

**CBIC**

**SECONCIBRASIL**

**SESI**  
Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

# Guia Prático para Cálculo de Linha de Vida e Restrição para a Indústria da Construção

Brasília  
2017

# **Guia Prático**

PARA CÁLCULO DE LINHA DE  
VIDA E RESTRIÇÃO PARA A  
INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

**BRASÍLIA 2017**

© 2017. SESI – Departamento Nacional

*Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.*

**SESI/DN**

**Gerência Executiva de Saúde e Segurança na Indústria**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

---

**S491g**

Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional.

Guia prático para cálculo de linha de vida e restrição para a indústria da construção / José Carlos de Arruda Sampaio, Wilson Roberto Simon, Serviço Social da Indústria. – Brasília : SESI, 2017.

88 p. : il.

ISBN: 978-85-7710-403-1

Edição revista

1. Construção civil 2. Guias 3. Linha de vida I. Título II. José Carlos de Arruda Sampaio III. Wilson Roberto Simon.

**CDU: 69(07)**

---

**SESI**  
**Serviço Social da Indústria**

**SEDE**

**SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE – SAC**

Setor Bancário Norte Tels.: (61) 3317-9989 / 3317-9992

Quadra 1 – Bloco C

sac@cni.org.br

Edifício Roberto Simonsen

70040-903 – Brasília – DF

Tel.: (61) 3317-9000

Fax: (61) 3317-9994

[www.portaldaindustria.com.br/sesi](http://www.portaldaindustria.com.br/sesi)

# **Guia Prático**

PARA CÁLCULO DE LINHA DE  
VIDA E RESTRIÇÃO PARA A  
INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO



## Confederação Nacional da Indústria – CNI

---

Robson Braga de Andrade  
PRESIDENTE

### DIRETORIA DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA – DIRET

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti  
DIRETOR DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA

### SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA – SESI

João Henrique de Almeida Souza  
PRESIDENTE DO CONSELHO NACIONAL

## SESI Departamento Nacional

---

Robson Braga de Andrade  
DIRETOR

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti  
DIRETOR-SUPERINTENDENTE

Marcos Tadeu de Siqueira  
DIRETOR DE OPERAÇÕES

### SESI – DEPARTAMENTO REGIONAL – BAHIA

Armando Alberto da Costa Neto  
SUPERINTENDENTE DO SESI-BA

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI  
Robson Braga de Andrade  
PRESIDENTE DO CONSELHO NACIONAL

## SENAI Departamento Nacional

---

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti  
DIRETOR-GERAL

Julio Sergio de Maya Pedrosa Moreira  
DIRETOR-ADJUNTO

Gustavo Leal Sales Filho  
DIRETOR DE OPERAÇÕES

### INSTITUTO EUVALDO LODI – IEL

Robson Braga de Andrade  
PRESIDENTE DO CONSELHO SUPERIOR

IEL – Núcleo Central  
Paulo Afonso Ferreira  
DIRETOR-GERAL

Paulo Mól Júnior  
SUPERINTENDENTE

O Programa Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção (PNSST IC) do SESI tem por objetivo propor ações de melhoria das condições de segurança e saúde na indústria da construção, de modo a contribuir para a redução dos acidentes e doenças, com ênfase nos acidentes fatais e incapacitantes.

Este Guia Prático para Cálculo de Linha de Vida e Restrição para a Indústria da Construção foi desenvolvido para auxiliar no dimensionamento de equipamentos de proteção coletiva (EPC) contra queda e sistemas de restrição de movimentação, destinados a eliminar o risco de queda ou minimizar as consequências da queda.

Possui uma abordagem simples e didática para realização dos cálculos, o que facilita 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).

Este trabalho atende à demanda do setor da indústria da construção por soluções técnicas que contribuem para a prevenção dos acidentes de trabalho e o consequente aumento da produtividade.

Boa leitura!

**Marcos Tadeu de Siqueira**

DIRETOR DE OPERAÇÕES

SESI – Departamento Nacional

---

## Uma contribuição relevante para a saúde e a segurança do trabalho

O Guia Prático para Cálculo de Linha de Vida e Restrição para a Indústria da Construção vem preencher uma lacuna aberta pela dinâmica dos canteiros de obra, que têm prazos ajustados, com cronogramas de execução que mudam constantemente devido às características de cada projeto e às dificuldades de realizar uma gestão apropriada.

A publicação foi desenvolvida para orientar os engenheiros das obras na realização do dimensionamento dos cálculos das linhas de vida e restrição para realização dos trabalhos em altura. Este equipamento é uma ferramenta indispensável para oferecer segurança eficiente contra a queda dos trabalhadores que estejam executando serviços na indústria da construção e requer desenvolvimento conforme a necessidade de cada obra.

Dessa forma, o conteúdo objetiva atender a todos os portes de empresas, especialmente as de pequeno porte, que por limitações orçamentárias acabam se vendo impossibilitadas de contratar no mercado os profissionais que executam esses serviços. Outro fator a ser levado em conta é a existência, no mercado, de sistema-padrão de linhas de vida que não atendem às diversidades de cada obra. Essa é mais uma razão para a relevância deste guia.

O resultado da aplicação destas orientações contribuirá para a boa qualidade das obras e para a promoção da segurança e da saúde no trabalho. A experiência dos autores certamente deixará seus usuários bem informados e orientados sobre o tema. Assim, na qualidade de defensor intransigente da segurança e da saúde no trabalho na indústria da construção, agradeço aos autores e ao SESI por seu empenho na concretização deste guia.

Boa leitura!

### **Haruo Ishikawa**

Vice-presidente do Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo (SindusCon-SP) e do Serviço Social da Construção Civil do Estado de São Paulo (Seconci-SP) e líder de Saúde e Segurança do Trabalho da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC)

---



# Sumário

---

<b>1. Informações preliminares</b>	<b>11</b>
1.1 INTRODUÇÃO	12
1.2 REFERÊNCIAS	14
1.3 GLOSSÁRIO	15
1.4 RESPONSABILIDADES	18
1.5 CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO	20
1.6 ANÁLISE DE RISCO	21
1.7 PERMISSÃO DE TRABALHO EM ALTURA	22
1.8 HIERARQUIA DE SOLUÇÕES CONTRA QUEDA DE ALTURA	23
1.9 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	25

---

<b>2. Cálculos de linha de retenção de quedas e de restrição de movimentação</b>	<b>31</b>
2.1 INTRODUÇÃO	32
2.2 DIVISÕES DOS SISTEMAS	34
2.3 SISTEMAS DE LINHAS DE RETENÇÃO DE QUEDA	36
2.3.1 INSTALAÇÃO DA LINHA DE VIDA	41
2.3.2 FATORES E MECANISMOS DA QUEDA	42

2.3.3 PROJETO DE LINHA DE VIDA	43
2.3.3.1 LINHAS DE VIDA HORIZONTAIS FLEXÍVEIS	43
2.3.3.2 CABOS DE AÇO PARA LINHAS DE VIDA	45
2.3.3.3 ESCOLHA DOS PONTOS DE ANCORAGEM	46
2.3.3.4 REQUISITOS DE PROJETO DE LINHA DE VIDA	48
2.3.3.4.1 PASSOS PARA O PROJETO DE INSTALAÇÃO DE LINHAS DE VIDA	48
2.3.3.5 CÁLCULO DA ZONA LIVRE DE QUEDA (ZLQ)	49
2.3.4 DIMENSIONAMENTO DE LINHA DE VIDA HORIZONTAL FLEXÍVEL	52
2.3.4.1 PREMISSAS	52
2.3.4.2 DIAGRAMA DE UMA LINHA DE VIDA SEM ABSORVEDOR DE ENERGIA	52
2.3.4.3 UTILIZAÇÃO DA TABELA EM EXCEL	56
2.3.4.4 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE LINHAS DE RETENÇÃO DE QUEDA	60
2.3.4.5 LINHAS DE VIDA DE VÁRIOS VÃOS	62
2.4 SISTEMAS DE LINHAS DE RESTRIÇÃO DE MOVIMENTAÇÃO	64
2.4.1 LINHAS DE RESTRIÇÃO DE MOVIMENTAÇÃO	64
2.4.2 LIMITAÇÕES DOS SISTEMAS DE RESTRIÇÃO	64
2.4.3 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE RESTRIÇÃO	65
2.4.4 USO DE SISTEMAS DE RESTRIÇÃO	65
2.4.5 PONTOS DE ANCORAGEM PARA SISTEMAS DE RESTRIÇÃO	66
2.4.6 DIMENSIONAMENTO DE LINHAS DE RESTRIÇÃO	66
2.4.6.1 UTILIZAÇÃO DA TABELA EM EXCEL	66
2.4.6.2 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE LINHAS DE RESTRIÇÃO DE MOVIMENTAÇÃO	67
<b>Anexo I</b>	<b>71</b>
<b>Anexo II</b>	<b>81</b>



**1**

**Informações  
preliminares**

# 1. Informações preliminares

## 1.1 Introdução

Trabalhar em altura no Brasil representa, por si só, um desafio contínuo, pois os acidentes produzidos por queda de diferentes níveis continuam sendo uma das principais causas de absentismo laboral, mortes e lesões incapacitantes. 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.

Durante os últimos anos, tem-se verificado um grande desenvolvimento nas técnicas, nos materiais, nos acessórios e nos equipamentos específicos para a prevenção de riscos derivados da realização de trabalhos em altura, principalmente aqueles relacionados ao trabalho vertical. Atualmente, há no mercado um grande número de sistemas de proteção coletiva e individual contra quedas de altura, os quais permitem dar soluções práticas para a segurança dos trabalhadores nas situações de trabalho em que haja risco de queda.

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. A realização desses trabalhos com condições de segurança adequadas inclui tanto a utilização de sistema de proteção contra quedas quanto uma formação e informação teórico-prática específica para os trabalhadores.

Todavia, a instrução e a capacitação dos trabalhadores constituíram um dos elos fundamentais para uma estratégia preventiva eficaz. Portanto, ao iniciar qualquer atividade em locais com diferença de nível, é importante e necessário o conhecimento prévio, por parte do trabalhador, dos perigos, dos riscos envolvidos, dos procedimentos de trabalho e dos métodos mais apropriados para a autoproteção. É muito importante que seus líderes estejam convictos da necessidade de se eliminar os riscos das atividades e proporcionar

---

um ambiente de trabalho seguro. Mas isso, só, não é suficiente, pois é preciso que todo o ambiente de trabalho esteja projetado e planejado, de modo a poder influenciar a aplicação das técnicas preventivas na prática diária e facilitar uma mudança de atitude que permita que essas técnicas, sistematicamente, façam parte da rotina de trabalho de maneira natural e automática.

Considerando-se que o objetivo principal de todo prevencionista é promover meios que garantam a segurança dos trabalhadores nas atividades com riscos de queda de altura, é fundamental que a execução das tarefas previstas no processo construtivo esteja em conformidade com as exigências da legislação de segurança do trabalho vigente, esta última cada vez mais restritiva, para garantir que todo trabalho em altura seja realizado de maneira segura.

Um dos princípios fundamentais da prevenção de riscos é eliminá-los na sua origem, e é por esse motivo que é importante avaliar as condições de segurança desde a fase da elaboração dos projetos e escolha dos métodos construtivos, para eliminar, sempre que possível, as situações que apresentem riscos de queda.

Entendemos, tal como define a Organização Mundial da Saúde (OMS): “Um ambiente de trabalho saudável é aquele em que os trabalhadores e gestores colaboram para o uso de um processo de melhoria contínua da proteção e promoção

da segurança, saúde e bem-estar de todos os trabalhadores e para a sustentabilidade do ambiente de trabalho”.

Com base no princípio de que o trabalho em altura expõe os trabalhadores a riscos de queda, apresentamos este Guia Prático para Cálculo de Linha de Vida e Restrição para a Indústria da Construção, com o objetivo principal de apresentar uma ferramenta de fácil utilização para o cálculo de linhas de vida e restrição e que venha facilitar as ações preventivas na fase da elaboração do projeto, planejamento, construção, inspeção e manutenção, conforme a legislação vigente sobre o assunto.

Com certeza este guia ajudará as empresas, em particular as pequenas e médias, a contratar as equipes de trabalho mais adequadas e exigir a correta utilização dos equipamentos de proteção individual, em função da evolução dos riscos, da natureza e duração dos trabalhos e de outros condicionantes de natureza ergonômica.

As recomendações e sugestões contidas neste guia são o resultado da experiência de consultores especializados. No entanto, cada local de trabalho e cada tarefa é única no seu gênero, de modo que as sugestões e recomendações aqui apresentadas não eximem da obrigação de proceder a uma avaliação rigorosa dos riscos antes de escolher o método de trabalho. Deve-se também estar informado das disposições legislativas, regulamentares e administrativas em vigor.

## 1.2 Referências

• **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 14626** – Trava-queda deslizante guiado em linha flexível. 2010.

\_\_\_\_\_ NBR 14627 – Trava-queda deslizante guiado em linha rígida, 2010.

\_\_\_\_\_ NBR 14628 – Trava queda retrátil, 2010.

\_\_\_\_\_ NBR 14629 – Absorvedor de energia, 2010.

\_\_\_\_\_ NBR 15834 – Talabarte de segurança, 2010.

\_\_\_\_\_ NBR 15835 – Cinturão de segurança tipo abdominal e talabarte de segurança para posicionamento e restrição, 2010.

\_\_\_\_\_ NBR 15836 – Cinturão de segurança tipo paraquedista, 2010.

\_\_\_\_\_ NBR 16489 – Sistemas e equipamentos de proteção individual para trabalhos em altura — Recomendações e orientações para seleção, uso e manutenção.

• **MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 6** – Equipamento de Proteção Individual – EPI. Redação da Portaria SIT nº 25, de 15-10-2001, e alterações posteriores, até Portaria MTE nº 505, de 16-4-2015.

\_\_\_\_\_ NR 01 – Disposições Gerais. Redação dada pela Portaria SIT nº 84, de 4 de março de 2009.

\_\_\_\_\_ NR 18 – Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção. Redação dada pela Portaria SSST nº 04, de 4-7-1995 e alterações posteriores.

\_\_\_\_\_ NR 35 – Trabalho em Altura. Redação da Portaria SIT nº 313, de 23-3-2012, e alteração pela Portaria MTB nº 1.113, de 21-9-2016.

• **AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI). ANSI Z359.**

• **MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO.** Procuradoria Regional do Trabalho 20ª Região – Sergipe. Saúde e Segurança do Trabalho na Construção Civil Brasileira. Agosto 2015.

---

## 1.3 Glossário

**Absorvedor de energia:** Elemento com função de limitar a força de impacto transmitida ao trabalhador pela dissipação da energia cinética. Este dispositivo é usado para minimizar as forças envolvidas em uma queda, destinado a absorver o choque e reduzir o impacto transmitido ao corpo do trabalhador, dissipando a energia e reduzindo a força de desaceleração.

**Análise de risco (AR):** Técnica utilizada para identificar os perigos em um ambiente de trabalho e avaliar os riscos potenciais, suas causas, consequências e medidas de controle.

**Ancoragem de extremidade:** Ancoragem em cada extremo de uma linha de vida flexível.

**Ancoragem intermediária:** Ancoragem utilizada para linhas de vida longas, para diminuir a tensão e flecha do cabo entre as ancoragens de extremidade, em uma possível queda do trabalhador.

**Argola D:** É um dispositivo conector que faz a conexão entre o cinturão de segurança tipo paraquedista e o mosquetão do talabarte ou trava-queda retrátil.

**Cinturão de segurança tipo paraquedista:** Equipamento de proteção individual utilizado para trabalhos em altura onde haja risco de queda, constituído de sustentação na parte inferior do peitoral, acima dos ombros e em volta nas coxas, que tenha meios para conectar outros componentes de um sistema de proteção individual contra quedas.

**Condições impeditivas:** São determinadas situações que impedem a realização ou continuidade do serviço, por apresentarem riscos à saúde ou à integridade física do trabalhador.

**Dispositivo de ancoragem:** Dispositivo removível da estrutura, projetado para utilização como parte de um sistema

de pessoal de proteção contra queda, cujos elementos incorporam um ou mais pontos de ancoragem fixos ou móveis. Trata-se de um ponto de conexão seguro destinado a suportar carga de pessoas para a conexão de dispositivos de segurança, tais como cordas, cabos de aço, trava-quadras ou talabartes.

**Distância de frenagem:** Distância percorrida durante a atuação do sistema de absorção de energia, normalmente compreendida entre o início da frenagem e o término da queda.

**Dispositivo de posicionamento:** Um cinturão abdominal ou sistema de cinturão tipo paraquedista, para permitir que um funcionário seja apoiado em uma superfície vertical elevada, tal como um poste, e trabalhe com as duas mãos livres enquanto se inclina.

**Distância de queda livre:** Distância compreendida entre o início da queda e o início da retenção.

**Distância de segurança:** É a distância entre o pé do trabalhador e o nível de impacto após a retenção da queda. Esta distância é para total segurança do trabalhador e inclui o estiramento que ocorre no cinto de segurança.

**Distância total da queda:** É a soma das distâncias da queda livre, mais a distância de frenagem provocada pelo absorvedor de energia, mais a distância entre a argola dorsal e o pé do usuário. Esta somatória define a distância máxima que o usuário vai cair.

**Equipamento de proteção individual:** Dispositivo de uso individual destinado a proteger o trabalhador de riscos que ameaçam sua segurança e sua saúde. Todo EPI deve obrigatoriamente ter a indicação do Certificado de Aprovação (CA), emitido pelo Ministério do Trabalho e Previdência Social, aprovando o equipamento para a venda.



**Esticador:** É um acessório utilizado para esticar cabos de aço e retirar as folgas, para aproveitar ao máximo seu desempenho.

**Fator de queda:** Razão entre a distância que o trabalhador percorreria na queda e o comprimento do equipamento que irá detê-lo.

**Linha de ancoragem vertical ou horizontal:** Linha flexível ou rígida, conectada em um ou mais pontos de ancoragem, que é parte de um sistema de retenção de quedas, um meio de retenção de queda ou suporte.

**Linha de restrição:** É aquela que limita o movimento no plano horizontal e restringe a mobilidade do trabalhador e é específica para trabalhos em apenas um local ou pequena região.

**Linha de vida:** Consiste na instalação de cabo de aço ou corda, horizontal ou vertical, que permite conectar o mosquetão do cinturão de segurança para proteger o trabalhador quando trabalhar em altura.

**Linha de vida horizontal temporária:** Um sistema de trava-quedas horizontal, de fácil instalação e remoção, que pode ser usado em mais de um local de trabalho, desde que não haja queda e que seja submetido a inspeção para avaliação das condições de reutilização.

**Manilha:** É um acessório utilizado como elemento de união em cabos de aço, constituído por um corpo (curva ou reta) e o pino (rosqueado ou com pino, porca e cupilha).

**Mosquetão:** É um anel metálico que possui um segmento móvel, chamado gatilho, que se abre para permitir a passagem da corda e do cabo de aço. É um equipamento típico de uso em trabalho em altura com a utilização de cabos sintéticos.

**Olhal:** Dispositivo de fixação, constituído por uma haste e um orifício no qual se passa uma corda ou cabo, podendo sustentar grandes cargas.

**Operação assistida:** Atividade realizada sob supervisão permanente de profissional com conhecimentos para avaliar os riscos nas atividades e implantar medidas para controlar, minimizar ou neutralizar tais riscos.

**Permissão de trabalho (PT):** Documento escrito, contendo conjunto de medidas de controle visando ao desenvolvimento de trabalho seguro, além de medidas de emergência e resgate.

**Queda livre:** É a distância entre o ponto em que o trabalhador começa a cair até o momento em que se inicia a retenção da queda.

**Sapatilha para cabo de aço:** É um acessório desenvolvido como elemento de proteção, que evita a deformação de cabos e desgastes de cordas.

**Sistema de posicionamento no trabalho:** Sistema de trabalho configurado para permitir que o trabalhador permaneça posicionado no local de trabalho, total ou parcialmente suspenso, sem o uso das mãos.

**Sistema de proteção contra quedas (SPQ):** Sistema destinado a eliminar o risco de queda dos trabalhadores ou a minimizar as consequências da queda.

**Sistema de restrição de movimentação:** SPQ que limita a movimentação, de modo a que o trabalhador não fique exposto a risco de queda.

**Risco de queda:** Qualquer local onde um funcionário esteja exposto a uma queda em potencial.

**Sistemas de ancoragem:** Componentes definitivos ou temporários, dimensionados para suportar impactos de queda, aos quais o trabalhador possa conectar seu equipamento de proteção individual, diretamente ou através de outro dispositivo, de modo a que permaneça conectado em caso de perda de equilíbrio, desfalecimento ou queda.

**Sistema de linha de vida horizontal:** Sistema composto de um cabo flexível, como um cabo de aço, com conectores em ambas as extremidades, para fixá-lo horizontalmente entre duas ancoragens ou conectores de ancoragem.

**Sistema de linha de vida vertical:** Sistema composto de um cabo flexível, como um cabo de aço, com um conector na extremidade superior, ao longo do qual o mecanismo de impedimento de quedas se desloca.

**Sistema de restrição de movimentação:** Método ativo de prevenção de queda, usado para evitar que um trabalhador em altura fique muito próximo da borda de uma estrutura

onde possa ocorrer queda livre. Comumente inclui um cinturão tipo paraquedista, um talabarte e um conector de ancoragem.

**Talabarte:** Dispositivo de conexão de um sistema de segurança, regulável ou não, para sustentar, posicionar e/ou limitar a movimentação do trabalhador, composto de uma ou duas pernas (dois talabartes conectados na mesma extremidade).

**Talabarte duplo:** É aquele que possui duas pernas. É utilizado nos casos em que se exija o deslocamento do trabalhador entre estruturas, sem o auxílio de uma linha de vida ou pontos fixos de ancoragem. São de dois tipos: talabarte em Y e talabarte em V.

**Talabarte simples:** É aquele que possui uma perna e duas conexões de ancoragem. É utilizado nos casos em que o trabalhador não precisa se soltar de um dispositivo de ancoragem para se conectar a outro, necessitando ficar em um só local de trabalho. Pode ter ou não absorvedores de impacto.

**Talabarte regulável:** É aquele regulável por meio de dispositivos em que o usuário pode ajustar o tamanho ideal.

**Trava-quedas:** Dispositivo de segurança para proteção do usuário contra quedas em operações com movimentação vertical ou horizontal, quando conectado com cinturão de segurança para proteção contra quedas.

**Trava-quedas retrátil:** É um sistema retrátil de freio para dissipação da energia gerada em caso de queda.

## 1.4 Responsabilidades

A palavra “responsabilidade” significa o dever de arcar com as consequências do próprio comportamento ou do comportamento de outras pessoas. A NR 35 – Trabalho em Altura definiu as responsabilidades do empregador e do trabalhador em relação ao trabalho em altura. São medidas administrativas que definem as competências necessárias para se comportar de maneira segura.

O que a legislação determina, a exemplo da NR 01, NR 18 e NR 35, é que a empresa, independentemente do porte, seja de pequeno, médio ou grande, deve assegurar que todas as medidas de proteção necessárias para salvaguardar a integridade física e a saúde dos trabalhadores sejam implantadas. Após o conhecimento do projeto e dos sistemas construtivos utilizados na execução do empreendimento, deve ser realizada a análise de risco (AR) para cada atividade ou etapa, com a identificação dos fatores de risco envolvidos na atividade e as medidas de controle necessárias para a eliminação da exposição do trabalhador à queda. Todas as situações de riscos e controles devem ser informadas aos trabalhadores que executarão as atividades de trabalho em alturas não rotineiras. Essas atividades devem ser previamente autorizadas pelo responsável, podendo ser engenheiro, mestre, encarregado ou pessoal da segurança do trabalho, mediante a emissão da permissão de trabalho (PT), a qual deve ficar disponível no local de execução da atividade e, ao final, encerrada e arquivada de forma a permitir sua rastreabilidade.

Para as atividades rotineiras de trabalho em altura devem ser desenvolvidos os procedimentos operacionais, contendo no mínimo as diretrizes e requisitos das tarefas, as orientações administrativas, o detalhamento da tarefa, as medidas de controle dos riscos, as condições impeditivas, os sistemas de proteções coletivas e individuais, os equipamentos de proteção individual, as competências e responsabilidades.

Como medida complementar à avaliação de riscos realizada na fase de planejamento, deve ser realizada uma avaliação prévia do local do trabalho em altura, para verificar se o local apresenta as condições necessárias para a implantação das medidas preventivas planejadas e se há novas situações que necessitam ser estudadas. Além disso, é de suma importância acompanhar a adoção das medidas de controle determinadas pela análise de risco, permissão de trabalho e avaliação prévia; e garantir que o trabalho só seja iniciado após a instalação dos sistemas de proteção coletiva e que os equipamentos de proteção individual e acessórios estejam disponíveis.

---

Porém, se, após o empregador tomar as medidas preventivas necessárias para a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, tiver justificativa razoável para crer que a vida e/ou a integridade física dos trabalhadores se encontram sob risco grave e iminente, deve ser suspensa a realização das atividades, comunicando imediatamente aos trabalhadores, até que venha a ser normalizada a referida situação.

As rotinas de trabalho devem garantir que somente trabalhadores autorizados para trabalhar em altura ingressem nesses locais e sejam supervisionados de acordo com os riscos definidos na análise de risco e assegurar que todos os documentos gerados na administração das atividades – tais como análise de risco, permissão de trabalho em altura, certificados de treinamento, planos de emergência, procedimentos operacionais, registros de entrega de EPI, entre outros – sejam arquivados corretamente.

Para que toda a sistemática de trabalho em altura tenha sucesso, é preciso que o trabalhador cumpra as medidas de controle determinadas nas análises de riscos, permissão de trabalho e procedimentos operacionais. Entretanto, o trabalhador tem o direito de se recusar a exercer atividades que ele julgar perigosa, não implicando sanção disciplinar, sempre que constatar evidências de riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou de outras pessoas, comunicando imediatamente o fato ao seu superior hierárquico, que diligenciará as medidas cabíveis.

O direito de recusa tem por base os conceitos contidos na Norma Regulamentadora nº 3 do Ministério do Trabalho, no seu item 3.1.1, que considera grave e iminente risco

toda condição ou situação de trabalho que possa causar acidente ou doença relacionada ao trabalho com lesão grave à integridade física do trabalhador. Adicionalmente, a Norma Regulamentadora nº 9 do Ministério do Trabalho, no seu item 9.6.3, considera que o empregador deverá garantir que, na ocorrência de riscos ambientais nos locais de trabalho que coloquem em situação de grave e iminente risco um ou mais trabalhadores, eles possam interromper de imediato as suas atividades. Além disso, a Norma Regulamentadora nº 35 do Ministério do Trabalho, no seu item 35.2.2 (c), afirma que cabe aos trabalhadores: interromper suas atividades exercendo o direito de recusa, sempre que constatarem evidências de riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou de outras pessoas, comunicando imediatamente o fato ao seu superior hierárquico, que diligenciará as medidas cabíveis.

Por outro lado, as obrigações do empregado nascem em virtude do contrato de trabalho, assim ele tem a obrigação contratual de prestar serviços, cumprir as regras, dentre outras. O empregado, quando conhece os riscos a que está exposto e as medidas de controle que deve tomar, tem a obrigação de adotar as medidas preventivas necessárias para a sua segurança e de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações ou omissões no trabalho.

Quanto à elaboração dos cálculos de linha de vida ou de restrição de queda, o profissional que os elaborar, a partir das orientações fornecidas neste guia, deverá ser habilitado para executar esse serviço, conforme atribuições estabelecidas pelo Confea/Crea, pelas quais será atribuída a responsabilidade técnica do projeto.

## 1.5 Capacitação e treinamento

Um dos fatores fundamentais para a prevenção da queda de altura é que todo trabalhador da obra que executa trabalho em altura seja capacitado e autorizado para executar as funções que lhe são atribuídas em relação à prevenção de riscos de queda de altura. Todavia, a empresa pode enviar o trabalhador para fazer esse curso em uma entidade fora da empresa ou realizar esse curso internamente com profissionais que demonstrem total conhecimento, competência, capacidade e habilidade sobre o assunto, inclusive com a utilização de procedimentos escritos.

Entretanto, a capacitação dos trabalhadores não é o único objetivo da norma em matéria de prevenção de riscos. São também objetivos o treinamento e a conscientização ou sensibilização, pois a consciência e a convicção são pilares fundamentais do sistema de prevenção de acidentes.

Portanto, para a execução das tarefas em altura, os trabalhadores devem estar devidamente capacitados e autorizados. O trabalhador deve estar informado dos riscos a que está exposto, suas funções e responsabilidades, a importância de suas ações e as consequências pela inobservância de contrair a política e os procedimentos preventivos de segurança do trabalho na obra. Com essas ações, resultam trabalhadores sensibilizados e treinados nos conceitos de segurança do trabalho, por meio da prevenção e da execução das atividades de forma correta e segura.

A capacitação e o treinamento são essenciais para prevenção dos acidentes em trabalho em altura, assim como a elaboração de um bom projeto, um estudo aprofundado da metodologia

executiva, um assertivo planejamento, a instalação de sistemas de proteção coletiva e a utilização de equipamentos de proteção individual.

A NR 35 determina que o empregador deva promover programa para capacitação dos trabalhadores para realização de trabalho em altura. Neste contexto, considera-se trabalhador capacitado para trabalho em altura aquele que foi submetido e aprovado em treinamento, teórico e prático, com carga horária mínima de oito horas. Considera-se trabalhador autorizado para trabalho em altura aquele capacitado, cujo estado de saúde foi avaliado, tendo sido considerado apto para executar essa atividade e que possua anuência formal da empresa. Logo, todo projeto de linha de vida ou de restrição deve ser implantado para ser utilizado por trabalhador autorizado para trabalho em altura.

Os treinamentos inicial, periódico e eventual para trabalho em altura podem ser ministrados em conjunto com outros treinamentos da empresa e realizados preferencialmente durante o horário normal de trabalho, e esse tempo deve ser computado com trabalho efetivo.

O treinamento deve ser ministrado por instrutores com comprovada proficiência no assunto, sob a responsabilidade de profissional qualificado em segurança no trabalho. Ao término do treinamento, deve ser emitido certificado contendo o nome do trabalhador, conteúdo programático, carga horária, data, local de realização do treinamento, nome e qualificação dos instrutores e assinatura do responsável. O certificado deve ser entregue ao trabalhador; e uma cópia, arquivada na empresa.

## 1.6 Análise de risco

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.

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. Essa sistemática pode ser usada para sistemas em início de desenvolvimento ou em fase de projeto e também como revisão geral de segurança de sistemas já em operação.

A identificação dos fatores de risco relacionados à queda de altura que podem afetar a execução da obra é o primeiro passo que ocorre durante a execução de um Plano de Gerenciamento de Riscos; e é fundamental, porque, a partir de seu reconhecimento, podem-se tomar medidas para eliminar ou minimizar os seus efeitos. Outra razão para a sua importância é que, se os riscos não forem identificados desde a fase inicial do projeto, pode por consequência gerar perdas econômicas, atrasos de cronograma, aumento dos custos, etc. 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.

Toda a execução de trabalho em altura merece muita atenção dos responsáveis da obra e das equipes preventivistas, devido aos riscos apresentados. Para tanto, deve-se observar com bastante atenção o processo construtivo utilizado, pois dele derivarão todas as medidas de controle que serão planejadas para o trabalho, o local onde serão executadas atividades, o tipo de sistema de isolamento e sinalização, as instalações elétricas existentes, se há pontos de ancoragem, os sistemas de proteção individual e coletiva que serão utilizados, os equipamentos de proteção individual e acessórios, as máquinas, equipamentos e ferramentas utilizadas, trabalhos simultâneos, condições impeditivas e riscos adicionais como riscos físicos, químicos, biológicos e ergonômicos.

A NR 35 determina que todo trabalho em altura deve ser precedido de análise de risco. A análise de risco deve, além dos riscos inerentes ao trabalho em altura, considerar:

- a) O local em que os serviços serão executados e seu entorno.
- b) O isolamento e a sinalização no entorno da área de trabalho.
- c) O estabelecimento dos sistemas e pontos de ancoragem.
- d) As condições meteorológicas adversas.
- e) A 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.
- f) O risco de queda de materiais e ferramentas.
- g) Os trabalhos simultâneos que apresentem riscos específicos.
- h) O atendimento aos requisitos de segurança e saúde contidos nas demais normas regulamentadoras.
- i) Os riscos adicionais.
- j) As condições impeditivas.
- k) As situações de emergência e o planejamento do resgate e primeiros socorros, de forma a reduzir o tempo da suspensão inerte do trabalhador.
- l) A necessidade de sistema de comunicação.
- m) A forma de supervisão.

## 1.7 Permissão de trabalho em altura

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), segundo determinações da NR 35.

Todavia, 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.

A permissão de trabalho é um documento escrito, contendo um conjunto de medidas de controle, visando ao desenvolvimento de trabalho seguro, além de medidas de emergência e resgate. Nele são evidenciados os passos requeridos para a execução de uma tarefa crítica específica. Esse documento proporciona o registro e o controle da implantação das medidas adequadas para garantir a segurança na execução da tarefa, identifica os responsáveis pela autorização e que devem obrigatoriamente validar no local de trabalho.

Entretanto, as medidas de controle devem ser evidenciadas na análise de risco e na permissão de trabalho. A permissão de trabalho deve ser emitida, aprovada e estar disponível no local de execução da atividade e, ao final, encerrada e arquivada de modo a permitir sua rastreabilidade.

A permissão de trabalho deve conter:

- a)** Os requisitos mínimos a serem atendidos para a execução dos trabalhos.
- b)** As disposições e medidas estabelecidas na análise de risco.
- c)** A relação de todos os envolvidos e suas autorizações.

Porém, como as atividades no canteiro mudam constantemente, a permissão de trabalho deve ter validade limitada à duração da atividade, podendo ser revalidada pelo responsável pela aprovação nas situações em que não ocorram mudanças nas condições estabelecidas ou na equipe de trabalho. Mas essa sistemática só poderá operar de forma eficaz, se todo o pessoal autorizado supervisionar constantemente as atividades, atendendo plenamente aos requisitos do sistema de segurança.

---

## 1.8 Hierarquia de soluções contra queda de altura

A Norma Regulamentadora nº 35 do Ministério do Trabalho estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de modo a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com essa atividade. Considera que trabalhar em altura seja toda atividade executada acima de 2,00m do nível inferior, onde haja risco de queda. Contudo, no item 35.4 – Planejamento, Organização e Execução, subitem 35.4.2, obriga a utilização de uma hierarquia de controle para a proteção contra a queda de altura quando do planejamento do trabalho, da seguinte forma:

- Medidas para evitar o trabalho em altura, sempre que existir meio alternativo de execução.
- Medidas que eliminem o risco de queda dos trabalhadores, na impossibilidade de execução do trabalho de outra forma.
- Medidas que minimizem as consequências da queda, quando o risco de queda não puder ser eliminado.

A hierarquia é dividida em três partes: eliminar, prevenir e mitigar os riscos de queda. Sendo que, os dois primeiros eliminam o risco de queda:

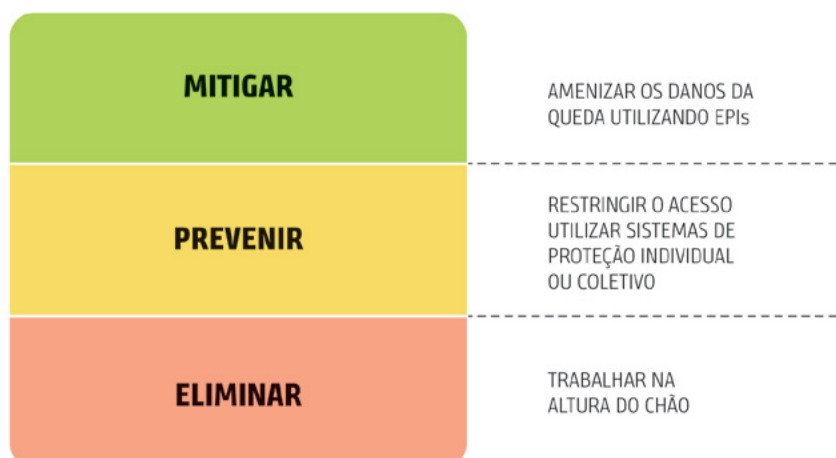


FIGURA 1 – HIERARQUIA DE CONTROLE PROPOSTA PARA TRABALHO EM ALTURA



Entretanto, temos outros mecanismos que podem ser utilizados para ampliar o conhecimento sobre o assunto. A OHSAS 18001 sugere que, quando forem determinadas as medidas de controle, deverá ser considerada a redução de riscos de acordo com a seguinte hierarquia: eliminação, substituição, controles de engenharia, sinalização/advertências e/ou controles administrativos, e equipamento de proteção individual.

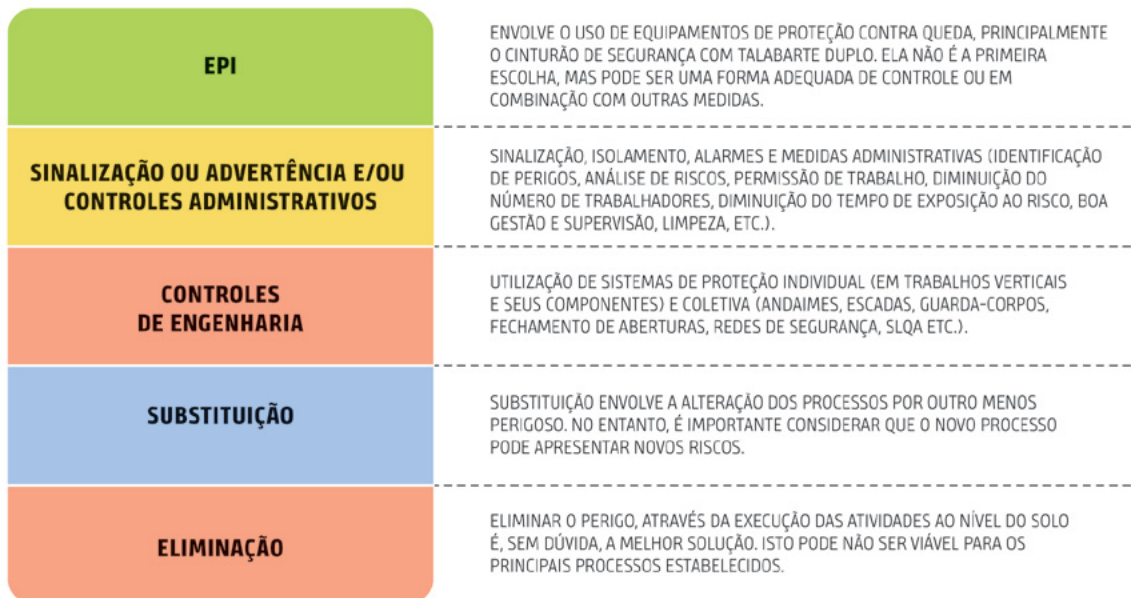


FIGURA 2 – HIERARQUIA DE CONTROLE PARA TRABALHO EM ALTURA.

## 1.9 Equipamentos de proteção individual

A NR 35 estabelece que nos trabalhos em altura sejam utilizados equipamentos de proteção individual certificados, acessórios e sistemas de ancoragem; e devem ser especificados e selecionados considerando-se a sua eficiência, limites de uso, o conforto, a carga aplicada a eles e o respectivo fator de segurança, em caso de eventual queda. Não podemos nos esquecer de que o trabalhador pode ficar exposto a riscos adicionais, que devem ser considerados na seleção do equipamento de proteção individual. Os EPIs também devem ser ajustados ao peso e à altura do trabalhador.

Para a seleção do EPI, é importante considerar as ações a seguir:

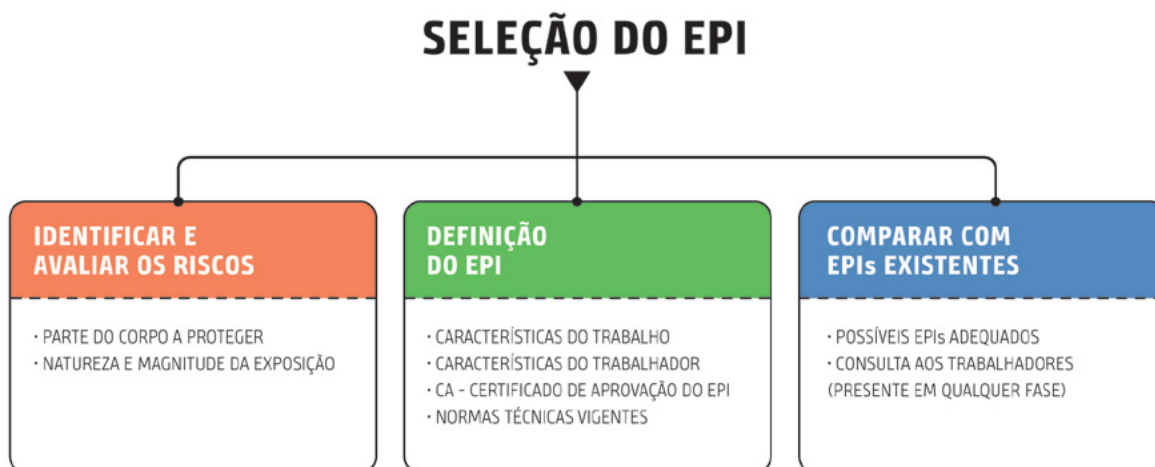


FIGURA 3 – CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DO EPI

FONTE: ADAPTADO DO INSHT

Todavia, na aquisição e periodicamente, devem ser efetuadas inspeções dos EPIs, acessórios e sistemas de ancoragem, destinados à proteção de queda de altura, recusando-se os que apresentem defeitos, degradação, deformações ou sofrerem impactos de queda, que devem ser inutilizados e descartados, exceto quando sua restauração for prevista em normas técnicas nacionais ou, na sua ausência, internacionais.

Para sistemas de retenção de quedas, o cinturão de segurança deve ser do tipo paraquedista e dotado de dispositivo para conexão em sistema de ancoragem estabelecido na análise de risco, podendo ser duplo, dependendo do serviço a ser realizado, conforme NBR 15836. Durante todo o período de exposição ao risco de queda, o trabalhador deve permanecer conectado ao sistema de ancoragem.

## LEGENDA

1. FITAS PRIMÁRIAS SUPERIORES
  2. FITA SECUNDÁRIA
  3. FITA PRIMÁRIA SUBPÉLVICA
  4. FITA PRIMÁRIA DA COXA
  5. APOIO DORSAL PARA POSICIONAMENTO
  6. FIVELA DE AJUSTE
  7. ELEMENTO DE ENGATE PARA POSICIONAMENTO
  8. FIVELA DE ENGATE
  9. ELEMENTO DE ENGATE PARA POSICIONAMENTO
- A. ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO  
 B. ETIQUETA DE INDICAÇÃO DE ENGATE PARA PROTEÇÃO CONTRA QUEDA, COM LETRA "A" MAIÚSCULA PARA PONTO ÚNICO OU LETRAS "A/2", QUANDO EXISTIREM DOIS PONTOS SIMULTÂNEOS DE ENGATE

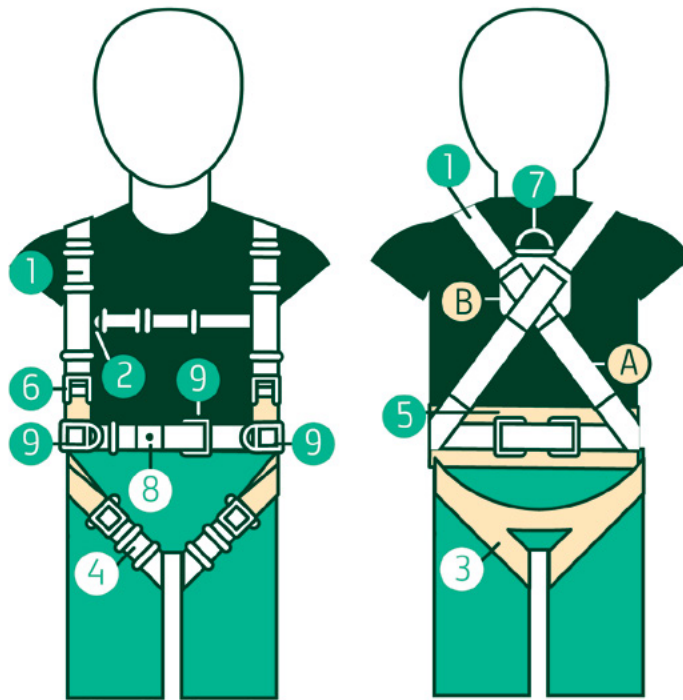


FIGURA 4 – EXEMPLO DE CINTURÃO DE SEGURANÇA TIPO PARAQUEDISTA

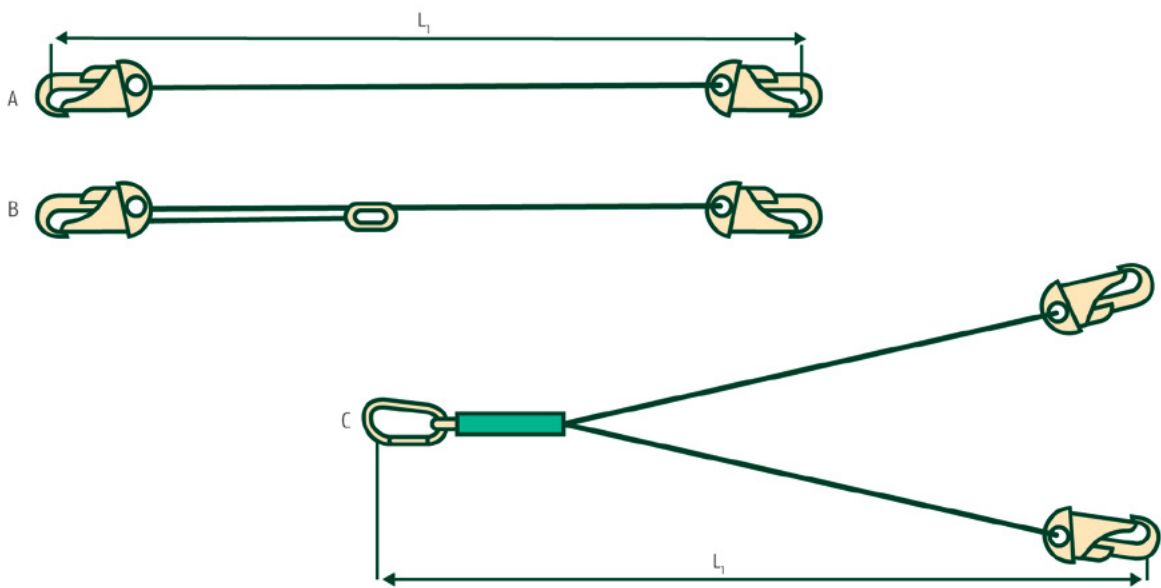
Nos sistemas de restrição de movimentação, pode ser utilizado um cinto de segurança do tipo abdominal, conforme NBR 15835.

Os cintos de segurança devem possuir ao menos um elemento de ligação (ou ponto de conexão), onde se prende(m) o(s) componente(s) de união.

Os cinturões de segurança de cada tipo podem ter diferentes características que os tornem adequados ao sistema de proteção individual de queda (SPIQ) que se está projetando, entre as quais:

- A quantidade, finalidade e posição dos elementos de engate.
- A posição, largura, número e material das fitas. Podem oferecer maior conforto no trabalho em posicionamento, ou de acesso por corda, ou em caso de suspensão prolongada. O talabarte e o dispositivo trava-quebras devem estar fixados de forma a minimizar o fator de queda, preferencialmente acima da cabeça, ajustados de modo a restringir a altura de queda e assegurar que, em caso de ocorrência, elimine as possibilidades de o trabalhador colidir com estrutura inferior.

O talabarte usado em sistemas de retenção de quedas deve atender a NBR 15834. Em sistemas de posicionamento ou de restrição de movimentação, deve atender a NBR 15835. Em ambas as normas, seu comprimento é limitado a dois metros.



LEGENDA

A. TALABARTE DE SEGURANÇA SIMPLES

B. TALABARTE DE SEGURANÇA REGULÁVEL

C. TALABARTE DE SEGURANÇA DUPLO

FIGURA 5 – EXEMPLOS DE TALABARTES PARA RETENÇÃO DE QUEDA.

Existem vários modelos e tipos diferenciados de trava-quadras. Os mais utilizados são os trava-quadras guiado e retrátil.

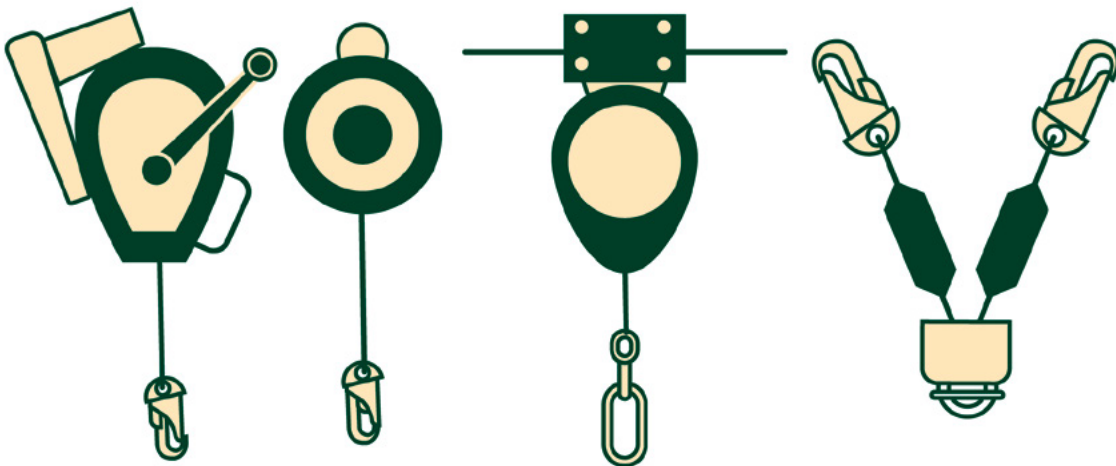


FIGURA 6 – MODELOS DE TRAVA-QUEDAS RETRÁTIL

O talabarte com absorvedor de energia deve ser usado quando das seguintes situações:

- Fator de queda for maior que 1.
- Comprimento do talabarte for maior que 0,9m.

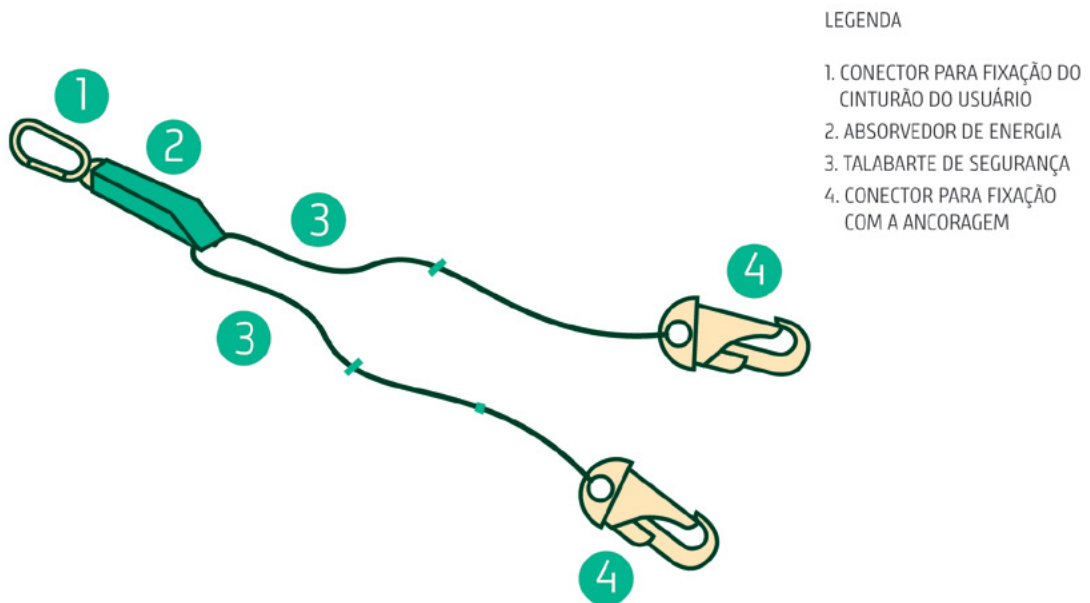


FIGURA 7 – EXEMPLO DE TALABARTE EM Y COM ABSORVEDOR DE ENERGIA INTEGRADO.

Porém, todos os outros EPIs que forem necessários para a realização do trabalho determinados pela análise de risco devem ser utilizados, tais como: capacete, calçado e óculos de segurança, luvas, etc., além das cordas, cintas, fitas, cabos, dispositivos descensores (freio oito, air traffic controller – ATC, rack, dispositivos autoblocantes – dresler e grigri), dispositivos bloqueadores (blocantes e trava-quedas), dispositivos conectores (mosquetões), malhas rápidas ou maillons, etc.



# 2

**Cálculos de linha de  
retenção de quedas  
e de restrição de  
movimentação**



## 2. Cálculos de linha de retenção de quedas e de restrição de movimentação

### 2.1 Introdução

Conforme abordado anteriormente, a NR 35 preconiza a hierarquia das medidas de controle, das quais a primeira é evitar o trabalho em altura. Caso isso não seja possível, então um sistema de proteção coletiva contra quedas (SPCQ) é necessário. Os SPCQ podem classificar quanto à finalidade do sistema como de restrição de movimentação e de retenção de queda.

O sistema de restrição de movimentação (também chamado de restrição de deslocamento ou impedimento de queda) limita a movimentação do trabalhador, impedindo que ele atinja a zona com risco de queda, não permitindo assim que ela ocorra. Exemplos: guarda-corpos e linhas de vida horizontais, quando projetadas com esse objetivo.

O sistema de retenção de queda (conhecido também como captura de queda) não evita a queda, mas a interrompe depois de iniciada, reduzindo as suas consequências. Caracteriza-se por buscar controlar as energias, forças e deslocamentos gerados pela queda de modo a preservar a integridade física do trabalhador. Exemplos de tais sistemas incluem as redes de segurança e também as linhas de vida horizontais, quando projetadas com esse objetivo.

Na hierarquia das medidas de controle, são priorizados os sistemas de restrição de movimentação sobre os de retenção de quedas.

---

De acordo com a NR 35, o sistema de proteção contra quedas deve:

- a)** Ser adequado à tarefa a ser executada.
- b)** Ser selecionado de acordo com análise de risco, considerando, além dos riscos a que o trabalhador está exposto, os riscos adicionais.
- c)** Ser selecionado por profissional qualificado em segurança do trabalho.
- d)** Ter resistência para suportar a força máxima aplicável prevista quando de uma queda.
- e)** Atender às normas técnicas nacionais ou, na sua inexistência, às normas internacionais aplicáveis.
- f)** Ter todos os seus elementos compatíveis e submetidos a uma sistemática de inspeção.

A seleção do sistema de proteção contra quedas deve considerar a utilização:

- a)** De sistema de proteção coletiva contra quedas (SPCQ).
- b)** De sistema de proteção individual contra quedas (SPIQ), nas seguintes situações:
  - i)** Na impossibilidade de adoção do SPCQ.
  - ii)** Sempre que o SPCQ não ofereça completa proteção contra os riscos de queda.
  - iii)** Para atender situações de emergência.

O sistema de proteção coletiva contra quedas deve ser projetado por profissional legalmente habilitado.

O sistema de proteção individual contra queda é constituído dos seguintes elementos:

- a)** a) Sistema de ancoragem.
- b)** b) Elemento de ligação.
- c)** c) Equipamento de proteção individual.

## 2.2 Divisões dos sistemas

Os tipos de sistemas de proteção individual contra quedas são:

- **Sistema de retenção de queda:** atua para deter uma queda. É usado onde o usuário pode sofrer uma queda.

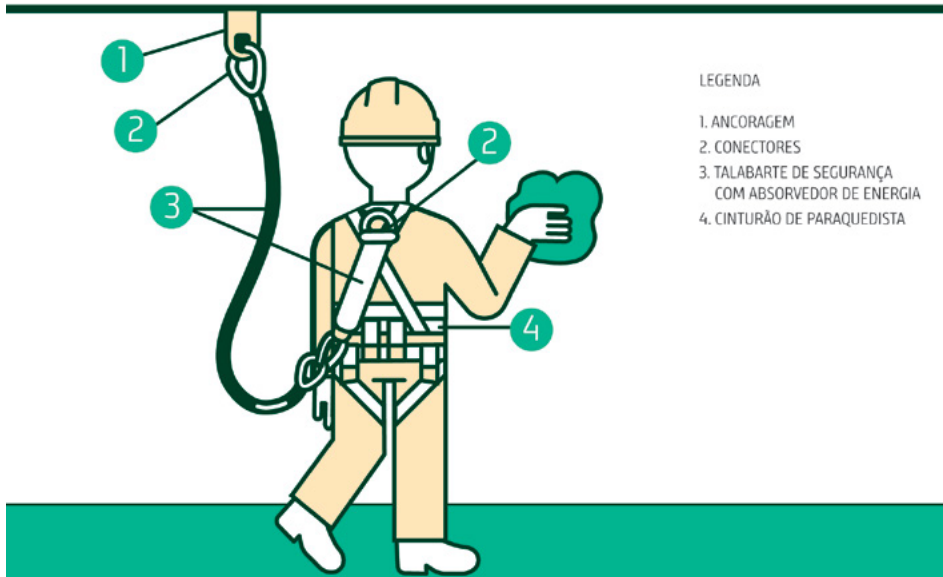


FIGURA 8 – EXEMPLO DE UM SISTEMA DE RETENÇÃO DE QUEDA BASEADO EM UM TALABARTE DE SEGURANÇA SIMPLES COM ABSORVEDOR DE ENERGIA.

- **Sistema de restrição de movimentação:** restringe o percurso do usuário, de forma que o acesso não é possível para zonas onde o risco de uma queda possa ocorrer.

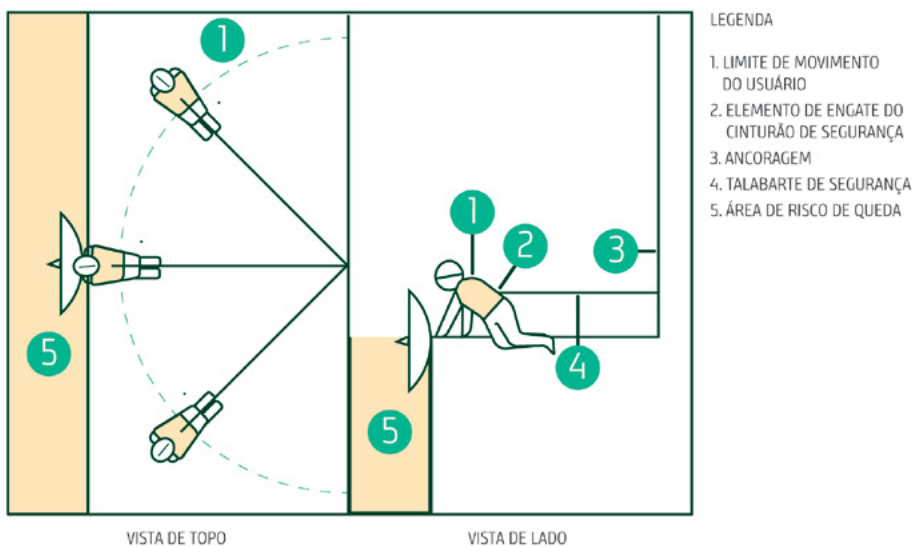


FIGURA 9 – EXEMPLO DE UM SISTEMA DE RESTRIÇÃO LIMITANDO O ACESSO A ZONAS ONDE O RISCO DE UM QUEDA EXISTE.

- Sistemas de posicionamento no trabalho:** permite que o usuário seja retido em uma posição sustentada parcialmente ou completamente através de um talabarte ou corda, configurado de modo que o trabalhador permaneça posicionado no local de trabalho, total ou parcialmente suspenso, deixando as mãos livres para a execução de uma atividade. Onde não existam condições de se utilizar um sistema de posicionamento, por haver de fato possibilidade de queda, então um sistema de retenção de quedas deve ser utilizado (pontos de ancoragem e linhas de vida).

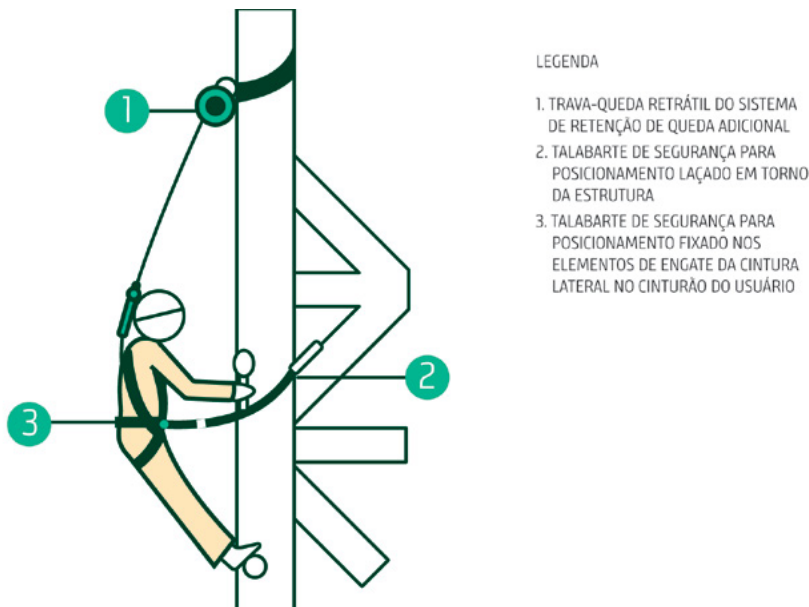


FIGURA 10 – EXEMPLO DE SISTEMA DE POSICIONAMENTO.

- Sistema de acesso por corda:** emprega duas linhas fixadas separadamente, uma como meio de suporte e outra como respaldo de segurança, para acesso ou volta para o local de trabalho, sendo que ambas as linhas devem estar presas ao cinturão de segurança. Este sistema pode ser usado como posicionamento durante o trabalho.

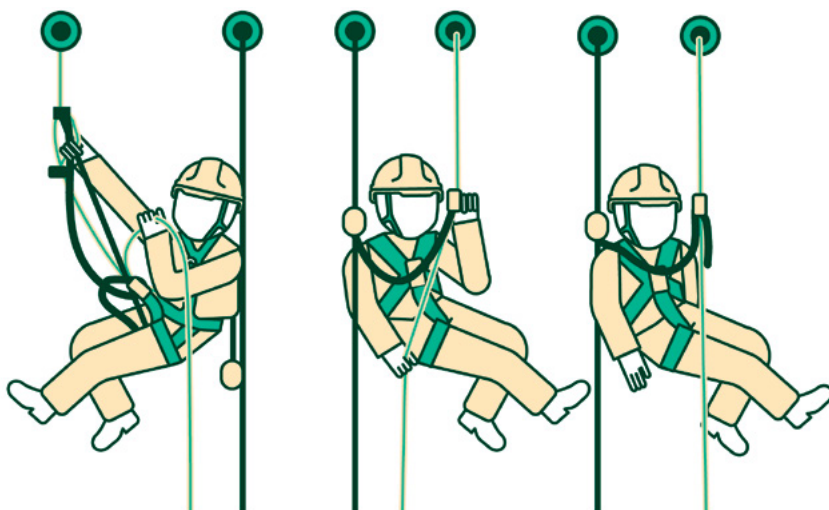


FIGURA 11 – EXEMPLO DE SISTEMA DE ACESSO POR CORDAS.

## 2.3 Sistemas de linhas de retenção de queda

É impressionante a quantidade de edificações residenciais, comerciais e industriais que não consideraram em seus projetos a instalação de sistemas de proteção contra quedas de trabalhadores que necessitem executar qualquer serviço de construção ou de manutenção em altura.

Apesar de o assunto estar regulamentado por normas no Brasil, principalmente pela NR 35 e pela NR 18, esse problema está cada vez mais presente, haja vista que, ao se projetar uma edificação, não são contratados os serviços de um calculista especializado em trabalhos em altura, para que elabore projetos de proteções coletivas necessárias para a construção da obra, que proporcionem a total segurança, como também para a operação da instalação depois da obra entregue e a execução de manutenções.

Muitos acidentes fatais acontecem pela inexistência de implementação de sistema de proteção contra quedas, devido à falta do seu correto dimensionamento em projetos, principalmente de linhas de vida, pontos de ancoragem, sistemas de amortecimento, andaimes, plataformas, acessos, etc. Além disso, a falta da consideração da segurança do trabalho nos projetos é a causa de centenas de lesões incapacitantes permanentes aos trabalhadores da indústria da construção no Brasil e de outros, que se manifestam decorrentes de serviços da manutenção interna em indústrias, com ênfase em paradas para manutenção e serviços temporários.

A NR 35 determina que “todo trabalho em altura deve ser planejado, organizado e executado por trabalhador capacitado e autorizado. Considera-se trabalhador autorizado para trabalho em altura aquele capacitado, cujo estado de saúde foi avaliado, tendo sido considerado apto para executar essa atividade e que possua anuência formal da empresa”.

Cabe ao empregador avaliar o estado de saúde dos trabalhadores que exercem atividades em altura, garantindo que:

- Os exames e a sistemática de avaliação sejam partes integrantes do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), devendo estar nele consignados.
  - A avaliação seja efetuada periodicamente, considerando os riscos envolvidos em cada situação.
  - Seja realizado exame médico voltado às patologias que poderão originar mal súbito e queda de altura, considerando também os fatores psicossociais.
-

A aptidão para trabalho em altura deve ser consignada no atestado de saúde ocupacional do trabalhador, e a empresa deve manter cadastro atualizado que permita conhecer a abrangência da autorização de cada trabalhador para trabalho em altura.

Porém, em nenhum momento a NR 35 cita a palavra “projeto”. Por que isso é importante? Porque é desde a fase da concepção do projeto que devem ser definidas as medidas de proteção necessárias para evitar a queda de altura de trabalhadores durante a construção.

Um dos dispositivos utilizados para proteção do trabalhador e a razão da publicação deste Guia Prático são as linhas de vida. 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.

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. Os profissionais que elaborarão o projeto devem dimensionar priorizando a redução do fator de queda.

Quando 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.

### Fatores relacionados com a metodologia de trabalho.

Entre outras circunstâncias, deve-se considerar o seguinte:

- **O tipo de trabalho e o local que se quer proteger:** Projetar uma linha de vida para um ponto único em uma laje de concreto é muito diferente de uma linha de vida para os trabalhos de manutenção de telhados, por exemplo.
  - **Adequação da proteção ao risco:** Analisar se realmente a instalação de linha de vida é a melhor forma de proteção do trabalhador. Analisar considerando a hierarquia das soluções.
-

- **Acesso à linha de vida:** O acesso à linha de vida deve ser estudado para que o trabalhador seja capaz de alcançar a linha com total segurança. Em alguns casos, será necessária a instalação de outros sistemas de segurança, para que o acesso seja seguro.
- **Pontos de acesso:** Devem ser projetados pontos suficientes para que o usuário não precise se deslocar grandes distâncias para se conectar à linha de vida para chegar ao local de trabalho.
- **O número de pessoas que precisam usar a linha de vida simultaneamente:** O número de pessoas terá uma influência direta nos fatores técnicos.
- **Conexão do cinturão de segurança com a linha de vida:** A linha de vida deve estar situada de preferência acima da cabeça do trabalhador.
- **O caminho seguido pelo trabalhador para realizar o trabalho:** Esse caminho encontra-se restrito pela linha de vida. Muitas vezes, o trabalhador necessita passar por locais especialmente complicados, estreitos, com armazenamento de materiais, energia elétrica, etc.
- **O conforto na utilização:** Deve ser considerada a facilidade de o trabalhador passar por pontos de ancoragem intermediários, obstáculos existentes, de modo que não fique exposto ao risco de queda.
- **Projeto da linha de vida:** projetá-la de modo a evitar a queda ou diminuir a altura de queda livre o quanto possível.
- **Evitar o pêndulo na queda:** O trabalhador deve se posicionar na linha de vida, para não ficar distante do ponto de conexão, de modo a formar um pêndulo. Nessa situação, deve ser considerada a distância da queda produzida pelo pêndulo e a eventual adoção de outras medidas, tais como guarda-corpos, outros pontos de ancoragem complementares ou a instalação de outras linhas de vida.

## Fatores Técnicos

Alguns dos fatores técnicos a serem considerados:

- **A Resistência da Estrutura à Linha de Vida:** A estrutura deve suportar os esforços que são transmitidos pela queda do trabalhador.
  - **Fator de Segurança:** De acordo com as normas UNE-EN 795 e NBR 16325-2, a linha de vida tem fator de segurança igual a 2, a linha de restrição de queda tem fator de segurança igual a 3 e o fator de segurança do ponto de ancoragem varia
-

conforme o substrato e é orientado por normas específicas, por exemplo: para madeira é a NBR 7190, para aço é a NBR 8800 e para concreto é a NBR 14931.

- **Tensões na linha de vida:** É um fator determinante nas tensões transmitidas pela linha, o número de pessoas que podem usar a linha, o número de fixações intermediárias e a existência de absorvedores de energia na linha.
- **A distância de queda livre:** É fundamental calcular a altura mínima em que deverá ficar a linha, além do tipo de conexão entre o trabalhador e a linha que será utilizada. Às vezes, a distância livre disponível não deve ser medida até o chão, pois pode haver outras limitações, tais como máquinas, equipamentos, andaimes, etc.
- **A atmosfera ao redor de onde se instala a linha:** É importante escolher o tipo de material de instalação. Por exemplo: a linha de vida deve estar protegida quando da sua utilização em atmosferas corrosivas presentes em algumas indústrias. Se a linha de vida está exposta a intempéries e é construída de material têxtil, deve haver proteções contra radiação ultravioleta e outros possíveis agentes degradantes.
- **Resgate de pessoas:** É necessário prever o dimensionamento de sistema de ancoragem específica para atender as situações de resgate.
- **Comprimento dos vãos:** Sempre que possível, considerar pontos de ancoragem intermediários. Se os vãos são grandes e pode haver duas pessoas trabalhando no mesmo vão, a queda de um deles pode arrastar o outro, especialmente se a flecha for maior que o talabarte.
- **A altura da linha é determinada pelo cálculo:** Definir a instalação de acordo com a zona livre de queda.
- **Direção da linha de vida:** Na configuração normal, ela deve seguir uma linha reta. Se houver a necessidade de uma mudança de direção para a linha, devem ser utilizados pontos de ancoragem intermediários especialmente projetados para as curvas.
- **Contato da linha com outros elementos:** Recomenda-se que a linha não entre em contato com outros elementos (telhas, perfis, etc.), consequência de vão muito grande. Além disso, após a queda do trabalhador, a linha não deve entrar em contato com elementos externos.

Os cálculos de linhas horizontais são complexos e influenciados por vários fatores, tais como: a zona livre de queda, a distância de frenagem e a amplificação das forças atuantes nos cabos horizontais devido à amplitude da flecha do cabo.

---



Além disso, é importante lembrar as responsabilidades do empregador e trabalhador quando se tratar de trabalho em altura. O empregador e seus prepostos são responsáveis civil e criminalmente por ordenar que o trabalhador execute qualquer atividade em altura sem estar provido de meios que garantam a sua total segurança. Por isso, é preciso criar uma nova consciência envolvendo a engenharia, treinamentos especiais e um gerenciamento efetivo de todo o processo.

Para desenvolver e implementar um sistema de linha de vida, é importante considerar: a flecha do cabo, distância de queda livre, distância de frenagem e zona livre de queda.

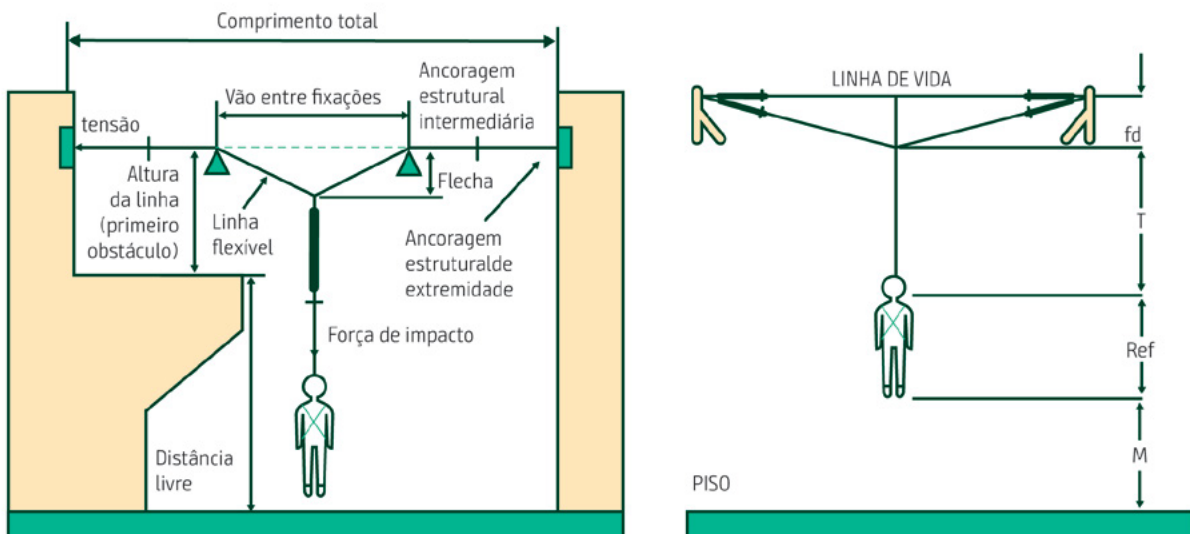


FIGURA 12 – EXEMPLO DE SISTEMA DE LINHA DE VIDA

**Fd** = Flecha dinâmica máxima (proporcionada pela linha de vida).

**T** = Comprimento total do talabarte + absorvedor de energia totalmente aberto.

**Ref.** = Distância de referência entre o anel D do cinturão paraquedista e o pé do trabalhador (geralmente utiliza-se 1,5m).

**M** = Distância entre o pé do trabalhador e o piso após a queda (por norma, esse valor deve ser previsto em 1m).

## 2.3.1 Instalação da linha de vida

Ao instalar a linha de vida, deve ser considerada, entre outros fatores, a segurança das pessoas que executam a instalação, o projeto e as instruções de instalação. Não se deve esquecer de que qualquer operação deve ser precedida de uma análise do método de execução e da análise de risco.

### • Segurança das pessoas que instalam

Quando se utiliza uma linha de vida, geralmente é porque não há outro sistema de proteção para os riscos de queda de altura. Por isso, devem ser previstos os sistemas de segurança para que o trabalhador acesse a linha de vida. Em muitos casos é somente necessário o uso de equipamentos de proteção individual, utilizando diferentes pontos de ancoragem ou linhas de vida provisórias. É necessário treinamento específico e conforme os requisitos da legislação por parte dos trabalhadores e um planejamento dos sistemas de segurança de cada instalação. Além do risco associado com a altura, outros riscos e interferências devem ser avaliados, por exemplo os riscos elétricos e fenômenos da natureza, e deve ser garantida a coordenação das ações preventivas em todas as situações que forem exigidas.

### • Instruções de instalação

Cada linha deve ter o projeto, as especificações técnicas de montagem, o cálculo e a anotação de responsabilidade técnica (ART). Contudo, o instalador deve sempre seguir os requisitos definidos pelo projetista ou fabricante, pois isso facilitará a aplicação das instruções de instalação. Recomenda-se que os instaladores tenham treinamento específico na montagem para cada tipo de linha de vida.

Os instaladores devem verificar se os equipamentos de proteção individual, talabarte, conexões e suporte são adequados para conectar na linha de vida.

### • Entendimento do projeto de instalação

O projeto de instalação pode ser elaborado pelo projetista ou fabricante, mas o instalador deve conhecê-lo com profundidade e cumprir as determinações exigidas. Entretanto, o instalador deve se comunicar com o projetista ou fabricante quando alterações se fizerem necessárias em função de novas variáveis que podem ocorrer durante a instalação, que antes não haviam sido identificadas.

---

## 2.3.2 Fatores e mecanismos da queda

O desconhecimento dos fatores de risco que têm potencial de causar queda pode acarretar graves consequências ao trabalhador. A gravidade de uma queda vem determinada por dois conceitos básicos: a força de impacto e o fator de queda.

A força de choque, força máxima ou força de parada é medida durante a etapa de parada do ensaio de comportamento dinâmico. A normativa europeia fixa o valor de 600 kgf como força de impacto máxima permitida a ser transmitida ao trabalhador. A norma de absorvedor de energia e as de todos os modelos de trava-quadras testam os produtos dentro da pior situação possível e limitam a força de impacto gerada em 600 kgf.

### Classificação dos Fatores de Queda

<b>Fator 0</b>	Fator de Queda < 1	<b>IDEAL</b>
<b>Fator 1</b>	Fator de Queda = 1	<b>ATENÇÃO</b>
<b>Fator 2</b>	Fator de Queda = 2	<b>CUIDADO</b>
<b>Fator acima de 2</b>	Fator de Queda > 2	<b>NUNCA</b>

O fator de queda é a razão entre a distância que o trabalhador percorreria na queda e o comprimento do equipamento que irá detê-lo. Quanto mais alta estiver a ancoragem, menor será o fator de queda.

$$\text{FATOR DE QUEDA} = \frac{\text{ALTURA DA QUEDA}}{\text{COMPRIENTO DO TALABARTE}}$$

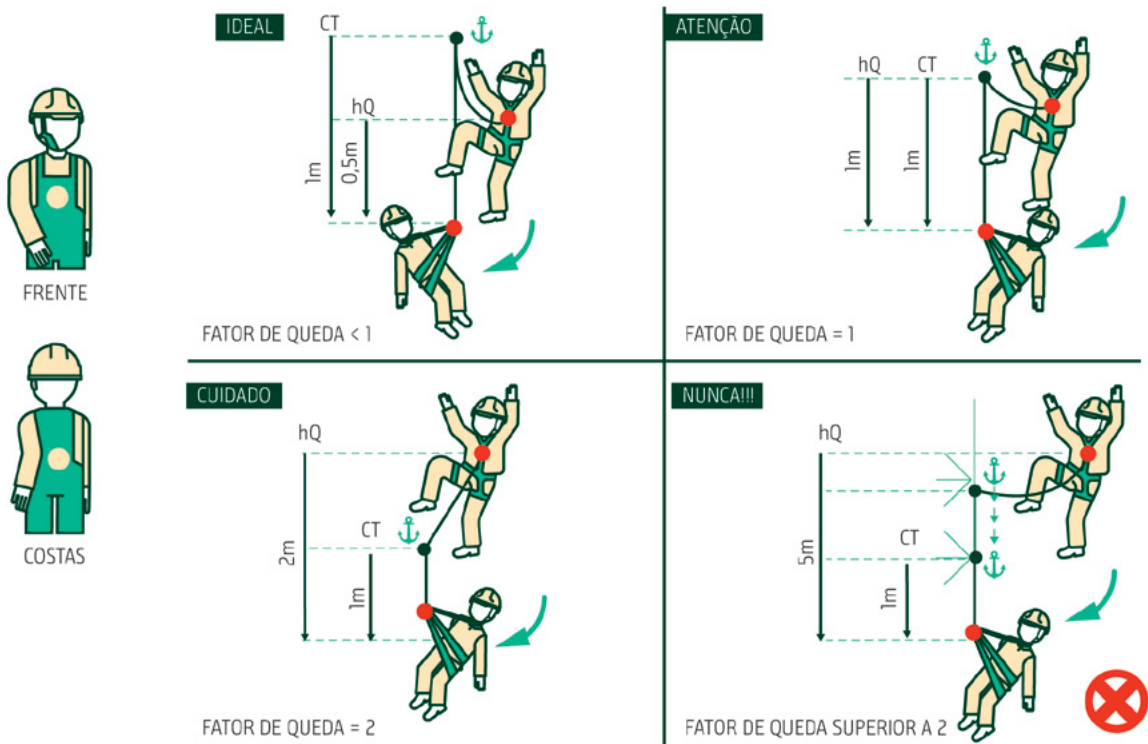


FIGURA 13 – ILUSTRAÇÃO DOS FATORES DE QUEDA

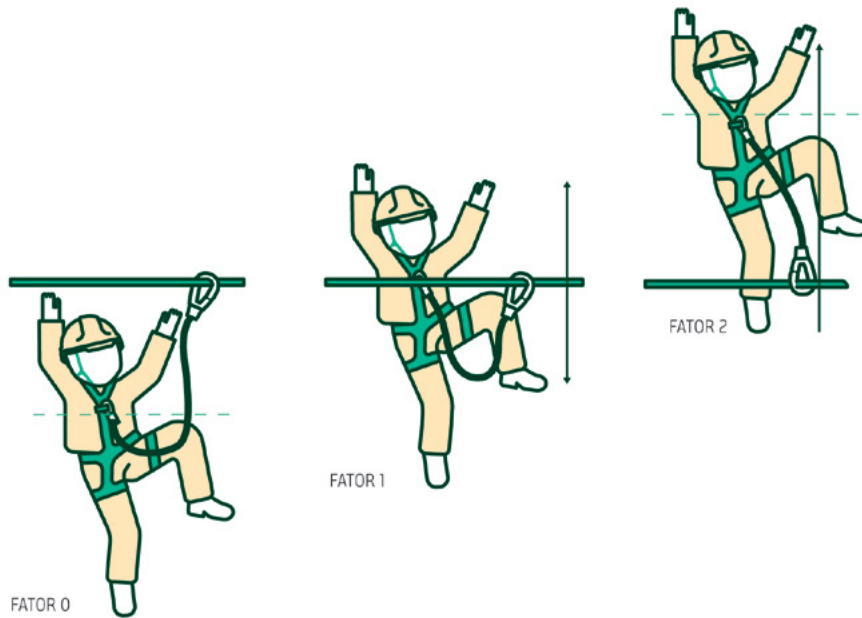


FIGURA 14 – CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES DE QUEDA

Sempre que possível, para o projeto, deve ser escolhido um ponto de ancoragem que minimize a queda e que nunca deve exceder o fator de queda 2.

### 2.3.3 Projeto de linha de vida

Quando nos reportamos à linha de vida, podem ser projetadas linhas de vida do tipo vertical e linhas de vida do tipo horizontal. Para o desenvolvimento deste guia, serão apresentados apenas os conceitos e o estudo de cálculo para linhas de vida horizontais flexíveis.

#### 2.3.3.1 Linhas de vida horizontais flexíveis

É 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.



FIGURA 15 – SISTEMA DE RETENÇÃO DE QUEDA BASEADO EM LINHA DE VIDA HORIZONTAL FLEXÍVEL DE FORMA TEMPORÁRIA

As linhas de vida flexíveis horizontais podem ser fabricadas em corda de fibra sintética, fitas ou cabo de aço.

Se a utilização for fita ou cordas, o fator de segurança a ser empregado deve ser de no mínimo 3 vezes a carga atuante. Para o caso de cabos de aço, o fator de segurança deve ser no mínimo 2 vezes a carga atuante.

A corda sintética flexível de linhas de vida deve ser produzida de filamentos sintéticos virgens ou fibras sintéticas com multifilamentos, apropriadas para o uso pretendido. O polipropileno não deve ser usado.

Neste guia dimensionaremos apenas linha de vida utilizando cabo de aço.

Atualmente, as linhas de vida comercializadas por fabricantes normalmente possuem absorvedor de energia acoplado, que tem por finalidade diminuir a carga nas ancoragens. Hoje, no mercado, temos diversos fornecedores com materiais certificados de acordo com normas europeias e americanas.

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.

A norma europeia 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.

As linhas de vida sem absorvedor de energia são mais comumente utilizadas em obras civis e são o objeto de análise principal deste guia.

Para tanto, podemos dividir em duas partes o estudo da linha de vida horizontal:

- A primeira parte refere-se ao dimensionamento da linha de vida flexível e todos os seus componentes.
- A segunda parte refere-se à instalação da linha de vida flexível na obra, que aborda os pontos de ancoragem que tenham condições de absorver as cargas calculadas na primeira parte.

São dois projetos distintos. 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:

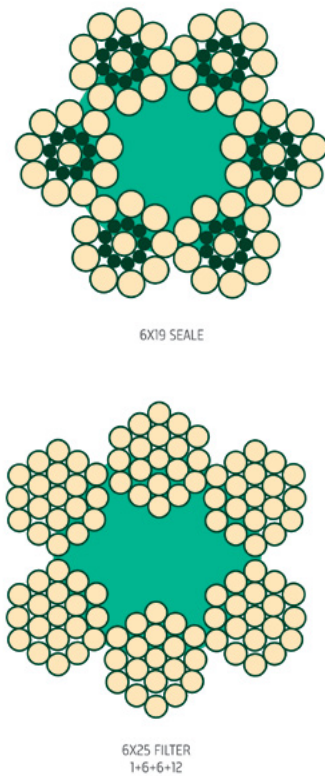
- Número da linha de vida.
- Data de fabricação e instalação.
- Quantidade de pessoas que a linha suporta por vão.
- CNPJ do fabricante.

### 2.3.3.2 Cabos de aço para linhas de vida

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.

Segue tabela da CIMAF que mostra informações sobre o cabo de aço do tipo 6 x 19 AF. Pela tabela, a carga de ruptura de um cabo de aço 6 x 19 alma de fibra de ¼" é de 2500 kgf.

---



Diâmetro		Massa aprox. (kg/m)	Carga de Ruptura Mínima	
mm	pol.		IPS	EIPS
3,2	1/8"	0,036	0,61	-
4,8	3/16"	0,082	1,37	-
6,4	1/4"	0,142	2,50	2,73
8,0	5/16"	0,230	3,90	4,30
9,5	3/8"	0,343	-	6,10
11,5	7/16"	0,479	-	8,30
13,0	1/2"	0,608	-	10,80
14,5	9/16"	0,775	-	13,60
16,0	5/8"	0,933	-	16,80
19,0	3/4"	1,298	-	24,00
22,0	7/8"	1,805	29,50	32,60
26,0	1"	2,442	38,50	42,60
29,0	1.1/8"	3,055	-	53,90
32,0	1.1/4"	3,733	60,10	66,50
35,0	1.3/8"	4,529	-	80,50
38,0	1.1/2"	5,328	86,50	95,80
45,0	1.3/4"	8,368	-	130,40
52,0	2"	9,740	-	170,30

FIGURA 16 – TABELA INFORMATIVA DO CABO DE AÇO DO TIPO 6 X 19 AF

FONTE: CATÁLOGO CIMAF

### 2.3.3.3 Escolha dos pontos de ancoragem

A carga nos pontos de ancoragem, que suportará a linha de vida, deve ser dimensionada conforme tipo de substrato, utilizando o fator de segurança conforme determinado pelas normas técnicas pertinentes (vide item 2.3).

Onde for possível a instalação de um sistema de ponto de ancoragem, acima do anel **D** do cinturão de segurança, ele deve ser preferível, pois diminuirá o impacto no corpo do usuário.

Um ponto de ancoragem que fique no pé do usuário só poderá ser utilizado com fundamentação de cálculos e sistemas de absorvedores do talabarte que tenham fator de queda 2 e um estudo detalhado da zona livre de queda (ZLQ).

Em nenhum momento, a carga dinâmica do usuário em queda pode superar 600 kgf para um ponto de ancoragem simples.

Os pontos de ancoragem devem ser certificados por cálculos e/ou por testes de carga. Por exemplo: pontos de ancoragem fixados com chumbadores químicos ou de expansão em substrato de concreto, além de calculados, devem ser testados; e pontos de ancoragem fixados com furos

passantes em vigas ou colunas, fixados com parafusos e chapas metálicas, podem ser apenas calculados e dispensam o teste.

O ponto de ancoragem para linha de vida deve ser projetado para resistir a, no mínimo, duas vezes a carga a que estará submetido. As cargas nos pontos de ancoragem de linhas de vida são muito maiores.

**As normas que abordam pontos de ancoragem são:**

- **NBR 16325-1** – Pontos de ancoragem tipos A, B, e D.
- **NBR 16325-2** – Pontos de ancoragem tipo C.

O tipo A é o dispositivo de ancoragem projetado para ser fixado a uma estrutura por meio de uma ancoragem estrutural ou de um elemento de fixação. Ancoragem estrutural é um elemento de um sistema de ancoragem que é fixado de forma permanente na estrutura, no qual pode ser conectado um dispositivo de ancoragem ou um EPI.

O tipo B é o dispositivo de ancoragem transportável com um ou mais pontos de ancoragem estacionários.

O tipo C é o dispositivo de ancoragem que inclui uma linha de ancoragem flexível horizontal, que não pode se desviar do plano horizontal por mais de 15°, quando medido entre duas ancoragens, em qualquer ponto de sua trajetória. É a linha de vida horizontal flexível. Os pontos de ancoragem tipo C devem ser calculados considerando os resultados dos cálculos ou testes realizados pelo sistema proposto.

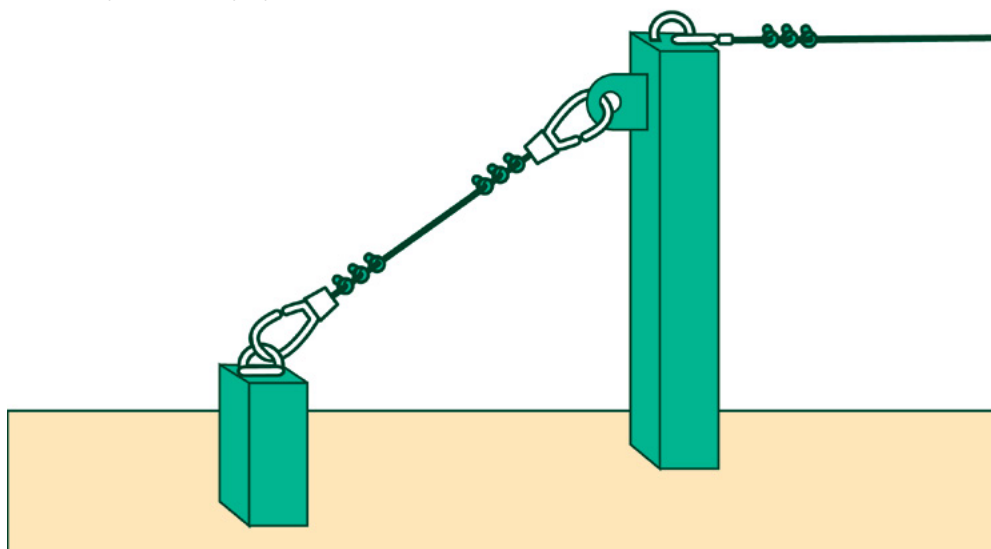


FIGURA 17 – EXEMPLO DE ANCORAGEM DO TIPO C

O tipo D é o dispositivo de ancoragem que inclui uma linha de ancoragem rígida, que não pode



se desviar do plano horizontal por mais de 15°, quando medido entre duas ancoragens, em qualquer ponto de sua trajetória.

A certificação de pontos de ancoragem para instalação de linhas de vida horizontais deve ser feita após testes e/ou cálculos estruturais que demonstrem que a ancoragem resistirá às cargas de cálculos.

A ancoragem deve ter a resistência suficiente para a instalação da linha de vida e esforços solicitantes provenientes do seu uso e eventual queda.

### 2.3.3.4 Requisitos de projeto de linha de vida

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.

#### 2.3.3.4.1 Passos para o projeto de instalação de linhas de vida

Seguem os passos necessários para a efetivação de um projeto de instalação de linha de vida:

1. Estudo do local de instalação da linha de vida e cálculo da zona livre de queda (ZLQ). O sistema deve ser projetado de maneira a minimizar a distância de queda livre: quanto menos energia o corpo adquire, menor a carga dinâmica no corpo.
2. Cálculo da linha de vida, com reação nas ancoragens; especificações do cabo de aço e demais elementos.
3. Cálculo dos pontos de ancoragem da linha de vida, seja ancoragem de borda ou ancoragens intermediárias, com locação deles em desenho estrutural do prédio;
4. Cálculo ou teste do substrato onde serão instalados os suportes de ancoragem.

**NESTE GUIA, NÃO SERÃO APRESENTADOS OS CRITÉRIOS DE CÁLCULOS DOS SUPORTES DE ANCORAGEM.**

### 2.3.3.5 Cálculo da zona livre de queda (ZLQ)

Um dos primeiros cálculos que se deve fazer para o projeto de linha de vida é da zona livre de queda (ZLQ), com o intuito de saber se prossegue com o projeto ou não, pois muitas vezes com a altura disponível na obra não é possível a instalação de uma linha de vida flexível. Parte-se então para a linha rígida ou pontos de ancoragem individual ou utilização de trava-quadras retrátil.

A zona livre de queda é a região compreendida entre o ponto de ancoragem e o obstáculo inferior mais próximo contra o qual o trabalhador possa colidir em caso de queda, tal como o nível do chão ou o piso inferior.

A seguir, imagem com ambiente-padrão para estudo de ZLQ.

#### Caso 1: Utilização de talabarte com absorvedor de energia.

**f3** = Flecha dinâmica de cálculo.

**a** = Comprimento do talabarte.

**b** = Comprimento do absorvedor de energia totalmente aberto.

**c** = Distância do elemento de engate do cinturão até o pé da pessoa (1,5m). Adotamos 1,8m para prevenir escorregamento do cinto.

**d** = Distância de segurança (1 metro; determinada nas normas NBR 14626, 14627, 14628, 14629, 15834).

$$ZLQ1 = f3 + a + b + c + d$$

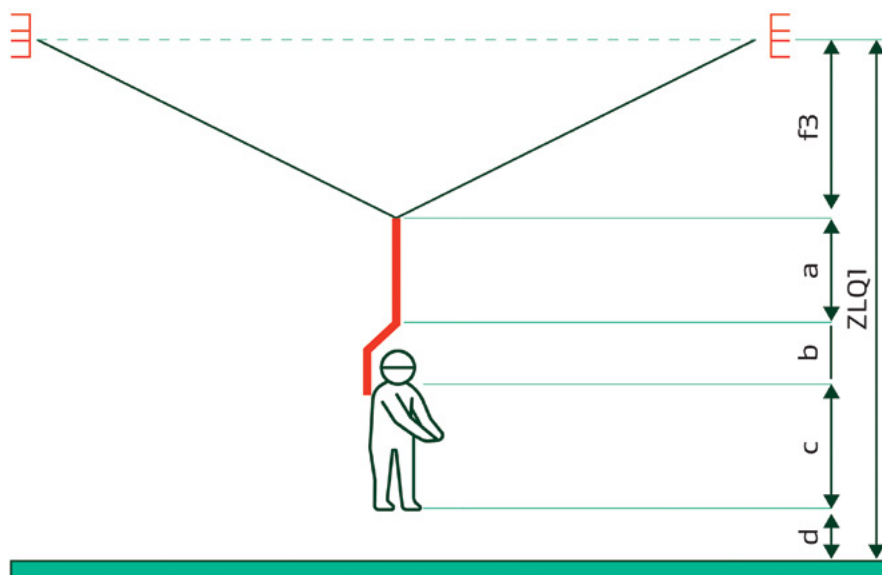


FIGURA 18 – EXEMPLO DE CÁLCULO DA ZLQ1 EM UM SPIQ COM TALABARTE COM ABSORVEDOR DE ENERGIA EM LINHA DE VIDA HORIZONTAL. FONTE: ADAPTADO DE BRANCHEIN; SOUZA; SIMON, 2015

**Caso 2:** Utilização de trava-quebras retrátil diretamente acoplado ao anel D do cinturão de segurança tipo paraquedista.

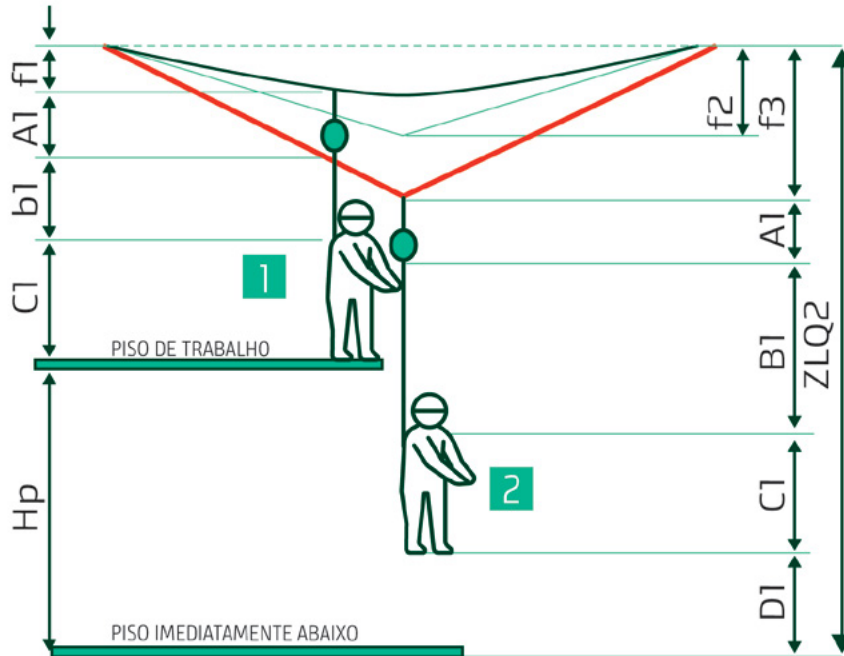


FIGURA 19 – EXEMPLO DE CÁLCULO DA ZLQ2 EM UM SPIQ COM TRAVA QUEBRAS RESTRÁTEL

FONTE: ADAPTADO DE BRANCHTEIN; SOUZA; SIMON, 2015

Com o trava-quedas retrátil o trabalhador pode se movimentar sobre o piso de trabalho; e, em caso de queda, a zona livre de queda deve ser calculada, considerando:

### 1. Verificação se o trabalhador atingirá ou não o piso inferior ou algum anteparo

Tomando como referência o pé do trabalhador na posição em cima do piso de trabalho e a posição 2 do trabalhador depois de uma queda, teremos a somatória dos seguintes valores:

$$H_p = f_3 - f_1 + B_1 - b_1 + D_1$$

### 2. Verificação da altura mínima de instalação do trava-quedas retrátil

$$ZLQ_2 = f_3 + A_1 + B_1 + C_1 + D_1$$

**Sendo:**

**f1** = flecha inicial parabólica.

**f3** = flecha dinâmica do cabo de aço.

**A1** = distância entre o anel preso na linha de vida e o trava-quedas retrátil na posição todo recolhido, fornecida pelo fabricante.

**b1** = comprimento do cabo retrátil para fora do recolhedor na posição de trabalho .

**B1** = comprimento do cabo retrátil para fora do recolhedor na posição final de queda (comprimento na posição inicial acrescido da distância de escorregamento do trava-quedas retrátil até parar a queda).

**C1** = distância entre o anel D do cinto de segurança e o pé do colaborador. Algumas normas dão como 1,5m. Este guia adotou 1,8m para prevenir escorregamento do cinto.

**D1** = distância de segurança (1,00m) adotado.

---

## 2.3.4 Dimensionamento de linha de vida horizontal flexível

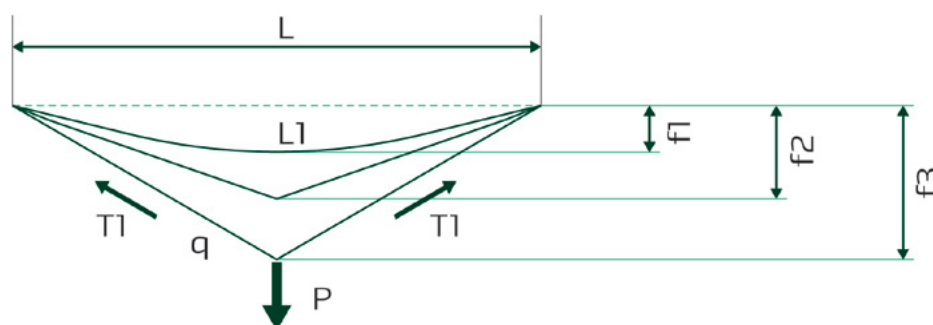
### 2.3.4.1 Premissas

Atualmente, existem no mercado muitas linhas de vida comercializadas por fabricantes nacionais e internacionais. Normalmente, essas linhas de vida têm absorvedores de energia acoplados a elas. Os absorvedores têm por finalidade a diminuição da reação nas ancoragens.

Na metodologia proposta neste guia, o autor recomenda que as linhas de vida que forem projetadas sem absorvedor de energia devem ser montadas com uma flecha igual ou maior que 3% do vão para diminuir o impacto nas ancoragens.

### 2.3.4.2 Diagrama de uma linha de vida sem absorvedor de energia

O diagrama a seguir apresenta a estrutura de uma linha de vida sem absorvedor de energia:



$L$  = Vão compreendido entre as ancoragens da linha de vida.

$L1$  = Comprimento total do cabo com uma flecha de montagem determinada.

$f1$  = Flecha de montagem  $> 3\%$  do vão ( $L$ ). Quanto maior a flecha, menor o esforço na ancoragem.

$f2$  = Flecha considerando o comprimento  $L1$  do cabo formando um triângulo sem carga dinâmica.

$f3$  = Flecha máxima quando a carga dinâmica atinge o seu máximo.

$P$  = Carga dinâmica atuando na retenção da queda (600 kgf).

$T1$  = Força de tração no cabo. Também é a força transmitida pelo cabo nas ancoragens.

$f3-f2$  = É o espaço de frenagem do corpo.

$q$  = Peso do cabo (kg/m).

## ETAPAS PARA O CÁLCULO

### PASSO 1

#### CÁLCULO DE $f_1$

Tomamos o valor da flecha  $> 3\%$  do vão

$$f_1 = 0,03 L$$

### PASSO 2

#### CÁLCULO DE $L_1$ (comprimento do cabo parabólico)

O cabo com a flecha de montagem deve ser no mínimo 3% do vão. Quanto maior a flecha de montagem, menor será a força de reação do cabo na ancoragem.

$$L_1 = L \left( 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{f_1}{L/2} \right)^2 \right)$$

### PASSO 3

#### CÁLCULO DE $f_2$ – Flecha triangular considerando o comprimento $L_1$ do cabo

$$f_2 = \sqrt{\left( \frac{L_1}{2} \right)^2 - \left( \frac{L}{2} \right)^2}$$

### PASSO 4

#### CÁLCULO DO ALONGAMENTO DO CABO SUBMETIDO A UMA FORÇA DE TRAÇÃO DE VALOR QUALQUER

Para se calcular a flecha dinâmica  $f_3$ , é necessário saber o alongamento que o cabo irá sofrer. Para isso, é preciso saber qual a força de tração no cabo ( $T_1$ ).

Essa força depende da carga dinâmica sobre o corpo P e do ângulo formado pelo cabo de aço quando submetido a carga dinâmica, que depende de  $f_3$ . Por isso deve-se fazer o cálculo iterativo, iniciando com uma força T qualquer, por exemplo 1.500,00 kgf. Calculamos então o alongamento do cabo com tal força arbitrada.

$$\Delta L = \frac{T L_1}{E A_c}$$

Onde,

$\Delta L$  = Alongamento do cabo submetido a uma força T.

T = Força inicial adotada para o início do cálculo de iteração.

$L_1$  = Comprimento do cabo com a flecha adotada.

$A_c$  = Área metálica do cabo (informação obtida dos catálogos dos fabricantes de cabo de aço).

E = Modulo elástico do cabo (retirado do manual técnico CIMAFA =  $9,5 \times 10^5$  kgf/cm<sup>2</sup> para o cabo 6x19).

## PASSO 5

### CÁLCULO DA FLECHA DINÂMICA $f_3$ PARA A FORÇA ADOTADA

$$f_3 = \sqrt{\left(\frac{L_1 + \Delta L}{2}\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

## PASSO 6

### DETERMINAÇÃO DA CARGA DINÂMICA VERTICAL QUE ATUA PERPENDICULARMENTE AO CABO

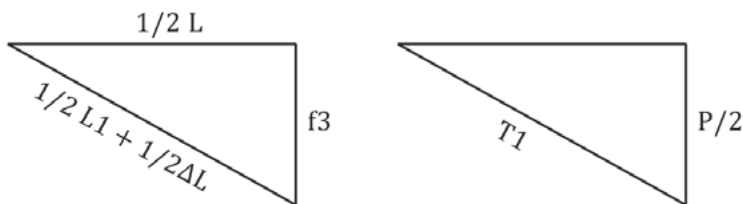
Considera-se que a máxima carga dinâmica que se deve ter no corpo em queda na desaceleração seja 600 kgf. As normas brasileiras de fabricação de absorvedores de energia e de trava-quebras retráteis indicam que esses equipamentos com queda de pessoas de 100 kgf não devem ultrapassar os 600 kgf de carga dinâmica no corpo durante a desaceleração. Por isso, podemos tomar esse valor para o projeto. Vale ressaltar que alguns trava-quebras retráteis não servem para trabalhos em linhas de vida, pois no retorno do choque podem desacoplar e descer mais um tramo. Dessa forma, confira sempre com o fabricante se o trava-quebras retrátil pode ser utilizado nessa aplicação.

Para quedas de mais de uma pessoa acoplada a uma linha, existem várias normas que dão valores de acréscimo diferentes, para a segunda e terceira ou quarta pessoa.

### PASSO 7

#### DETERMINAÇÃO DA FORÇA NO CABO DE AÇO

No início do cálculo, adotamos uma força qualquer T (força no cabo). Logo após, calculamos a mesma força T1 por semelhança de triângulos.



A flecha máxima dividida pela metade do comprimento do cabo, tomando a metade do alongamento, será igual à metade da força no corpo dividida pela força no cabo por semelhança de triângulos.

$$\frac{f3}{(L1 + \Delta L)/2} = \frac{P/2}{T1} \quad \text{ficando} \quad T1 = \frac{P(L1 + \Delta L)}{4 f3}$$

Compara-se a força de tração de T1 encontrada nos cálculos com a T adotada inicialmente. Se forem diferentes, interpolam-se os dois valores. Esse valor é utilizado para entrada no início do processo de cálculo com essa nova força adotada e assim sucessivamente, até que o valor de força adotada T seja igual à força calculada T1, aí teremos o ponto de trabalho do sistema.

### PASSO 8

#### FORÇA DE TRAÇÃO T DE PROJETO E FATOR DE SEGURANÇA

Quando a força T1 calculada for de mesma magnitude que a força T (tentativa), ela será a força de tração no cabo adotada no projeto para dimensionamento do cabo de aço e ancoragens do sistema.

Para o dimensionamento do cabo de aço, adota-se um fator de segurança no mínimo de 2,0.

Essa sequência de cálculos é iterativa e fica mais fácil de ser visualizada através do cálculo utilizando tabela em Excel.



### 2.3.4.3 Utilização da tabela em Excel

Para a realização do dimensionamento e cálculos de um sistema de retenção de queda (linha de vida), é necessária a utilização e o preenchimento da planilha em Excel, formatada exclusivamente para este guia. A planilha já está parametrizada, e os cálculos apresentados neste guia já estão inseridos nela. É necessária apenas a inserção de alguns dados, os quais serão apresentados a seguir. No Anexo I estão apresentados alguns modelos de dimensionamento de linha de vida para retenção de queda, considerando situações distintas de aplicação.

A seguir, um modelo da planilha.

	A	B	C
1	<b>Dados de entrada</b>		
2	Peso do corpo (m)	100	kg
3	Vão (L)	-	m
4	Diâmetro do cabo (d)	-	mm
5	Força de ruptura do cabo (fu)	-	kgf
6	Número de pessoas (n)	-	n
7	Comprimento do talabarte (a)	-	m
8	Comprimento abs. estendido (c)	-	m
9	Uso de trava-quadras retrátil (A1)	-	m
10	Distância da posição recolhida do trava-quadras até o anel D depois da queda (B1)	-	m
11	Distância posição recolhida a posição de trabalho (b1)	-	m
12			
13	<b>FORÇA CABO – ITERAÇÃO</b>	-	<b>kgf</b>
14			
15	<b>Cálculos</b>		
16	<b>FLECHA (%)</b>	<b>0,03</b>	
17	Comprimento do cabo c 3%	$=2*(B3*1000/2*(1+2/3*(B19/(B3*1000/2))^2))$	
18	DI alongamento cabo ( $\Delta L$ )	$=(B13*B17)/(10000*0,396*B3^4)$	mm
19	Flecha inicial parabólica (f1)	$=B3*1000*B16$	mm
20	Flecha inicial cabo reto (f2)	$=RAIZ((B17/2)^2-(B3/2*1000)^2)$	mm
21	<b>Flecha total carga dinâmica (f3)</b>	$=RAIZ((B17/2+B18/2)^2-(B3*1000/2)^2)$	<b>mm</b>
22	Distância de frenagem	$=B21-B20$	mm
23	Carga corpo (P)	$=600+(B6-1)*B2$	kgf
24	<b>Força no cabo (T1)</b>	$=(B23*((B17/2)+(B18/2)))/(B21)/2$	<b>kgf</b>
25	Força admissível (Fadm)	$=B5/2*0,8$	kgf
26	Número de pessoas (n)	$=B6$	n
27	Hmin cabo/piso – talabarte (ZLQ1)	$=B7+B8+B21/1000+1,8+1$	m
28	Hmin cabo/piso – trava-quadras (ZLQ 2 )	$=B9+B21/1000+1,8+1$	m
29	Dist. piso trab/piso abaixo p/ trava-quadras (Hp)	$=B21/1000-B19/1000+B10-B11+1$	m
30	Coefficiente de utilização do cabo	$=B24/B25$	%
31	<b>FATOR DE SERVIÇO DO CABO</b>	$=(B25*2)/B24$	

## A) DADOS DE ENTRADA

- **Peso do corpo (m)** – O peso-padrão considerado nos cálculos é de 100 kg.
- **Vão (L)** – É a distância medida entre as duas ancoragens (comprimento da linha de vida), dado em metros (m).
- **Diâmetro do cabo (d)** – Refere-se ao diâmetro do cabo utilizado como linha de vida e é fornecido pelo fabricante, medido em mm.
- **Força de ruptura do cabo (fu)** – É fornecida pelo fabricante a força de ruptura mínima de cada cabo em kgf.
- **Número de pessoas (n)** – É a quantidade de pessoas que utilizarão simultaneamente a linha de vida, por vão.
- **Comprimento talabarte (a)** – É o comprimento em metros somente do talabarte (considerando-se o absorvedor de energia fechado).
- **Comprimento absorvedor de energia estendido (c)** – É a diferença entre o absorvedor de energia fechado e o absorvedor de energia aberto, dada em metros, fornecida pelo fabricante.
- **Uso de trava-quedas retrátil (A1)** – Distância entre o anel preso na linha de vida e o trava-quedas retrátil na posição todo recolhido, fornecida pelo fabricante.
- **Distância da posição recolhida do trava quedas até o anel D depois da queda (B1)** – comprimento do cabo retrátil para fora do recolhedor na posição final de queda (comprimento na posição inicial acrescido da distância de escorregamento do trava-quedas retrátil até parar a queda).
- **Distância da posição recolhida à posição de trabalho (b1)** – É a distância total da ancoragem da posição de trabalho do trava-quedas até o ponto de conexão da argola **D** do cinturão de segurança.

## B) CÁLCULOS DA LINHA DE RETENÇÃO DE QUEDA

- **Flecha (%)** – É o percentual da flecha no vão. Linha de vida construída sem a utilização de um absorvedor de energia. Obrigatoriamente, de acordo com a norma ANSI Z 359, o cabo deve ser instalado com uma flecha maior que 3% do vão.
  - **Comprimento do cabo** – É o comprimento do cabo instalado, em mm. Esse comprimento é ligeiramente maior que a distância entre o vão.
-

- **Distância (Di) de alongamento cabo ( $\Delta L$ )** – É o máximo estiramento admissível do cabo de aço (mm), devido às máximas forças admissíveis para o cabo. O alongamento do cabo é calculado pela Lei de Hook da proporcionalidade entre alongamento e força até o limite elástico do cabo.
  - **Flecha inicial parabólica (f1)** – É a flecha de montagem do cabo, em mm.
  - **Flecha inicial cabo reto (f2)** – É a flecha medida com o cabo reto, considerando o comprimento do cabo, em mm. Com uma pequena força aplicada perpendicularmente ao cabo, que o deixa reto. Esta flecha é calculada sem a aplicação da carga, somente considerando o comprimento do cabo com a flecha de montagem.
  - **Flecha total carga dinâmica (f3)** – É a flecha calculada considerando o aumento do cabo decorrente da queda, em mm.
  - **Distância de frenagem** – É a diferença entre a flecha dinâmica e a flecha do cabo reto (é o espaço onde teremos a desaceleração do corpo), em mm.
  - **Carga do corpo (P)** – É de 600 kgf a máxima carga tolerada no corpo de 1 pessoa. Quando a linha de vida for utilizada por mais de uma pessoa, recomenda-se considerar a carga total como o somatório da carga para uma pessoa mais 20% desse valor para cada uma das demais cargas, ou seja, 120 kgf para cada pessoa a mais.
  - **Força no cabo (T1)** – É a força calculada inicialmente, em kgf, considerando a força de iteração adotada, quando elas se tornam iguais. Teremos o ponto de trabalho, e esta força será a do sistema.
  - **Força admissível (Fadm)** – É a força calculada, considerando a tabela de carga de ruptura do cabo utilizado, dividida pelo fator de segurança 2 e multiplicada por 0,8 (considerando 80% de eficiência o fechamento do laço por clips).
  - **Número de pessoas (n)** – É a quantidade de pessoas que utilizarão simultaneamente a linha de vida, por vão;
  - **Hmin cabo/piso-talabarte (ZLQ 1)** – É a altura mínima, em metros, de instalação do cabo da linha de vida até o nível de impacto, quando utilizando talabarte com comprimento pedido nos dados de entrada. Para calcular, considerar: flecha dinâmica no cabo + comprimento do talabarte + comprimento do absorvedor de energia totalmente aberto + altura do anel **D** ao pé do colaborador (1,8 m) + 1,0 m (distância de segurança pedida pela norma).
  - **Hmin cabo/piso trava-quadras retrátil (ZLQ 2)** – É a altura mínima, em metros, de instalação da linha de vida com utilização do trava-quadras retrátil até o piso do nível de impacto. Para calcular, considerar: flecha dinâmica no cabo + comprimento do
-

trava-quedas retrátil + distância de escorregamento do trava-quedas retrátil + altura do anel **D** ao pé do colaborador (1,8 m) + 1,0 m (distância de segurança pedida pela norma).

- **Dist. piso trab/piso abaixo p/ trava-quedas (Hp)** – É a distância, em metros, entre o piso de trabalho e o piso do local da queda, quando utilizado trava-quedas retrátil.
- **Coefficiente de utilização do cabo (<100%)** – É o percentual de utilização da resistência líquida do cabo de aço (valor da máxima força permitida no cabo). É a razão entre a força calculada no cabo e a força admissível de trabalho. Deve ser menor do que 100%.
- **Fator de serviço do cabo (>2)** – É o percentual atingido devido à força no cabo com relação à máxima força permitida pelo cabo. É o fator que indica a força admissível multiplicado pelo fator de segurança 2 e dividido pela força calculada. Esse valor deve ser maior do que 2.

### C) ORIENTAÇÕES PARA DIMENSIONAMENTO DA LINHA DE RETENÇÃO DE QUEDAS

**1º)** Preencher os dados de entrada da planilha de Excel com as informações coletadas durante a pesquisa de campo. Deve-se identificar o cabo de aço escolhido a ser utilizado como linha de vida, assim como os dados sobre talabarte, absorvedor de energia e trava-quedas. Para tanto, deve-se primeiramente verificar em campo quais equipamentos são necessários, respeitando-se a Zona Livre de Queda (ZLQ). Se for utilizar apenas talabarte, seguir o **Caso 1** apresentado neste guia, no item sobre Cálculo de ZLQ. Se for necessário utilizar o trava-quedas retrátil, seguir o **Caso 2**.

**2º)** Entre os dois campos de dados, é apresentada a “Força no Cabo – Iteração”. O valor que é inserido aqui representa a força no cabo (linha de vida). É um valor inicialmente arbitrado. Iniciar com uma força de iteração de 1.500,00 kgf. A partir da inserção dessa informação e do preenchimento dos dados de entrada, a planilha de Excel automaticamente realiza os cálculos da linha de vida. Porém, é necessário comparar o valor obtido da força do cabo calculada com o valor inserido de forma arbitrária. Se forem diferentes, busca-se, através de tentativas, que os valores fiquem iguais. Para isso, deve-se inserir valores no campo “Força Cabo Iteração” até que o valor de cálculo no campo “Força no Cabo” fique igual. Esse é o ponto de trabalho do sistema, ou seja, o ponto em que se realizou o cálculo da linha de vida. Vale ressaltar que se deve manter o “Fator de Serviço do Cabo” maior do que 2 para a definição da força no cabo calculado.

**3º)** Inserir na planilha de Excel o percentual considerado para a flecha de montagem. Conforme dito anteriormente, a linha de vida construída sem a utilização de um absorvedor de energia obrigatoriamente deve ser instalada com uma flecha maior que 3% do vão.

**4º)** Com os dados inseridos, automaticamente a planilha realiza os cálculos restantes para efetivar o dimensionamento da linha de vida.

**5º)** A partir dos dados apresentados na planilha, retiram-se os dados necessários para a elaboração do projeto.

---

### 2.3.4.4 Exemplo de aplicação de linhas de retenção de queda

**Situação:** Calcular o dimensionamento de uma linha de vida

**Dados para o cálculo da linha de vida:**

1. A distância entre os vãos é de 6,00 metros (distância entre os pontos de ancoragem da linha de vida).
2. Será considerada 1 pessoa que utilizará a linha de vida.
3. O 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.
4. 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 de linha de vida considerando a utilização de trava-quadras retrátil, cuja distância do anel fixado na linha de vida até o trava-quadras é de 0,90 m. O comprimento do cabo retrátil para fora do recolhedor na posição de trabalho é de 1,00 m, e o escorregamento de 0,90 m.

5. A flecha considerada no vão será de 3%.
  6. Iniciar primeiramente com uma força de iteração de 1.500,00 kgf.
-

## Lançamento dos dados na planilha em Excel

<b>Dados de entrada</b>		
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
Distância da posição recolhida do trava quedas até o anel D depois da queda (B1)	1,9	m
Distância posição recolhida a posição de trabalho (b1)	1	m

<b>FORÇA CABO - ITERAÇÃO</b>	<b>2278</b>	<b>kgf</b>
------------------------------	-------------	------------

<b>Cálculos</b>		
<b>FLECHA (%)</b>	<b>3%</b>	
Comprimento do cabo c 3%	<b>6014,4</b>	
DI alongamento cabo (_L)	<b>38</b>	mm
Flecha inicial parabólica (f1)	<b>180</b>	mm
Flecha inicial cabo reto (f2)	<b>208</b>	mm
<b>Flecha total carga dinâmica (f3)</b>	<b>399</b>	<b>mm</b>
Distância de frenagem	<b>191</b>	mm
Carga corpo (P)	<b>600</b>	kgf
<b>Força no cabo (T1)</b>	<b>2278</b>	<b>kgf</b>
Força admissível (Fadm)	<b>2440</b>	kgf
Número de pessoas (n)	<b>1</b>	n
Hmin cabo/piso - talabarte (ZLQ1)	<b>5,7</b>	m
Hmin cabo/piso - trava-quedas (ZLQ 2 )	<b>4,1</b>	m
Dist. piso trab/piso abaixo p/ trava-quedas (Hp)	<b>2,07</b>	m
Coefficiente de utilização do cabo	<b>93</b>	%
<b>FATOR DE SERVIÇO DO CABO</b>	<b>2,14</b>	

### Considerações Gerais

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

### 2.3.4.5 Linhas de vida de vários vãos

As linhas de vida também podem ser instaladas com vários vãos, sendo que os dois pontos de ancoragem ficam localizados no primeiro e último vãos. Esses pontos absorverão as forças horizontais e os vãos intermediários deverão ter olhais de passagem do cabo, servindo de divisor e absorvendo forças verticais na queda. Ainda não se desenvolveram cálculos para linhas de vários vãos. Segundo Nigel, em seu livro *Fall Protection*, pode ser calculado, conservadoramente, como se fosse somente um vão (linhas sem absorvedores).

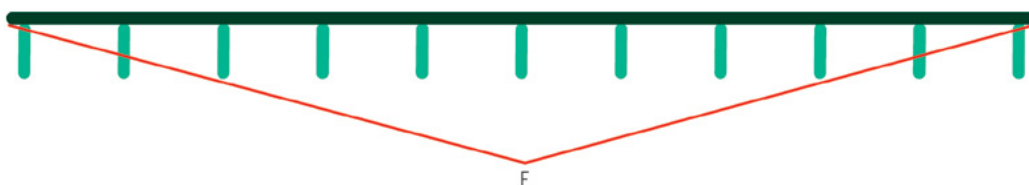
Por exemplo, uma linha sobre telhado que tenha 10 vãos de 6,00 metros cada deve ser calculada como se fosse uma linha só de 60,00 metros utilizando a planilha de cálculo em Excel mostrada anteriormente.

Neste caso, o resultado da força nas ancoragens pode ter uma boa aproximação, mas as flechas calculadas ali na planilha já não podem ser utilizadas. As flechas devem ser calculadas considerando o aumento total do cabo de aço pela força, somadas aos comprimentos deixados pela flecha de montagem, considerando somente um vão, para o cálculo da flecha.

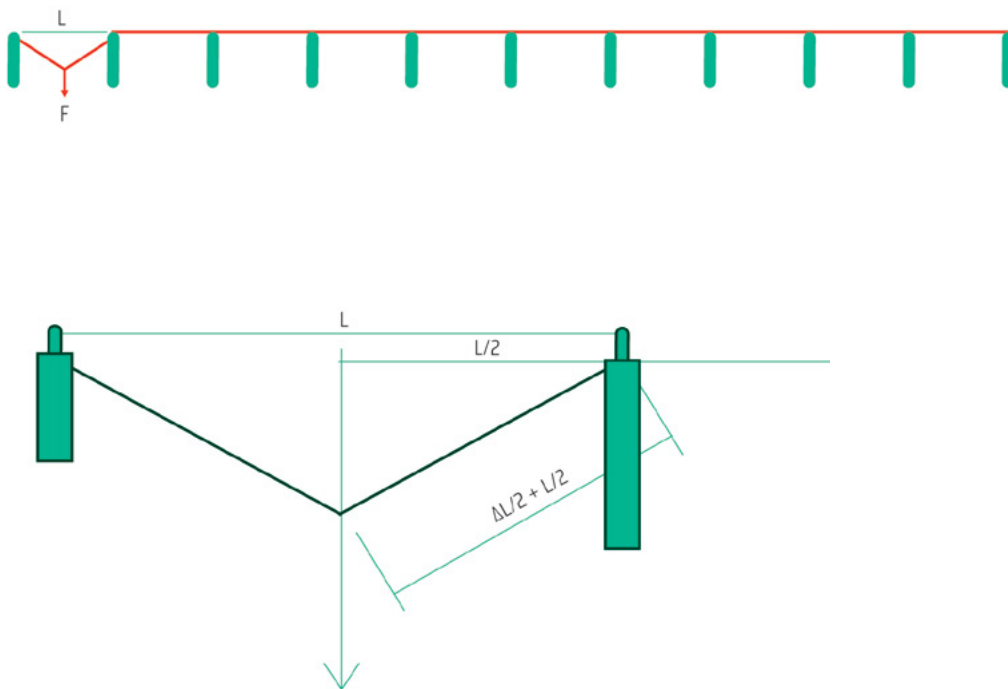
Cada vão terá uma flecha de 3% mínimo.



Para o cálculo da força nas ancoragens de extremidade considera-se como um vão só



Para o cálculo da flecha, utiliza-se apenas um vão. Depois, soma-se o comprimento adicional do cabo durante a queda, em um vão, e se multiplica pelo número de vãos.



$$f = \sqrt{\left(\frac{\Delta L \times n}{2} + \frac{L}{2}\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

**Sendo:**

$\Delta L$  = aumento do cabo em um vão, considerando o cabo sob tensão da queda.

$N$  = número de vãos.

$L$  = distância entre ancoragens de um vão.



## 2.4 Sistemas de linhas de restrição de movimentação

### 2.4.1 Linhas de restrição de movimentação

As linhas de restrição de movimentação podem ser instaladas em locais, de maneira que, devido a sua configuração, seja impossível uma queda. Para qualquer possibilidade de queda, a instalação deve ser feita com linha de vida para retenção de queda.

A linha de restrição de movimentação instalada em lajes, fazendo uma analogia, funciona como um guarda-corpo virtual.

Consideramos, para o caso de linha de restrição de movimentação, a aplicação de uma força de 100 kgf na direção perpendicular à linha. Utiliza-se fator de segurança no mínimo 3 para este dimensionamento, conforme NBR 16489.

Para a linha de restrição de movimentação, o autor adota uma flecha de montagem menor ou igual a 1% para evitar que no centro da linha ceda uma flecha maior, colocando em risco de queda nesta posição.

### 2.4.2 Limitações dos sistemas de restrição de movimentação

- Limitam o movimento no plano horizontal, de modo que o trabalhador não fique exposto ao risco de quedas.
  - Restringem a mobilidade do usuário e permitem o movimento em certas partes da estrutura, mas não em outras.
  - São específicos para trabalhos em apenas um local ou pequena região.
  - No sistema de restrição de movimentação, a única queda possível é uma queda de mesmo nível.
  - A força sentida por um usuário conectado a um sistema de restrição, provavelmente, nunca excede o equivalente a duas vezes a massa do usuário.
  - Conforme NBR 16489, não havendo exposição ao risco de queda, nenhum procedimento de resgate é normalmente necessário com um sistema de restrição.
  - Um procedimento de resgate de acesso pode ser necessário se o colaborador estiver em telhados.
-

### 2.4.3 Componentes de um sistema de restrição de movimentação

- Cinturão tipo paraquedista conforme **ABNT NBR 15 836** e/ou cinturão abdominal **ABNT NBR 15 835**.
- Um talabarte de segurança, conforme as normas citadas. Talabarte com absorvedores de energia podem ser utilizados para restrição de movimentação, desde que o absorvedor não abra com cargas menores que **200 kgf**.
- Um ponto de ancoragem fixo, por exemplo: um parafuso olhal, ou ponto móvel de ancoragem que se desloca ao longo de uma linha de ancoragem horizontal rígida ou flexível.
- Conectores em conformidade com a **ABNT NBR 15 837**.

### 2.4.4 Uso de sistemas de restrição de movimentação

O local de trabalho deve ser estudado, de maneira a que se tenha certeza de que em nenhum ponto no raio de ação do talabarte fixo no ponto de ancoragem ou linha de vida se tenha condições de queda.

Pode-se ter pontos de ancoragem no telhado, de maneira que se acesse o local por uma linha horizontal de cabo de aço ou perfil e, no local, se troque a conexão do talabarte por um ponto fixo, desde que o talabarte tenha duas cintas. Por exemplo: em um trabalho sobre telhado, na área perto do beiral.

O treinamento completo do usuário e uma declaração detalhada do método de segurança são essenciais para qualquer trabalho em altura.

Deve ser considerado qualquer alongamento do talabarte, principalmente em linhas de cabo de aço, onde a flecha deve ser considerada para o comprimento máximo para as linhas de posicionamento.

Nos casos de trabalhos perto dos beirais, onde pode haver quedas, deve-se ter métodos alternativos para evitá-las, e não podem ser utilizadas linhas de posicionamento ou retenção de queda.

Alguns sistemas de talabarte de posicionamento podem ser ajustados manualmente para delimitar a área de trabalho segura. Esses sistemas devem ser alvo de especial atenção na sua ajustagem, de maneira que não fiquem com comprimento superior ao necessário para evitar quedas.

Se for utilizado trava-quedas retrátil acoplado a uma linha de restrição de movimentação, só pode ser usado no seu curso máximo, ou seja, totalmente aberto. Neste guia, foi considerada para sistemas de restrição de movimentação a utilização de talabarte. Informamos que pode ser utilizado o talabarte com absorvedor de energia, visto que para o acionamento do absorvedor é necessária a força mínima de 200 kgf.

---

## 2.4.5 Pontos de ancoragem para sistemas de restrição de movimentação

Os pontos de ancoragem para sistemas de restrição de movimentação devem ser resistentes e estáveis, para restringir o usuário nas extremidades de seu alcance de movimento.

Para uma pessoa, é recomendável que a mínima resistência à ruptura do ponto de ancoragem deva ser pelo menos três vezes a massa do corpo do usuário, na direção à qual a carga é aplicada em serviço.

Onde vários usuários precisem ser conectados ao mesmo ponto de ancoragem, a resistência mínima à ruptura recomendada será de três vezes a massa de corpo combinada dos usuários, na direção à qual a carga é aplicada em serviço. Por exemplo: três usuários, cada um com massa de 100 kg, todos conectados ao mesmo ponto de ancoragem, exigem uma resistência de  $3 \times 300 \text{ kgf} = 900 \text{ kgf}$  à ruptura.

## 2.4.6 Dimensionamento de linhas de restrição de movimentação

### 2.4.6.1 Utilização da tabela em Excel

Para a realização do dimensionamento e cálculos de um sistema de restrição de movimentação é necessária também a utilização e o preenchimento da planilha em Excel, formatada exclusivamente para este guia. No Anexo II estão apresentados alguns modelos de dimensionamentos de linha de restrição de movimentação, considerando situações distintas de aplicação.

A planilha a ser preenchida é a mesma para o cálculo da linha de vida para retenção de quedas, porém existem algumas particularidades quanto à inserção de dados. Seguem as particularidades:

- De acordo com a norma ABNT NBR 16489, para o cálculo da linha de restrição de movimentação, a carga dinâmica do corpo considerada para os cálculos é de 100 kgf, aplicada horizontalmente. Caso a linha de restrição seja projetada para mais de uma pessoa, a carga total considerada é  $100 \text{ kgf} \times \text{número de pessoas projetadas}$ .
- A distância do vão recomendada entre ancoragens intermediárias é de, no máximo, 4,00 metros.
- A flecha máxima de montagem recomendada para o cálculo de linha de restrição de movimentação é de 1% do vão.
- O Fator de Serviço no Cabo deve ser no mínimo 3, conforme NBR 16489.

As demais situações e informações que se deve considerar para o cálculo da linha de restrição de movimentação são iguais ao cálculo da linha de vida para retenção de quedas. Recomenda-se utilizar o mesmo cabo de aço utilizado para linha de vida. 6 x 19 ou 6 x 25 AF.

---

### 2.4.6.2 Exemplo de aplicação de linhas de restrição de movimentação

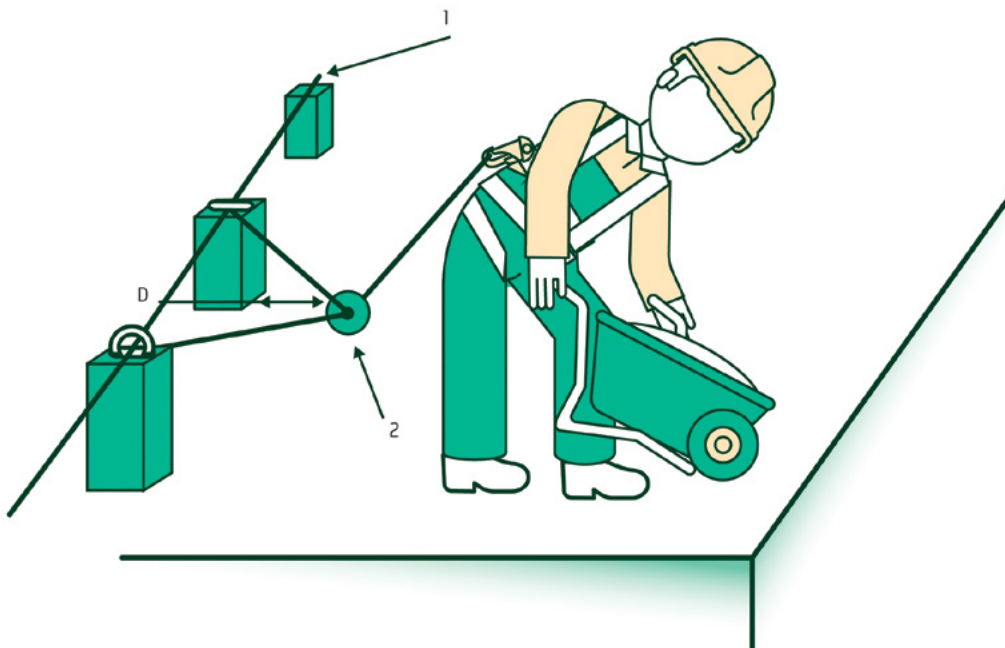


FIGURA 20 – EXEMPLO DE UM SISTEMA DE RESTRIÇÃO USANDO UMA LINHA DE ANCORAGEM HORIZONTAL FLEXÍVEL

Onde,

- 1 – Linha de ancoragem horizontal flexível.
- 2 – Elemento de engate móvel.
- D – Flexão da linha de ancoragem pelo usuário.

**Situação:** Calcular o dimensionamento de uma linha de restrição de movimentação a ser projetada sobre uma laje.

Dados para o cálculo da linha de restrição:

1. A distância entre os vãos é de 4,00 metros (distância entre os pontos de ancoragem da linha de restrição).
2. Será considerada 1 pessoa que utilizará a linha de restrição.
3. O cabo adotado para verificação é o 6 x 19 AF com diâmetro de 9,50 mm. De acordo com a tabela da CIMAF, a força de ruptura no cabo é de 6100 kgf. Podem ser adotadas referências de outros fabricantes.
4. A flecha considerada no vão será de 1%.

## Lançamento dos dados na planilha em Excel

### Dados de entrada

Peso do corpo (m)	100	kg
Vão (L)	4,00	m
Diâmetro do cabo (d)	9,52	mm
Força de ruptura do cabo (fu)	6100	kg
Número de pessoas (n)	1	n
Comprimento do talabarte (a)	1,4	m

### FORÇA CABO – ITERAÇÃO

735,00 kgf

### Cálculos

<b>FLECHA (%)</b>	<b>1%</b>	
Comprimento do cabo c 1%	<b>4001,07</b>	mm
DI alongamento cabo ( $\Delta L$ )	<b>8</b>	mm
Flecha inicial parabólica (f1)	<b>40</b>	mm
Flecha inicial cabo reto (f2)	<b>46</b>	mm
<b>Flecha total carga dinâmica (f3)</b>	<b>136</b>	<b>mm</b>
Carga corpo (P)	<b>100</b>	kgf
<b>Força no cabo calculada (T1)</b>	<b>735</b>	<b>kgf</b>
Força admissível (Fadm)	<b>2440</b>	kgf
Número de pessoas (n)	<b>1</b>	n
Coefficiente de utilização do cabo	<b>30</b>	%
<b>FATOR DE SERVIÇO DO CABO</b>	<b>6,64</b>	

## Considerações Gerais

De acordo com as informações apresentadas, pôde-se verificar que os dados admitidos para o cálculo da linha de restrição, atendem as regras estabelecidas nesse Guia, uma vez que o valor da “Força cabo – Iteração” (735 kgf) está igual ao valor em “Força no Cabo Calculada” e o “Fator de Serviço do Cabo” foi de 6,64 (maior do que 3). A flecha dinamica de 136 mm é segura para utilização, visto que é usual manter a distância mínima de 50 cm do trabalhador até a área com exposição à queda. Poderia se tentar um cabo mais fino para este caso, como o cabo de 8 mm AF.

**Obs.:** Quando houver possibilidade de exposição à queda devida a curta distância da posição de trabalho até a extremidade (< 50 cm recomendado), ou quando houver na área de trabalho uma superfície frágil (por exemplo a existencia de elementos de fibra de vidro, acrílico, etc.), deve-se utilizar linha de vida.



# Anexo I

**Exemplos do  
dimensionamento  
de linha de vida de  
retenção de queda**



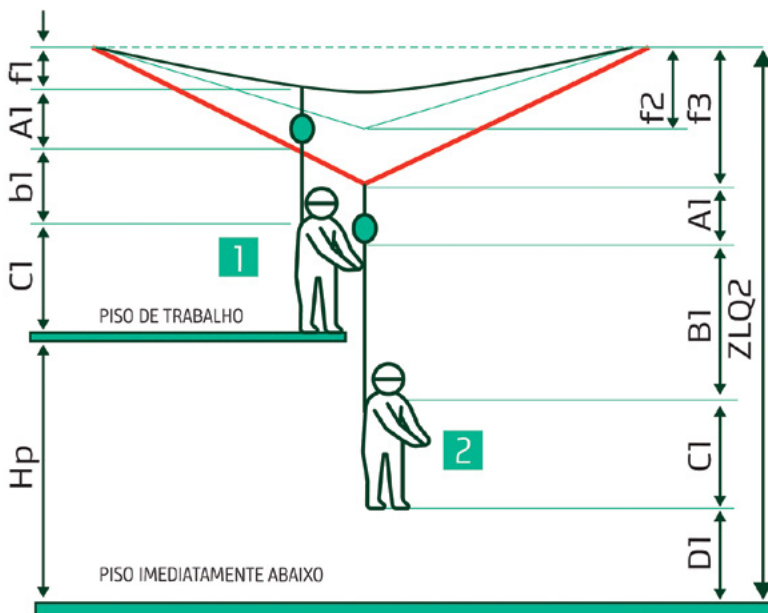
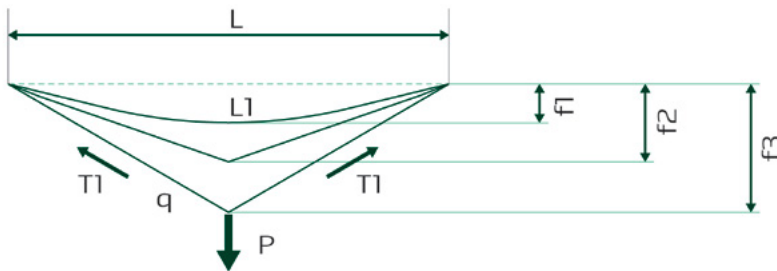
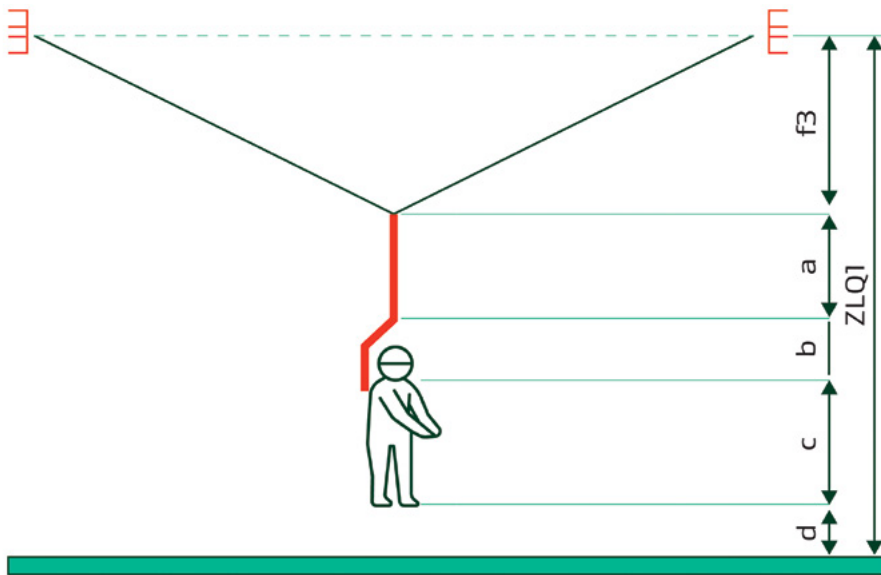
# Anexo I

## Exemplos do dimensionamento de linha de vida de retenção de queda

A seguir, as planilhas de cálculo de linha de vida, extraídas do sistema proposto, para distâncias entre ancoragens de 6,12 e 18 m e para 1,2 até 11 pessoas no vão.

Note que, para uma mesma quantidade de pessoas, o valor da força no cabo calculado será o mesmo, variando assim a flecha dinâmica.

---



## Exemplo 1

Dados de entrada						
Peso do corpo	kg	m	100	100	100	100
Vão	m	L	6	12	18	6
Diâmetro do cabo	mm	D	9,52	9,52	9,52	12,7
Força de ruptura do cabo	kgf	fu	6100	6100	6100	10800
Número de pessoas	n	N	1	1	1	1
Comprimento talabarte	m	A	1,4	1,4	1,4	1,4
Comprimento abs. estendido	m	C	1,1	1,1	1,1	1,1
Uso de trava-quebras retrátil	m	A1	0,9	0,9	0,9	0,9
Distância da posição recolhida do trava quedas até o anel D depois da queda	m	B1	1,9	1,9	1,9	1,9
Distância da posição recolhida a posição de trabalho	m	b1	1	1	1	1

<b>FORÇA CABO ITERAÇÃO</b>	<b>kgf</b>	<b>2278</b>	<b>2278</b>	<b>2278</b>	<b>2636</b>
----------------------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Cálculos			$H_p = f_3 - f_1 + B_1 - b_1 + D_1$			
Flecha de montagem (%)			3%	3%	3%	3%
Comprimento do cabo c 3%			6014,4	12028,8	18043,2	6014,4
DI alongamento cabo	mm	$\Delta L$	38	77	115	25
Flecha inicial parabólica	mm	f1	180	360	540	180
Flecha inicial cabo reto	mm	f2	208	416	624	208
<b>FLECHA TOTAL CARGA DINÂMICA</b>	<b>mm</b>	<b>f3</b>	<b>398</b>	<b>797</b>	<b>1195</b>	<b>344</b>
Distância de frenagem	mm	f3-f2	190	381	571	136
Carga corpo	kgf	P	600	600	600	600
<b>FORÇA NO CABO</b>	<b>kgf</b>	<b>T1</b>	<b>2278</b>	<b>2278</b>	<b>2278</b>	<b>2636</b>
Força admissível	kgf	Fadm	2440	2440	2440	4320
Número de pessoas	n	n	1	1	1	1
Hmin cabo/piso (m)-talabarte	m	ZLQ 1	5,7	6,1	6,5	5,64
Hmin cabo/piso trava-quebras retrátil	m	ZLQ 2	4,1	4,5	4,9	4,04
Hmin do piso de trab. p/ trava-quebras	m	Hp	2,21	2,34	2,56	2,06
Coeficiente de utilização do cabo		< 100%	93%	93%	93%	61%
<b>FATOR DE SERVIÇO DO CABO</b>		> 2	<b>2,14</b>	<b>2,14</b>	<b>2,14</b>	<b>3,28</b>

## Exemplo 2

Dados de entrada						
Peso do corpo	kg	m	100	100	100	100
Vão	m	L	6	6	6	6
Diâmetro do cabo	mm	D	12,7	12,7	12,7	12,7
Força de ruptura do cabo	kgf	Fu	10800	10800	10800	10800
Número de pessoas	n	N	2	3	4	5
Comprimento talabarte	m	A	1,4	1,4	1,4	1,4
Comprimento abs. estendido	m	C	1,1	1,1	1,1	1,1
Uso de trava-quedas retrátil	m	A1	0,9	0,9	0,9	0,9
Distância da posição recolhida do trava quedas até o anel D depois da queda	m	B1	1,9	1,9	1,9	1,9
Distância posição recolhida à posição de trabalho	m	b1	1	1	1	1

<b>FORÇA CABO ITERAÇÃO</b>	<b>kgf</b>	<b>2963</b>	<b>3275</b>	<b>3576</b>	<b>3866</b>
----------------------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Cálculos			$H_p = f_3 - f_1 + B1 - b_1 + D1$			
Flecha de montagem (%)			3%	3%	3%	3%
Comprimento do cabo c 3%			6014,4	6014,4	6014,4	6014,4
DL alongamento cabo	mm	$\Delta L$	28	31	34	36
Flecha inicial parabólica	mm	f1	180	180	180	180
Flecha inicial cabo reto	mm	f2	208	208	208	208
<b>FLECHA TOTAL CARGA DINÂMICA</b>	<b>mm</b>	<b>f3</b>	<b>357</b>	<b>369</b>	<b>381</b>	<b>392</b>
Distância de frenagem	mm	f3-f2	149	161	173	184
Carga corpo	kgf	P	700	800	900	1000
<b>FORÇA NO CABO</b>	<b>kgf</b>	<b>T1</b>	<b>2963</b>	<b>3275</b>	<b>3576</b>	<b>3866</b>
Força admissível	kgf	Fadm	4320	4320	4320	4320
Número de pessoas	n	N	2	3	4	5
Hmin cabo/piso (m)-talabarte	m	ZLQ 1	5,66	5,67	5,68	5,69
Hmin cabo/piso trava-quedas retrátil	m	ZLQ 2	4,06	4,07	4,08	4,09
Hmin do piso de trab. p/ trava-quedas	m	Hp	2,08	2,09	2,1	2,11
Coeficiente de utilização do cabo		< 100%	69%	76%	83%	89%
<b>FATOR DE SERVIÇO DO CABO</b>		> 2	<b>2,92</b>	<b>2,64</b>	<b>2,42</b>	<b>2,24</b>

### Exemplo 3

#### Dados de entrada

Peso do corpo	kg	m	100	100	100	100
Vão	m	L	12	12	12	12
Diâmetro do cabo	mm	d	12,7	12,7	12,7	12,7
Força de ruptura do cabo	kgf	fu	10800	10800	10800	10800
Número de pessoas	n	n	1	2	3	4
Comprimento talabarte	m	a	1,4	1,4	1,4	1,4
Comprimento abs. estendido	m	c	1,1	1,1	1,1	1,1
Uso de trava-quebras retrátil	m	A1	0,9	0,9	0,9	0,9
Distância da posição recolhida do trava quedas até o anel D depois da queda	m	B1	1,9	1,9	1,9	1,9
Distância posição recolhida à posição de trabalho	m	b1	1	1	1	1

#### FORÇA CABO ITERAÇÃO

kgf

2636

2963

3275

3576

#### Cálculos

 $H_p = f_3 - f_1 + B_1 - b_1 + D_1$ 

Flecha de montagem (%)			3%	3%	3%	3%
Comprimento do cabo c 3%			12028,8	12028,8	12028,8	12028,8
DI alongamento cabo	mm	$\Delta L$	50	56	62	67
Flecha inicial parabólica	mm	f1	360	360	360	360
Flecha inicial cabo reto	mm	f2	416	416	416	416
<b>FLECHA TOTAL CARGA DINÂMICA</b>	<b>mm</b>	<b>f3</b>	<b>688</b>	<b>714</b>	<b>739</b>	<b>762</b>
Distância de frenagem	mm	f3-f2	272	298	323	346
Carga corpo	kgf	P	600	700	800	900
<b>FORÇA NO CABO</b>	<b>kgf</b>	<b>T1</b>	<b>2636</b>	<b>2963</b>	<b>3275</b>	<b>3576</b>
Força admissível	kgf	Fadm	4320	4320	4320	4320
Número de pessoas	n	n	1	2	3	4
Hmin cabo/piso (m)-talabarte	m	ZLQ 1	5,99	6,01	6,04	6,06
Hmin cabo/piso trava-quebras retrátil	m	ZLQ 2	4,39	4,41	4,44	4,46
Hmin do piso de trab. p/ trava-quebras	m	Hp	2,23	2,25	2,28	2,3
Coeficiente de utilização do cabo		< 100%	61%	69%	76%	83%
<b>FATOR DE SERVIÇO DO CABO</b>		> 2	<b>3,28</b>	<b>2,92</b>	<b>2,64</b>	<b>2,42</b>

### Exemplo 4

Dados de entrada						
Peso do corpo	kg	m	100	100	100	100
Vão	m	L	12	18	18	18
Diâmetro do cabo	mm	d	12,7	12,7	12,7	12,7
Força de ruptura do cabo	kgf	fu	10800	10800	10800	10800
Número de pessoas	n	n	5	1	2	3
Comprimento talabarte	m	a	1,4	1,4	1,4	1,4
Comprimento abs. estendido	m	c	1,1	1,1	1,1	1,1
Uso de trava-quadras retrátil	m	A1	0,9	0,9	0,9	0,9
Distância da posição recolhida do trava quedas até o anel D depois da queda	m	B1	1,9	1,9	1,9	1,9
Distância posição recolhida à posição de trabalho	m	b1	1	1	1	1

<b>FORÇA CABO ITERAÇÃO</b>	<b>kgf</b>	<b>3866</b>	<b>2636</b>	<b>2963</b>	<b>3275</b>
----------------------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Cálculos			$H_p = f_3 - f_1 + B_1 - b_1 + D_1$			
Flecha de montagem (%)			3%	3%	3%	3%
Comprimento do cabo c 3%			12028,8	18043,2	18043,2	18043,2
DI alongamento cabo	mm	$\Delta L$	73	75	84	93
Flecha inicial parabólica	mm	f1	360	540	540	540
Flecha inicial cabo reto	mm	f2	416	624	624	624
<b>FLECHA TOTAL CARGA DINÂMICA</b>	<b>mm</b>	<b>f3</b>	<b>783</b>	<b>1031</b>	<b>1071</b>	<b>1108</b>
Distância de frenagem	mm	f3-f2	367	408	447	484
Carga corpo	kgf	P	1000	600	700	800
<b>FORÇA NO CABO</b>	<b>kgf</b>	<b>T1</b>	<b>3866</b>	<b>2636</b>	<b>2963</b>	<b>3275</b>
Força admissível	kgf	Fadm	4320	4320	4320	4320
Número de pessoas	n	n	5	1	2	3
Hmin cabo/piso (m)-talabarte	m	ZLQ 1	6,08	6,33	6,37	6,41
Hmin cabo/piso trava-quadras retrátil	m	ZLQ 2	4,48	4,73	4,77	4,81
Hmin do piso de trab. p/ trava-quadras	m	Hp	2,32	2,39	2,43	2,47
Coeficiente de utilização do cabo		< 100%	89%	61%	69%	76%
<b>FATOR DE SERVIÇO DO CABO</b>		> 2	<b>2,24</b>	<b>3,28</b>	<b>2,92</b>	<b>2,64</b>

## Exemplo 5

Dados de entrada						
Peso do corpo	kg	m	100	100	100	100
Vão	m	L	18	18	6	6
Diâmetro do cabo	mm	d	12,7	12,7	14,28	14,28
Força de ruptura do cabo	kgf	fu	10800	10800	13600	13600
Número de pessoas	n	n	4	5	6	7
Comprimento talabarte	m	a	1,4	1,4	1,4	1,4
Comprimento abs. estendido	m	c	1,1	1,1	1,1	1,1
Uso de trava-quebras retrátil	m	A1	0,9	0,9	0,9	0,9
Distância da posição recolhida do trava quedas até o anel D depois da queda	m	B1	1,9	1,9	1,9	1,9
Distância posição recolhida à posição de trabalho	m	b1	1	1	1	1

FORÇA CABO ITERAÇÃO	kgf	3576	3866	4409	4703
---------------------	-----	------	------	------	------

Cálculos	$H_p = f_3 - f_1 + B_1 - b_1 + D_1$					
Flecha de montagem (%)			3%	3%	3%	3%
Comprimento do cabo c 3%			18043,2	18043,2	6014,4	6014,4
DI alongamento cabo	mm	$\Delta L$	101	109	33	35
Flecha inicial parabólica	mm	f1	540	540	180	180
Flecha inicial cabo reto	mm	f2	624	624	208	208
<b>FLECHA TOTAL CARGA DINÂMICA</b>	<b>mm</b>	<b>f3</b>	<b>1142</b>	<b>1175</b>	<b>377</b>	<b>386</b>
Distância de frenagem	mm	f3-f2	518	551	169	178
Carga corpo	kgf	P	900	1000	1100	1200
<b>FORÇA NO CABO</b>	<b>kgf</b>	<b>T1</b>	<b>3576</b>	<b>3866</b>	<b>4409</b>	<b>4703</b>
Força admissível	kgf	Fadm	4320	4320	5440	5440
Número de pessoas	n	n	4	5	6	7
Hmin cabo/piso (m)-talabarte	m	ZLQ 1	6,44	6,47	5,68	5,69
Hmin cabo/piso trava-quebras retrátil	m	ZLQ 2	4,84	4,87	4,08	4,09
Hmin do piso de trab. p/ trava-quebras	m	Hp	2,5	2,53	2,1	2,11
Coeficiente de utilização do cabo		< 100%	83%	89%	81%	86%
<b>FATOR DE SERVIÇO DO CABO</b>		> 2	<b>2,42</b>	<b>2,24</b>	<b>2,47</b>	<b>2,31</b>

### Exemplo 6

Dados de entrada						
Peso do corpo	kg	m	100	100	100	100
Vão	m	L	6	6	12	18
Diâmetro do cabo	mm	d	14,28	15,88	14,28	14,28
Força de ruptura do cabo	kgf	fu	13600	16800	16800	16800
Número de pessoas	n	n	8	9	10	11
Comprimento talabarte	m	a	1,4	1,4	1,4	1,4
Comprimento abs. estendido	m	c	1,1	1,1	1,1	1,1
Uso de trava-quedas retrátil	m	A1	0,9	0,9	0,9	0,9
Distância da posição recolhida do trava quedas até o anel D depois da queda	m	B1	1,9	1,9	1,9	1,9
Distância posição recolhida à posição de trabalho	m	b1	1	1	1	1

<b>FORÇA CABO ITERAÇÃO</b>	<b>kgf</b>	<b>4990</b>	<b>5570</b>	<b>5543</b>	<b>5811</b>
----------------------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Cálculos			$H_p = f_3 - f_1 + B1 - b_1 + D1$			
Flecha de montagem (%)			3%	3%	3%	3%
Comprimento do cabo c 3%			6014,4	6014,4	12028,8	18043,2
DI alongamento cabo	mm	$\Delta L$	37	34	83	130
Flecha inicial parabólica	mm	f1	180	180	360	540
Flecha inicial cabo reto	mm	f2	208	208	416	624
<b>FLECHA TOTAL CARGA DINÂMICA</b>	<b>mm</b>	<b>f3</b>	<b>394</b>	<b>380</b>	<b>820</b>	<b>1252</b>
Distância de frenagem	mm	f3-f2	186	172	404	628
Carga corpo	kgf	P	1300	1400	1500	1600
<b>FORÇA NO CABO</b>	<b>kgf</b>	<b>T1</b>	<b>4990</b>	<b>5570</b>	<b>5543</b>	<b>5811</b>
Força admissível	kgf	Fadm	5440	6720	6720	6720
Número de pessoas	n	n	8	9	10	11
Hmin cabo/piso (m)-talabarte	m	ZLQ 1	5,69	5,68	6,12	6,55
Hmin cabo/piso trava-quedas retrátil	m	ZLQ 2	4,09	4,08	4,52	4,95
Hmin do piso de trab. p/ trava-quedas	m	Hp	2,11	2,1	2,36	2,61
Coeficiente de utilização do cabo		< 100%	92%	83%	82%	86%
<b>FATOR DE SERVIÇO DO CABO</b>		> 2	<b>2,18</b>	<b>2,41</b>	<b>2,43</b>	<b>2,31</b>





# Anexo II

**Exemplos do  
dimensionamento de  
linhas de restrição  
de movimentação**

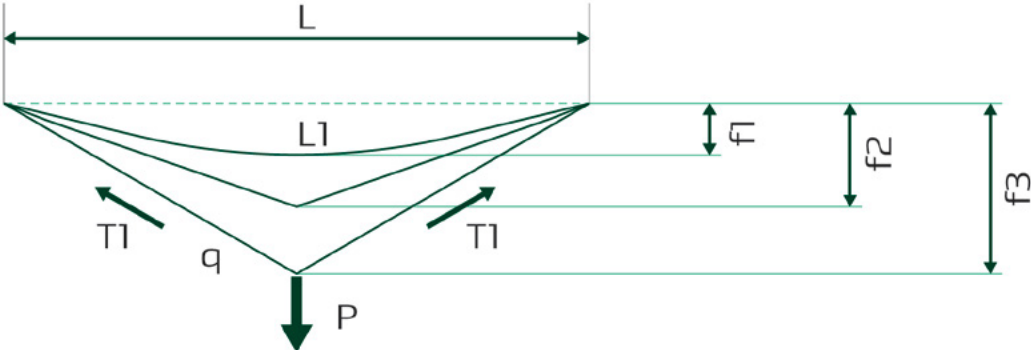
# Anexo II

## Exemplos do dimensionamento de linhas de restrição de movimentação

### Planilhas calculadas para linhas de restrição de movimentação.

Estas linhas só podem ser utilizadas quando não houver nenhuma possibilidade de exposição do trabalhador ao risco de queda.

---



## Exemplo 1

Dados de entrada						
Peso do corpo	kg	m	100	100	100	100
Vão	m	L	4	4	4	4
Diâmetro do cabo	mm	d	8	8	9,52	12,7
Força de ruptura do cabo	kgf	fu	4300	4300	6400	10400
Número de pessoas	n	n	1	2	3	4
Comprimento talabarte	m	l1	1,4	1,4	1,4	1,4

<b>FORÇA CABO ITERAÇÃO</b>	<b>kgf</b>	<b>661</b>	<b>1062</b>	<b>1564</b>	<b>2287</b>
----------------------------	------------	------------	-------------	-------------	-------------

Cálculos						
Flecha de montagem (%) do vão			1%	1%	1%	1%
Comprimento do cabo com flecha	mm	L1	4001,07	4001,07	4001,07	4001,07
DI alongamento cabo	mm	$\Delta L$	10	17	17	14
Flecha inicial parabólica	mm	f1	40	40	40	40
Flecha inicial cabo reto	mm	f2	46	46	46	46
<b>FLECHA TOTAL CARGA DINÂMICA</b>	<b>mm</b>	<b>f3</b>	<b>152</b>	<b>189</b>	<b>216</b>	<b>237</b>
Carga corpo	kgf	P	100	200	300	400
<b>FORÇA NO CABO</b>	<b>kgf</b>	<b>T1</b>	<b>661</b>	<b>1062</b>	<b>1564</b>	<b>2287</b>
Força admissível	kgf	Fadm	1147	1147	1706	2773
Número de pessoas	n	n	1	2	3	4
Coeficiente de utilização do cabo		< 100%	57%	92,5%	91%	82%
<b>FATOR DE SERVIÇO DO CABO</b>		<b>&gt;3</b>	<b>3</b>	<b>3,23</b>	<b>3,27</b>	<b>3,63</b>

## Exemplo 2

Dados de entrada						
Peso do corpo	kg	m	100	100	100	100
Vão	m	L	4	4	4	4
Diâmetro do cabo	mm	d	12,7	14,5	15,8	15,8
Força de ruptura do cabo	kgf	fu	10400	13600	16800	16800
Número de pessoas	n	n	5	6	7	8
Comprimento talabarte	m	l1	1,4	1,4	1,4	1,4

<b>FORÇA CABO ITERAÇÃO</b>	<b>kgf</b>	<b>2663</b>	<b>3280</b>	<b>3849</b>	<b>4215</b>
----------------------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Cálculos						
Flecha de montagem (%) do vão			1%	1%	1%	1%
COMPRIMENTO DO CABO COM FLECHA	mm	L1	4001,07	4001,07	4001,07	4001,07
DL ALONGAMENTO CABO	mm	ΔL	17	16	16	17
FLECHA INICIAL PARABÓLICA	mm	F1	40	40	40	40
FLECHA INICIAL CABO RETO	mm	F2	46	46	46	46
<b>FLECHA TOTAL CARGA DINÂMICA</b>	<b>mm</b>	<b>f3</b>	<b>189</b>	<b>184</b>	<b>183</b>	<b>220</b>
Carga corpo	kgf	P	500	600	700	800
<b>FORÇA NO CABO</b>	<b>kgf</b>	<b>T1</b>	<b>2663</b>	<b>3280</b>	<b>3849</b>	<b>4215</b>
Força admissível	kgf	Fadm	2773	3627	4480	4480
Número de pessoas	n	n	5	6	7	8
Coefficiente de utilização do cabo		< 100%	96%	90,4%	85,91%	94%
<b>FATOR DE SERVIÇO DO CABO</b>		<b>&gt; 3</b>	<b>3,12</b>	<b>3,31</b>	<b>3,49</b>	<b>3,18</b>

## Diretoria de Educação e Tecnologia – DIRET

---

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti  
DIRETOR DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA

## SESI/DN

---

Robson Braga de Andrade  
DIRETOR

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti  
DIRETOR-SUPERINTENDENTE

## Diretoria de Operações

Marcos Tadeu de Siqueira  
DIRETOR DE OPERAÇÕES

### GERÊNCIA EXECUTIVA DE SAÚDE E SEGURANÇA NA INDÚSTRIA

Emmanuel de Souza Lacerda  
GERENTE-EXECUTIVO DE SAÚDE E  
SEGURANÇA NA INDÚSTRIA

### GERÊNCIA DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO

Júlio Augusto Zorzal dos Santos  
GERENTE DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO

Renata Rezio e Silva (SESI DN)  
EQUIPE TÉCNICA



## SESI/BA

---

Armando Alberto da Costa Neto  
SUPERINTENDENTE

Amélio Miranda Junior  
GERENTE DE SAÚDE E SEGURANÇA NA INDÚSTRIA

Isnaia Cardoso da Silva (SESI BA)  
EQUIPE TÉCNICA

### Diretoria de Comunicação – DIRCOM

Carlos Alberto Barreiros  
DIRETOR DE COMUNICAÇÃO

#### GERÊNCIA EXECUTIVA DE PUBLICIDADE E PROPAGANDA – GEXPP

Carla Gonçalves  
GERENTE-EXECUTIVA DE PUBLICIDADE E PROPAGANDA

### Diretoria de Serviços Corporativos – DSC

Fernando Augusto Trivellato  
DIRETOR DE SERVIÇOS CORPORATIVOS

### Área de Administração, Documentação e Informação – ADINF

Maurício Vasconcelos de Carvalho  
GERENTE-EXECUTIVO DE ADMINISTRAÇÃO,  
DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO

Jakeline Mendonça  
NORMALIZAÇÃO DE ELEMENTOS PRÉ E PÓS-TEXTUAIS

---

José Carlos de Arruda Sampaio  
Wilson Roberto Simon

#### AUTORES

Aledson Damasceno Costa (ADC Consultoria)  
Jean Iadroxitz (SESI SC)  
Juliana Danielle Cipriani Presiazniuk (SESI PR)  
Euclesio Manoel Finatti (SECONCI PR)  
Denise C. Noletto Silva (SECONCI Brasil)  
Ildo Ióris (SECONCI NORTE PR)  
Ligia Corrêa (CBIC)  
Haruo Ishikawa (SINDUSCON SP)  
Roberto G. Rocha (SECONCI-PR)

#### EQUIPE TÉCNICA

Revisão, projeto gráfico e diagramação  
[www.boibumbadesign.com.br](http://www.boibumbadesign.com.br)

---





**CBIC**

