



**XXI SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

**GRUPO - III
GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT**

**LINHAS DE VIDA NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO VISANDO A SEGURANÇA NA ESCALADA,
INSPEÇÕES E MANUTENÇÕES DE LINHAS DE SUBTRANSMISSÃO DA ENERSUL**

**EULER FERREIRA MARTINS(*)
ENERSUL**

**RICARDO ALVES RIBEIRO
ENERSUL**

RESUMO

O sistema elétrico da Enersul conta com 3.763 km de linhas de subtransmissão.

A linha de vida em estruturas de concreto visa proporcionar aos eletricitistas melhores condições de segurança, eliminando o risco de acidentes com quedas. Em 2007, padronizamos a instalação da mesma fixa nas estruturas de concreto, porém, restava o desafio de adequar as estruturas antigas ao novo padrão.

O presente trabalho demonstra a estratégia para transformar em 2013, a Enersul na primeira concessionária de energia elétrica do Brasil a possibilitar que os eletricitistas escalem 100% conectados em todas as estruturas de linhas de 69 e 138 kV.

PALAVRAS-CHAVE - Linha de vida, Segurança do trabalhador, Equipamento de proteção coletiva, Equipamento de proteção individual.

1.0 – INTRODUÇÃO

No setor elétrico brasileiro, os trabalhos que destinam-se à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica podem ser caracterizados pela presença de demandas físicas e mentais que envolvem o risco, a saúde e a segurança dos trabalhadores. Entre as situações vivenciadas nas execuções dos trabalhos está o choque elétrico, as lesões de pés e mãos por acidentes envolvendo manutenção de equipamentos, rede elétrica, o esforço visual e mental na leitura e interpretação de plantas e croquis, as posturas inadequadas, os riscos de acidentes de trânsito, a exposição às condições climáticas (MARTINEZ; LATORRE, 2009), além do número de acidentes em alturas de linhas de transmissão.

Com o crescimento da demanda e consequentemente com o aumento do número de funcionários, as empresas de energia elétrica do Brasil, vem realizando estudos de segurança devido ao alto número de acidentes por queda de pessoas com diferença de nível, só em 2009 foram 151 pessoas a nível de Brasil, segundo (www.funcoge.org.br). Esses estudos se baseiam em melhorias dentro de parâmetros eficientes e também econômicos.

A meta permanente de “acidente zero” das empresas de energia elétrica provocou debates internos, a respeito de como aprimorar a segurança dos colaboradores que intervêm em estruturas de linhas de transmissão.

Partindo dessa necessidade, reunimos as engenharias de projeto, de manutenção, de segurança e também o pessoal de campo, na qual discutimos diversas medidas que pudessem solucionar as situações existentes e posteriormente, a análise técnica, econômica e estratégica das melhores alternativas para contribuir com a meta de “acidente zero”.

Buscando eliminar o risco de quedas e atender a NR 18, concluímos que haveria a necessidade do eletricitista permanecer constantemente conectado através de: talabarte Y nas estruturas metálicas e dispositivo trava-quedas juntamente com a linha de vida nas estruturas de concreto.

Portanto, o procedimento para trabalhos em estruturas metálicas foi alterado requerendo a utilização de talabarte tipo Y.

(*) Avenida Gury Marques, nº 8000 – sala 02 - Bloco XVI – CEP 79072-900 Campo Grande, MS – Brasil
Tel: (+55 67) 9985-4321 – Fax: (+55 67) 3398-4517 – Email: euler.martins@enersul.com.br

As novas linhas construídas a partir de 2007 foram projetadas com a linha de vida fixada às estruturas de suspensão em concreto. Para as estruturas de ancoragem, além da linha de vida, foram instaladas escadas. Nas estruturas antigas que não eram dotadas de linha de vida fixa, foram necessárias suas devidas adequações. Sendo assim, direcionamos nossos estudos as estruturas antigas que não contemplam a linha de vida, chegando a um resultado prático e econômico.

Elaboramos planos de ações para a implantação com o acompanhamento do pessoal de campo, testando e fazendo melhorias importantes para garantir “acidente zero”.

2.0 - DESENVOLVIMENTO

2.1. Objetivo

Desenvolver um sistema prático e eficaz em condições de segurança para a escalada do eletricista nas inspeções e manutenções de linhas de transmissão.

2.2. Aplicação

2.2.1. Linhas de transmissão de Mato Grosso do Sul

As linhas de transmissão em Mato Grosso do Sul, são compostas de 230, 138 e 69 kV, na qual dotamos de estruturas de concreto e estruturas metálicas, sendo as mesmas, circuito simples e duplo.

As torres metálicas são do tipo auto-portante, estaiada e tubular. As de concreto são diferenciadas pela altura e pela capacidade de esforços, conforme mostra as Figuras 1 e 2.



FIGURA 1 – Estrutura de concreto



Figura 2 – Estrutura metálica

2.3. Escalada de estruturas de linhas e utilização de EPI's

Na manutenção de linhas, a maioria dos trabalhos são executados em linha viva e em altura, portanto, requerem dos eletricitistas características físicas, procedimentos e treinamentos específicos, além de ferramental, EPI's e EPC's apropriados.

Portanto, estamos buscando eliminar as possibilidades de ocorrências de acidentes com quedas realizando adequações conforme as normas vigentes como NBR 14627/2000, NR's 06 e 18.

2.3.1. Normas vigentes

Segundo ABNT, a execução de atividades em altura é abordada nas seguintes normas em vigor:

NR 6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI

1.1 - Dispositivo trava-queda. Dispositivo trava-queda de segurança para proteção do usuário contra quedas em operações com movimentação vertical ou horizontal, quando utilizado com cinturão de segurança para proteção contra quedas.

Obs.: Trata-se das listas de equipamentos obrigatórios a serem utilizadas nas diversas atividades.

NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

18.13 Medidas de Proteção contra Quedas de Altura.

18.3.1 - É obrigatória a instalação de proteção coletiva onde houver risco de queda de trabalhadores ou de projeção de materiais.

NBR 14627/2000 – Equipamento de proteção individual trava-queda guiado em linha rígida – especificação e métodos de ensaio.

4.1 – Projeto ergonomia. Trava-queda deve oferecer proteção adequada, a fim de impedir riscos e transtornos nas condições de uso.

Ele deve oferecer facilidade de posicionamento e ser tão leve quanto possível, sem prejudicar a resistência e a eficiência do equipamento.

4.2 - Materiais e Construção. A linha de ancoragem rígida pode ser de perfil rígido ou cabo de aço galvanizado com diâmetro de no mínimo 8 mm, com carga de ruptura de pelo menos 15 kN.

Para limitar os movimentos laterais, o perfil rígido deve ser preso à estrutura em intervalos recomendados pelo fabricante ou o cabo de aço deve se esticado e suas extremidades presas à estrutura.

2.4. EPI's utilizados

2.4.1. Trava-quedas com mosquetão

Equipamento automático de travamento que se desloca numa linha de ancoragem fixa e flexível, destinado a travar a movimentação do cinto quando ocorrer uma queda. Tem modelos para uso em corda e para cabo de aço. É composto de mecanismo de travamento e uma extensão com corda de nylon com 30 cm de comprimento, além do mosquetão na ponta para engate ao cinto conforme Figuras 3 e 4.



FIGURA 3 – Utilização de linha de vida e trava-quedas. FIGURA 4 – Utilização de linha de vida e trava-quedas.

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. Tem dupla trava de segurança e sistema de freio que também pode ser acionado manualmente. É o indicado para a proteção de usuários em movimentação vertical.

2.4.2. Talabarte duplo “Y” com absorvedor de energia

É utilizado para movimentação e deslocamento em estruturas metálicas. Foi projetado para proteger o colaborador em caso de queda absorvendo o impacto gerado pela aceleração da gravidade.

Quando o usuário sofre uma queda que gera uma força de aproximadamente 360 kgf, o dispositivo de absorção de impacto é acionado dissipando parte desta energia, que de outra forma, seria transmitida ao seu corpo. Isto diminui consideravelmente as chances de lesões graves no usuário. É utilizado em conjunto com ganchos MGO 110.

A escalada com o talabarte duplo “Y” é efetuada alternando o uso dos ganchos MGO com o eletrícista estando, através de um dos ganchos, permanentemente conectado a estrutura conforme Figuras 5 e 6.



FIGURA 5 – Talabarte tipo Y



FIGURA 6 - Escalada com talabarte tipo Y

2.5. Alternativas para escalada segura de estruturas de concreto com linha de vida

Existem diversos tipos de estruturas de suspensão e ancoragem confeccionadas em concreto, assim, desenvolvemos diferentes tipos de dispositivos para a escalada segura.

Contratamos escritório especializado em cálculo estrutural.

Para a realização dos cálculos, consideramos a fixação da linha de vida com o trava-quedas presa na lateral do poste (face lisa), a 20 cm do topo e que o eletrícista tenha um peso de 100 kg.

Deste modo, chegamos a conclusão que desde a queda até a sua parada pela atuação do trava-quedas, o impacto ocasionou um esforço máximo no cabo a duas vezes o peso do eletrícista, ou seja, uma força de 200 kgf para o peso considerado. Essa força provocou na estrutura, um esforço de compressão de 200 kgf e momento de 60 kgfm. Como por norma no dimensionamento dos esforços, acrescentamos o coeficiente de segurança, na qual constatamos que mesmo com esse aumento, os limites utilizados para o dimensionamento não foram alcançados.

Com isso, conseguimos avaliar em situações reais, aspectos ergonômicos e de segurança.

Portanto, estruturas de suspensão de linhas 69 kV com capacidades de 600 kgf no topo, suportaram com segurança o esforço aplicado conforme FIGURAS 7 – (a) e (b).



FIGURA 7 – (a) Eletrícista pendurado na linha de vida



FIGURA 7 – (b) Eletrícista pendurado na linha de vida

2.6. Adequação das estruturas de concreto – detalhes construtivos

2.6.1. Linha de vida nas estruturas novas

Nas estruturas de concreto, instalamos a linha de vida desde 1,0 m do solo até o topo. Utilizamos um cabo de aço (cordoalha 5/16”), três parafusos olhal, sendo os mesmos, locados a 1m do solo, no meio e no topo da estrutura.

Para a instalação do parafuso inferior e do meio, utilizamos furadeiras especiais para passar o parafuso.

As Figuras 8 - (a) e (b) nos mostra a estrutura com a linha de vida já fixada a ela.



FIGURA 8 – (a) Linha de vida fixada



FIGURA 8 – (b) Linha de vida fixada

2.6.2. Linha de vida nas estruturas antigas

Quando as estruturas antigas foram construídas, a instalação da linha de vida não era prevista para estas, portanto, não existiam os furos para a locação dos parafusos, assim, constatamos que a implantação destes só seria possível se perfurássemos a estrutura sem danificá-la ou romper a sua ferragem. Para tanto, realizamos ensaios em campo. Após estes ensaios, constatamos que não ocorreram danos com a força aplicada.

2.7. Desenvolvimento de dispositivos para facilitar a escalada

Existem estruturas que não possibilitam a escalada do eletricitista, pois, os buracos que elas possuem no meio do cocho estão distantes do solo, conforme Figuras 9 e 10.



FIGURA 9 - Dificil acesso para chegar aos buracos situados no meio do cocho do poste



FIGURA 10 - Dificil acesso para chegar aos buracos situados no meio do cocho do poste

Partindo dessa dificuldade, desenvolvemos estribos que são instalados desde a um metro do solo, em que os mesmos, proporcionam ao eletricitista, escalar conectado na linha de vida desde o chão, e assim ter maior segurança e confiança na realização dos trabalhos.

Em função de diferentes características construtivas das estruturas, desenvolvemos dois tipos de estribos, ou seja, estribos para estrutura de suspensão e estribos para estruturas de ancoragem, conforme Figuras 11 e 12.



FIGURA 11 - Estribo de suspensão



FIGURA 12 - Estribo de ancoragem

2.7.1. Estribos para estruturas de ancoragem e estribos para estrutura de suspensão

As Figuras 13 e 14 nos mostram a instalação e concretagem dos estribos nos buracos existentes em estrutura com característica de ancoragem (postes ocios, de seção quadrada).



FIGURA 13 – Instalação do estribo



FIGURA 14 – Concretagem do estribo

Para a concretagem dos estribos, utilizamos pedrisco e argamassa tipo piso sob piso. Essa vedação com argamassa e pedrisco impede a entrada de insetos (abelhas).

Finalmente, as Figuras 15 – (a) e (b) nos mostram a estrutura com a instalação finalizada.



Figura 15 – (a) Instalação Finalizada



Figura 15 – (b) Instalação Finalizada

As Figuras 16 - (a) e (b), nos mostram a grande facilidade, confiança e principalmente segurança que os estribos fornecem aos eletricitistas na escalada.



FIGURA 17 – (a) Escalada com utilização do estribo



FIGURA 17 – (b) Escalada com utilização do estribo

2.8. Aspectos econômicos

Em 2009, verificamos o custo médio unitário para adequação das estruturas de concreto de linhas de transmissão, conforme nos mostra Tabela 1.

TABELA 1 - Custo de materiais utilizados para implantação da linha de vida em estruturas de concreto em suspensão e ancoragem.

Suspensão			
01	cordoalha de aço galvanizado 5/16"	m	28
02	alça preformada de 5/16 "	pç	2
03	manilha sapatilha	pç	2
04	prensa fio para 2 parafusos	pç	1
05	parafusos olhal 5/8"x200 mm	pç	1
06	parafusos olhal espiral 5/8"x250 mm	pç	2
07	parafusos olhal 3/4"x400 mm	pç	1
Custo total por estrutura			R\$ 600,00
Ancoragem			
01	cordoalha de aço galvanizado 5/16"	m	28
02	alça preformada de 5/16 "	pç	2
03	Pedarol aço galvanizado de 170 mm	pç	8
04	manilha sapatilha	pç	2
05	prensa fio para 2 parafusos	pç	1
06	parafusos de aço 5/8"x50 mm	pç	20
07	ferragem cantoneira galvanizada	kg	20
08	Estribo para estrutura de ancoragem	pç	34
Custo total por estrutura			R\$ 1.100,00

3.0 – CONCLUSÕES

A adequação das estruturas de concreto das linhas de subtransmissão da empresa de energia elétrica de Mato Grosso do Sul, após a instalação da linha de vida, tem apresentado melhoria no clima organizacional da equipe. Observamos que essas mudanças possibilitam maior segurança na escalada das estruturas, pois permite que o eletricitista esteja 100% conectado desde o chão. Desta forma, contribuimos com a meta de acidentes zero das empresas de energia elétrica do Brasil. Assim, estamos em uma busca contínua pelo bem estar dos eletricitistas e pela melhoria na área de segurança do trabalho.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ABNT, NBR 14627. Equipamento de proteção individual trava-queda guiado em linha rígida, especificação e métodos de ensaio, janeiro, 2000.
- (2) BRASIL. MTe. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI (NR-6). Acesso em 25/11/2009, disponível em: http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_06_.pdf
- (3) BRASIL. MTe. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 8 – Edificação (NR-8). Acesso em 25/11/2009, disponível em: http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_08_.pdf
- (4) BRASIL. MTe. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 10 – Segurança em instalação e serviços em eletricidade – (NR-10). Acesso em 25/11/2009, disponível em: http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_10_.pdf
- (5) BRASIL. MTe. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção – (NR-18). Acesso em 25/11/2010 disponível em: http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_18_.pdf
- (6) FUNDAÇÃO COGE. Comitê de Gestão Empresarial. Acesso em 04/01/2011, disponível em: <http://www.funcoge.org.br/>
- (7) LABEGALINI, P.R.; LABEGALINI, J.A.; FUCHS, R.D.; ALMEIDA, M.T. Projetos mecânicos das linhas aéreas de transmissão 2 edição. São Paulo, Ed Bluche LTDA, 1992. 528p.
- (8) MARTINEZ, M.C.; LATORRE, M.R.D.O. Fatores associados à capacidade para o trabalho de trabalhadores do Setor Elétrico v.25. São Paulo, Cad. Saúde Pública, 2009, n.4, p. 761-772.
- (9) ONS. Operador Nacional do Sistema Elétrico. Acesso em 25/11/2009, disponível em: <http://www.ons.org.br/home/>.

5.0 – DADOS BÍOGRÁFICOS



Euler Ferreira Martins nasceu em 1964.

Graduou-se em Tecnologia Elétrica em 1994 e Engenharia Elétrica com Ênfase em Eletrotécnica, Eletrônica e Telecomunicação em 2004, ambos os cursos concluídos na Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – UNIDERP.

Em 2009 iniciou estudos de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho na Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – UNIDERP

Está a serviço da Enersul – Empresa Energética de Mato Grosso do Sul a 20 anos, onde já exerceu os cargos de Operador de Usinas e Subestações, Assistente Técnico e Tecnólogo. Hoje, atua como Coordenador de Manutenção de Linhas de Transmissão, orientando e gerenciando as equipes de campo.