

ANEXO G - Requisitos mínimos para a construção de linhas aéreas de média e alta tensão nos Canteiros de Obras



SEÇÃO 1 - INFORMAÇÕES GERAIS	3
1.1 Introdução.....	3
1.2 Objetivo deste documento	4
SEÇÃO 2 - MONTAGEM DE ESTRUTURAS DE SUPORTE	4
2.1 Escavações e fundações	4
2.2 Observações gerais.....	6
2.3 Suportes para postes tubulares	8
2.4 Torres de transmissão	11
SEÇÃO 3 - INSTALAÇÃO DO CONJUNTO DO FEIXE E DOS ISOLADORES	16
SEÇÃO 4 - LANÇAMENTO DA LINHA DE ALTA TENSÃO.....	18
SEÇÃO 5 - GERENCIAMENTO DE INTERFERÊNCIA COM LINHAS ELÉTRICAS ENERGIZADAS SUPERIORES OU INFERIORES	24

SEÇÃO 1 - INFORMAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

A construção de linhas aéreas de transmissão de energia é uma das atividades de engenharia mais complexas e difíceis, tanto em termos organizacionais quanto operacionais. As múltiplas interferências que podem surgir ao longo da rota da linha elétrica (sob ou sobre linhas elétricas e telefônicas, edifícios, estradas, cursos d'água, etc.) associadas à morfologia do terreno e às condições climáticas aumentam significativamente os riscos específicos relacionados a esse trabalho.

O pessoal empregado nos trabalhos deve ser altamente especializado e treinado, além de estar física e psicologicamente apto.

Os veículos, equipamentos e EPIs usados devem ser adequados, eficientes e escrupulosamente verificados antes e depois do uso. Se apresentarem deformações ou pontos fracos (rachaduras, quebras ou outros defeitos), deverão ser substituídos imediatamente.

O principal risco para os trabalhadores é a queda de altura, que pode ser controlada com a adoção de uma conduta adequada, de acordo com práticas de trabalho validadas e com o uso apropriado de materiais e EPIs.

O risco de queda de objetos de alturas está sempre presente e não deve ser negligenciado. Portanto, é importante minimizar a interferência entre os trabalhadores que operam em alturas e os que estão na base da estrutura de suporte. Todos os equipamentos na estrutura de suporte, quando não estiverem em uso, devem ser presos com correias ou correntes para evitar que sejam derrubados acidentalmente e caiam no chão.

Em resumo, a execução segura de trabalhos em linhas aéreas de alta tensão requer planejamento cuidadoso, coordenação diligente das tarefas pelos supervisores responsáveis, respeito aos procedimentos operacionais e uso adequado de materiais e EPIs.

Para garantir o gerenciamento correto de emergências e considerando que a construção de linhas de alta tensão geralmente é realizada em locais remotos, longe de instalações médicas, é importante sempre garantir que haja assistência médica qualificada e uma ambulância equipada nas proximidades.

Além disso, a presença de uma maca de resgate ou dispositivo semelhante deverá ser garantida quando forem realizadas operações em altura.

Os principais elementos que compõem uma linha elétrica de alta tensão são: estruturas de suporte, condutores e isoladores.

Com relação às questões ambientais, preste atenção especial a todos os equipamentos com motor ou com possibilidade de vazamento de óleo lubrificante, combustível ou outros componentes químicos. Providencie recipientes para contenção de vazamentos. Elimine qualquer resíduo até o final do trabalho, se possível com limpeza diária.

As "estruturas de suporte" podem ser torres de transmissão (torres de treliça) ou postes tubulares de metal. A escolha do tipo de suporte depende de considerações técnicas/financeiras, das características da linha (tensão, comprimento dos vãos, necessidade de atingir altitudes elevadas para evitar interferência com outras plantas, etc.) e das características do terreno (mobilidade dos veículos, acesso à zona de implantação da linha por meios mecânicos, etc.).

A instalação de postes tubulares só é possível com grandes máquinas de içamento (guindastes ou helicópteros), enquanto as estruturas de torres de transmissão também podem ser transportadas em seções soltas por meios de transporte mais simples, como veículos autopropelidos ou animais de tração (mulas).

Além disso, a montagem de treliças pode ser realizada com o uso de sistemas de içamento, que também podem ser transportados como seções de barras soltas.

Em geral, o uso de torres de transmissão em áreas abertas é sempre possível e, portanto, elas são mais comumente implantadas.

Nos casos em que as linhas passam por áreas com interferência de moradias ou estradas, o uso de postes tubulares pode ser uma solução tecnicamente válida, uma vez que as dimensões reduzidas de suas bases permitem que sejam instalados em espaços confinados, como canteiros centrais de rodovias ou sarjetas de beira de estrada.

Como regra geral, os postes tubulares não são usados para tensões acima de 150 kV.

A escolha do tipo de estrutura de suporte deve ser considerada com antecedência durante a fase de projeto para permitir uma avaliação cuidadosa do risco e evitar complicações relacionadas à construção e à segurança durante a fase de construção subsequente.

Os condutores são feitos de alumínio/aço composto, que combina as excelentes características do alumínio (peso, condutividade, preço) com a resistência mecânica do aço.

Os "isoladores" mais comuns são do tipo em forma de sino, feitos de vidro. Recentemente, também estão sendo adotados isoladores feitos de material composto; eles são mais leves, mais robustos e mais práticos de instalar.

1.2 Objetivo deste documento

Definir os critérios e as medidas gerais a serem aplicados durante a construção de linhas de transmissão de alta tensão nos Canteiros de Obras da EGP, a fim de garantir a adesão aos padrões adequados de segurança do trabalhador e o uso correto dos equipamentos.

SEÇÃO 2 - MONTAGEM DE ESTRUTURAS DE SUPORTE

2.1 Escavações e fundações

A área do Canteiro de Obras deve ser bem definida, sinalizada e com extensão suficiente para garantir a capacidade de manobra dos veículos em uso. Normalmente, quando são usados veículos pesados (escavadeiras, veículos autopropelidos, betoneiras, etc.), é importante garantir que as rotas de acesso ao Canteiro de Obras tenham tamanho suficiente para o trânsito dos veículos. Também é necessário verificar se o solo é firme o suficiente para suportar o peso de veículos pesados:

- A equipe no local deve prestar o máximo de atenção aos veículos em movimento;



- As pessoas devem prestar atenção especial quando os caminhões betoneira se aproximam da área de escavação, pois o peso excessivo do veículo pode causar afundamento do solo. Nesse estágio, é aconselhável que o pessoal envolvido na moldagem do concreto se mantenha a uma distância segura da escavação até a conclusão das operações, com o caminhão betoneira parado em uma posição estável;



- A área de trabalho deve ser bem sinalizada e mantida em ordem. As pessoas que trabalham perto da escavação devem estar protegidas com o EPI adequado contra o risco de queda;



- No caso de escavações com profundidade superior a 1,5 metro, deve-se considerar o risco de subsidência do solo e o consequente risco de soterramento dos trabalhadores. A escavação deve ser feita com paredes inclinadas ou equipada com escoramento de segurança, dependendo da natureza do terreno;



- Evite o acúmulo de material residual próximo à escavação, prestando atenção especial a rochas e pedras.

2.2 Observações gerais

Na fase de montagem, independentemente do tipo de suporte usado, as seguintes medidas gerais devem ser levadas em consideração:

- Avaliar possíveis interferências de obras e serviços externos ao Canteiro de Obras (vias públicas, linhas elétricas ou de telecomunicações, etc.) e organizar as áreas de trabalho para minimizá-las;



- Dentro do Canteiro de Obras, gerenciar qualquer interferência entre as operações em altura e as operações no solo. Na medida do possível, certificar-se de que as pessoas não transitem ou permaneçam diretamente sob os locais onde o trabalho em altura está sendo realizado;



- Usar tirantes de aço e guinchos de corda especiais para a fixação e controle do "Falcon", a fim de facilitar o seu movimento;



- Somente pessoas devidamente qualificadas podem subir na estrutura de suporte e devem estar equipadas com EPIs adequados que lhes permitam realizar a subida e permanecer no Canteiro de Obras elevado com segurança;



2.3 Suportes para postes tubulares

Ao subir na estrutura de suporte, os trabalhadores devem sempre estar presos à própria estrutura com o EPI adequado. É proibido prender o gancho de segurança a cordas ou outras extensões que possam comprometer a funcionalidade do dispositivo de retenção de queda;



- Antes de içar as seções do poste, consulte as tabelas de carga para garantir que a capacidade de carga seja adequada ao peso a ser levantado;
- Os equipamentos de içamento (cabos e eslingas) devem ser adequados para a carga a ser içada e verificados visualmente antes do uso;



- Durante o içamento das várias seções, todo o pessoal que não estiver estritamente envolvido na tarefa deverá se afastar para uma posição segura;
- Antes de içar as seções do poste, verifique se os degraus a serem usados em futuras subidas estão totalmente apertados;



- Conecte duas cordas de comprimento adequado à seção do poste que está sendo içada para permitir o controle do balanço a partir do solo e facilitar o acoplamento das seções umas às outras;



- Antes de içar a segunda seção do poste, verifique se a primeira seção está totalmente na vertical (no prumo) e se os degraus de subida estão bem presos. O aperto final deve ser realizado com uma chave de torque ou outro dispositivo que garanta a aplicação de força suficiente;



- Verifique se as seções do poste estão perfeitamente acopladas antes de subir no poste para soltar as eslingas do guindaste da seção elevada;



2.4 Torres de transmissão

- Os trabalhadores em altura na torre de transmissão devem sempre estar presos à estrutura com o EPI adequado de proteção contra quedas;



- É proibido prender o gancho de segurança a cordas ou outras extensões que possam comprometer a funcionalidade do dispositivo de retenção de queda. Nessas circunstâncias, é preferível instalar diretamente uma linha de segurança dedicada;



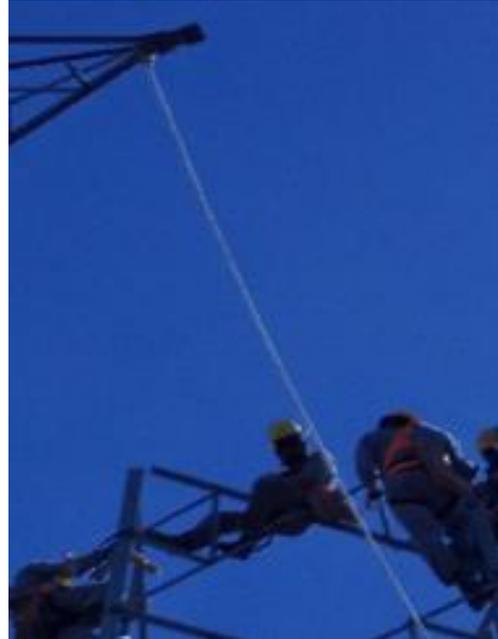
- O dispositivo de retenção de queda deve ser ancorado em uma haste da treliça da torre de transmissão (de preferência uma horizontal) e não nos degraus laterais instalados para auxiliar a escalada;



- Sempre que possível, se o equipamento mecânico puder acessar o Canteiro de Obras, é preferível montar as seções da torre de transmissão no nível do solo e, em seguida, içá-las até a posição com um guindaste;



- Antes do içamento por guindaste, as seções laterais pré-montadas no solo devem ser presas com cordas de comprimento adequado para permitir que qualquer oscilação da carga seja controlada a partir do solo e para guiar as seções à medida que forem acopladas.



- Todas as ferramentas e equipamentos usados por trabalhadores em altura devem ser presos à torre de transmissão ou amarrados ao operador para evitar quedas acidentais de objetos;
- No caso de montagem usando um sistema de içamento, tome todas as precauções necessárias durante a instalação e o movimento do próprio sistema de içamento ao longo da estrutura do poste;

- Dependendo do método de montagem escolhido (por seções, lados ou hastes soltas), o sistema de içamento pode ser instalado dentro ou fora da estrutura da torre de transmissão. Por segurança, o pessoal designado para o trabalho deve permanecer dentro da estrutura da torre de transmissão se o sistema de içamento estiver instalado externamente e vice-versa;



- Verifique o aperto dos parafusos do sistema de içamento antes de usá-lo; se necessário, prenda-o com estacas, lastro ou outros suportes de centro morto.
- Verifique se a capacidade do sistema de içamento é adequada para a carga máxima a ser levantada.
- Durante o trabalho de montagem, todo o pessoal não diretamente envolvido deve se afastar para uma posição segura. No Canteiro de Obras, gerencie qualquer interferência entre as operações em altura e as operações no solo até que todas as peças móveis tenham sido fixadas.



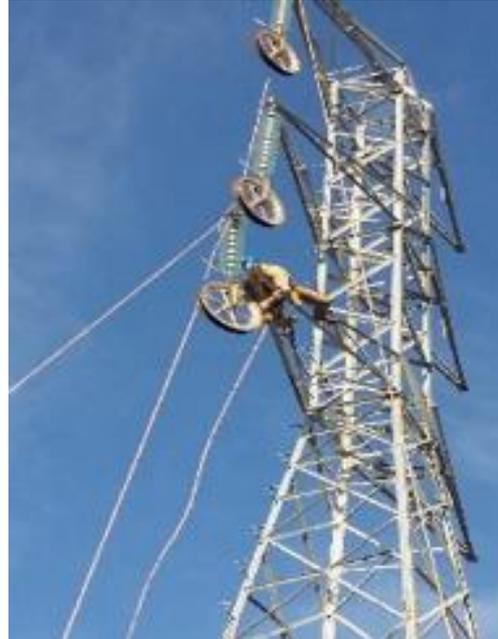
SEÇÃO 3 - INSTALAÇÃO DO CONJUNTO DO FEIXE E DOS ISOLADORES

Normalmente, o içamento do conjunto do feixe e da engrenagem do isolador deve ser realizado com o cabo de serviço e a roldana de retorno. Se o peso dos elementos a serem levantados for compatível com a força dos operadores, essa tarefa poderá ser realizada diretamente à mão; nesse caso, especifique os procedimentos específicos de implementação e os riscos envolvidos nos processos de trabalho. No caso de elementos mais pesados, deve ser usado um guincho motorizado com capacidade de carga adequada. Outro método adequado para içar esses elementos é por meio de um guindaste. É proibido usar soluções de içamento diferentes das listadas acima. Caso uma indisponibilidade inesperada impeça o uso de equipamentos de içamento tradicionais e outros métodos devam ser usados, procedimentos de trabalho específicos devem ser elaborados levando em conta todos os riscos possíveis para os operadores e as operações relevantes devem ser organizadas de modo a minimizá-los. Em particular, no caso excepcional de uso de veículos em movimento, será necessário:

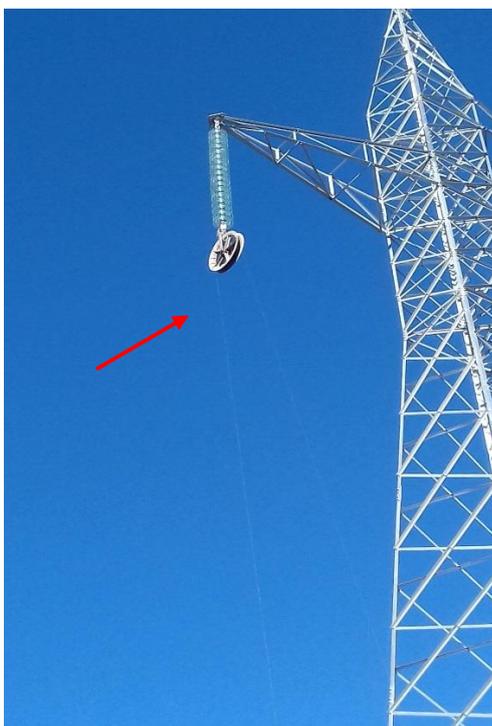
- definir a área do Canteiro de Obras que engloba os espaços de manobra;
- avaliar as condições gerais do terreno (declives excessivos, presença de buracos, áreas molhadas com risco de perda de aderência e controle inadequado do veículo);
- evitar interferência entre os trabalhadores em altura e os que estão no chão e entre estes e o veículo em movimento;
- usar uma corda para controlar qualquer oscilação da carga em relação ao solo;
- garantir a presença de um operador próximo ao veículo para facilitar a comunicação entre o pessoal em altura e o motorista;



- organizar a atividade de modo a evitar que veículos e pessoas passem diretamente sob o elemento que está sendo içado até que ele tenha sido firmemente fixado à estrutura da torre de transmissão.



- usar cabo piloto pré-instalado durante a montagem das torres para evitar manobras adicionais dos operadores em alta altitude durante a fase de aperto, limitando assim o risco de queda;



SEÇÃO 4 - LANÇAMENTO DA LINHA DE ALTA TENSÃO

- Antes de iniciar as operações de lançamento, inspecione a área para identificar todas as possíveis interferências (linhas de energia e de telecomunicações, cruzamentos de estradas, cursos d'água, casas etc.) e avalie as opções operacionais que garantirão a execução mais segura possível.
- Nas proximidades de cruzamentos de estradas com tráfego, forneça meios de proteção adequados para restringir a queda do condutor em caso de colapso acidental. Quando necessário, mobilize alguém para controlar o tráfego.
- No caso de outros segmentos paralelos ou de cruzamento de linhas elétricas, avalie a opção de colocar a linha interferente fora de serviço entrando em contato com a concessionária que a opera. Antes de iniciar o trabalho, verifique diretamente a desconexão real no local de acordo com as 5 regras de ouro;



- Distribua alguns operadores ao longo de toda a seção a ser lançada e, em especial, nos pontos em que o condutor estiver sujeito a maior tensão (ângulos agudos, vãos particularmente longos, passagens subterrâneas com tração vertical para cima, etc.);
- Garanta o contato por rádio entre os operadores do guincho e do freio motor, e os operadores posicionados ao longo da linha. O link de rádio deve ser sempre testado antes de iniciar as operações de lançamento;

- O guincho e o freio motor devem ser colocados em posições estáveis e ancorados com força suficiente para contrabalançar a tensão da linha (blocos de concreto ou outro lastro). A mesma consideração se aplica aos sistemas de ancoragem do condutor.



- Depois de definir os suportes que limitam as extremidades da seção a ser lançada, o guincho e o freio são posicionados respectivamente na frente e atrás das âncoras mencionadas anteriormente.
- Como regra geral, não use condutores que ainda não tenham sido fixados definitivamente como pontos de ancoragem de trava-quedas; é preferível ancorar em elementos projetados para essa finalidade (barra transversal, escada suspensa) ou em um guindaste com cesto do operador. A adoção de medidas alternativas deve ser apoiada pela elaboração de procedimentos de trabalho que incluam uma avaliação cuidadosa dos riscos.



- A ancoragem temporária dos condutores (antes do lançamento de tensão final da linha) deve ser realizada com um sistema de segurança de grampo duplo de autoaperto ou com um sistema único com um grampo de parafuso.



- Os carretéis condutores devem ser posicionados a montante do freio e instalados em suportes de elevação de carretéis com dispositivos de frenagem para controlar a saída do condutor e garantir tensão mecânica suficiente na entrada do freio. Durante a fase de lançamento, na medida do possível, todos devem permanecer a uma distância segura do condutor e do carretel em movimento. Se disponível, é preferível usar um freio hidráulico com controle remoto. É proibido realizar a frenagem manual nas bobinas ou usar dispositivos inadequados, como pranchas de madeira ou outros objetos;





- É proibido agir manualmente sobre o condutor enquanto ele estiver sendo puxado entre o guincho e o freio motor. A liberação descontrolada do condutor pode causar sérios danos aos operadores e às estruturas. Se for necessário acessar o condutor em uma elevação significativa acima do nível do solo, use meios de elevação adequados, como uma plataforma de trabalho móvel, escadas apoiadas em algum elemento que não seja o condutor ou andaimes;



- Antes de iniciar as operações de lançamento, aterre todo o chassi metálico do equipamento mecânico empregado (guincho, freio, guindaste, cabo metálico ou condutor). Para obter um aterramento eficaz por meio de um bom contato com o chassi de qualquer equipamento metálico, use o parafuso de aterramento instalado precisamente para essa finalidade, quando disponível. Nos casos em que não houver parafuso de aterramento, o cabo de aterramento poderá ser conectado diretamente a uma parte metálica do chassi (sem pintura ou ferrugem) com uma braçadeira;



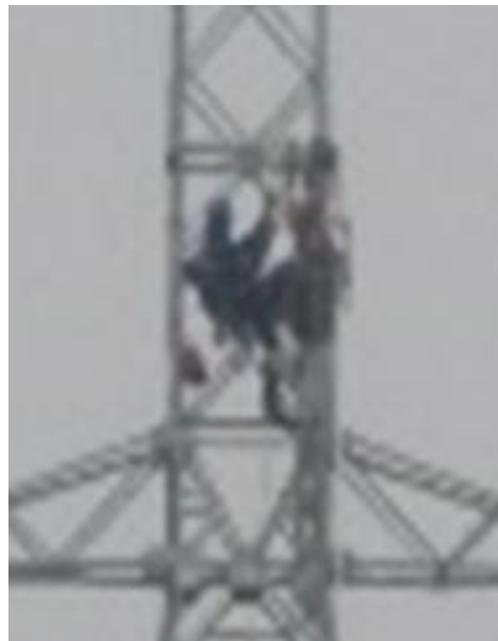
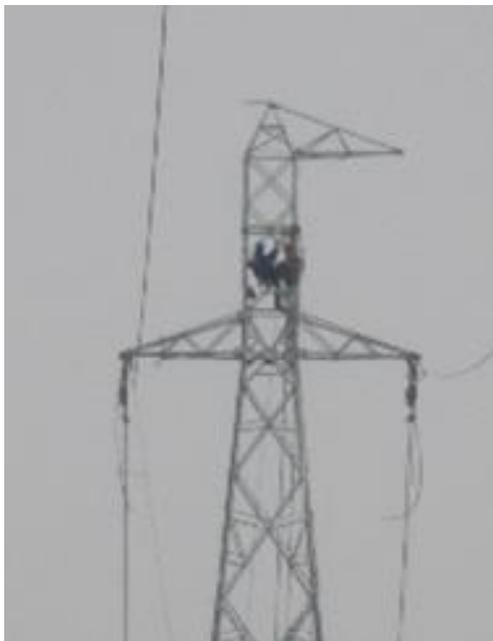
- Aperte os grampos ou parafusos com firmeza e afunde as hastes de aterramento firmemente no solo (profundidade > 50 cm). Com relação ao condutor ou ao cabo de tração (se for metálico), o aterramento deve ser realizado com o dispositivo especial de rolete móvel posicionado tanto no lado do guincho quanto no lado do freio;



- É uma boa prática posicionar o guincho e o freio em uma malha metálica aterrada nas extremidades e conectada à mesma haste de aterramento usada para aterrar o equipamento mecânico. A malha deve se estender por pelo menos 1,5 metro além da área de cobertura do equipamento mecânico para garantir a equipotencialidade entre o operador e o próprio equipamento;



- Durante as operações de lançamento, enquanto o condutor estiver em movimento, os operadores devem permanecer dentro da estrutura da torre de transmissão para evitar serem atingidos acidentalmente por uma possível soltura do condutor (chicote);



- Antes de iniciar as operações de lançamento, avalie as tensões às quais a torre de transmissão está sujeita; se necessário, providencie reforços adequados (contraventamento, tirantes de suporte para barras transversais ou outros);



- Em caso de suspensão temporária das atividades (por exemplo, intervalos para almoço ou mau tempo), o Canteiro de Obras deverá ser protegido com segurança, com atenção especial para a ancoragem dos condutores e a segregação das áreas onde o acesso será proibido a pessoas não autorizadas.

SEÇÃO 5 - GERENCIAMENTO DE INTERFERÊNCIA COM LINHAS ELÉTRICAS ENERGIZADAS SUPERIORES OU INFERIORES

Nos Canteiros de Obras da EGP (especialmente nas Américas Central e do Sul), ao instalar novas linhas aéreas de alta tensão, é normal interceptar outras linhas elétricas energizadas, o que força uma passagem inferior ou superior. Nessas situações, o primeiro objetivo deve ser desconectar a linha interferente; se isso não for possível, o risco elétrico para o pessoal envolvido no trabalho será particularmente alto. Esse risco está relacionado à possibilidade de contato ou indução de proximidade entre o elemento que está sendo lançado (cabo de tração, condutor ou fio de proteção) e a linha viva interceptada. Em ambos os casos, o risco de eletrocussão para os trabalhadores no local é real e deve ser tratado com a adoção de medidas que atenuem o risco de contato ou a proximidade excessiva entre os elementos que estão sendo lançados e os condutores da linha viva interceptada. Para realizar esse trabalho com segurança, será necessário implementar procedimentos específicos de trabalho caso a caso. Eles devem levar em conta o risco elétrico envolvido, prever o uso de pessoal altamente qualificado e o uso de veículos e ferramentas dedicados (cordas isoladas, equipamentos especiais, etc.). Para o controle ideal do risco elétrico, é essencial garantir a condição de equipotencialidade entre os operadores e os equipamentos ou estruturas mecânicas (torres de transmissão ou postes tubulares) em contato com o elemento que está sendo lançado. Este capítulo lista os critérios gerais de segurança a serem adotados para a execução de cruzamentos com linhas vivas, desde a fase de projeto até a implementação prática:

- PROJETO: A partir da fase de projeto, avalie a possibilidade de minimizar a interferência com serviços externos (estradas, linhas elétricas e telecomunicações, etc.). Se for inevitável cruzar outras linhas elétricas energizadas, providencie um comprimento adequado do segmento de cruzamento e um ângulo de interseção o mais próximo possível de 90° (para minimizar a interferência entre as linhas);
- SOLICITAÇÃO DE DESLIGAMENTO DE ENERGIA PARA OPERAÇÕES DE LANÇAMENTO DE LINHA: Ao cruzar outras linhas elétricas vivas, antes de realizar o trabalho, avalie a possibilidade de um desligamento de energia na linha interferente. Isso exige que as providências sejam tomadas antecipadamente com o proprietário/gerente de rede. Se isso favorecer a concessão de um desligamento de energia pelo proprietário/gerente de rede, considere a possibilidade de realizar o trabalho durante a noite. De fato, se for necessário escolher entre as duas opções (trabalho de cruzamento à luz do dia com uma linha viva interferente ou um cruzamento à noite com a linha interferente desconectada), a segunda opção será preferível porque, mesmo que o trabalho seja

feito à noite, as operações poderão prosseguir com mais segurança e haverá menos risco para os trabalhadores;

- **SOLICITAÇÃO DE DESLIGAMENTO DE ENERGIA PARA A MONTAGEM DE ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO:** Se não for possível colocar a linha de alta tensão fora de serviço pelo tempo necessário para implementar o cruzamento, considere a possibilidade de um curto desligamento de energia, possivelmente também durante a noite, para permitir, pelo menos, a construção de estruturas de proteção capazes de impedir o contato/proximidade entre os elementos que estão sendo lançados e a linha viva interferente;
- **PROGRAMAÇÃO DE TRABALHO:** Deve-se ter em mente que os cruzamentos com linhas existentes sempre devem ser realizados mediante acordos com o proprietário/gerente da rede, o que pode exigir prazos de aviso de semanas ou meses. Isso também se aplica se a linha interferente continuar em serviço. Considerando o acima exposto, é aconselhável tornar os cruzamentos o mais autônomos possível em relação à construção do restante da linha elétrica. Nesse sentido, pode ser conveniente antecipar a implementação dos suportes do vão do cruzamento com relação ao trabalho no restante da linha. Estar pronto e poder *pedir* autorização com bastante antecedência pode facilitar o desligamento da energia na linha interferente e evitar atrasos na construção da linha elétrica, com tempos de conexão rápidos à rede e às possibilidades de produção da planta. Por fim, e mais importante, deve-se considerar que o planejamento antecipado do trabalho permite uma melhor avaliação da organização da atividade e reduz consideravelmente os riscos para os trabalhadores;
- **DESATIVAÇÃO DE RELIGADORES AUTOMÁTICOS:** Apesar das avaliações acima, se não for possível obter o desligamento da linha interferente, deverá chegar-se a um acordo com o Proprietário/Gerente relevante para desativar os mecanismos de religamento automático. Essa condição é essencial tanto para a montagem das estruturas de proteção quanto para o lançamento da nova linha elétrica. Os religadores automáticos devem permanecer desativados durante a execução das obras. É bastante normal que essas fases de lançamento durem vários dias; nesses casos, se solicitado pelo Proprietário/Gerente, os religadores da linha interferente poderão ser reiniciados no modo de espera automático no final do dia de trabalho e desativados novamente quando o trabalho for reiniciado. Em todo caso, a desativação dos religadores automáticos deve ser sempre verificada antes do início do trabalho. Se não houver essa verificação, o início do trabalho não deverá ser permitido;
- **CONDIÇÕES CLIMÁTICAS:** chuva, umidade e ventos fortes podem reduzir significativamente a folga do isolamento de ar. Além disso, a neblina e o nevoeiro podem piorar o risco elétrico, já que a boa visibilidade é um requisito básico para a segurança nesse tipo de trabalho. Portanto, antes de iniciar a atividade e durante o trabalho, avalie as condições climáticas predominantes e como elas estão mudando. Em caso de condições climáticas ruins, o supervisor de obras poderá decidir suspender as operações, se considerar apropriado. Nesse caso, o Canteiro de Obras deverá ser protegido com segurança, posicionando adequadamente os elementos suspensos e bloqueando o maquinário de lançamento. Além disso, todas as áreas com acesso proibido a pessoas não autorizadas devem ser devidamente segregadas;
- **MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA CONTATO DIRETO:** Dada a presença de uma linha elétrica viva interferente, para a execução segura da fase de cruzamento, é aconselhável instalar algum meio de proteção que garanta uma distância adequada, inclusive no caso de a linha lançada ficar frouxa. A preparação dessa estrutura de proteção exige a elaboração de um Relatório Técnico que descreva as características dos elementos que constituem a própria estrutura (guindastes, andaimes, postes de madeira, tirantes de aço, cordas, cabos isolados, outros) e o procedimento de montagem relevante (métodos de trabalho, número de trabalhadores designados, lista de veículos e equipamentos), bem como o sistema de aterramento para peças metálicas, quando aplicável. Um desenho detalhado deve ser incluído no Relatório Técnico, indicando as dimensões da estrutura (altura, largura, bitola da malha de proteção, etc.) e as folgas em relação à linha viva interferente. O Relatório Técnico também deve incluir os cálculos de projeto que determinam a estabilidade e a resistência da estrutura no caso de queda acidental de um condutor durante o manuseio. Deve-se observar que a estrutura de proteção tem a finalidade de evitar a proximidade acidental dos elementos que estão sendo lançados com os condutores da linha viva interferente. Portanto, a estrutura não pode ser usada como base de apoio para os elementos que estão sendo lançados, que devem sempre ser mantidos à distância para evitar contato direto. Em alguns

casos, a montagem de uma estrutura de proteção pode ser excessivamente complexa e trabalhosa. Nesses casos, a solução para a proteção contra contatos diretos pode consistir em uma rede isolada, equipada com anéis deslizantes instalados em um cabo de suporte de carga que é ancorado nas estruturas de suporte que cobrem a seção de cruzamento;

- **ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO CONTRA CONTATOS DIRETOS EM CRUZAMENTOS MÚLTIPLOS COM LINHAS DE ALTA E BAIXA TENSÃO:** Nos casos em que várias linhas de alta tensão e média tensão forem cruzadas, poderá ser necessário criar estruturas de proteção específicas para cada linha interferente. Nesses casos, as estruturas provavelmente terão várias dimensões e poderão ser feitas de diferentes materiais. No entanto, todas as estruturas de proteção devem ser compatíveis entre si e adequadas em termos de altura, espaço livre e resistência mecânica em caso de queda do condutor que está sendo lançado.
- **LINHAS COM MAIS DE UM CONDUTOR POR FASE:** No caso de linhas com dois ou mais condutores por fase, sempre avalie a possibilidade de manusear um condutor de cada vez, pois isso facilita o controle das operações de lançamento e reduz os riscos;
- **USO DE GRAMPOS DUPLOS PARA ANCORAGEM TEMPORÁRIA:** Para fins de segurança, os condutores temporariamente lançados devem ser fixados por meio de grampos duplos. Essa condição deve ser imposta até que todas as operações sejam concluídas, ou seja, até que o condutor lançado tenha sido definitivamente ancorado e conectado à sua cadeia de isoladores;
- **LANÇAMENTO COM GUINCHO MOTORIZADO E FREIO MOTOR:** Sempre considere a opção de concluir a travessia usando um guincho motorizado e um freio motor, pois esse método é mais seguro do que o lançamento manual. Na verdade, o uso de meios mecânicos permite um melhor controle da tração e facilita o estabelecimento de ligação equipotencial entre os trabalhadores e o equipamento em uso (uma condição básica para o gerenciamento do risco elétrico ao trabalhar em linhas aéreas);
- **LANÇAMENTO MANUAL:** Após uma avaliação cuidadosa, se o tipo de travessia não permitir o uso de guincho e freio (por exemplo, acesso difícil ou problemas no posicionamento do equipamento mecânico devido à falta de espaço adequado), o lançamento manual continuará sendo a única opção. Nesse caso, deve ser definido um procedimento que exclua o risco de contato ou proximidade entre os trabalhadores e o elemento a ser lançado. De fato, com o lançamento manual, o controle da tração é menos eficaz e há maior dificuldade em garantir a equipotencialidade dos trabalhadores;
- **LIGAÇÃO EQUIPOTENCIAL PARA TRABALHADORES QUE OPERAM EQUIPAMENTOS MECÂNICOS:** Conforme mencionado anteriormente, a ligação equipotencial é um critério de segurança crucial para a mitigação do risco elétrico para os trabalhadores em linhas de alta tensão, especialmente ao cruzar linhas vivas interferentes. Para que a equipotencialidade seja efetiva, o equipamento mecânico deve ser colocado em uma malha metálica adequadamente aterrada, à qual o chassi do equipamento deve ser conectado por meio do dispositivo de aterramento móvel. Isso se aplica ao maquinário, como guincho, freio e suportes de elevação do carretel, bem como ao elemento que está sendo lançado (cabo de tração, condutor e fio de proteção) - Consulte a SEÇÃO 4. O passo da malha deve ser suficiente para garantir o contato efetivo com os pés do operador (50x50 mm). Se a malha tiver um passo maior (máximo de 100x100 mm), duas malhas sobrepostas deverão ser colocadas para garantir um espaçamento de grade mais próximo. Além disso, a malha de aterramento deve se estender por pelo menos 1,5 metro ao longo de todo o perímetro da área de cobertura do veículo/equipamento, de modo que um operador que tocar o equipamento mecânico esteja sempre sobre a malha equipotencial. A malha implantada dessa maneira deve ser aterrada em seus quatro cantos e no centro com hastes de aterramento afundadas a pelo menos 50 cm. Além disso, o suporte do elevador do carretel deve estar apoiado em uma malha metálica aterrada que esteja equipotencialmente ligada à malha de aterramento do freio. Todas as conexões de aterramento (grampos, conectores, terminais, etc.) devem estar limpas, sem óxido ou tinta e apertadas com firmeza para garantir uma conexão eficaz (consulte a SEÇÃO 4). Os trabalhadores que não estiverem estritamente envolvidos na tarefa em questão deverão se afastar para uma posição segura. A aproximação de pessoal não diretamente envolvido no trabalho em andamento só será permitida mediante autorização expressa do supervisor de obras, depois que este tiver ordenado as precauções necessárias (suspensão das operações de lançamento, bloqueio de equipamentos mecânicos, etc.). Além disso, o guindaste, que normalmente é equipado com roldanas, deve ser aterrado adequadamente. Para garantir a

ligação equipotencial adequada entre o guindaste e os operadores envolvidos nas operações de manuseio, deve ser fornecida uma superfície equipotencial de descanso de metal, com uma estrutura semelhante à prevista para o guincho e o freio. Para guindastes grandes, é permitida uma cobertura parcial de malha de solo; ela não precisa ocupar toda a área de cobertura do guindaste, desde que garanta a proteção adequada das superfícies metálicas que normalmente entram em contato com os operadores (painel de controle, pontos de acesso à cabine, quaisquer outras partes do chassi) com uma extensão de 1,5 metro. Além disso, as roldanas instaladas no guindaste devem ser isoladas com uma classificação apropriada para o nível de tensão da linha interferente;

- **LIGAÇÃO EQUIPOTENCIAL PARA TRABALHADORES QUE OPERAM EM ESTRUTURAS DE SUPORTE:** Como regra geral, a presença de operadores nas estruturas de suporte é necessária durante as operações de lançamento para que eles possam dar assistência conforme necessário. Os operadores que trabalham nas estruturas de suporte que atravessam a seção de travessia devem se posicionar a uma distância segura do elemento que está sendo lançado. Caso seja necessário entrar em contato com o mesmo, é sempre obrigatório estabelecer uma conexão equipotencial com a estrutura de suporte antes de tocar o elemento que está sendo lançado com as mãos. Para essa finalidade, o operador pode usar o dispositivo equipotencial (terminal de aterramento e bastão isolante) ou o dispositivo de rolete móvel, se ele tiver sido previamente conectado entre o elemento que está sendo lançado e a estrutura de suporte;
- **INTERFERÊNCIA COM TRABALHOS EM OUTRAS ESTRUTURAS DE SUPORTE NO MESMO SEGMENTO DE LINHA:** Quando o trabalho estiver em andamento no vão do cruzamento, as operações planejadas em outras estruturas de suporte da mesma seção deverão ser suspensas. De fato, se as estruturas de suporte que atravessam o vão de travessia estiverem conectadas a outras estruturas de suporte da mesma linha (por meio de cabo de proteção, cabo de tração metálico e/ou condutor em roldanas), uma tensão perigosa poderá ser transferida para todas as estruturas de suporte interconectadas de uma determinada seção, com maior risco elétrico para todos os operadores que trabalham na linha. Nas condições descritas acima, portanto, é necessário evitar operações programadas na seção até que todo o trabalho relacionado ao cruzamento tenha sido concluído e todos os condutores e cabos de blindagem tenham sido definitivamente ancorados ou bloqueados com um grampo duplo, se a fixação for temporária. Os mesmos requisitos acima devem ser adotados (**VINCULAÇÃO EQUIPOTENCIAL PARA TRABALHADORES QUE OPERAM EM ESTRUTURAS DE SUPORTE**) se for estritamente necessário trabalhar simultaneamente no vão de cruzamento e em outras estruturas de suporte da mesma seção.