, dentro dos padrões de construção de redes de distribuição, e padronizadas na Copel Distriuição S A .



**Figura III – Cabos danificados no manuseio**

### **2.4-Perfuração devido a Galhos de Árvores:**

O contato permanente de galhos de árvores maiores que 20 mm de diâmetro, com os cabos XLPE causam a perfuração destes cabos, conseqüentemente o desligamento acidental do circuito. Desta forma foram desenvolvidos técnicas de poda de árvores padronizados, e no caso de redes urbanas em 13,8 kV, estabeleceu-se a manutenção permanente da distância de 50 cm para galhos com diâmetro maior do que 20 mm.



**Figura IV- Galhos de árvores próximos à rede**



## **2.5- Equipamentos sem possibilidade de isolamento**

Devido a impossibilidade de isolar completamente as partes energizadas das Chaves Fusíveis, Banco de Capacitores, Chaves de manobras, e outros equipamentos especiais, foram padronizados procedimentos em podas de árvores para manter a distância dos galhos de árvores destes equipamentos.



**Figura V – Galhos de árvores próximos a equipamentos especiais.**

## **3- Problemas com Materiais utilizados em Rede Compactas Protegida**

Desde a sua implantação por ser uma tecnologia ainda recente, em 1992, existiu a necessidade de acompanhamento dos materiais utilizados na construção de rede Compacta.

Os materiais utilizados como laço plástico de topo, anel de amarração, isoladores poliméricos, grampos de ancoragem, espaçador losangular, estribos, necessitaram ser acompanhados para verificação do seu desempenho, facilidade/dificuldade na manutenção preventiva e corretiva, confiabilidade do material, e ainda outros aspectos relacionados à utilização de qualquer material com nova tecnologia.

Este acompanhamento prevê a análise anual, com inspeções instrumentais ou seja, com a utilização de termovisor, rádio interferência, ultra som e isolômetro, e retirada de amostras com encaminhamento para ensaios em laboratórios de materiais.

Este acompanhamento permitiu a melhoria e a modificação dos materiais utilizados, com recomendações de alterações no seu projeto de concepção.

Foram introduzidas melhorias nos tipos de Ferragens, Isoladores, Cabos XLPE, Conexões, entre outros.

### **3.1- Ferragens**

As ferragens que participaram destas melhorias contemplam basicamente o Suporte tipo C, Braços tipo L, Suporte tipo Vértice, Suporte horizontal, Cruzetas em perfil U e Fixador U. As melhorias efetuadas em ferragens consideram a melhoria na composição dos materiais oferecidos no mercado, buscando melhor adaptação, seja na conversão de redes convencionais ou na construção de novas redes para a tecnologia de Redes Protegidas Compactas. Buscou-se ainda contemplar e atender os itens de segurança e facilidade operacional e procedimentos para realização de manutenção com equipes de Linha Viva.

#### **Suporte Horizontal**

Este material é utilizado para facilitar as conexões e a operação com Grampos de Linha Viva, principalmente em estruturas com Transformadores Auto Protegidos.



**Figura VI – Suporte horizontal**

### **Suporte de Vértice**

Material utilizado para a fixação de ângulo em postes de concreto tipo Duplo T.



**Figura VII – Suporte de vértice**

### **Cruzetas em perfil U e Fixador U**

Material desenvolvido e utilizado para facilitar a instalação de cobertura para serviços com equipes de Linha Viva, em caso de necessidade de manutenção.



**Figura VIII – Cruzetas em perfil U e Fixador U**

### 3.2 – Isoladores

Inicialmente na construção de Redes Protegidas Compactas foram utilizadas isoladores de porcelana ou de vidro.

Com o surgimento de isoladores fabricados com material polimérico (e também outros materiais poliméricos), foram desenvolvidas técnicas e procedimentos englobando desde o transporte de material do almoxarifado até as obras, ou locais necessários para a sua utilização para a manutenção, e conseqüente acompanhamento do seu desempenho técnico e de segurança, principalmente devido à utilização desta nova tecnologia em material.

Este acompanhamento é realizado com o uso de equipamentos de inspeção instrumental (termovisor, rádio interferência, ultrassom, e isolômetro), com periodicidade definida, e acompanhamento desde a sua instalação nas Redes Protegidas Compactas.

A inspeção instrumental aliado à retirada periódica de amostras destes materiais e encaminhamento ao laboratório, permite detectar qualquer alteração no seu desempenho, causados por bolhas internas no corpo dos isoladores, ou fatores como resistência mecânica e dielétrica.

A adoção deste procedimento, com inspeções periódicas e acompanhamento das amostras com ensaios em laboratórios, com contatos com os fabricantes, permite a melhoria constante dos materiais disponíveis no mercado.



**Figura IX – Material polimérico com bolha interna.**

### 3.3 – Cabos

A qualidade dos cabos de alumínio cobertos com XLPE (composto extrudado de polietileno termofixo), é um fator primordial para melhor desempenho das redes de distribuição urbana em 13,8 kV, com o uso da tecnologia de Redes Protegidas Compactas.

Para assegurar a qualidade destes cabos, são executados periodicamente uma inspeção visual e instrumental, com coletas de amostras de cabos aplicados em pontos geográficos diferentes do projeto, encaminhados para análise em laboratórios.



As amostras são retiradas de pontos diferentes levando-se em consideração os aspectos ambientais como, arborização, tipos de solo (resistividades diferentes), topografia (planos elevados ou não), índices cerâmicos, incidências de raios ultra violetas, poluição atmosférica (áreas industriais), e outros aspectos relevantes, pois o comportamento destes cabos XLPE é diferenciado, variando conforme o ambiente aplicado.

Esta retirada de amostras e análise em laboratórios é necessária para verificação da vida útil dos cabos XLPE devido ao seu envelhecimento e degradação.

Reforçamos que é imprescindível o acompanhamento destes cabos com o conhecimento exato da sua localização, evitando-se assim a substituição indiscriminada dos cabos sem esta necessidade.

Portanto, todo acompanhamento da vida útil dos cabos XLPE deve contemplar:

- a localização
- o fabricante
- a data da instalação.



**Figura X- Cabos XLPE degradados.**

### **3.4- Conexões**

Os projetos iniciais contemplavam a utilização de conectores tipo H prensados.

O desenvolvimento de novas tecnologias introduziu a utilização de conectores tipo Cunha, adaptados para cada ponto de conexão existentes nas redes, e sempre buscando a melhoria da confiabilidade, da operacionalidade e a execução da manutenção destas conexões.

As melhorias foram feitas principalmente no isolamento (pois os cabos XLPE possuem a proteção destes cabos) seja nos conectores ou nas luvas de emenda.

Destacamos como uma melhoria importante e significativa, o desenvolvimento e a utilização de matrizes sextavadas em substituição às matrizes ovais, para estas conexões. Isto porque as matrizes ovais, devido ao seu processo, ocasionavam a perfuração do isolamento, causando desligamentos acidentais.

Sendo que as matrizes sextavadas, devido à sua concepção permite a distribuição uniforme do isolamento em toda a conexão, não causando a perfuração do isolamento.

As melhorias também introduziram a utilização de técnicas de isolamento com o uso de mantas PET a frio, melhorando a confiabilidade do isolamento, e a produtividade na realização desta manutenção.



**Figura XI – Conexão com uso de matrizes sextavadas e ovais**



**Figura XII – Conexão com uso de mantas PET s frio.**

#### **4-Conclusão**

A utilização de tecnologias aplicadas na construção de Redes Protegidas Compactas com cabos de alumínio cobertos com XLPE, em substituição às redes aéreas convencionais nuas melhora de forma significativa a confiabilidade e a continuidade no fornecimento de energia elétrica, além dos aspectos ambientais e de segurança.

Porém fica claro que novas tecnologias sempre necessitam de acompanhamento técnico para verificar a sua real efetividade.

No caso de utilização de Redes Compactas Protegidas como busca de um melhor desempenho, torna se de suma importância a contribuição da área de manutenção de redes para que esta tecnologia atenda a proposta de melhoria de confiabilidade e continuidade.

O retorno verificado e os subsídios da área de manutenção são primordiais para o desenvolvimento de novos procedimentos de manutenção, operação e principalmente para subsidiar o desenvolvimento de novas tecnologias em materiais utilizados na construção de Redes Compactas Protegidas.

Uma simples comparação entre as redes inicialmente construídas em 1989, e implantadas integralmente em alimentadores inteiros no ano de 1992, com as redes existentes atuais, verificamos que inicialmente muitos materiais foram supridos e descartados a sua utilização, tornando as redes atuais mais “enxutas” e econômicas, ocorrendo também muitas melhorias significativas nos projetos materiais utilizados.

#### **BIBLIOGRAFIA**

- 1 - COPEL, COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA:
  - NTC-Normas Técnicas Copel
  - NTC: Montagem de Rede Compacta Protegida – RDC- 13,8 e 34,5 kV.
  - NTC: Materiais de Distribuição – Padrão.
  - NTC: Projeto de Redes de Distribuição Compacta Protegida.
  - MIT: Procedimentos de Manutenção em Rede Compacta
  - NTC 813551 código material 130729