

Especificações de Um Adequado Sistema Para Escalada em Postes

Vilson Renato da Silva	Saul Fernando Pedron	João Carlos Lindau
VRS Engenharia Ltda	CEEE-GT / RS	Grupo CEEE / RS
vilson@vrsengenharia.com.br	saulp@ceee.com.br	joaol@ceee.com.br

Everton Esteves	Leandro Inácio Rippel
VRS Engenharia Ltda	CEEE-GT / RS
everton@vrsengenharia.com.br	leandroir@ceee.com.br

Palavras-chave:

Escalada em Poste
Estribo-Degrau
Manutenção
Montagem
Trabalho em Altura

Resumo

O presente trabalho técnico se propõe a apresentar os critérios e as condições técnicas que serviram de base para o desenvolvimento de um projeto para solucionar o velho problema da escalada em postes de grande altura utilizado em linhas de transmissão e redes de distribuição de energia elétrica. A preocupação principal foi, por um lado a segurança do eletricitista, por outro, a qualidade do fornecimento de energia elétrica.

Na primeira parte, o trabalho se preocupa em fazer uma análise crítica da atual realidade, que perdura há muito tempo, enfocando, por exemplo, o uso dos tradicionais parafusos pedarolas e de guindastes com cestos.

Na parte central do trabalho, são apresentados os critérios e condições de projeto, em formato de especificações, para fabricação de um sistema de escalada para postes. Cabe destaque os ensaios estáticos e dinâmicos, simulando situações normais e excepcionais de trabalho do eletricitista.

No final, ilustra-se o tema apresentando um caso prático de aplicação das especificações. Um sistema foi desenvolvido e aplicado com pleno sucesso em uma LT 230 kV urbana na cidade de Porto Alegre. Toda a experiência adquirida com a realização dos projetos, protótipos e ensaios foi aproveitada para aprimorar as especificações técnicas, tornando-as mais completas.

1. INTRODUÇÃO

Conhecendo-se as reais dificuldades de um eletricitista para escalar (subir e descer) e de realizar trabalhos nos postes de grande altura (maior do que 20 m), das RDs (redes aéreas de distribuição de energia elétrica) e, principalmente, em LTs (linhas aéreas de transmissão de energia elétrica), e com a

firme disposição de desenvolver uma solução adequada, tomou-se a decisão de fazer um amplo estudo sobre o assunto. Cabe comentar que este tema é também de interesse de outras áreas que utilizam postes ou pilares de grande altura, como SEs (Subestações), telecomunicações e iluminação pública.

O primeiro passo foi reunir um grupo especial de trabalho onde todas as necessidades e dificuldades relacionados com a atividade de escalar e realizar trabalhos nas RDs e LTs fossem discutidas e analisadas. Este grupo especial contou com a participação de profissionais envolvidos com projeto, manutenção e segurança do trabalho. Não foi difícil formar este grupo, pois o assunto despertou muito interesse. Desta forma, sentaram-se à mesa representantes das empresas VRS Engenharia, com experiência em projetos e montagens, e representantes do Grupo CEEE, pertencentes à transmissão e distribuição, com experiências em manutenção e segurança do trabalho. Profissionais eletricitistas que atuam diretamente na atividade de manutenção também contribuíram para levantamento de detalhes das dificuldades e das necessidades.

Depois de alguns meses, no final de 2005, o grupo produziu um conjunto de definições, condições e critérios que resultaram nas especificações técnicas de projeto e fabricação de um sistema de escalada em postes. Teve-se o cuidado de estabelecer as diretrizes gerais de projeto de forma mais ampla possível para que as soluções de projeto pudessem ser desenvolvidas com liberdade e criatividade.

O presente trabalho aborda inicialmente todas as questões relevantes que foram discutidas e analisadas visando fundamentar as especificações. Este tema é abordado a seguir, no item 2. CONSIDERAÇÕES, enfocando Atividades no Poste, Dificuldades do Trabalho, Importância do Trabalho, Segurança do Trabalhador, Equipamentos Auxiliares, Equipamentos Instalados no Próprio Poste, Equipamentos Individuais Necessários.

No item 3, ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS, são apresentados critérios, condições, requisitos de projeto, enfocando carregamentos, resistência mecânica, proteção contra corrosão, ensaios e controle de qualidade, todos necessários para garantir a produção de um adequado sistema de escalada.

O trabalho é finalizado no item 4 – CONCLUSÕES, onde se apresenta, através de uma aplicação prática das especificações propostas, os resultados conseguidos.

2. CONSIDERAÇÕES

2.1. Atividades no Poste

As linhas aéreas urbanas de transmissão de energia elétrica (LTs) e as redes aéreas de distribuição (RDs) são construídas com estruturas tipo poste de concreto, metálicas ou de madeira. O tipo predominante é poste de concreto, que pode ter seção circular, duplo T ou eventualmente, retangular.

Estas estruturas, ao contrário das torres metálicas treliçadas, caracterizam-se por sua esbeltez e sem elementos próprios que possam servir de apoio ou auxílio para a escalada do eletricitista. Além da escalada, isto é, da movimentação de subir e descer da estrutura, o eletricitista precisa realizar trabalhos estacionários diversos e em níveis diferentes, com as instalações energizadas ou não. No primeiro instante, tem-se as atividades de montagem da própria LT ou RD. Neste momento tem também os serviços de fiscalização e comissionamento.

Em um segundo momento, que se estende por toda a vida útil da instalação, seguem-se atividades de inspeções periódicas, seguidas de manutenções preventivas e corretivas normais e emergenciais. Nas situações emergenciais o eletricitista necessita desenvolver importantes atividades na estrutura visando restabelecer o fornecimento de energia.

Há também situações de atividades nos postes relacionadas à expansão e melhorias dos sistemas de distribuição e transmissão, assim como, para remoção de instalações obsoletas.

2.2. Dificuldades do Trabalho

As atividades que os eletricitistas realizam nas estruturas das LTs e RDs devem ser definidas como verdadeiros desafios, legítimos atos de coragem. São demonstrações efetivas de dedicação muito especial ao trabalho. São profissionais destemidos e determinados, preparados para a função a partir de intenso treinamento e muita experiência prática.

Em situações emergenciais, a necessidade de restabelecer o abastecimento de energia ou de resolver eventual irregularidade, impõe ao eletricitista mais desafios, não importando o dia, a hora, nem mesmo as condições do tempo (chuva, vento, temperatura).

Para exercer o trabalho é indispensável ter todos os conhecimentos de segurança, não só pelo trabalho em altura, mas também, pela aproximação ou presença de cabos energizados. Embora na área das concessionárias distribuidoras as LTs mais importantes operam normalmente em 69 ou 138 kV, na área das concessionárias transmissoras ocorrem LTs urbanas com tensão igual ou superior a 230 kV.

Outro aspecto fundamental na atividade caracteriza-se pela utilização de equipamentos individuais de prevenção a acidentes, destacando proteções com roupas condutivas quando se trata de trabalho com linha energizada. A situação mais crítica de desafio é, sem dúvida, os trabalhos ao potencial.

Embora a preocupação pela possibilidade de acidente causado por eventuais aproximações ou contatos com partes energizadas da LT ou RD, há o permanente risco de acidente devido ao trabalho em altura. Independente das facilidades maiores ou menores para escalada e execução de trabalhos estacionários, os EPIs, para evitar acidente por queda, são indispensáveis. Destaca-se o cinto de segurança tipo pára-quedista e talabarte de três pontas, conforme referenciado neste trabalho no item 2.7 Equipamentos Individuais - EPIs.

2.3. Importância dos Trabalhos de Manutenção

Com a realidade atual do mercado consumidor, cada vez mais exigente e regulamentado, impõem um fornecimento com qualidade e pesadas multas para o não atendimento satisfatório. Conforme a Resolução Normativa nº 63, de 12 de maio de 2004 da ANEEL, que trata do assunto, a concessionária pode receber desde advertências e multas, até a perda da concessão.

O fornecimento de energia elétrica, sendo um serviço essencial, deve atender aos três princípios básicos definidos pelo Código do Consumidor: qualidade, continuidade e universalidade.

A ANEEL, através da Resolução ANEEL n.º 456 / 2000, além de adotar medidas e determinações para garantir os direitos do consumidor, exerce o poder de fiscalização de forma a obrigar as concessionárias a manter os padrões estabelecidos.

Com isso, considerando que a ANEEL disponibiliza a sua ouvidoria, via telefone, carta ou e-mail, qualquer pessoa ou entidade pode fazer reclamações ou denúncias.

Portanto, não há dúvidas de que todos os serviços de inspeções e manutenções normais ou emergenciais nas linhas de transmissão e redes de distribuição são fundamentais para manter a qualidade do fornecimento.

O executor dos trabalhos no campo é o eletricitista que muitas vezes encontra dificuldades e até impossibilidades para executá-lo. Faltam condições adequadas, equipamentos, mas o trabalho acaba sendo sempre realizado de uma forma ou outra.

Portanto, quanto mais fácil e rápido for o acesso no poste, menos horas de trabalho do eletricitista, resultando, entre outros benefícios, a redução do tempo de interrupção do fornecimento de energia.

2.4. Segurança do Trabalhador

Cabe inicialmente reconhecer que a legislação existente disponibilizada pelo Ministério do Trabalho, com abrangência ampla e genérica, é muito extensa, de certa forma confusa e, na nossa opinião, não contempla de forma completa o caso de trabalhos em estruturas de linhas de transmissão ou redes de distribuição de energia elétrica como desejado. É necessário um esforço interpretativo das normas para adequar soluções que possam atender a filosofia de segurança do Ministério do Trabalho visando proporcionar condições adequadas de trabalho e de preservação da integridade física do trabalhador.

A norma regulamentadora NR 04 (MTE–NR 04, item 4.1) estabelece que as empresas privadas e públicas, os órgãos públicos da administração direta e indireta e dos poderes Legislativo e Judiciário, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, devem, obrigatoriamente, manter Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho, com a finalidade de promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho.

Esta mesma Norma NR 04 (MTE–NR 04, item 4.2), estabelece que o dimensionamento dos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho vincula-se à graduação do risco da atividade principal e ao número total de empregados do estabelecimento, constantes dos Quadros I e II. Consultando-se o Quadro I, encontra-se no item 33 a classificação Indústria da Construção. E, no sub-item 33.14, encontra-se o enquadramento das atividades de montagens de sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica.

Na Norma NR 10 (MTE-NR 10), que trata mais especificamente da segurança nos serviços em eletricidade, embora cite, não se detém nas questões de trabalhos em altura. Entende-se que isto ocorre tendo em vista que esta matéria, trabalhos em altura, é tema abordado na NR 18 (MTE-NR 18).

Consultando a NR 18 (MTE-NR 18, item 18.1), verifica-se que esta norma regulamentadora é que estabelece as diretrizes quanto às medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção. É um documento extenso, porém, constata-se que não trata o assunto na especificidade desejada para as atividades de escalada e de trabalhos em estruturas de linhas de transmissão ou redes de distribuição de energia elétrica como esperado.

Na NR 18 (MTE-NR 18, item 18.12.5.10), onde o assunto de trabalhos com escadas é tratado, faz referência ao uso de escada fixa, tipo marinheiro, provida de gaiola protetora a partir de 2,00 m. Este tipo de escada não tem sido aplicada nas LTs e RDs, que embora adequada, de forma geral, para a atividade de escalada, é considerada um inconveniente para a realização dos trabalhos necessários.

Nesta NR 18 (MTE-NR 18, item 18.23.3), onde trata dos equipamentos de proteção individual (EPI), encontra-se de forma específica a exigência de uso do cinto de segurança tipo pára-quedista em atividades a mais de 2,00m (dois metros) de altura do piso, nas quais haja risco de queda do trabalhador. Este equipamento, cinto de segurança tipo pára-quedista, combinado com talabarte de três pontas (Y), tem sido a solução amplamente adotada e aceita para permitir a escalada e a realização de trabalhos em torres treliçadas de linhas de transmissão, com a devida segurança. Este equipamento tem dificuldade de ser utilizado em postes, exceto se criadas as condições.

Tem-se observado que enquanto os setores de manutenção das concessionárias estão continuamente esforçando-se na busca de soluções para facilitar e reduzir custos de manutenção, os setores de segurança do trabalho mantêm-se vigilantes quanto ao cumprimento da legislação visando garantir um trabalho seguro, sem acidentes.

2.5. Equipamentos Auxiliares

Interessante observar que quanto mais elevada a tensão da LT ou RD, normalmente maior a altura das estruturas. Também, que quanto maior o nível de tensão, maior é o grau de desempenho requerido. E, coincidentemente, se observa que quanto mais elevada a tensão, normalmente maior é a importância da via por onde esta LT urbana segue o seu traçado. Portanto, estes fatores, que agem desfavoravelmente para o mesmo lado, dificultando as atividades de quem precisa trabalhar nas estruturas, levam a exigir na fase de projeto, considerações especiais de forma que tais variáveis sejam consideradas. Na atualidade não se admite desenvolver projetos de LTs e RDs desconsiderando esta realidade.

Tem sido observado que muitas LTs e RDs, depois de construídas, apresentam problemas impeditivos para a realização das atividades de inspeções e manutenções, prejudicando o seu desempenho durante a vida útil da instalação. Cita-se como exemplo crítico, a montagem de postes de grande altura desprovido de um adequado sistema próprio de escalada. Depois o setor de manutenção não consegue fazer os trabalhos de inspeções e manutenções como requerido. Nem sempre os equipamentos auxiliares estão disponíveis e/ou são adequados, como guindaste especial de grande porte, munido de cesto, para realizar os trabalhos em grande altura.

Ao se examinar os equipamentos auxiliares normalmente disponibilizados para os trabalhos de montagens, inspeções e manutenção das LTs e RDs, podemos citar os principais: (a) Escadas, que estão limitadas pela regulamentação do Ministério do Trabalho em 6 m de altura; (b) Caminhões guindastes de porte normal, com cestos, que alcançam facilmente alturas de até 12 m, e eventualmente, até 20 m; (c) Caminhões guindastes especiais, com lança maior do que 20 m, que apresentam-se, pelo avantajado espaço que ocupam, como inconvenientes para movimentação e estacionamento em casos de vias públicas movimentadas.

O uso de helicópteros pode ser considerado como muito restrito, pois há dificuldades ou impossibilidades para trabalhos em zonas urbanas.

Nota-se que na fase de projeto de algumas instalações de grande porte, há uma tendência a não considerar a maior complexidade e necessidade de trabalhos de inspeções e manutenções durante a vida útil da instalação. Em muitos casos a preocupação acaba com a viabilização da montagem da obra. Os aspectos relacionados às atividades de inspeções e manutenções, quando no projeto não há um envolvimento direto de profissionais das áreas de manutenção e de segurança do trabalho, são normalmente jogadas para serem resolvidas através da moderna e ilusória solução, onde tudo pode ser atendido, mediante o emprego de equipamentos especiais, como caminhões guindastes ou helicópteros.

Os caminhões guindastes, mesmo munidos de cestos isolados e adequados para trabalho em altura, na realidade são importantes recursos auxiliares, mas que nem sempre conseguem fazer as aproximações aos locais necessários, nem realizar de forma completa todas as atividades normalmente requeridas. Uma inspeção sendo feita desta forma nem sempre é satisfatória.

Adicionalmente, cabe considerar que, além de questões de custos normalmente não bem contabilizados quanto aos equipamentos auxiliares, no caso de estruturas de grande altura que requerem equipamentos de grande porte, depara-se, por exemplo, com a necessidade de compatibilizar a circulação e estacionamento (patolagem) destes grandes guindastes com as vias públicas movimentadas. Muitas vezes os órgãos responsáveis pelo trânsito simplesmente impõem restrições que prejudicam ainda mais o pronto atendimento dos serviços urgentes a realizar, aumentando custos e causando maior tempo na interrupção do fornecimento de energia.

2.6. Equipamentos Instalados no Próprio Poste

De longa data, logo depois que o uso das pedarolas (parafusos-degraus fixados em um dos montantes) ficou difundido como a solução das dificuldades de escalada em torres metálicas treliçadas, passou-se a utilizar como tentativa de solução também para postes de concreto ou metálicos. Em postes de concreto duplo T, pela sua configuração vazada, tem sido adotadas soluções diferenciadas, porém sem satisfazer integralmente os seus usuários e sem atender de forma garantida as premissas de segurança do trabalhador.

A tradicional solução pedarola, que ainda hoje é encontrada nos postes de LTs mais antigas, causa dificuldades e insegurança para os eletricitistas. Para a realização de trabalhos estacionários, o desconforto é grande, pois o eletricitista fica, normalmente, apoiado num só pé. Trata-se de uma solução em desuso pois, além de não permitir uma segura escalada mediante uso do talabarte de três pontas (Y), a pedarola padrão não possui normalmente resistência à flexão suficiente para absorver o impacto causado pelo montador numa queda acidental. Há outros problemas, como por exemplo, não possuir extremidade fechada para impedir que o gancho do talabarte escape, a corrosão das peças metálicas embutidas no concreto, fato que compromete exatamente a seção mais solicitada da pedarola.

Ao longo do tempo, observa-se que algumas escassas alternativas ao dispositivo pedarola padrão foram criadas. Um pequeno progresso foi o uso de parafusos pedarolas passantes. Mas continua sendo uma solução imprópria para o uso do cinto de três pontas, muito precária em termos de conforto, que requer uma grande quantidade de furos no poste. Também porque não atende os requisitos básicos de preservação da integridade física do trabalhador exigidos pelos regulamentos durante uma eventual queda, mesmo estando com o cinto de segurança. Continua sendo um dispositivo causador de ferimentos graves devido a sua forma pontiaguda.

Um exemplo de tentativa para resolver o problema de escalada em postes foi a criação pela CEEE, em 1982, de escadas moduladas de comprimento 1,20 m, instaladas no próprio poste através de sistema de fixação permanente ou por encaixe, permitindo a remoção. Tal solução chegou a ser aplicada, mas foi desativada por diversos motivos. Este projeto foi definitivamente abandonado.

A utilização de escadas tipo marinheiro com guarda corpo, é uma solução padrão nas edificações, bem como, em estruturas de telecomunicações. Mas raramente é utilizada em LTs e RDs. Casos isolados, como em torres de travessia de grande altura (superior a 60 m), tem sido utilizadas com frequência. Reconhece-se que apesar de atender de forma direta as diretrizes das normas do Ministério do Trabalho, há um entendimento comum de que não é uma solução prática para o caso de estruturas tipo postes de LTs e RDs. Por exemplo, causam dificuldades para a realização dos trabalhos de manutenção necessários, pois nem sempre é possível montar as plataformas de descanso como requeridas.

2.7. Equipamentos Individuais - EPIs

Tendo em vista o objetivo deste trabalho, os EPIs de interesse específico são: o talabarte comum de duas pontas, o talabarte especial de três pontas e o correspondente cinto tipo pára-quedista.

O talabarte de três pontas, também denominado de talabarte duplo, define-se como sendo um acessório que permite que o trabalhador faça a movimentação de subida e descida, mediante a conexão alternada de cada uma das duas extremidades do talabarte, de maneira que o usuário tem sempre um dos dois ganchos, de grande abertura, conectado à estrutura. Desta forma, o trabalhador fica protegido contra qualquer possibilidade de queda em altura, inclusive durante a realização de trabalhos estacionários.

Considerando as dificuldades para escalada em postes de grande altura e a necessidade de atendimento das condições de segurança do trabalhador, regulamentada pelo Ministério do Trabalho, chega-se ao senso de que a solução é usar o talabarte de três pontas (Y) acoplado ao cinto tipo pára-quedista. Conseqüentemente, para viabilizar o uso do talabarte de três pontas durante a subida ou a descida do eletricitista, deve ser criada no poste uma condição estrutural favorável, adequada.

Por outro lado, o tradicional talabarte de duas pontas, indispensável para a realização dos trabalhos estacionários, é outro elemento importante que deve ser referência para a definição do sistema estrutural componente do poste. Nem sempre é possível o talabarte abraçar o próprio poste.

Prega-se, portanto, que o eletricitista ou montador de LTs e RDs, utilize os mesmos equipamentos EPIs que são utilizados quando trabalha numa torre metálica treliçada. Necessita-se, conseqüentemente, que seja criada no poste uma solução estrutural que permita ancorar com segurança os ganchos do talabarte de três pontas durante a subida ou descida do eletricitista, bem como, que seja possível ancorar seguramente, em qualquer nível, o seu talabarte normal para trabalhos estacionários.

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

3.1. *Objetivo*

O objetivo deste documento é especificar um adequado sistema para escalada e realização de trabalhos estacionários em postes de grande altura que apresente as seguintes características básicas: seja modulado, de fácil montagem, confortável, seguro e durável; permita a ancoragem do talabarte especial de três pontas durante a subida e a descida do eletricitista; permita a ancoragem do talabarte comum de trabalho; resista ao impacto de um corpo de 100 kg em queda livre de uma altura de 1,80 m; tenha acabamento sem pontas expostas que possam causar ferimentos ao usuário, inclusive no momento de uma queda; bem como, que atenda as exigências normativas do Ministério do Trabalho no que se refere a preservação da integridade física do trabalhador.

3.2. *Concepção Geral*

Um sistema de escalada para postes deve ser entendido como um componente estrutural semelhante a uma escada tradicional, porém que faça parte integrante como um acessório da própria estrutura. O projeto deve buscar a melhor solução que possa aliar custo adequado com atendimento a todos os requisitos especificados, incluindo o atendimento das normas do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Deve-se considerar que estas especificações foram montadas tendo por premissa atender tais diretrizes.

Os materiais a serem aplicados, devem atender os requisitos ditados nas normas ABNT de aços destinados a aplicações estruturais. Entretanto, não há restrições a inovações, como uso de novos materiais. O sistema deve apresentar rigidez, robustez, além das comprovações de cálculos e ensaios, pois precisa transmitir ao usuário a sensação de segurança. Quanto a durabilidade, a meta estabelecida é ter vida útil igual ou superior ao das instalações principais (mínimo de 30 anos). A proteção deve garantir durabilidade praticamente sem manutenção, embora sem dispensar inspeções normais. Para tanto, não é tolerado, por exemplo, nenhum tipo de solda, menor que seja. Quanto a fabricação, o processo de controle de qualidade deve ser rigoroso, de forma a agregar ao produto não só resistência mas também confiança.

3.3. *Requisitos Específicos*

a) A concepção do sistema de escalada, modulado, deve necessariamente partir de estudos da configuração geométrica de cada tipo de poste, considerando todos os elementos envolvidos, a começar pela variação das dimensões dos postes com a altura. Em princípio, o objetivo deve ser criar

modelos estudados para os postes de maior predominância e depois adaptar para os postes de menor uso. Se necessário, módulos adicionais ou específicos devem ser criados.

b) A definição dos modelos deve adequar-se, por exemplo, a seção de cada tipo existente (circular, duplo T e retangular), ao tipo de material (concreto ou metálico).

c) É indispensável que o desenho dos postes, com todas as características dimensionais e de acessórios esteja em mãos para poder realizar o trabalho de modulação. Uma forma ideal é desenvolver o projeto do sistema de escalada integrado com o projeto dos postes.

d) Tratando-se de projeto para instalações já existentes, em operação, torna-se indispensável a busca de dados e elementos dos postes no local. Neste caso, o processo de fixação tende a ser sempre por cintamento.

e) O espaçamento entre degraus deve ficar no máximo com 40 cm. No estudo da modulação de cada tipo e altura de poste, um valor padrão deve ser definido, sem ultrapassar o máximo admitido;

f) A modulação deve constituir-se de dois degraus. Em casos especiais, pode ser composto de apenas um degrau. O espaçamento padrão deve preferencialmente ser definido na região da cabeça da estrutura, entre os pontos de fixação dos isoladores. Entretanto, é possível haver pequenos ajustes do espaçamento entre os degraus, mudando um pouco o comprimento de cada módulo, dependendo do tipo e local de aplicação.

g) Os módulos devem permitir pequenos ajustes para atender tolerâncias de fabricação dos postes, principalmente de concreto, como a distância entre furos, irregularidades na superfície e variação de diâmetro. Entretanto, após instalados, devem possuir rigidez adequada para transmitir confiança ao usuário.

h) Outra característica indispensável é de que cada módulo deve ter sua condição independente de resistência, permitindo de forma segura que o montador utilize um módulo já instalado para montar o seguinte (auto-montagem). Esta situação é exigível também para o último módulo instalado no topo.

i) As peças componentes devem possuir formas apropriadas, preferencialmente arredondadas, evitando-se elementos pontiagudos nos locais expostos e sujeitos a causar ferimentos ao usuário quando em trabalho normal ou quando em situação excepcional (usuário suspenso pelo cinto durante uma eventual queda).

j) A largura livre de cada degrau deve ser igual ou maior do que 27 cm, de forma a permitir que o usuário posicione os dois pés, quando necessário, num mesmo degrau. A profundidade do degrau deve ter no mínimo 20 cm.

k) Cada módulo componente do sistema deve ser concebido por peças que permitem fácil montagem e desmontagem, bem como, que não possua peso superior a 20 kg. Desta forma, o montador terá facilidades para realizar os trabalhos de montagem, principalmente no caso de auto-montagem.

l) A modulação deve prever, pelo menos a cada dois degraus, bem como no último módulo no topo, um ponto resistente em forma de anel fechado. Isto visa permitir que o eletricitista possa engatar o seu talabarte por este anel de forma a garantir que o talabarte não escape acidentalmente.

m) Cada degrau deve ser fechado de forma a garantir que o gancho do cinto de segurança especial de três pontas, utilizado pelo montador ou eletricitista, possa ser fixado sem possibilidades de escapar em qualquer situação de uso.

n) Caso não haja definição específica em função das necessidades de uma determinada LT ou RD, o dispositivo de escalada, por questões de segurança a terceiros, deve iniciar-se a uma altura entre 5 e 6 m em relação ao nível do terreno.

o) Os módulos que compõem o dispositivo devem ter continuidade elétrica e pelo menos em dois pontos, no topo e na base, estar devidamente conectado ao aterramento da própria estrutura.

3.4. Carregamentos Mecânicos

Carga Normal - as atividades de simples escalada e realização de trabalhos estacionários, caracteriza-se como uma situação de Carga Normal. Nestas condições considera-se o peso máximo de um trabalhador igual a 100 kg acrescida a uma carga adicional de 50 kg formada pelo peso dos próprios EPIs e de uma eventual carga provocada pela realização dos trabalhos no poste. Considerando um fator de ponderação das cargas igual a 1.10, resulta na carga de projeto que arredondando, totaliza 170 kgf (1700 N). Esta é uma carga estática máxima de projeto.

Carga Excepcional – em condição de queda eventual do eletricitista, o talabarte transmitirá uma carga dinâmica no ponto onde está ancorado, cujo valor é uma variável função do tempo, da altura de queda e do peso efetivo do corpo submetido a ação da gravidade. A carga realmente transmitida ao sistema de escalada acaba sendo a componente final reduzida de todos os efeitos de amortecimento. Trata-se de uma carga de impacto amortecida. Experimentalmente, o valor da carga deve ser simulada através da aplicação de um corpo em queda livre por uma altura de 1,8 m. O peso normalmente utilizado corresponde a 100 kg.

O carregamento excepcional é crítico para o dimensionamento do conjunto, pois chega a produzir uma carga de impacto cerca de 10 vezes o valor da carga estática.

3.5. Resistência Estrutural

a) O sistema de escalada deve ser projetado para atender as condições de Carga Normal, isto é, resistir no regime elástico (sem deformações plásticas) a especificada no item 3.4, aplicado no centro do degrau. Nesta condição o cálculo deve demonstrar segurança de qualquer seção submetida a solicitações, considerando regime elástico e um fator de resistência dos materiais mínimo igual a 0,85.

b) O sistema de escalada deve ser projetado para atender também as condições de Carga Excepcional, ou seja, ao carregamento dinâmico conforme definido no item 3.4. O valor da carga estática de projeto equivalente ao impacto, considerando efeitos estimados de amortecimentos, deve ser feita pelo projetista. Para este carregamento considerar o dimensionamento estrutural em condições de Estado Limite Último. É admitido seções deformadas ou plastificadas, exceto se tal ocorrência representa redução da resistência ou da segurança. No cálculo da capacidade da peça, deve-se usar como fator mínimo de resistência dos materiais o valor 0,85.

c) No projeto devem ser utilizados chapas, perfis e barras produzidos para uso estrutural, preferencialmente de qualidade igual ou superior ao aço ASTM A36 ou MR 250.

d) A bitola mínima dos parafusos é 12 mm (ou 1/2”), padrão similar utilizado em torres, com aço ASTM A394. Admite-se barra roscada de menor diâmetro desde que a rosca seja equivalente a parafuso de 12 mm. A espessura mínima de qualquer chapa ou perfil deve ser 3 mm. Não é admitida solda de qualquer tipo em nenhuma peça.

e) Para o dimensionamento das peças deve-se usar a norma NBR 8850 – Execução de suportes metálicos treliçados para linhas de transmissão – Procedimento.

3.6. Ensaios

a) Os ensaios de carga Normal e Excepcional devem ser realizados em protótipos em verdadeira grandeza ou em peças retiradas de lotes fabricados. A amostra deve ser representativa dos diferentes modelos necessários que compõem o sistema de escalada. Deve contemplar pelo menos um ensaio para cada alternativa de configuração ou modelo projetado (tipo de degrau, tipo de fixação etc). Deve ser elaborado um plano de ensaios com todos os detalhamentos do processo de aplicação de cargas e monitoramentos. Todos os dados e resultados do exame de cada uma das peças devem ser colhidos numa planilha que servirá de base para o relatório. Fotos de todas as etapas devem ilustrar o evento.

b) Deverão ser aplicados nos testes cargas de projeto para confirmar o desempenho previsto pelo cálculo, tanto para a Carga Normal, quanto para a Carga Excepcional, conforme especificada no item 3.4 – Carregamentos Mecânicos. Neste ensaio com carga dinâmica (ou carga de impacto), as peças são verificadas quanto a ocorrência de ruptura, sendo aceito a ocorrência de danos (deformações e plastificações dos materiais) desde que não cause redução da capacidade de resistência do conjunto. A medição da efetiva carga de impacto transmitida ao degrau é importante para aprovação do projeto e deve ser elaborada por laboratório capacitado.

c) Para a realização dos ensaios de cargas mecânicas, observar a norma ABNT NBR 8842 – Método de ensaio para suportes metálicos treliçados para linhas de transmissão, no que foi aplicável.

3.7. Proteção Contra a Corrosão

Todos os componentes devem ser concebidos de material resistente à corrosão, isto é, protegidos por galvanização (zincados) à quente, de acordo com as especificações da norma NBR 6223 – Produtos de Aço ou Ferro Fundido – Revestimento de Zinco por Imersão à Quente. A vida útil mínima prevista é 30 anos. O processo de zincagem é similar ao utilizado nas ferragens de LTs ou RDs.

3.8. Aprovação do Projeto

O projeto completo, desenhado peça por peça, por módulo, por estrutura, contendo os detalhes e respectivas listas de peças, deverá ser apresentado para aprovação do cliente. Também os seguintes documentos devem ser aprovados: Memorial Descritivo de Cálculo, Plano de Ensaio dos Protótipos e correspondente Relatório e Plano de Controle de Qualidade da Fabricação.

3.9. Qualidade dos Materiais

Na fabricação do sistema de escalada, o controle de qualidade dos materiais deve ser permanente, com controle de procedência e com certificados de qualidade de todos os tipos de materiais do lote a ser fabricado. É exigido, no mínimo, os certificados de ensaios de caracterização do aço de chapas e perfis, sendo explicitado os valores característicos de resistência de escoamento e de ruptura, do alongamento e da composição química. Os certificados recebidos devem ser repassados junto com a nota fiscal ou anexo ao relatório específico de inspeções de entrega. Parafusos e outros componentes devem possuir no mínimo certificação de sua resistência fornecida pelo fabricante.

3.10. Qualidade da Fabricação

O processo de fabricação deve manter controle de produção de forma a garantir as tolerâncias definidas no projeto de cada peça, e para manter as dimensões definidas no projeto. No caso de processos de dobras de chapas

ou outras peças, deve-se fazer controle rigoroso do raio mínimo de dobra de forma a não comprometer a resistência das peças.

Todas as combinações de modelos que fazem parte do sistema de escalada, com as correspondentes peças componentes, devem ser montadas a título de pré-montagem, utilizando postes ou estruturas similares, que suportam no mínimo a montagem de todos os módulos diferentes.

3.11. Controle de Qualidade

Na entrega, as peças componentes do sistema de escalada devem ser inspecionadas pelo cliente de forma similar a qualquer fornecimento de ferragem de LT ou RD. Normalmente se faz a inspeção visual e dimensional. Adicionalmente, são feitos os ensaios de laboratório para verificar a zincagem. Mede-se a espessura de camada, verifica-se a aderência e a uniformidade da camada (Ensaio de Preece). Certificados de zincagem devem ser emitidos pelo responsável pelo serviço.

A definição das amostras e critérios de aceitação deve seguir a norma ABNT NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Adotar no mínimo o seguinte: (a) Para inspeção visual, utilizar Plano de Amostragem Simples Atenuado, Nível II, NQA = 1%; (b) Para inspeção dimensional e zincagem, utilizar Plano Simples Atenuado, Nível S3, NQA = 1%.

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Como conclusão, citam-se os resultados alcançados com a aplicação das especificações propostas neste trabalho.

O objetivo de especificar um sistema para escalada em postes de grande altura foi conseguido de forma plenamente satisfatória com o projeto desenvolvido pela VRS Engenharia, com a modelagem e fabricação feita pela indústria PPL e com os ensaios de protótipos com cargas de impacto tendo sido monitorados pelo laboratório LEME - Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais da UFRGS.

O resultado conseguido com a aplicação prática das especificações na LT 230 kV Gravataí 2 – PAL 8, é uma comprovação materializada dos objetivos traçados. Nesta importante LT urbana da Concessionária CEEE–GT, localizada numa movimentada avenida de acesso à cidade de Porto Alegre, foi instalado pela primeira vez, o sistema de escalada em cerca de 59 estruturas constituídas de postes de concreto de seção circular de 32 a 35 metros de altura. Já no período de montagem da LT ficaram comprovados a maioria dos benefícios previstos. A instalação foi feita com auxílio parcial de um caminhão guindaste de porte normal, ocupando apenas a faixa destinada ao estacionamento dos veículos. A parte do topo dos postes, onde a cesta não alcançou, foi feita a auto-montagem do sistema como previsto. Com o sistema montado, a própria obra passou a beneficiar-se com o sistema de escalada para a montagem das ferragens, do aterramento, dos isoladores e dos cabos. Por outro lado, os montadores passaram a ter um trabalho mais confortável, seguro e produtivo.

Por fim, cabe citar que os resultados da primeira aplicação prática do sistema de escalada em postes de grande altura resultou em contribuições importantes, como exemplo, para aprimorar as próprias especificações técnicas ora apresentadas neste trabalho.



FIGURA 1 – Ilustração do Sistema de Escalada para Postes de Grande Altura sendo instalado em uma LT 230 kV urbana na cidade de Porto Alegre / RS.

NOTA: Sistema denominado Estribos-Degraus, desenvolvido pela VRS Engenharia - Patente requerida. Direitos autorais reservados

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 6223 – Produtos de Aço ou Ferro Fundido – Revestimento de Zinco por Imersão à Quente.

ABNT NBR 8842 – Suportes metálicos treliçados para linhas de transmissão – Resistência ao carregamento - Método de ensaio.

ABNT NBR 8850/2006 – Execução de suportes metálicos treliçados para linhas de transmissão – Procedimento.

CEEE-GT – ESPPECO3T - Especificações Técnicas Para Projeto de Estruturas de Concreto para Linhas de Transmissão Urbanas, Porto Alegre/RS, 04/11/2205, p. 18-19.

LEME-Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais da UFRGS - Ensaios de Impacto do Sistema Escalada Estribo-Degrau, Relatório Técnico nº 03/07 , de 16/04/2007, Porto Alegre / RS / Brasil.

MTE-Ministério do Trabalho e Emprego - NR 04 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho - Esplanada dos Ministérios / Bloco F – Brasília / DF / Brasil.

MTE-Ministério do Trabalho e Emprego – NR 06 - Equipamento de Proteção Individual – EPI - Esplanada dos Ministérios / Bloco F – Brasília / DF / Brasil.

MTE-Ministério do Trabalho e Emprego – NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade - Esplanada dos Ministérios / Bloco F – Brasília – DF / Brasil.

MTE-Ministério do Trabalho e Emprego – NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - Esplanada dos Ministérios / Bloco F – Brasília / DF / Brasil.

MARCHIORI, Adriano, Cinto de Segurança para Trabalhos em Locais Elevados, International Paper do Brasil Ltda, 18/02/2006, <http://www.internationalpaper.com.br/downloads/OSHSMT/199004-001.pdf>.

VRS Engenharia - Plano de Teste de Montagem, Escalada e Ensaios de Cargas Estáticas e Dinâmicas do Sistema de Escalada Estribos-Degraus – Protótipo Montado no Poste P15 da LT 69 kV PAL 2 – PAL 1 (LT em construção da CEEE-DT), Documento nº VBD241703, de 25/04/2006, Porto Alegre / RS / Brasil.

VRS Engenharia - Ensaios de Cargas Estáticas e Dinâmicas do Sistema Estribos-Degraus - Protótipo Montado no Poste P15 da LT 69 kV PAL 2 – PAL 1 (LT em construção da CEEE-DT), Relatório Técnico Descritivo nº VBD281514, de 28/04/2006, Porto Alegre / RS / Brasil.

CIENTEC-Fundação de Ciência e Tecnologia - Ensaios de Cargas Estáticas e Dinâmicas do Sistema Estribos-Degraus - Protótipo Montado no Poste P15 da LT 69 kV PAL 2 – PAL 1 (LT da CEEE-DT, em operação), Relatório Técnico nº 18511/59430, de 27/02/2008, Porto Alegre / RS / Brasil.

VRS Engenharia - Instruções de Montagem para Estribos com Cinta – Equipamento de Escalada Estribos-Degraus – Montagem Experimental na Estrutura P59 da LT 230 kV Caxias – Caixas 2 (LT em construção da CEEE-GT), Documento nº VBE291615, de 30/06/2006, Caxias do Sul / RS / Brasil.

VRS Engenharia - Montagem Experimental dos Estribos-Degraus na Estrutura P59 da LT 230 kV Caxias – Caxias 2 (LT em operação da CEEE-GT), Relatório Técnico nº VBG141334, 18/07/2006, Caxias do Sul / RS / Brasil.

VRS Engenharia – Instruções de Montagem - Sistema de Escalada Estribos-Degraus na LT 230 kV Gravataí 2- PAL 8 (LT da CEEE-GT, em construção), Documento nº VDA301848, de 04/02/2008.