

## ELABORAÇÃO E INSTALAÇÃO DE LINHA DE VIDA E RETENÇÃO DE QUEDAS PARA CANTEIRO DE OBRAS

Matheus Parreira Borges<sup>1</sup>; Eduardo Peres Barrozo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidade de Uberaba

Matheuspb27@hotmail.com;epb@epbengenharia.com.br

### Resumo

Na indústria da construção há numerosas atividades que requerem a realização de trabalhos em altura, tais como: tarefas de demolição, construção, manutenção, reparo, restauração de edifícios e obras de arte, montagem e desmontagem de estruturas, limpezas especiais, etc. Muitas tarefas são realizadas a mais de dois metros de altura do nível de impacto, sobre superfícies aparentemente estáveis e seguras, onde um pequeno deslize pode gerar um acidente fatal. Entretanto, trabalhar em altura está cada vez mais frequente, tanto devido às mudanças na tecnologia construtiva, em máquinas e equipamentos, quanto pela rápida adaptação do trabalhador em situações e condições de trabalho difíceis de resolver com outras técnicas e métodos. Este estudo de caso busca desenvolver uma sequência de procedimentos para a implementação do sistema de proteção contra quedas, atendendo as especificações exigidas pela NR-35 e demais normas brasileiras sobre o assunto, a fim de evitar que ocorram acidentes. Por isso, será exposto o processo de dimensionamento em um roteiro a ser seguido para a elaboração do projeto do sistema de proteção contra queda. O presente estudo evidencia que o projeto do sistema de captura de queda com o uso de vida horizontal deve ser feito de forma criteriosa, englobando os diversos aspectos envolvidos num evento de queda.

**PALAVRAS CHAVES:** Trabalho em altura, Linha de vida, Retenção de queda.

### 1 Introdução

A construção civil, é um dos setores da economia que mais gera emprego e investimento no Brasil. Consequentemente, o

setor é grande empregador de mão de obra no sistema econômico do país. No entanto, a atividade é também responsável pelo grande número de acidentes de trabalho. Um dos principais acidentes, estão relacionados com queda de altura.

Uma das causas mais comuns de acidentes são as quedas de nível, sendo que os sistemas aplicados, atualmente, nem sempre atendem as normas técnicas, com projetos que não contemplem diversas variáveis envolvidas no processo, o que ocorre, em parte, pela ausência de uma legislação brasileira mais específica da parte de projeto sobre o sistema e pela própria complexidade do mesmo.

Toda atividade laboral está sujeita a risco, com maior ou menor grau. No Brasil, segundo a Previdência Social a construção civil é responsável pelo maior número de acidentes de trabalho. Independentemente da atividade a ser executada, é fundamental na fase de planejamento dar ênfase a Análise de riscos.

Segundo Sampaio (2017), a análise de risco consiste em um estudo que aborda a avaliação dos riscos potenciais, identificação das causas e consequências, bem como as medidas de controle aplicáveis por etapa de trabalho que possam eventualmente gerar danos ao ser humano ou ao patrimônio. Na construção civil, às atividades em canteiros de obras podem causar graves acidentes, principalmente atividades que envolvem trabalho em altura. A NR 35 determina que todo trabalho em altura deve ser precedido de análise de risco. A compreensão da análise de risco vai além dos riscos inerentes ao trabalho em altura. Há de considerar os fatores pré-existentes, para que a realização de atividades em altura possa acontecer. As principais atividades de trabalho

## 13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 21 a 25 de outubro de 2019

em altura em canteiros de obras, envolvem o uso de linha de vida, e sua instalação e aplicação deve ser devidamente executada.

O estudo de caso tem como objetivo desenvolver uma sequência de procedimentos para a implementação do sistema de proteção contra quedas, atendendo as especificações exigidas pela NR-35 e demais normas brasileiras sobre o assunto, a fim de evitar que ocorram acidentes. Partindo da análise de riscos, onde será possível implantar linhas de vida e retenção de queda, conforme solicitado na NR 35 em canteiros de obras, proporcionando boa prática de atividades em altura, além de prevenir e eliminar acidentes.

### 2 Materiais e Métodos

A pesquisa consiste em uma abordagem bibliográfica, discutindo fatos conceituais e metodológicos de como realizar de maneira adequada uma análise de risco em canteiros de obras para instalação de linha de vida para que possa ser realizado trabalho em altura.

O estudo coletará dados a partir de artigos científicos publicados, manuais de instalações e implementações e normas regulamentadoras. A pesquisa bibliográfica irá realizar uma abordagem analítica, de dados e estudos que irá realizar a melhor maneira de implementar métodos e planos de aço.

Foram realizadas algumas leituras de manual elaborado por grande empresa, para uma maior profundidade serão realizadas leituras de normas regulamentadoras e normas da ABNT (NBR).

### 3 Resultados

Para o desenvolvimento deste estudo de caso, serão apresentados apenas os conceitos e o estudo de cálculo para linhas de vida horizontais flexíveis. As linhas de vida horizontais flexíveis, segundo Sampaio (2017), são uma linha horizontal presa em duas ancoragens, uma em cada extremidade. Porém, pode ser composta por vários elementos: a linha, ancoragens de extremidade e

intermediárias, ponto móvel de ancoragem, absorvedor de energia de linha, manilha, sapatilha para cabo de aço, grampo, tensionador, indicador de tensão. Pode ser em um único vão ou em vários vãos. Pode ser retilínea ou formar ângulos entre dois vãos, ou mesmo formar um circuito fechado. Pode ter um ou mais usuários, sendo que neste caso deve-se considerar a possibilidade de ocorrência de quedas múltiplas, simultâneas ou sequenciais. Pode ter ou não absorvedores de energia de linha, em uma extremidade ou nas duas (SAMPAIO,2017).

As linhas de vida flexíveis horizontais podem ser fabricadas em corda de fibra sintética, fitas ou cabo de aço. Neste estudo de caso dimensionaremos apenas linha de vida utilizando cabo de aço. Os cabos de aço recomendados neste guia para serem utilizados como linha de vida são os cabos 6 x 19 AF (alma de fibra) ou 6 x 25 AF, uma vez que são cabos mais flexíveis e fazem com que o laço seja menor nas extremidades. Segundo a norma ANSI Z359, os comprimentos de instalação de linhas de vida horizontais não podem ser menores que 6m ou maiores que 18m, para linhas com um vão apenas. As normas européias e as normas brasileiras não têm parâmetros quanto ao vão. No mercado, existem linhas de até 15m de vão máximo e não há parâmetro para o tamanho menor de linha de vida, uma vez que estão compostas com absorvedor de linha. A quantidade de vãos não é normatizada. Normalmente se utilizam linhas de vida com até uns 20 vãos. Alguns fabricantes limitam a quantidade de vãos para seus produtos (SAMPAIO,2017). As linhas de vida sem absorvedor de energia são mais comumente utilizadas em obras civis (canteiros de obras) e são o objeto de análise principal deste guia. Uma vez calculada a linha de vida, ela pode ser instalada em lugares diferentes. Para cada lugar deve ser avaliada a resistência da ancoragem. Os sistemas de linhas de vida devem ter uma plaqueta de identificação indelével em aço inox, PVC ou alumínio com no mínimo as seguintes informações: Número da linha de vida; data de

### 13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 21 a 25 de outubro de 2019

fabricação e instalação; quantidade de pessoas que a linha suporta por vão; CNPJ do fabricante. De acordo com Sampaio (2017), a linha de vida horizontal flexível é um sistema em que cada elemento deve resistir às forças que serão submetidas desde o cinto de segurança, talabarte, argola D, absorvedores de energia, conectores, cabos de aço e finalmente o sistema de ancoragem. Alguns equipamentos, tais como o trava-quedas retrátil, podem não funcionar bem, aplicados às linhas de vida flexíveis horizontais. Dessa forma é importante consultar os fabricantes para verificar a aplicabilidade do modelo. O sistema deve assegurar um espaço mínimo após a queda de um metro (1,00m) entre o colaborador e o nível de impacto.

**FIGURA 1-** Sistema de retenção de queda baseado em linha de vida horizontal flexível de forma temporária



**FONTE:** Guia Prático para Cálculo de Linha de Vida e Restrição para a Indústria da Construção (SAMPAIO,2017).

Para elucidar a situação será realizado o cálculo do dimensionamento de uma linha de vida, exemplificando sua aplicação. Os dados para o cálculo da linha de vida: A distância entre os vãos é de 6,00 metros (distância entre os pontos de ancoragem da linha de vida). Será considerada 1 pessoa que utilizará a linha de vida. Cabo a ser considerado é o 6 x 19 AF com diâmetro de 9,52 mm. De acordo com a tabela da CIMAF, a força de ruptura no cabo é de 6.100 kgf. A planilha calcula a mínima altura de instalação de linha de vida, considerando um talabarte de 1,40 m com absorvedor de energia com 1,1 m totalmente

aberto. E também calcula a altura mínima de instalação, considerando a utilização de um trava-quedas retrátil. A flecha considerada no vão será de 3%. Iniciar primeiramente com uma força de iteração de 1.500,00 kgf (SAMPAIO,2017).

**TABELA 1-** Dados de Entrada

Peso do corpo (m)	100	kg
Vão (L)	6	m
Diâmetro do cabo (d)	9,50	mm
Força de ruptura do cabo (fu)	6100	kgf
Número de pessoas (n)	1	n
Comprimento do talabarte (a)	1,4	m
Comprimento abs. estendido (c)	1,1	m
Uso de trava-quedas retrátil (A1)	0,9	m
Espaço de frenagem trava-quedas retrátil (B1)	0,9	m
Distância posição recolhida a posição de trabalho (b1)	1	m
FORÇA CABO - ITERAÇÃO	2279	kgf

**FONTE:** Guia Prático para Cálculo de Linha de Vida e Restrição para a Indústria da Construção (SAMPAIO,2017).

**TABELA 2-** Cálculos

FLECHA (%)	3%	-
Comprimento do cabo c 3%	6014,4	-
DI alongamento cabo ( L)	38	mm
Flecha inicial parabólica (f1)	180	mm
Flecha inicial cabo reto (f2)	208	mm
Flecha total carga dinâmica (f3)	398	mm
Distância de frenagem	190	mm
Carga corpo (P)	600	kgf
Força no cabo (T1)	2279	kgf
Força admissível (Fadm)	2440	kgf
Número de pessoas (n)	1	n
Hmin cabo/piso - talabarte (ZLQ1)	5,7	m
Hmin cabo/piso - trava-quedas (ZLQ 2)	4,1	m
Dist. piso trab/piso abaixo p/ trava-quedas (Hp)	2,12	m
Coefficiente de utilização do cabo	93	%
FATOR DE SERVIÇO DO CABO	2,14	-

**FONTE:** Guia Prático para Cálculo de Linha de Vida e Restrição para a Indústria da Construção (SAMPAIO,2017).

De acordo com as informações apresentadas, pode-se verificar que os dados admitidos para o cálculo da linha de vida atendem às regras estabelecidas neste guia, uma vez que o valor da “Força Cabo – Iteração” (2279 kgf) está igual ao valor em

## 13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 21 a 25 de outubro de 2019

“Força no Cabo Calculada” e o “Fator de Serviço do Cabo” foi de 2,14 (maior do que 2).

### 4 Discussão

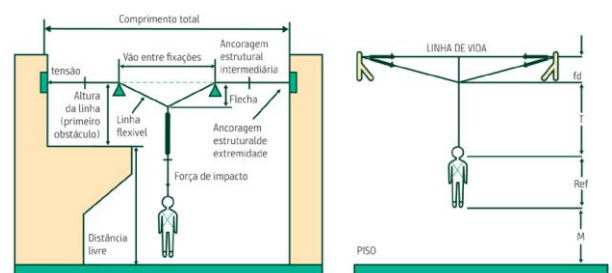
Antes de realizar qualquer atividade em altura, é fundamental que se realize a Análise de Risco (AR). A Análise de Risco é uma das responsabilidades do empregador, determinada pela NR 35. Para Sampaio (2017), é uma técnica qualitativa, que permite identificar os cenários dos acidentes que poderão ocorrer na execução de determinado serviço, analisando suas causas e efeitos e buscando propor medidas para a redução dos riscos dos processos. Identificar os fatores de risco relacionados à queda de altura que possam afetar a execução da obra é o primeiro passo que irá ocorrer durante a execução de um Plano de Gerenciamento de Riscos; e é fundamental, pois, uma vez reconhecido, poderá ser tomada medidas para eliminar ou minimizar os seus efeitos.

A identificação dos fatores de risco é um processo interativo, porque novos fatores de risco podem ser reconhecidos em todas as fases no decorrer da execução da obra. As considerações a serem feitas pela análise de risco, inerentes ao trabalho em altura são: O local em que os serviços serão executados e seu entorno; isolamento e a sinalização no entorno da área de trabalho; estabelecimento dos sistemas e pontos de ancoragem; condições meteorológicas adversas; seleção, inspeção, forma de utilização e limitação de uso dos sistemas de proteção coletiva e individual, atendendo às normas técnicas vigentes, às orientações dos fabricantes e aos princípios da redução do impacto e dos fatores de queda; risco de queda de materiais e ferramentas; trabalhos simultâneos que apresentem riscos específicos; atendimento aos requisitos de segurança e saúde contidos nas demais normas regulamentadoras; riscos adicionais; condições impeditivas; situações de emergência e o planejamento do resgate e primeiros socorros, de forma a reduzir o tempo da suspensão inerte do trabalhador; necessidade de sistema de comunicação; e a forma de supervisão.

Caso seja aplicável, ao invés de realizar análise de risco poderá ser aplicado a Permissão de trabalho em altura (PTA). De acordo com a NR 35, a permissão de trabalho em altura (PTA) é aplicável em tarefas não rotineiras, cuja diferença de nível entre o plano de trabalho e o nível inferior seja superior a 2,0m (dois metros). Portanto, como forma complementar à análise de risco, recomendamos a elaboração da permissão de trabalho em altura, por ser uma atividade considerada crítica para a segurança e a saúde no trabalho. Ela deve assegurar que o trabalho em altura executado em instalações ou ambientes perigosos possa ser realizado sob condições controladas (SAMPAIO, 2017).

Segundo Sampaio (2017), a linha de vida é um dispositivo de ancoragem flexível, permanente ou temporário, horizontal ou vertical, projetado para utilização como parte de um sistema de proteção contra queda, utilizado para evitar lesões graves ou a morte do trabalhador, decorrentes de acidentes provocados por queda da superfície de trabalho ou quando em movimento por determinada estrutura.

**FIGURA 2-** Exemplo de Sistema de Linha de Vida



**FONTE:** Guia Prático para Cálculo de Linha de Vida e Restrição para a Indústria da Construção (SAMPAIO,2017).

Entretanto, a linha de vida não deve, em nenhuma hipótese, ser utilizada como um sistema que mantém a suspensão do trabalhador durante o trabalho. Ela só serve para minimizar as consequências de uma queda, a fim de limitar a força de impacto transmitida ao trabalhador (SAMPAIO,2017).



### 13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 21 a 25 de outubro de 2019

Bem como um projeto de instalação de uma linha é elaborado, sempre devem ser considerados os critérios e métodos das prerrogativas técnicas e legais. Esses fatores podem ser divididos, em princípio, em dois grupos: fatores relacionados à metodologia de trabalho e fatores técnicos.

Os fatores relacionados com a metodologia de trabalho, deve-se considerar o seguinte: tipo de trabalho e o local que se quer proteger; adequação da proteção ao risco; acesso à linha de vida; pontos de acesso; número de pessoas que precisam usar a linha de vida simultaneamente; conexão do cinturão de segurança com a linha de vida; caminho seguido pelo trabalhador para realizar o trabalho; conforto na utilização; projeto da linha de vida; evitar o pêndulo na queda.

Os fatores Técnicos a serem considerados: resistência da Estrutura à Linha de Vida; fator de Segurança; tensões na linha de vida; distância de queda livre; atmosfera ao redor de onde se instala a linha; resgate de pessoas; comprimento dos vãos; altura da linha é determinada pelo cálculo; direção da linha de vida; contato da linha com outros elementos.

Deve-se ressaltar também a manutenção e verificação da linha de vida. A manutenção da linha de vida deve ser feita através de inspeções periódicas, que ocorrem anualmente, de acordo com a NBR 16325. Enquanto as inspeções rotineiras, antes da utilização do equipamento. A função da inspeção de ancoragem é avaliar os riscos laborais dos pontos ou sistemas de ancoragem nos quais estejam inseridos. Quando o ponto de ancoragem estiver em más condições — físicas ou estruturais —, ele não funcionará adequadamente. O inspetor deve conferir o projeto original e fazer comparações com aquilo que foi executado. Depois disso, é feita a avaliação específica dos pontos. O próprio projeto trará indicações sobre a forma certa de avaliar e testar. A inspeção de ancoragens é um conjunto de procedimentos que assegura a segurança para o ambiente de trabalho em altura. Ela é a protagonista na série de ações necessárias para a proteção contra quedas. O

inspetor deve conferir o projeto original e fazer comparações com aquilo que foi executado. Depois disso, é feita a avaliação específica dos pontos. O próprio projeto trará indicações sobre a forma certa de avaliar e testar. O tipo de material também influencia no modelo de inspeção recomendado. Por exemplo: equipamentos metálicos costumam ter mais durabilidade, contudo, os impactos frequentes podem levá-los à deformação definitiva. Já para testar a capacidade mecânica, são essenciais outras experiências de averiguação. Nesse caso, o inspetor pode pingar um líquido sobre a superfície de uma peça. Se ele penetrar nesse equipamento, é por que existem pontos de fissura ou ranhura. O método visual também pode ser adotado para as verificações mecânicas. Assim, coloca-se uma lâmpada especial contra o dispositivo para observar todas as suas imperfeições. Há vários tipos de testes: mecânicos, químicos ou combinados. A inspeção e manutenção deve ser realizada por profissionais legalmente habilitados com o devido recolhimento de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

Uma boa prática a ser adotada em canteiros de obras, seria manter um prontuário da linha de vida na obra. Este prontuário deverá conter projeto, memorial de cálculo, treinamentos, equipamentos de proteção com os respectivos Certificados de Aprovação (CA), planos de inspeções, ART's, etc. Dando ênfase aos Certificados de Aprovação, que não devem ser misturados, sendo que a linha de vida deve possuir um trava-quedas acoplado no cinto do colaborador. Então, os dois devem possuir o mesmo CA. Pois, caso ocorra um acidente o mesmo será investigado. E caso a conclusão final aponte o EPI. Quando acionado o fabricante do cinto ou do trava-quedas eles colocaram a culpa com certeza no outro epi da outra marca que estava sendo utilizado em conjunto. Ou seja, se a conclusão foi a falha do trava-quedas o fabricante irá alegar mau uso por não ter utilizado o cinto por ele recomendado. E assim vice e versa.

## 13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 21 a 25 de outubro de 2019

### 5 Conclusão

O estudo apresentado buscou evidenciar a importância da segurança do trabalho em atividades de trabalho em altura em canteiros de obra da construção civil. Contribuindo para a redução dos acidentes, com ênfase nos acidentes fatais e incapacitantes. Com foco em facilitar a implementação de ações preventivas na fase da elaboração do projeto do empreendimento e planejamento da obra, contribuindo assim para o cumprimento de requisitos legais quanto à elaboração de projetos de proteção coletiva previstos na Norma Regulamentadora (NR) nº 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção – e na NR nº 35 – Trabalho em Altura–, mais especificamente no Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT).

### Referências

SAMPAIO, José Carlos de Arruda e Simon, Wilson Roberto. **Guia Prático para Cálculo de Linha de Vida e Restrição para a Indústria da Construção**. Brasília: Sesi, 2017.

BRASIL. Portaria MTb n.º 1.113, de 21 de setembro de 2016. **Normas Regulamentadora. Ministério do Trabalho e emprego**. Nr 35- Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde, Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2011. Disponível em <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SS T/NR/NR35.pdf>>. Acesso 20 de set. 2019.

NORMA NACIONAL ESTADOUNIDENSE. **ANSI/ASSE Z359: .14-2012**. CSG USA & Latin America. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16325: Proteção contra quedas de altura Parte 1: Dispositivos de ancoragem tipos A, B e D**. Rio de Janeiro, p. 114. 2014.