



XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

Técnicas de escalada, movimentação e salvamento em estruturas elevadas de subestações com equipamento anti-queda

Milton Donizeti R. Moreira	Danilo Henrique Kleine	José Alves Júnior
Bandeirante Energia	Bandeirante Energia	Bandeirante Energia
milton.moreira@enbr.com.br	danilo.kleine@enbr.com.br	josejunior@enbr.com.br

Palavras-chave

Anti-queda

Cinto de segurança pára-quedista

Escalada

Resgate

Subestações

Resumo

Este trabalho detalha uma nova técnica de escalada, deslocamento, movimentação e resgate em estruturas elevadas montadas em subestações da Bandeirante Energia.

O método foi desenvolvido por colaboradores da empresa baseado em técnicas de escalada e montanhismo profissional onde o equipamento utilizado pelas equipes de manutenção é o mais moderno existente atualmente no mercado brasileiro com reconhecimento mundial.

A técnica é usada em todo trabalho dentro de subestação onde o colaborador necessite subir a uma altura superior à 2 metros e pode ser utilizada para equipamentos montados em estruturas horizontais como chaves seccionadoras e em estruturas verticais como TC's, TP's de Alta Tensão, pára-raios e disjuntores.

1. Introdução

As técnicas introduzidas na área de manutenção de subestações trouxeram inúmeros benefícios e os objetivos propostos foram alcançados.

Dentre eles podemos destacar:

- Capacitar os colaboradores da manutenção de subestações a utilizarem as novas técnicas de escalada, deslocamento e resgate em estruturas elevadas de subestações, padronizando assim os trabalhos executados;

- Implantar técnica de resgate prático e eficiente em estruturas elevadas;
- Padronizar a atividade entre as equipes de manutenção de subestações que atendem os 27 municípios da área de atuação da Bandeirante Energia.

Detalharemos todo o processo elaborado assim como os equipamentos utilizados na técnica desenvolvida assim como o método de resgate implantado.

2. Desenvolvimento

2.1. Sistema de escalada e movimentação

As estruturas de subestações são formadas na sua grande maioria por estruturas de concreto (postes e pórticos) e estruturas metálicas treliçadas.

O método aplicado garante a segurança de todos os colaboradores envolvidos na escalada e deslocamento.

Este sistema baseia-se em técnicas de alpinismo utilizadas atualmente em todo mundo.

Nesse sistema **em momento algum o colaborador poderá estar sem proteção e desconectado da linha-de-vida.**

2.2. Equipamentos

2.2.1. Cinto de segurança tipo pára-quedista contra quedas (modelo Torino – US C0023)



Foto 1 Cinto tipo pára-quedista (Torino)

O cinto de segurança tipo pára-quedista contra quedas fornece total segurança ao usuário, provendo segurança a possíveis quedas e uma posição de trabalho confortável.

É essencial que o usuário ajuste perfeitamente o cinto ao seu corpo, para garantir a correta distribuição da força de impacto e para minimizar os efeitos da suspensão inerte.

2.2.1.1. Finalidade e Aplicação

Dispositivo posicionado por fitas de nylon e fivelas, ao corpo do trabalhador, usado para sustentá-lo ou evitar sua queda, através de corda ou talabartes presos com mosquetões e malhas rápidas às argolas a ele fixadas.

2.2.1.2. Características

O cinto é composto por fitas de poliamida e poliéster.

Elos (argolas) e fivelas de aço inox.

Mosquetão de dura – alumínio com tarja vermelha para indicação de fechamento.

Partes de fixação de ajustes de regulagem de policarbonato e PVC.

Tratamento contra raios UV.

2.2.2. Trava quedas com mosquetão



Foto 2 Trava quedas com mosquetão

É um equipamento projetado para interromper a queda do usuário, com modelos para uso em corda e para cabo de aço.

Composto de mecanismo de travamento e com um mosquetão na ponta para engate ao cinto.

Este modelo permite livre movimento numa corda vertical, tanto na subida como na descida.

Porém, no caso de queda do usuário, ele trava, interrompendo-a. É o indicado para a proteção de usuários em movimentação vertical.

2.2.2.1. Finalidade e Aplicação

Equipamento de travamento automático que se desloca, numa linha de ancoragem fixa e flexível, destinado a travar a movimentação do usuário quando ocorrer uma queda.

2.2.2.2. Características

Trava quedas com mosquetão para corda, composição aço inox, com movimento automático na subida e descida, dupla trava de segurança e sistema de freio acionado manualmente.

2.2.3. Talabarte de posicionamento



Foto 3 Talabarte de posicionamento

Acessório de segurança que serve de elo entre o cinto de segurança e a estrutura onde o usuário quer fixar-se, seja limitar a movimentação, impedir ou interromper uma queda.

O modelo adotado é o regulável, onde o usuário através de dispositivo apropriado pode ajustar o comprimento do talabarte.

2.2.3.1. Finalidade e Aplicação

Equipamento de comprimento limitado (2 metros) utilizado em conjunto com cinto de segurança para proporcionar ao usuário um posicionamento de trabalho e proteção contra quedas.

2.2.3.2. Características

Talabarte de posicionamento regulável confeccionado em fita de poliéster de alta tenacidade e mecanismo de travamento em aço inox.

2.2.4. Talabarte Duplo com Absorvedor de Energia



Foto 4 Talabarte duplo com absorvedor de energia

Acessório de segurança que serve para restrição de quedas e movimentação em estruturas.

2.2.4.1. Finalidade e Aplicação

Equipamento de comprimento limitado (80 cm) utilizado em conjunto com cinto de segurança para proporcionar ao usuário a absorção da energia no caso de uma queda. Além de leve e prático, possibilita maior segurança, pois permite uma avaliação dos pontos de ancoragem e possibilita que o colaborador se mova livremente no sentido horizontal com segurança contra quedas.

2.2.4.2. Características

Talabarte duplo com absorvedor de energia confeccionado em fita de poliéster de alta tenacidade, com olhais nas extremidades; todas as costuras são feitas de poliéster de alta tenacidade em cores contrastantes às da fita.

2.2.5. Anéis de fita de segurança



Foto 5 Anéis de fita de segurança

São fitas de poliéster de alta tenacidade, que são usadas como elos em um sistema que podem sofrer impactos.

Assim como os mosquetões este equipamento tem inúmeras aplicações e normalmente são numerosos num conjunto de equipamentos.

Com as fitas podem-se criar pontos para a fixação da corda, passando-as em volta das treliças escolhidas para instalar o sistema de segurança. Podem ser instaladas também em lugares com abrasão a fim de poupar a corda deste desgaste.

2.2.5.1. Finalidade e Utilização

Fazer o ponto de fixação e proteção na estrutura.

2.2.5.2. Características

Estropo com alça na extremidade, composto de 100% de poliéster, tensão de ruptura de 22 kN, dimensões, comprimento 60 cm e 80 cm.

2.2.6. Mosquetão



Foto 6 Mosquetão

São equipamentos de segurança de alta resistência, com capacidades para tolerar forças de 22 kN à 50 kN. Tem a função de prover elos, e também funcionam como uma polia com atrito. Podem ser compostos em aço, dura – alumínio e zical.

Para poder contar com a máxima resistência do equipamento, deve-se dar atenção ao uso e a manutenção.

A resistência do mosquetão varia com o sentido de tração, sendo pelas extremidades mais resistentes e muito menos pelas laterais. Não deve sofrer torções, por isso deve ser instalado corretamente, prevendo-se a forma como será solicitado sob tensão ou dentro de um sistema que deterá uma queda.

O mosquetão tem diversos formatos (oval, D assimétrico, pêra, gatilhos curvos, etc.), os mosquetões utilizados em nossos métodos são:

- Oval: são usados nas costuras e são fabricados em aço.
- Malhas rápidas: são umas espécies de mosquetão, se distinguindo por não possuírem gatilho, a conexão é feita por uma porca, tem a função de prover elos fixos que não devem ser abertos durante a execução das tarefas. São fabricados em aço inox.

2.2.6.1. Finalidade e Aplicação

Fazer o fechamento dos anéis de fita de segurança e atuar em caso de queda, se necessário em caso de resgate serve como polia com atrito. Também fazem a fixação do talabarte e equipamentos de segurança.

2.2.6.2. Características

Tabela 1: Características dos tipos de mosquetão (capacidade)

Mosquetão	Longitudinal fechado kN	Transversal kN	Longitudinal aberto kN	Composição do material
Oval	23	7	7	Aço inox
Malha rápida	25	10	-	Aço inox

2.2.7. Cabo de fixação flexível (Corda)

As cordas podem ser de dois tipos:

- **Cordas dinâmicas:**

São cordas kernmantle de alto estiramento (alongação), usadas para fins esportivos em escalada em rocha ou gelo. Elas são fabricadas para ter elasticidade de 6 % a 10% com uma carga de 80Kg e de 40% com carga de ruptura. Esta característica lhe permite absorver o impacto em caso de queda do escalador sem transferir a força do impacto, evitando assim lesões. É importante usar uma corda de boa construção para situações em que o fator de queda seja elevado.

- **Cordas estáticas:**



Foto 7 Corda Estática tipo KMIII

É uma corda que possui uma alma de nylon de baixo estiramento (alongamento), sendo seus cordões internos os que aportam a maior resistência ao esforço. Para que a resistência da corda seja consistente, estes cordões devem ser contínuos, sem emendas ao longo de toda a corda. Ao mesmo tempo, para garantir uma elasticidade mínima, estes cordões devem ser paralelos entre si, ao contrário das cordas dinâmicas em que são torcidos. Ou seja, a alma (kern) é quem suporta a carga, sendo a capa (mantle) a responsável pela proteção contra sujeira, abrasão e desgaste.

As aplicações mais comuns das cordas estáticas KM III são: serviços em fachadas de prédios, operações de resgate, linhas de vida, operações de resgate em espaços confinados.

Resistência da corda:

A corda deverá ter sempre uma carga de ruptura várias vezes maior que a carga que irá suportar. Esta relação entre resistência e carga é conhecida como fator de segurança. Se a resistência da corda é de 1.134Kg (2.500 lb) e a carga de 226Kg (500 lb), então o fator de segurança será 5:1. Para se ter uma idéia, esse fator de 5:1 é considerado adequado para transportar equipamentos, mas insuficiente quando vidas humanas dependem da resistência da corda. Por exemplo, nos EUA se recomenda um fator de segurança bem mais conservador, de 15:1. Ou seja, que para a mesma carga de 226Kg (500 lb) a corda deverá ter uma resistência de no mínimo 3.402Kg (7.500 lb). A corda de resgate de 12,5mm (½ polegada) tem uma resistência mínima de ruptura de 4.403Kg (9.700 lb).

Outro fato a ser considerado, é que embora materiais usados na fabricação das cordas sintéticas sejam maus condutores, as cordas não podem ser usadas em contato com pontos energizados.

Vida útil:

A vida útil de uma corda não pode ser preestabelecida. A sua duração depende de uma grande quantidade de variáveis, incluindo o cuidado individual, a frequência de uso, o tipo de equipamentos utilizados, a velocidade de descida em descensão, a exposição a abrasão, o clima e o tipo de carga que é submetida.

Qualquer corda é vulnerável às forças destrutivas. Qualquer uma pode apresentar falha após ter sido descuidada ou submetida a condições extremas como cargas de impacto ou bordas afiadas.

2.2.7.1. Finalidade e aplicação

Proteger o usuário em caso de queda, e a utilização em resgates, ascensão e descensão.

2.2.7.2. Características

Corda de segurança estática em poliamida trançada, tipo A, bitola 11mm, marca Consin, ref. 1435, modelo Securite Industrie PRO;

Diâmetro 11 mm, carga de ruptura 3520 kgf, carga de trabalho 234,6 kgf (15:1), alongação 2% à 3%.

2.2.8. Assegurador grigri



Foto 9 Assegurador grigri

O grigri é um dispositivo assegurador e descensor, bloqueia-se automaticamente quando é submetido a uma tensão forte e brusca.

2.2.8.1. Finalidade e aplicação

Proteger o eletricitista em caso de queda, funcionando como freio.

Usado como descensor em resgates e trabalhos específicos.

2.2.8.2. Características

Deve ser usado em cordas com diâmetro de no mínimo 10 mm e máximo 11 mm.

Força de impacto máximo: de 7 à 9 kN. Bloqueio completo da corda sem esforço de tração.

Composto em alumínio e aço.

2.3. Subida na estrutura para deslocamento horizontal

2.3.1. Locais de utilização do sistema

- Seccionadoras motorizadas e manuais montadas em estruturas horizontais;
- TP e TC de média tensão montadas em estruturas horizontais.

2.3.2. Instalação do sistema (primeiro homem)

Antes de iniciar a subida, por motivo de segurança, deverá ser realizado o planeamento do serviço, o aterramento, a sinalização, inspeção visual nos equipamentos, e observar a distância de segurança de possíveis pontos energizados.

- Fixar nas extremidades da escada de extensão as fitas de segurança com mosquetão;
- Instalar a corda da **linha de vida** com contra-peso amarrado;
- Posicionar a escada próximo a uma das extremidades do vão onde será executado o serviço;
- Levantar a escada e suspendê-la até atingir a altura correta; soltar a corda gradativamente até o contra-peso atingir o solo passando por trás da estrutura metálica;
- Instalar o sistema de proteção antiqueda para proteger o colaborador durante a subida na escada com o trava-quedas,;
- Quando o colaborador atingir o topo da escada executar a amarração,;
- Fixar o talabarte e recuperar a ponta da **linha de vida** encordando-se com nó oito duplo;
- Fixar uma fita anelar no poste na altura adequada;
- Solicitar segurança do solo através do assegurado grigri;
- Passar a corda dentro do mosquetão da fita anelar instalada no poste;
- Iniciar o deslocamento horizontal com extremo cuidado instalando fitas anelares nos pólos centrais das chaves até atingir a outra extremidade;
- Quando atingir a outra extremidade, fixar a fita anelar , passar a corda no mosquetão e descer a ponta em quantidade de corda suficiente para instalação do assegurado grigri em um possível resgate;
- Na extremidade da escada, fixar a corda numa ancoragem confiável e no pé da escada orientando a corda para o trava-quedas.

2.3.3. Subida dos demais colaboradores

- Executar a subida na escada com o trava-quedas devidamente conectado a **linha de vida**,;
- Quando atingir o topo, conectar-se a **linha de vida** horizontal com o talabarte duplo Y ;
- Quando houver necessidade de passar um obstáculo, alternar o uso do talabarte de maneira a sempre estar conectado ao sistema;

- Cada colaborador irá se posicionar no local de trabalho e fixar o talabarte de posicionamento.

2.3.4. Desinstalação do sistema (último homem)

- Realizar o processo inverso do item anterior.



Foto 10 Detalhe do corrimão instalado em um dos cantos da estrutura

2.4. Subida na estrutura para deslocamento vertical

2.4.1. Locais de utilização do sistema

- TP e TC de alta tensão montado em coluna vertical;
- Disjuntor de entrada;
- Pára-raio de alta tensão;
- Isolador de pedestal.

2.4.2. Instalação do sistema

Antes de iniciar a subida, por motivo de segurança, deverá ser realizado o planejamento do serviço, o aterramento, a sinalização, inspeção visual nos equipamentos, e observar a distância de segurança de possíveis pontos energizados.

- Fixar nas extremidades da escada as fitas com mosquetão;
- Instalar a corda da **linha de vida**;
- Levantar e posicionar a escada no equipamento;
- Passar a linha de vida por trás do pólo com auxílio da vara de manobra;
- “Enforçar“ a linha de vida no pólo do equipamento;
- Subir na escada com trava-quedas;
- Quando chegar ao ponto de trabalho passar o talabarte de posicionamento.

2.4.3. Desinstalação do sistema (último homem)

- Realizar o processo inverso do item anterior.

2.5. Subida para trabalhos em poste de concreto

2.5.1. Locais de utilização do sistema

- Substituição de lâmpadas e luminárias.

2.5.2. Instalação do sistema

- Fixar nas extremidades da escada de extensão as fitas de segurança com mosquetão;
- Instalar a corda da **linha de vida** com contra-peso amarrado;
- Posicionar a escada de extensão adequadamente;
- Levantar a escada e suspendê-la até atingir a altura correta; soltar a corda gradativamente até o contra-peso atingir o solo passando por trás do suporte metálico;
- Instalar o sistema de proteção antiqueda laçando a base do poste e instalando o grigri com comprimento suficiente de corda para o resgate do colaborador em caso de queda
- Quando o colaborador atingir o topo da escada executar a amarração;

2.5.3. Desinstalação do sistema

- Realizar o processo inverso do item anterior

2.6. Resgate

2.6.1. O risco da suspensão inerte

Um trabalhador pode cair em função da perda de consciência, ou perder a consciência por causa da queda. Nos dois casos, estando ele equipado com um sistema de segurança, poderá ficar suspenso pelo cinto até o momento do socorro.

Estudos internacionais provam que a suspensão inerte, mesmo em períodos curtos de tempo, pode desencadear transtornos fisiológicos graves, em função da compressão dos vasos sanguíneos e problemas de circulação. Estes transtornos podem levar à morte se o resgate não for realizado rapidamente.

2.6.2. Resgate em estrutura elevada

Podemos considerar que um bom sistema de resgate é aquele que necessita do menor número de equipamentos para sua aplicação, tornando com isso o ato simplificado.

É essencial que todos tenham curso de primeiros socorros, para reanimar a vítima se necessário.

2.6.2.1. Resgate do colaborador em trabalhos na horizontal

- No caso de queda do colaborador preso ao sistema de segurança sem obstrução (estrutura, talabarte de posicionamento e membros do corpo), executar a descida até o nível do solo liberando o assegurador grigri pelo colaborador que está no nível do solo;
- Em caso de obstrução , um outro colaborador deverá livrar o acidentado para a descida do mesmo pelo colaborador que está ao nível do solo.



Foto 11 Simulação de resgate em trabalho na horizontal

2.6.2.1.1. Casos especiais

- Na impossibilidade da utilização do sistema já montado, instalar uma fita anelar acima do acidentado mantendo um colaborador no nível do solo para descê-lo através do assegurador grigri.

2.6.3. Resgate do colaborador em trabalhos na vertical

- Instalar uma fita anelar com mosquetão acima do acidentado;
- A outra ponta da corda (podendo ser carretilha), deverá ser fixada na lateral para liberar o acidentado dos obstáculos;
- Após a conclusão desta etapa, o colaborador desce e auxilia o outro colaborador que está liberando o assegurador grigri, liberando o acidentado dos obstáculos na sua descida até o solo.



Foto 12 Simulação de resgate em coluna vertical

2.6.4. Resgate em trabalhos nos postes de concreto

- No caso de queda, o colaborador que está à nível de solo libera a descida do acidentado através do assegurado grigri.

3. Conclusões

Durante vários anos os serviços executados em estruturas elevadas de subestações foram realizados utilizando somente o cinto de couro abdominal e toda a movimentação era feita sem um ponto de conexão, isto é, o colaborador só teria segurança quando estivesse amarrado a estrutura, estando suscetível a quedas de até 12 metros.

Este tipo de equipamento, devido a sua constituição não permitia que fossem adotados novos procedimentos quanto à escalada, movimentação e resgate dos colaboradores.

Com a preocupação constante em relação a segurança dos colaboradores a Gerência de Construção e Manutenção AT e a área de segurança do trabalho da Bandeirante Energia desenvolveram um novo sistema de segurança para trabalho em estruturas elevadas que possibilitam métodos de escalada, movimentação e resgate dos colaboradores.

Com a implantação desse novo sistema além da segurança, houve um aumento na dinâmica de trabalho e aumento da qualidade de serviço.

A filosofia de trabalho adotada é de que em momento algum, na movimentação e execução das tarefas, o colaborador poderá ficar desconectado da estrutura.

Considerando que este processo é altamente dinâmico, a busca de novas soluções e tecnologias deve ser uma constante meta a ser atingida para que a técnica e os procedimentos adotados não fiquem arcaicos.

Este método trouxe os seguintes benefícios nos trabalhos em estruturas elevadas:

- Aumento na segurança dos colaboradores nos trabalhos realizado em estrutura elevada;
- Segurança na movimentação horizontal e vertical para manutenção de equipamentos;
- Padronização dos procedimentos das equipes neste tipo de trabalho;
- Utilização de equipamento e materiais de excelente qualidade;

- Atendimento as normas de segurança vigentes;
- Melhoria significativa na qualidade do serviço executado.

4. Referências bibliográficas e/ou bibliografia

- Petzl. Catálogo técnico. 2006. Disponível em www.serelepe.com.br
- Ultrasafe. Catálogo técnico. 2006. Disponível em www.ultrasafe.com.br
- **Técnica de Escalada e Movimentação em Estruturas Elevadas de Subestações com Equipamento Anti-queda.** Apostila. Bandeirante Energia S.A. jul/2004
- **Técnica de Escalada e Deslocamento em torres de L.T.'s.** Apostila. Bandeirante Energia S.A. abr/2004
- **Instrução Normativa N.S.T.- 05.00 – Segurança do Trabalho em Estações.** Bandeirante Energia. Jun/1998