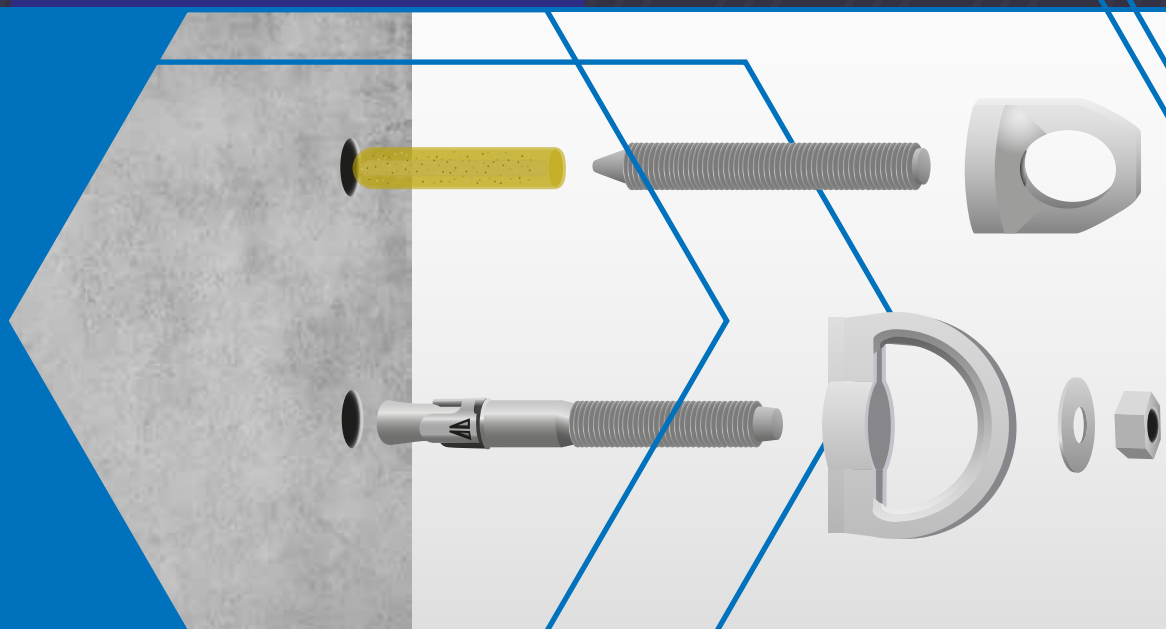
Manual

SISTEMAS DE ANCORAGEM

Luiz Spinelli



PATROCINADORES

WRX

CTNR® TREINAMENTOS

DOIS DEZ
Especialistas em Prevenção de Quedas

Instituto Santa Catarina

GRUPO RANGER SMS

BONIER EQUIPAMENTOS

MARÇO DE 2022

Luiz Spinelli
www.spinelli.blog.br
luiz@spinelli.blog.br

Copyright © 2022
Direitos reservados
Spinelli, Luiz Eduardo
São Paulo - SP - Brasil
Março de 2022.

Capa de
Luiz E. Spinelli

Texto e diagramação de
Luiz E. Spinelli

Ilustrações de
Luiz E. Spinelli

PATROCÍNIO

WRX Soluções
www.wrx.com.br

CTNR Treinamentos
www.nrtreinamentos.com.br

Dois Dez Industrial
www.doisdez.com.br

Instituto Santa Catarina
www.institutosc.com.br

Grupo RANGER SMS
www.rangersms.com.br

BONIER
www.bonier.com.br

Advertências

É proibida a utilização das imagens contidas nesta obra sem a expressa autorização do autor.

É proibida a venda desta obra.

A reprodução desta obra é permitida somente na sua íntegra, sem exclusões, inserções ou alterações.

Justificativa

O sistema de proteção individual contra queda de altura é constituído de três componentes básicos incluindo o EPI (cinturão de segurança), o elemento de ligação (talabartes,trava-quedas,etc) e o sistema de ancoragem. Entre os três, o que pode ser considerado o mais complexo e também o mais negligenciado é o sistema de ancoragem.

De nada adianta equipar um trabalhador com um EPI de boa qualidade se não houver um ponto seguro onde conectá-lo.

O tema segurança contra queda de altura é complexo e muito técnico, envolvendo princípios de física, engenharia e tecnologia. Quando os trabalhadores e os gestores não têm o conhecimento básico necessário sobre o tema cometem erros graves na avaliação, no planejamento e na utilização dos sistemas de proteção.

A seleção de equipamentos, bem como a seleção e a contratação de serviços tornam-se precários quando o contratante não possui critérios técnicos para fazê-lo.

A gestão eficiente das rotinas de trabalho em altura exige o apropriado conhecimento técnico.

Objetivo

Este material visa oferecer conhecimento sobre o tema abordado com uma boa qualidade didática, ricamente ilustrado e disponibilizado para o mercado brasileiro de forma livre e gratuita.

Este material tem o objetivo de beneficiar profissionais de diferentes perfis, sejam eles de nível técnico ou superior, inexperientes ou que já utilizam sistemas de ancoragem para proteção contra queda de altura.

Busca auxiliar os que avaliam, planejam, excutam e fiscalizam os trabalhos em altura, bem como aqueles responsáveis pela seleção e contratação dos serviços especializados.

Você tem acesso a esta obra graças ao investimento das empresas listadas nesta página. Sugiro que você as prestigie buscando conhecer os seus produtos e serviços.

Luiz Spinelli

Patrocinadores

WRX Soluções
www.wrx.com.br

CTNR Treinamentos
www.nrtreinamentos.com.br

Dois Dez Industrial
www.doisdez.com.br

Instituto Santa Catarina
www.institutosc.com.br

RANGER SMS
www.rangersms.com.br

BONIER
www.bonier.com.br

Apoiadores

ANIMASEG
www.animaseg.com.br

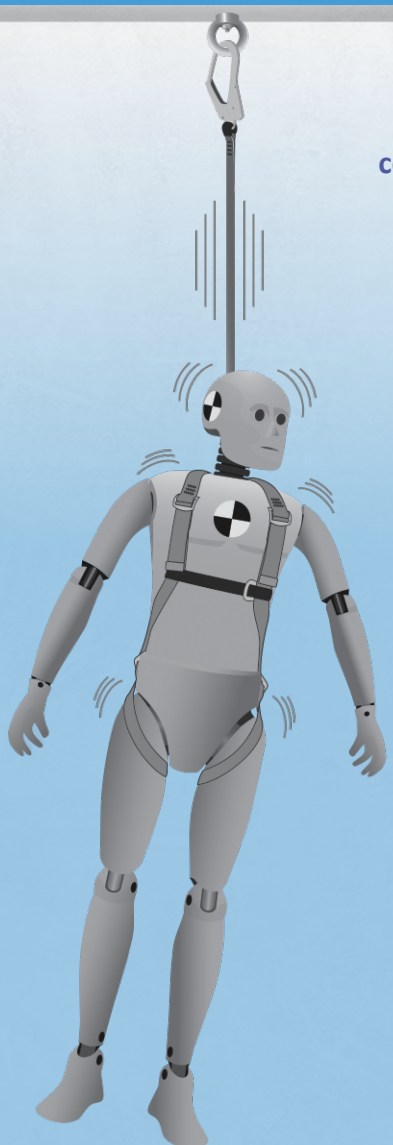
TΣD Engenharia
www.tedengenharia.com.br

WILSON R. SIMON

Índice

Capítulo 1 - Fundamentos	08
Compreender o porquê das coisas	09
Unidades de medida	10
Massa ou peso?	11
Velocidade e aceleração	12
Energia	14
Força	16
Energia & Força	18
Absorção da energia cinética	19
Síntese	22
Fator de queda	23
Os três fatores que determinam a força	27
Força máxima prevista	28
Qual a resistência de um sistema?	29
Zona Livre de Queda (ZLQ)	30
Distribuição ou reação de força	31
Alavanca	33
Capítulo 2 - Dispositivos de ancoragem	36
Norma técnica ABNT NBR 16325	38
Classificação dos dispositivos de ancoragem	40
Ensaios dos dispositivos de ancoragem	46
Marcações	53
Orientações para instalação	53
Documentação a ser fornecida	54
Capítulo 3 - Linhas de ancoragem verticais	56
Linhas de ancoragem verticais	57
Trava-queda deslizante	59
Norma técnica ABNT NBR 14626	60
Norma técnica ABNT NBR 14627	64
ZLQ pra trava-queda deslizante	67
Capítulo 4 - Sistemas de ancoragem	69
Sistemas de ancoragem	70
O projeto	72
Atribuições	75
Capítulo 5 - Inspeções	78
Inspeções	79
Ensaios	84
Capítulo 6 - Documentação	89
Documentação	90
Variáveis	91
Conjunto de informações	92
Projeto	94
Principais referências	100
Agradecimentos	101

Não subestime a importância dos sistemas de ancoragem.



Todos os sistemas de proteção contra queda necessitam de uma fixação segura e confiável.

E para ser confiável é preciso que seja fruto de um padrão adequado de projeto, de instalação, de testes e de meios de controle.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Exemplos de pesos (força peso)



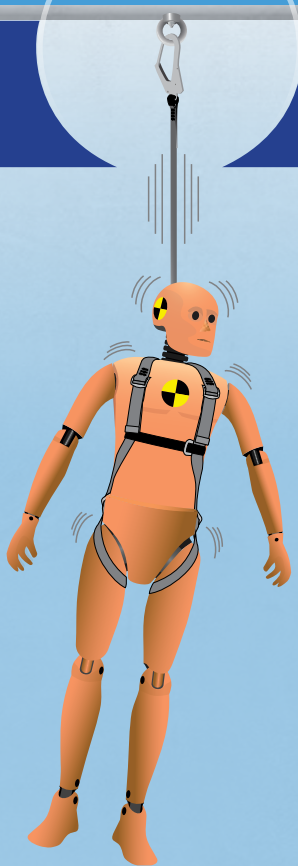




1.100 kgf

780 kgf

1.800 kgf



Confiabilidade

Não basta apenas depositar fé num ponto de ancoragem para que ele de fato garanta a segurança de um trabalhador. O tópico ao lado destaca que um sistema de ancoragem pode suportar forças muito grandes. E ser apenas resistente não basta. A superfície onde ele será instalado tem que ser avaliada, os dispositivos têm que ser confiáveis, adequados e compatíveis. O sistema tem que ser dimensionado para a maior força esperada e, diga-se de passagem, não é a do peso dos trabalhadores. Enfim, um sistema de ancoragem será confiável se for fruto de um projeto bem executado.

Resistência

Os exemplos acima estão sendo usados de forma alegórica e apenas para chamar a atenção de que um sistema de ancoragem pode suportar forças muito grandes.

Um sistema dimensionado para reter a queda de uma única pessoa adequadamente projetado, instalado e utilizado deve suportar uma força de até **600 kgf** (6 kN) . Alteradas as condições a força sobre o ponto de ancoragem pode ser de **1.200 kgf** (12kN), **1.800 kgf** (18 kN) ou muito mais. Portanto, não basta contar com qualquer ponto para conectar o sistema de proteção contra queda.

Arte de autoria de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

CAPÍTULO 1
FUNDAMENTOS

Compreender o porquê das coisas

Muitas das exigências normativas são ignoradas ou são mal implementadas nas rotinas de trabalho porque os responsáveis pela análise e controle dos riscos não compreendem o porquê de tais exigências. Ignoram também as consequências de um sistema mal planejado, mal instalado ou mal utilizado.

A elaboração das normas técnicas e das normas regulamentadoras não se propõe a uma abordagem didática, ou seja, não oferecem uma base de conhecimento ou justificam o porquê das exigências normativas. Oferecem apenas requisitos que devem ser cumpridos e cujo entendimento está a cargo do profissional responsável por implementá-los.

Nas próximas páginas serão apresentados alguns fundamentos técnicos e científicos relacionados ao tema deste manual. Tais conhecimentos são essenciais para a interpretação e implementação dos requisitos normativos e fundamentais para a realização da análise e controle dos riscos de queda de diferença de nível (queda de altura) no que diz respeito aos sistemas de ancoragem.



Unidades de medida

Ao longo deste manual serão abordados valores para dimensionar o resultado de uma queda ou a resistência necessária para os equipamentos e os sistemas de ancoragem, e isso impõe o uso de unidades de medida.

Uma unidade de medida é uma forma de atribuir quantidade para alguma grandeza, e a grandeza por sua vez é tudo o que pode ser medido. Exemplos comuns no nosso cotidiano inclui o metro para medir o comprimento, o segundo para medir o tempo e o quilograma para medir a massa. Mas existem muitas outras grandezas físicas e para cada uma pode existir uma ou várias unidades de medida para quantificá-las.

A descrição de uma unidade de medida inclui a grandeza a ser medida, a unidade indicada para medir essa grandeza e o símbolo que identifica essa unidade. Por exemplo, para medir a grandeza Tempo a unidade de medida é o segundo, cujo símbolo é o “s” (letra minúscula). Para medir a grandeza Energia a unidade de medida é o Joule, cujo símbolo é o “J” (letra maiúscula). Quando o símbolo se relaciona com um nome próprio deve ser escrito com a letra maiúscula, como Newton (N) ou Joule (J).

Existem no mundo diferentes padrões de medidas como a chamada unidade imperial criada pelo Reino Unido e as suas derivações que criaram a unidade inglesa, utilizada nos Estados Unidos. Por isso a quantidade de um líquido pode ser expressa em litro ou em galão. A pressão do pneu de um carro pode ser expressa em PSI ou em BAR. Uma distância percorrida pode ser expressa em quilômetro ou em milha.

Para colaborar com o intercâmbio científico e tecnológico internacional foi criado em 1960 o Sistema Internacional (SI) de unidades de medida. E por causa dele utilizamos o Newton (N) ao invés do Quilograma Força (kgf) para quantificar a força num sistema de retenção de queda.

Abaixo estão relacionadas as grandezas abordadas neste manual e as respectivas unidades de medida respeitando o Sistema Internacional (SI).

SI

GRANDEZA	UNIDADE DE MEDIDA	SÍMBOLO DA UNIDADE
Energia	jaule	J
Força	newton	N
Tempo	segundo	s
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg

Massa ou Peso?

Quando nos referimos a um corpo que sofrerá uma queda, para fim de teste e cálculo da força resultante, consideramos a massa. E por quê?

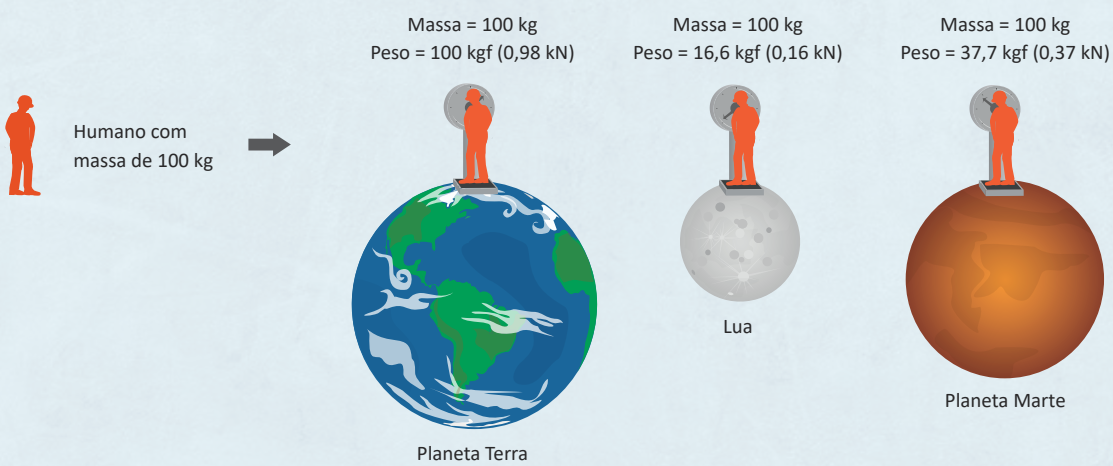
Existe uma relação entre essas duas grandezas, porém, são duas coisas diferentes que costumam ser confundidas.

A definição da física para Massa pode considerar fenômenos como a inércia e a atração gravitacional, mas para fim de simplificação vamos adotar neste texto a definição de que Massa é a quantidade de matéria que forma um corpo. Essa grandeza é medida pelo Sistema Internacional com a unidade Quilograma, cujo símbolo é kg. Portanto, quando alguém afirma ter 70 kg está afirmando ter setenta quilogramas de massa no seu corpo.

A quantidade de Massa de um corpo é constante e independe da ação da gravidade, e é nisso que ela se diferencia do Peso.

O Peso é a força exercida pela gravidade do planeta. A ciência sabe que para cada porção de massa no planeta Terra a gravidade exerce uma determinada força. Por exemplo, uma pessoa com 100 kg de massa enfrenta uma força de 100 kgf, o que equivale a aproximadamente 1 quilonewton (1 kN). Por isso os valores e essas unidades costumam ser confundidas, no entanto, a equivalência desses números são válidos apenas para o nosso planeta. A mesma pessoa com massa de 100 kg, que na superfície da Terra pesa 100 kgf (1 kN), na Lua pesará 16,6 kgf, já que a Lua tem menos que 20% da gravidade do nosso planeta. Em Marte essa mesma pessoa pesará 37,7 kgf, considerando que o planeta Marte apresenta uma gravidade próxima de um terço do planeta Terra.

A massa é constante mas o peso varia em função da força da gravidade



A massa é utilizada para designar um corpo na retenção de uma queda por ser uma grandeza constante.

Corpos de teste com massa de 100 kg para o ensaio de equipamentos



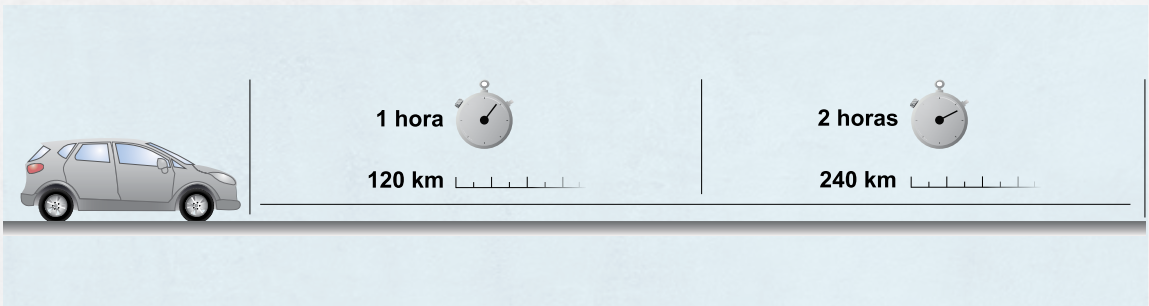
Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Velocidade e aceleração

A velocidade e a aceleração são duas grandezas que se relacionam e que por isso podem ser confundidas, no entanto, são coisas diferentes.

Velocidade

A velocidade é a distância percorrida por um corpo por um determinado intervalo de tempo. Quando afirmamos que um carro está percorrendo uma estrada a 120 quilômetros por hora (km/h) estamos dizendo que a cada uma hora ele percorre 120 quilômetros de distância.



No Sistema Internacional a unidade de medida para velocidade é metros por segundo, cujo símbolo é m/s. Para converter km/h em m/s basta dividir a velocidade em quilômetros por hora por 3,6.

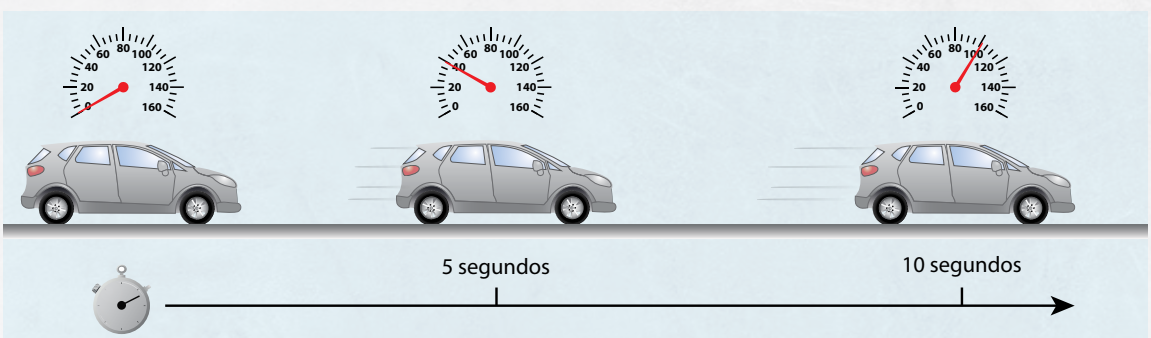
Exemplo: **120 / 3,6 = 33,3 (120 km/h = 33,3 m/s).**

Sabemos que os seres humanos conseguem viajar a grandes velocidades sem danos ao organismo. Passageiros em um avião comercial se movem a 900 quilômetros por hora (km/h) mas não percebem a velocidade. Um piloto militar de caça pode voar a uma velocidade equivalente até três vezes a velocidade do som. Os astronautas viajam a mais de 28 mil quilômetros por hora para vencer a força da gravidade e se manter em órbita ao redor do planeta.

Então, o que pode impactar severamente o corpo humano não é a velocidade, é a aceleração, já que a força é o resultado da massa vezes a aceleração (F=m.a).

Aceleração

A Física define a aceleração como a alteração da velocidade, seja para mais ou para menos. Por isso o termo desaceleração, embora muito popular, não existe na física. A aceleração pode ser positiva ou negativa, ou seja, pode ser no aumento da velocidade ou na diminuição da velocidade.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

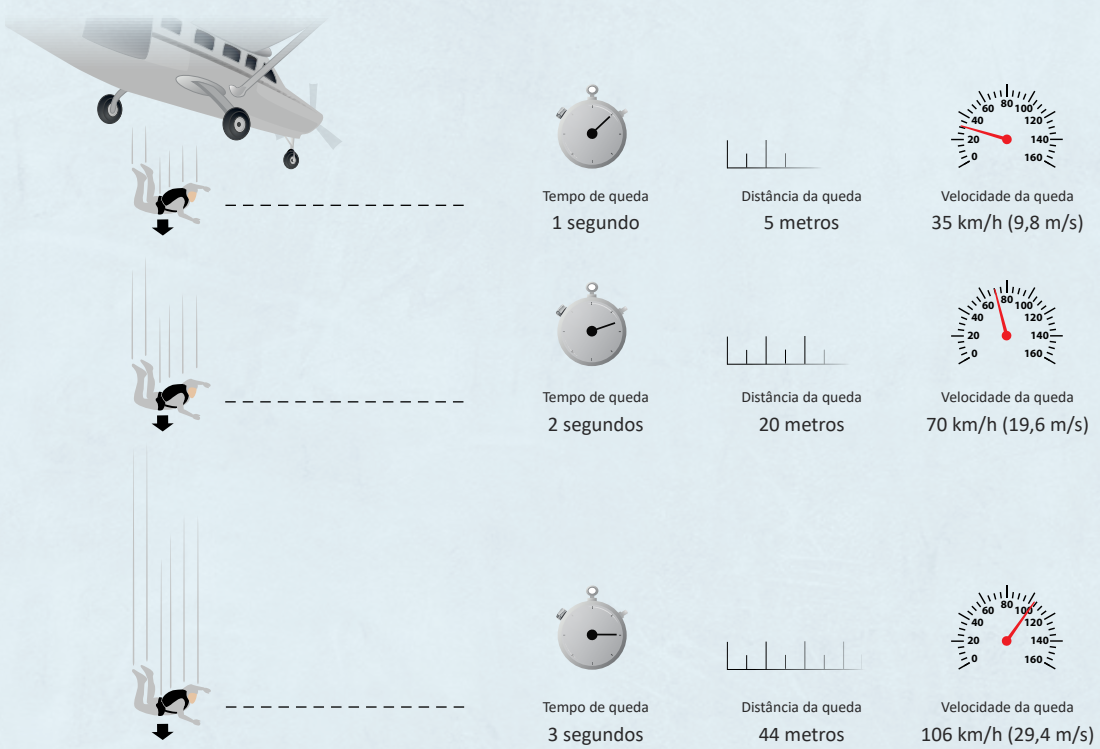
Voltando ao exemplo do veículo percorrendo uma estrada a 120 km/h, certamente ele não iniciou o movimento a esta velocidade. Inicialmente ele estava parado (0 km/h), e progressivamente ele interrompeu a sua inércia aumentando a velocidade. Nos primeiros segundos pode ter alcançado os 20 km/h, e continuando a aceleração alcançou os 50 km/h, os 80 km/h e finalmente os 120 km/h. Neste ponto ele deve interromper a aceleração para poder se manter numa velocidade constante. E quando foi necessário ele usou da aceleração negativa (desaceleração) para reduzir a sua velocidade até parar completamente.

A aceleração é um fator chave na queda e na retenção da queda de uma pessoa. O que nos faz cair é a tal força da gravidade. Essa força foi descrita pelo célebre físico Albert Einstein, no início do século 20, de uma forma muito diferente de uma simples atração. Segundo ele a massa do nosso planeta distorce o tecido do espaço, como se uma bola de metal fosse colocada no centro de uma cama elástica, e por causa da deformação (depressão) causado pela bola todos os objetos em volta tendem a cair em direção a ela. Então podemos afirmar que estamos sempre em queda, sendo que o chão é o que nos detêm.

Além de vivermos eternamente com esse potencial de queda, essa queda é determinada não por uma velocidade, mas por uma aceleração. Isso significa que quanto mais tempo passamos caindo maior será a nossa velocidade. Por isso a gravidade é descrita no planeta Terra por um valor médio de aceleração, que é 9,807 m/s² (metros por segundo ao quadrado). Essa é a taxa com a qual um objeto em queda ganhará velocidade até atingir o chão. Veja o exemplo abaixo.

A aceleração da gravidade age igualmente sobre objetos de diferentes massas, ou seja, uma bola de boliche e uma pena caem a mesma velocidade. Porém, não observamos isso na superfície do nosso planeta por causa da densidade da nossa atmosfera e a consequente resistência do ar.

Exemplo da aceleração de um corpo em queda livre



Obs.: os valores foram arredondados e os cálculos desconsideram a resistência do ar.

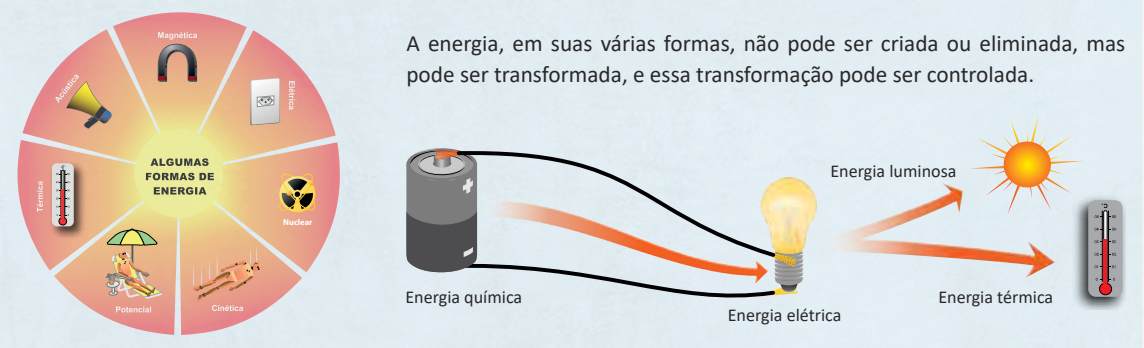
Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Energia

A energia não é algo fácil de explicar. Não é algo que possamos definir com o auxílio de uma imagem clara, como uma figura, para poder explicar ou compreender. É algo que existe na natureza, mas só podemos observar os seus efeitos.

Segundo a física a energia é algo que pode executar um trabalho ou realizar uma ação. Portanto, podemos afirmar que qualquer coisa trabalhando, acelerando ou aquecendo o está fazendo por causa da energia.

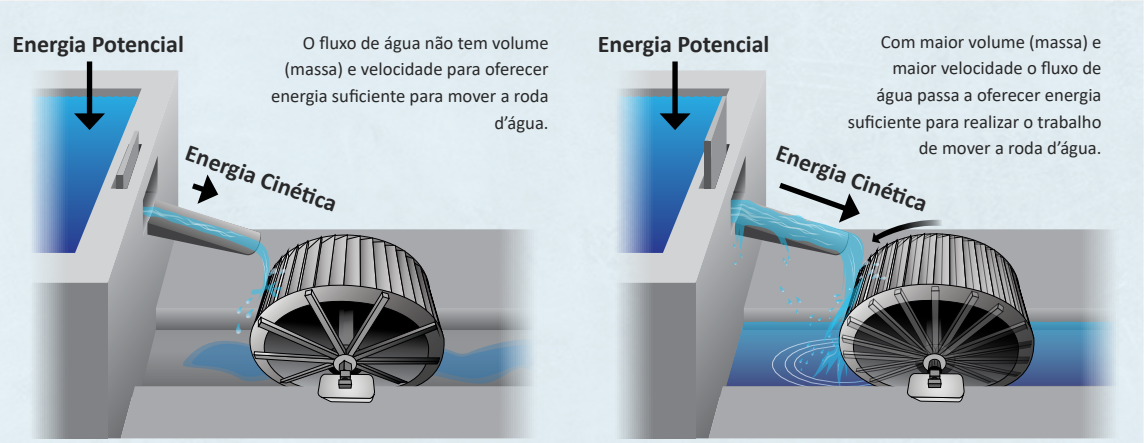
A energia, em suas muitas formas, é contemplada por diferentes disciplinas da ciência, a exemplo da química e da física, sendo que na física ela é estudada pelos ramos da mecânica, da termodinâmica, do eletromagnetismo, da mecânica quântica, entre outras.



No contexto desse material o foco será as formas de energia contempladas pela física de movimento ou mecânica. E para ajudar na compreensão de um conceito tão abstrato usaremos a figura abaixo para abordar algumas formas de energia e a sua capacidade de realizar trabalho.

Imagine um grande volume de água represado, como o de um pequeno lago. A água represada tem o que a física chama de energia potencial. Ao liberar a água, abrindo a comporta de uma pequena barragem, a água entrará em movimento e a energia potencial se transformará em energia cinética. A energia cinética é a energia associada ao movimento e é relacionada com a massa e a velocidade de um determinado corpo. Portanto, quanto maior for a quantidade de água e quanto maior for a velocidade com que ela se desloca maior será a sua energia e maior será a sua capacidade de realizar uma ação.

No primeiro dos exemplos abaixo o volume de água e a sua velocidade não oferecem energia suficiente para realizar o trabalho, que é mover a roda d'água. Com mais volume e com mais velocidade a corrente de água pode alcançar a energia suficiente para mover a roda d'água e os demais dispositivos engrenados a ela. E assim a energia cinética se transforma em energia mecânica.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

A energia cinética é constantemente mencionada nas abordagens sobre queda e na performance de um sistema de retenção de queda, no entanto, não costumamos atribuir valores a ela.

A energia cinética é uma grandeza, portanto, mensurável (que pode ser medida). A unidade de medida adotada pelo Sistema Internacional para medir a energia é o Joule, cujo símbolo é J (letra maiúscula). O nome tem origem na homenagem ao físico britânico James Prescott Joule (1818 a 1889).

O motivo de não mensurarmos a energia cinética é porque não há como medi-la. O que podemos medir é o trabalho que ela realiza na forma de força. Porém, podemos calculá-la com uma fórmula relativamente simples, como segue:

$$E_C = \frac{m.v^2}{2}$$

E_C - energia cinética (J)

m - massa do corpo (kg)

v - velocidade (m/s)

Abaixo são apresentados alguns valores de energia cinética com base numa queda livre de uma massa de 100 kg. Com estes valores é possível perceber que por causa da aceleração da gravidade quanto mais tempo em queda maior é a velocidade e quanto maior a velocidade maior é a energia. Ao dobrar a velocidade a energia cinética se quadriplica. E mais energia significará mais força na retenção da queda, se não houver uma forma de absorver e dissipar essa energia.

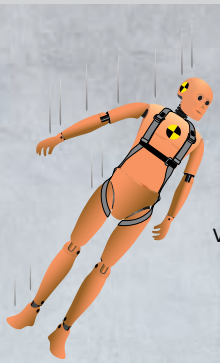


Massa: 100 kg

Energia Potencial

(gravidade, massa e altura em relação ao chão)

Observação: embora seja relativamente simples calcular a energia cinética, não é possível chegar a um valor real de força a partir desses cálculos.

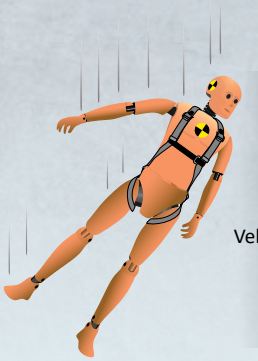


Massa: 100 kg

Tempo de queda: 1 s

Velocidade: 35 km/h (9,8 m/s)

Energia cinética: 4.800 J



Massa: 100 kg

Tempo de queda: 2 s

Velocidade: 70 km/h (19,6 m/s)

Energia cinética: 19.200 J

Os valores da energia cinética são aproximados.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Força

A força é um conceito comum e de uso cotidiano. Fazemos força para nos movermos, fazemos força para puxar, empurrar ou amassar objetos, entre outras ações comuns do dia-a-dia.

No contexto deste manual a força tem muita importância porque é ela que define as consequências de uma queda para o corpo de uma pessoa. E diferentemente da energia cinética ela pode ser medida.

A Física define a Força como qualquer agente que modifica o movimento de um corpo livre ou causa a deformação num corpo fixo. Esta definição se aplica perfeitamente no processo de retenção da queda de uma pessoa, pois é a força que se opõe ao movimento de queda e é a força que deforma os corpos envolvidos na retenção da queda, incluindo o do trabalhador.

Devemos lembrar que a Força é um dos meios da Energia realizar trabalho, portanto, a energia cinética gerada pela queda de uma pessoa será transformada na força de impacto ou força de choque quando a queda do corpo for retida.

A unidade de medida adotada pelo Sistema Internacional para a grandeza Força é o Newton, cujo símbolo é o N (letra maiúscula). Como o processo de interromper a queda de uma pessoa envolve grandes valores, o mais comum é utilizar o quilonewton (kN). O símbolo k significa 1.000 unidades de alguma coisa, como quilômetro (km) para 1.000 metros, ou quilograma (kg) para 1.000 gramas.

A unidade Newton não é familiar para a maioria das pessoas, e para quem não está acostumado a utilizá-la é difícil compreender os valores apresentados. Uma dica útil para os iniciantes é converter os valores de kN para kgf (quilograma força). Essa conversão, feita de forma aproximada, é relativamente simples. Basta acrescentar dois zeros ao número em kN para convertê-lo para kgf. Veja os exemplos abaixo.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

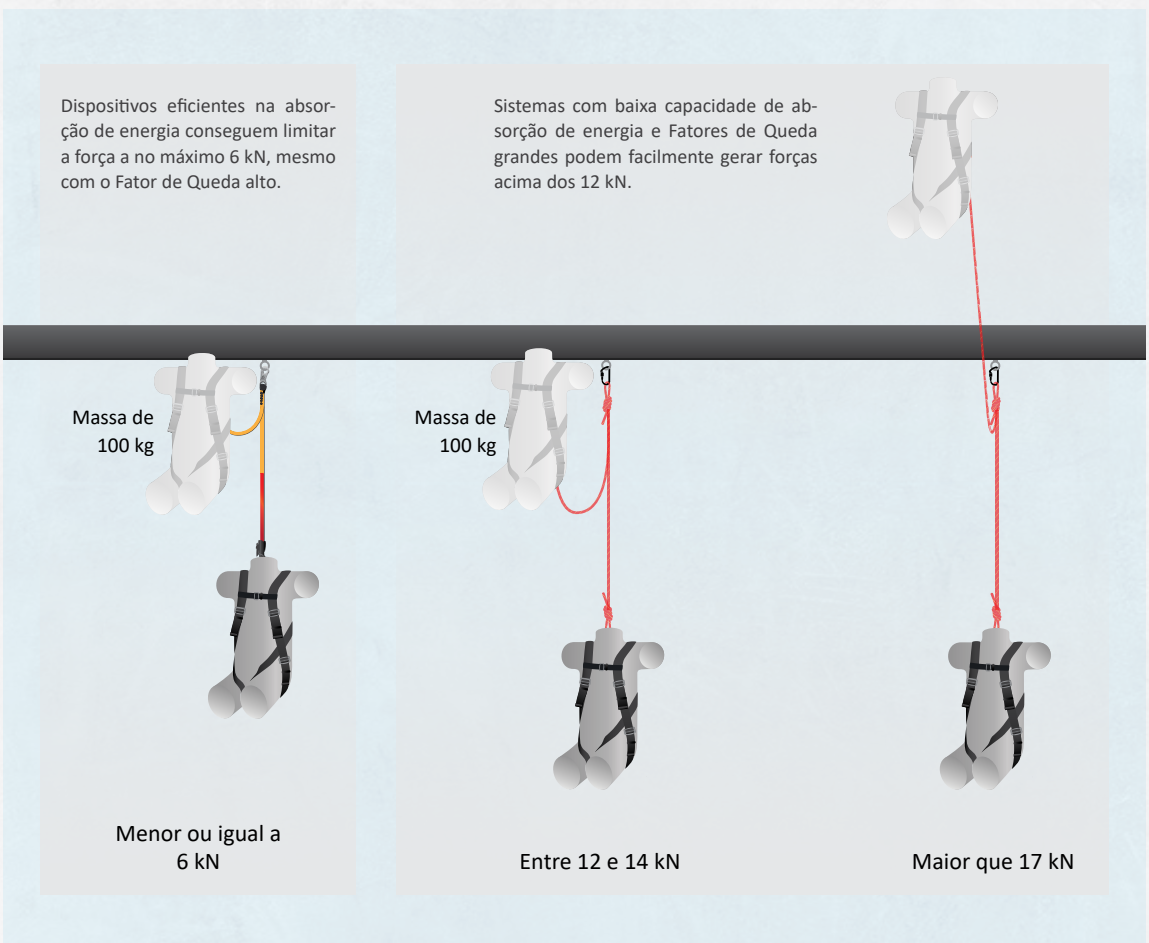
Para as pessoas que não estão habituadas a pensar em quilonewtons (kN), abordar valores como 22 kN, 25 kN ou 36kN não significam nada. É muito ou é pouco? É suficiente ou carece de resistência? Para avaliar essas valores precisamos de parâmetros (referências), e é isso que será oferecido nesta página.

Para os que estão aprendendo sobre os efeitos de uma queda, pode parecer exagero que a resistência dos equipamentos utilizados nos sistemas de retenção de queda apresente valores acima dos 20 kN (2.000 kgf), já que a massa considerada para efeito de cálculo e ensaios é de 100 kg. Os principais componentes de um sistema de retenção de queda oferecem uma resistência mínima de 22 kN e podem superar os 40 kN. Por quê? A resposta para esta questão já foi respondida em parte nas páginas anteriores. Um corpo em queda livre ganha energia cinética e essa energia realiza trabalho através da força. Como a massa de um corpo humano em movimento pode armazenar muita energia cinética, consequentemente pode gerar muita força.

O corpo de um adulto jovem, saudável e com um bom condicionamento físico pode suportar até 12 kN de força no momento da retenção de uma queda. Pessoas em condições menos favoráveis tem esse limite reduzido, por isso por padrão a força máxima de frenagem (força de impacto ou de choque) para trabalhadores deve ser de 6 kN.

Equipamentos que oferecem uma boa capacidade de absorver a energia cinética garantem que a força resultante seja de no máximo 6 kN. Mas existem outros fatores como o chamado Fator de Queda que é a relação da altura da queda e a quantidade de material que deterá a queda. Metaforicamente é como determinar a quantidade de colchões que irá amparar uma determinada queda. Muito colchão e pouca queda é bom. Muita queda e pouco colchão é ruim.

Sistemas com baixa capacidade de absorção da energia cinética precisam de uma Fator de Queda pequeno (pouca queda para o tanto de colchão) ou a força resultante pode ultrapassar facilmente os 6 kN e eventualmente superar em muito os 12 kN. Veja os exemplos abaixo.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

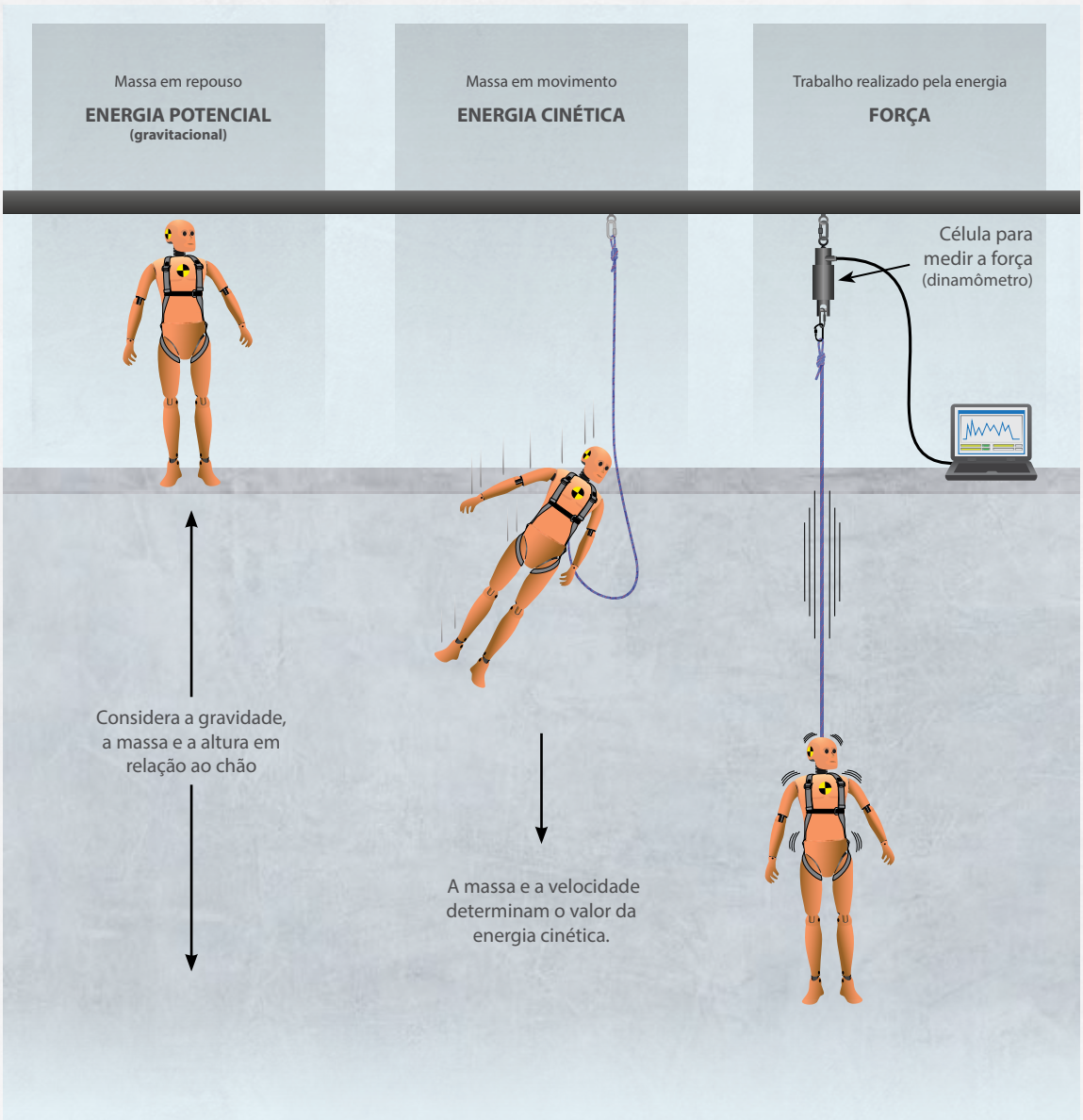
Energia & Força

Como síntese do que foi abordado até aqui, cabe enfatizar a relação entre a energia e a força, já que são dois termos bastante empregados nas normas e nos textos sobre trabalho em altura. Muitos dos leitores não compreendem o que são e como se relacionam. Afinal, por que começamos falando de energia e terminamos nos referindo a força?

A massa em movimento armazena energia cinética, energia é algo capaz de produzir uma ação/trabalho, e uma das formas da energia realizar trabalho é a força. A força é qualquer agente que modifica o movimento de um corpo livre ou causa a deformação num corpo fixo. Ela não somente é mensurável como pode ser medida. O equipamento que mede e força é chamado de dinamômetro.

Um corpo em queda livre acumula energia cinética. Quanto maior for a massa desse corpo e quanto maior for a sua velocidade maior será a sua energia. Quanto mais energia maior será a força no momento da retenção da queda, se não houver uma forma de absorver e dissipar essa energia.

Então, a solução para minimizar as consequências de uma queda é controlar a energia cinética, seja limitando a massa, a velocidade ou absorvendo e dissipando a energia.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Absorção da energia cinética

Existe mais de uma maneira de controlar os efeitos da retenção de uma queda, cujo foco é a força gerada sobre o corpo do trabalhador e o ponto de ancoragem.

A primeira é montar sistemas de segurança que impeçam a queda de acontecer. Se não for possível evitar a queda, a segunda opção é controlar essa queda. De forma muito simplista podemos afirmar que a solução está em cair o mínimo possível. Menos queda, menos energia cinética, menos energia, menos força. Porém, existe um item que será abordado neste manual que é o fator de queda que, por mais surpreendente que possa parecer, tem mais relevância do que a altura da queda.

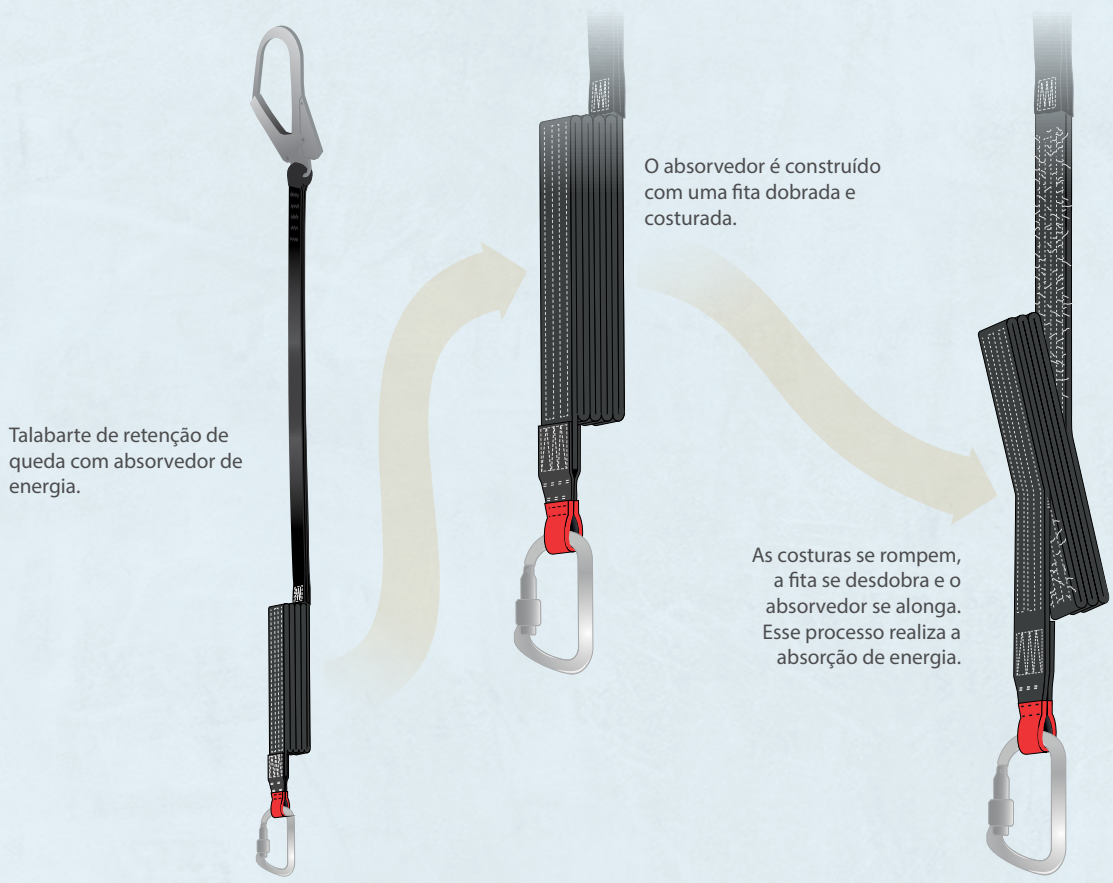
A terceira ação a ser tomada em todo e qualquer sistema de retenção de queda é adotar um recurso de absorção da energia cinética. É importante lembrar que a energia não surge do nada e não desaparece para o nada. O que é possível fazer é transformá-la.

A maneira de absorver uma parte da energia cinética da queda de um corpo e dissipá-la para o meio ambiente é através da deformação de materiais e da geração e da dissipação de calor.

Como exemplo podemos usar um recurso comum e bastante popular nos sistemas individuais de proteção contra queda que é o absorvedor de energia, apelidado de “freio abs”.

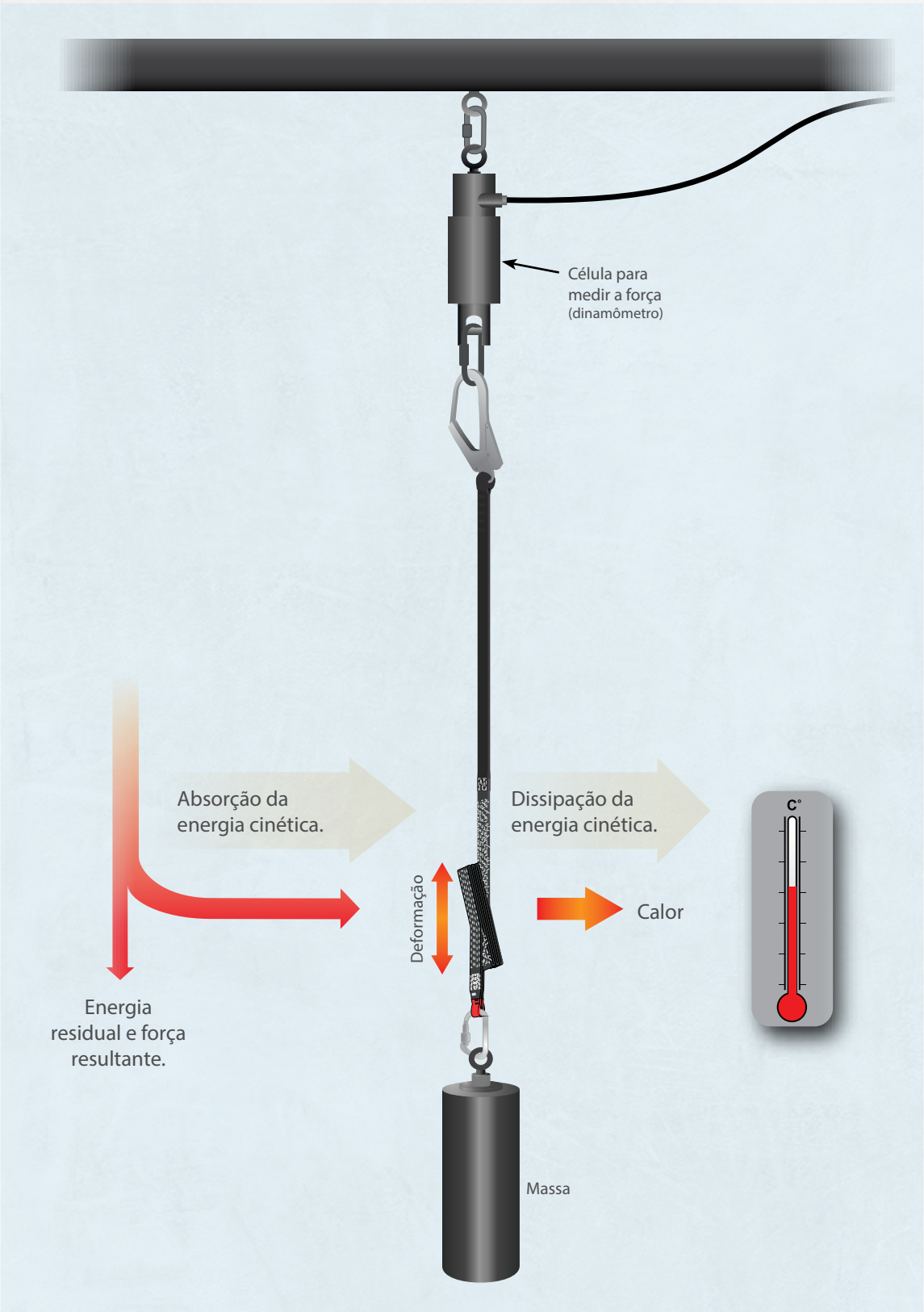
Ele consiste em uma fita dobrada e costurada, ou consiste em uma fita dobrada cuja parte da trama de fios é unida durante a fabricação. Ele deve oferecer alguma resistência ao movimento já que faz parte do sistema que irá interromper a queda, entretanto, é projetado para romper os fios que unem as dobras e se alongar. Esse é o processo de deformação.

Exemplo de uma tecnologia de absorção de energia



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Durante o processo de rompimento dos fios e do desdobramento da fita, acontecerá a desaceleração da queda. Ao mesmo tempo parte da energia cinética irá se converter em calor, que será absorvido pelas fibras e dissipado para o meio ambiente. Com a quantidade certa de energia cinética absorvida e dissipada a força resultante da retenção da queda será inofensiva para o corpo do trabalhador e para o sistema de ancoragem.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Absorvedor de energia para ancoragens

O exemplo utilizado no tópico anterior para abordar a absorção de energia é de uso pessoal, e compõe o EPI de proteção contra queda. Ele é acionado com forças acima dos 2 kN (200 kgf) e deve garantir que a força de impacto na retenção de uma queda não ultrapasse os 6 kN (600 kgf). Todos os sistemas de retenção de queda devem oferecer um dispositivo de absorção de energia, sem exceção.

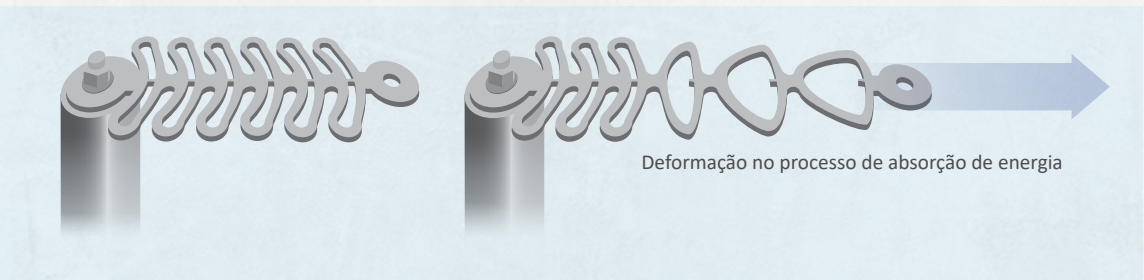
Existe um outro tipo de absorvedor de energia que visa proteger a ancoragem. Diferentemente do absorvedor de uso individual, o de proteção de ancoragens não é sempre necessário. O uso ou não do absorvedor de energia num sistema de ancoragem vai depender de fatores como a superfície ou estrutura onde o sistema será montado. Uma estrutura ou uma superfície pode ser robusta o suficiente para dispensar a instalação do absorvedor. Por isso é essencial que os sistemas de ancoragem sejam fruto de um projeto de engenharia.

Os valores de força também são diferentes entre os absorvedores individuais e os de ancoragem. Os de uso individual devem garantir que a força de impacto na retenção de uma queda seja de no máximo 6 kN, e se é prevista uma força de 6 kN o sistema de ancoragem precisa ter uma força proporcionalmente maior, sendo que os absorvedores de energia são projetados para transferir para as ancoragens e superfícies valores máximos próximos de 1.000 kgf (10 kN).

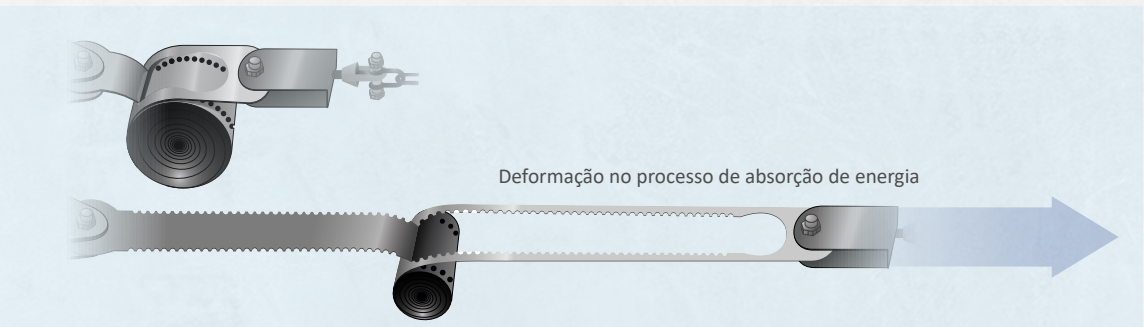
Os absorvedores de energia que protegem as ancoragens também oferecem uma certa resistência já que o objetivo é interromper uma queda, porém, assim como o equivalente individual também são projetados para se deformarem quando submetidos a uma certa força e essa deformação é o principal recurso para a absorção da energia cinética.

Tendo o princípio da deformação como padrão, os modelos de absorvedores de energia para ancoragens variam bastante em seus desenhos. Fitas metálicas enroladas, espirais que se alongam e barras de metal enroladas em algumas voltas são exemplos dos diferentes modelos.

Exemplos de absorvedores de energia para ancoragens

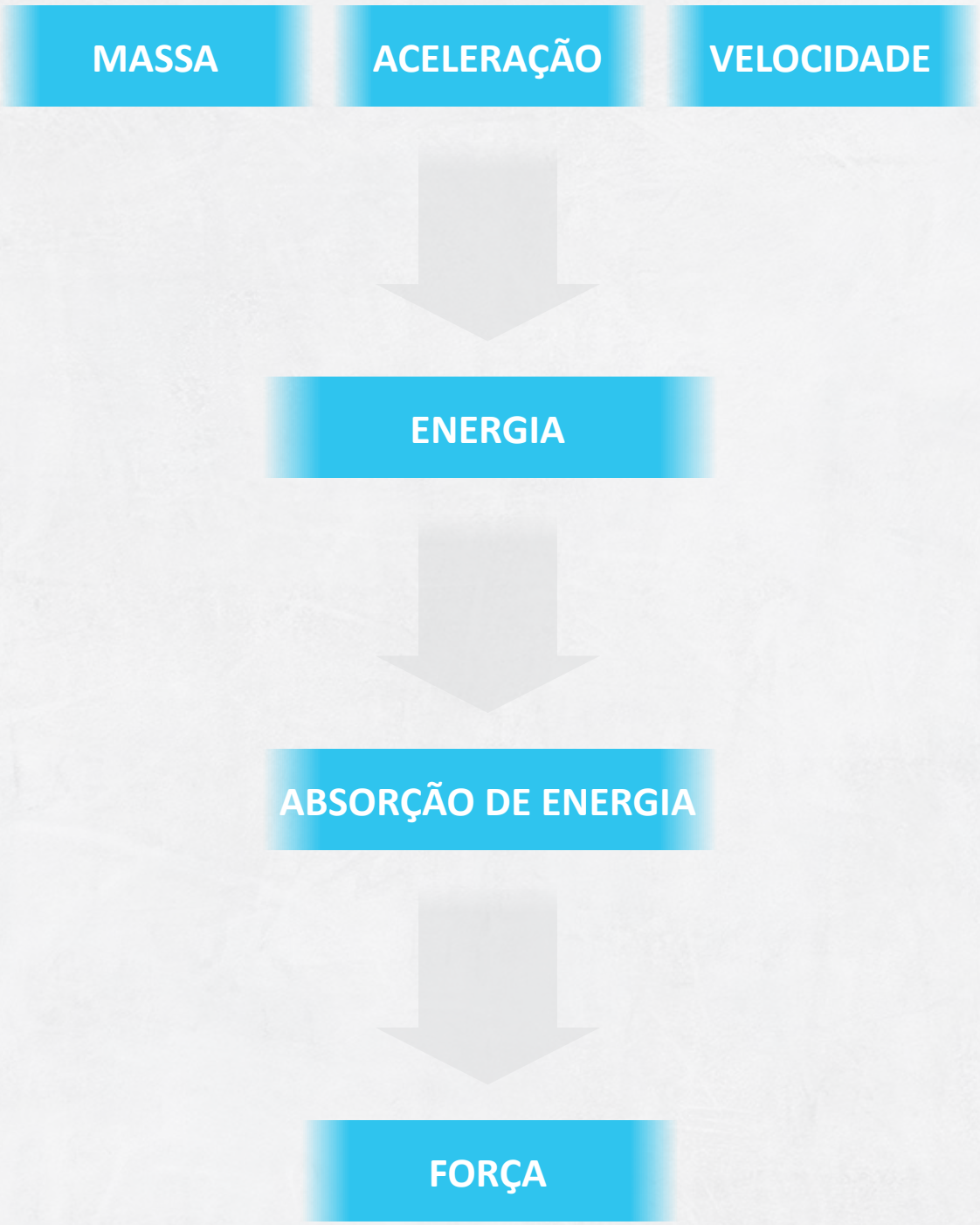






Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Síntese



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

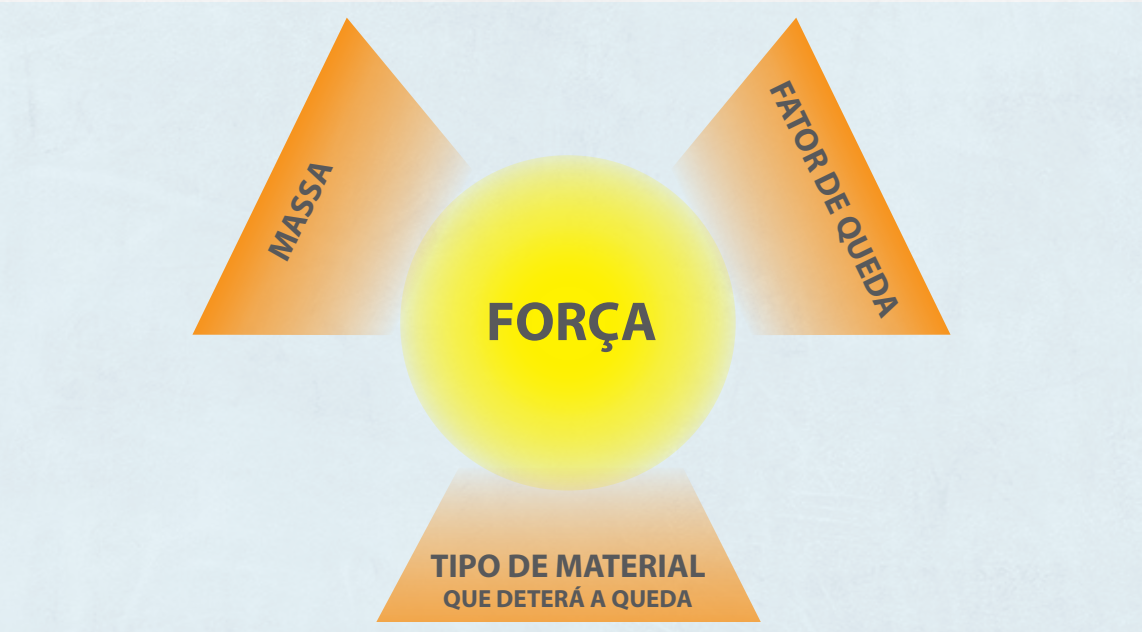
Fator de queda

O Fator de Queda (FQ) é essencial na definição dos resultados de uma queda. A sua importância pode ser compreendida quando consideramos que esse fator torna irrelevante a altura da queda de uma pessoa. Sim, esse fator é mais importante do que a altura da queda.

Baseado no que já foi abordado, o resultado de uma queda depende de fenômenos como a relação entre a energia cinética e a força. Sabemos que a energia cinética é fruto da massa e da velocidade de deslocamento dessa massa. Por causa da aceleração da gravidade, quanto mais tempo um corpo permanecer em queda mais velocidade ele vai adquirir, e quanto mais velocidade ele adquirir mais energia ele acumulará. Um corpo, ao duplicar a sua velocidade ele quadriplica a sua energia cinética. Até aqui nós apenas valorizamos a altura da queda, então, como o fator de queda pode ser mais importante?

Com foco na força de impacto, o Fator de Queda (FQ) é mais relevante do que a altura da queda.

Observando situações cotidianas podemos perceber que uma pessoa pode se machucar gravemente ou até mesmo morrer por causa de uma queda de pequena altura, enquanto práticas esportivas ou de salvamento demonstram que pessoas podem cair de grandes alturas sem o risco de se machucar. Podemos considerar como exemplo a prática do *Bungee Jumping*, em que pessoas saltam de dezenas de metros amarradas a cabos elásticos. Ou podemos considerar também os grandes colchões de ar usados no salvamento de vítimas que amparam e protegem pessoas que saltam de grandes alturas. Então, cair de uma grande altura não determina o resultado da queda, pois serão outros os fatores determinantes.



O grupo de fatores que determina o resultado de uma queda inclui a massa, que é um item essencial para o acúmulo da energia cinética, o tipo de material que deterá a queda, responsável pela absorção da energia e por último o tal fator de queda.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

A definição mais sucinta que podemos oferecer sobre o fator de queda é a relação entre a altura da queda e a quantidade de material que irá ampará-la. De forma alegórica, podemos usar colchões para explicar essa relação. O colchão é um material com alguma capacidade de absorção de energia. Então temos a massa, que é o corpo em queda e temos o tipo de material que irá deter a queda dessa massa. O que nos resta incluir é o fator de queda.

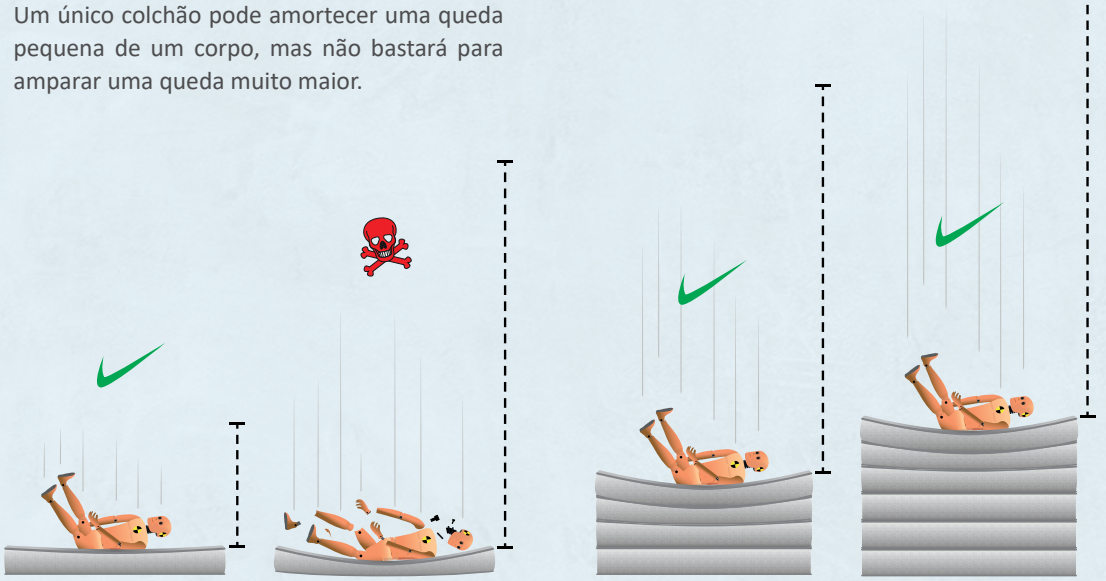
O Fator de Queda (FQ) é a relação entre a altura da queda e a quantidade de material que deterá essa queda.

Imagine que um corpo cai de uma pequena altura sobre um único colchão. Presumindo que seja um bom colchão, com uma densidade adequada, a queda não prejudicará esse corpo. Mas e se a queda for muito maior? Dependendo da altura da queda, do tempo da queda, da velocidade alcançada e da energia acumulada, um único colchão não bastará para proteger o corpo no momento da retenção da queda. Não haverá material suficiente para absorver a energia cinética acumulada e muita energia significará muita força. E nesta imagem alegórica que estamos usando o que podemos adotar como solução do problema é aumentar a quantidade de colchões. Assim estabelecemos o equilíbrio entre a altura da queda e a quantidade de material que irá ampará-la.

Equilíbrio entre a altura da queda e a quantidade de material que irá ampará-la.

Imaginando que sempre haverá colchões na quantidade certa para cada altura de queda, se o corpo cairá de 2, 10 ou 30 metros deixa de ter relevância, quando o foco é a força de impacto (força de frenagem).

Um único colchão pode amortecer uma queda pequena de um corpo, mas não bastará para amparar uma queda muito maior.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

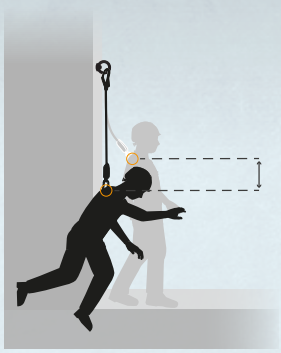
Exemplo prático

O fator que queda é determinado por um número que se obtém por meio de uma fórmula muito simples. Divide-se a altura da queda pelo comprimento do elemento de ligação (talabarte, corda etc.).

$$FQ = \frac{\text{Altura da queda}}{\text{Comprimento da corda}}$$

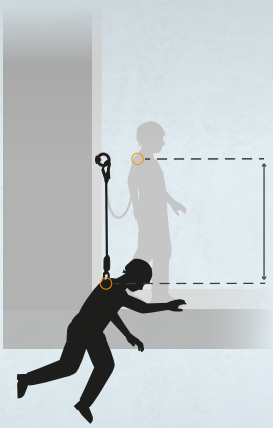
Exemplificando, se uma corda ou um talabarte tem 2 metros de comprimento e a queda é de 66 cm, teremos um fator de queda (FQ) de 0,3, o que é muito bom. Mas se a queda for de 2 metros o FQ será 1, que é o máximo recomendável. Contudo, se o ponto de ancoragem estiver abaixo do trabalhador é possível que a queda seja de até 4 metros, e neste caso o FQ será 2, que é o maior fator de queda esperado em condições normais.

FQ próximo de 0



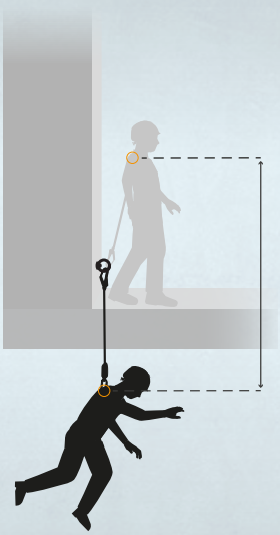
Talabarte de 1,5 m
Queda de 0,5 m
FQ = 0,3

FQ 1



Talabarte de 1,5 m
Queda de 1,5 m
FQ = 1

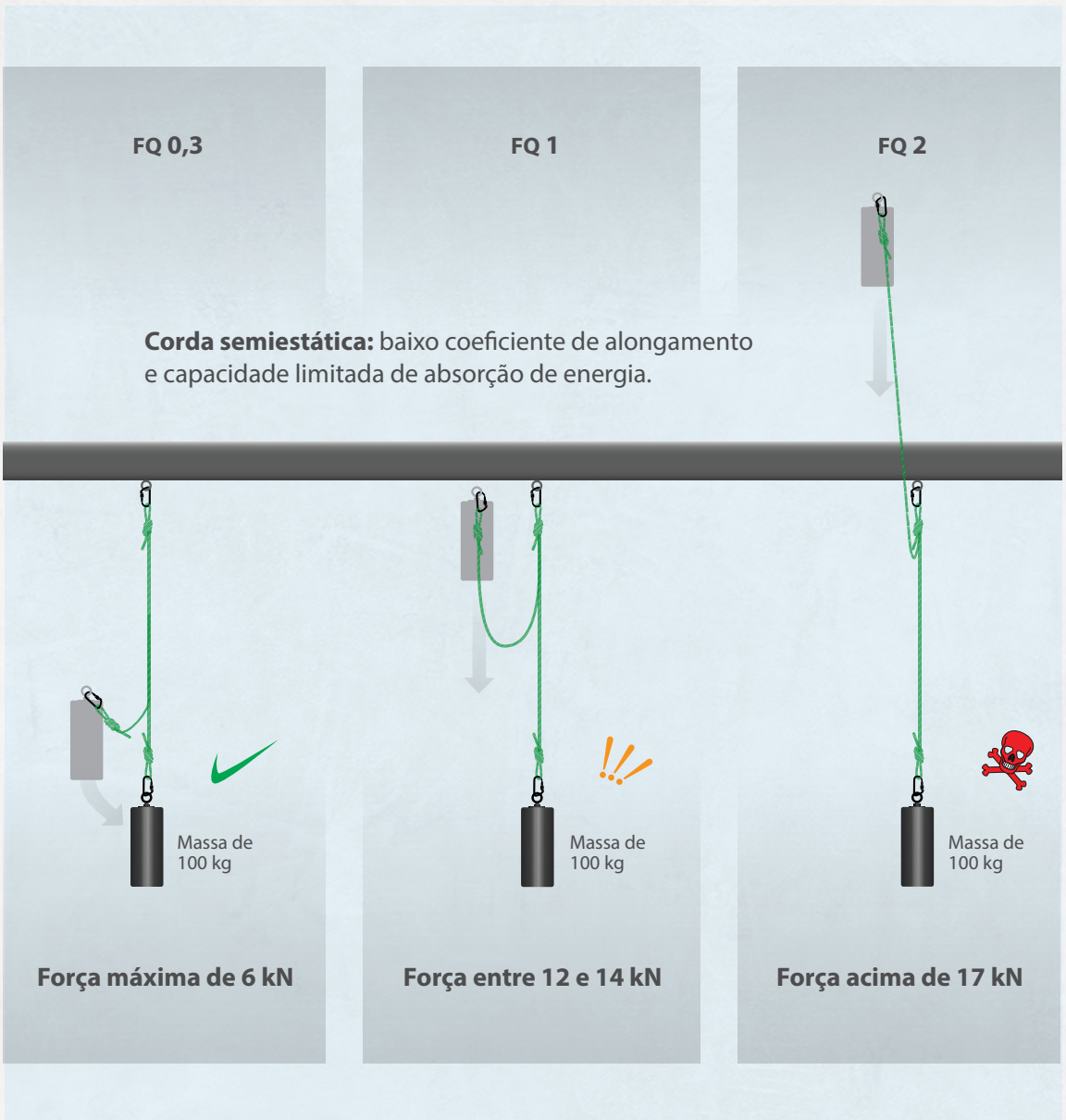
FQ 2



Talabarte de 1,5 m
Queda de 3 m
FQ = 2

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Um ótimo exemplo para demonstrar a importância do FQ é a limitação das cordas semiestáticas[1], de baixo coeficiente de alongamento, que oferecem uma capacidade pequena para absorção de energia. Para que a queda de um corpo de 100 kg produza no máximo 6 kN (600 kgf aproximadamente), o FQ tem que ser de no máximo 0,3. Isso significa que se uma corda apresentar 3 metros de comprimento a queda deverá ser de no máximo 1 metro. Se a corda tiver 9 metros a queda deverá ser no máximo 3 metros e assim por diante. Testes demonstraram que uma queda com FQ 1 com uma corda semiestática pode gerar uma força de impacto na retenção da queda que varia entre 12 e 14 kN, o que está muito acima do limite determinado de 6 kN. Com o FQ 2 a situação torna-se muito pior.



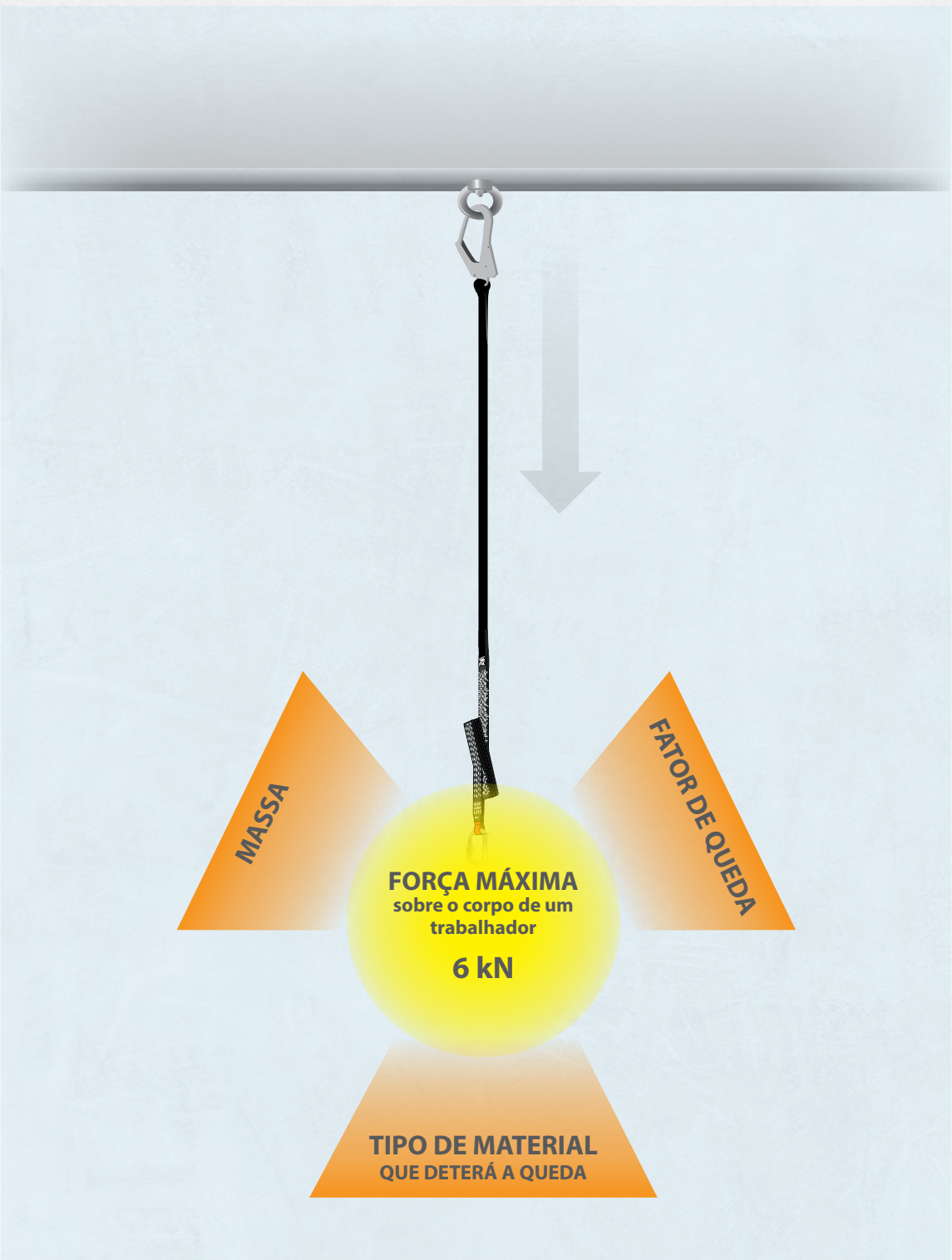
1 – corda de segurança padrão capa e alma com elasticidade limitada. Normatizada no Brasil pela ABNT NBR 15986:2011.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Os três fatores que determinam a força

Reunindo os últimos tópicos podemos afirmar que a força de impacto, ou força de frenagem gerada no momento da retenção da queda de uma pessoa é determinada por três fatores.

Administrando esse conjunto de fatores e a relação que eles têm entre si é possível controlar a força máxima esperada na retenção de uma queda. Lembrando que a força máxima a que um trabalhador pode ser submetido é 6 kN (600 kgf aproximadamente).



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Força máxima prevista

Será natural perguntar o que tudo o que foi abordado até aqui tem a ver com os sistemas de ancoragem. A resposta está na necessidade de dimensionar os sistemas de ancoragem considerando a força máxima esperada sobre o sistema.

Acontece de usarem equivocadamente a massa de um trabalhador, cujo padrão para a realização de ensaios é de 100 kg, como base para os cálculos de dimensionamento de uma linha de segurança (linha de vida) e para os sistemas de ancoragem, e isso está errado.

O erro de considerar a massa como referência é algo muito enraizado no mercado. A prova disso é o engano que vem se perpetuando de acreditar que os equipamentos individuais de proteção contra queda, como o cinturão de segurança, são ensaiados e certificados para um massa de 100 kg. E esta crença está definitivamente errada! Os EPIs de altura são ensaiados e certificados com base na sua resistência a Força e não a massa, ou o peso. Os ensaios em laboratório submetem os equipamentos projetados para a retenção de queda a forças que variam de 10 kN a 15 kN (1.000 kgf a 1.500 kgf aproximadamente).

Um cinturão de segurança é submetido a um ensaio dinâmico (queda) em que a configuração do teste é composta por um manequim de 100 kg (massa), por um talabarte confeccionado com uma corda dinâmica[1] (tipo de material) e com um fator de queda 2 (FQ). Essa configuração de ensaio foi criada pelos europeus e não exige a medição da força, porém, laboratórios que realizaram essa medição por mera curiosidade descobriram que a força a qual o cinturão é submetido varia entre 10 kN e 12 kN. Isso demonstrou que a intenção dos europeus é testar os cinturões com uma força equivalente à da resistência do corpo humano.

Como o único elemento comum para a maioria das pessoas nessa configuração é a massa, a interpretação é que o cinturão é testado para 100 kg, mas não é. É possível realizar alterações nessa configuração diminuindo a massa (um manequim mais leve) e obter uma força maior do que 12 kN. Para isso basta mudar também o tipo de material que deterá a queda, substituindo, por exemplo, a corda dinâmica por um cabo de aço. O resultado será uma força de impacto maior apesar do manequim ser mais leve. Assim como uma configuração semelhante, com uma massa de 100 kg e um fator de queda 2, mas substituindo a corda dinâmica por uma talabarte com absorvedor, a força produzida é reduzida para no máximo 6 kN. O que podemos concluir que a massa (peso), isoladamente, não determina o resultado de uma queda.

A base de cálculos deve considerar o peso de uma pessoa? Não.

O fator a ser considerado é a força proveniente da queda e não a massa/peso.

Portanto, considerando um único trabalhador, a base para os cálculos de um sistema de ancoragem deve ser de 6 kN (600 kgf aproximadamente), que é obtido administrando os três fatores básicos em conjunto (massa, tipo de material e fator que queda) e as relações entre si.

É importante salientar que as forças aplicadas sobre um sistema de ancoragem podem ser maiores do que 6 kN, por protegerem mais de uma pessoa ou por causa dos efeitos da vetorização em sistemas horizontais, que será abordado em um tópico futuro. A importância do que foi apresentado aqui é corrigir o erro de muitos profissionais em considerar a massa (peso) ao invés da força.

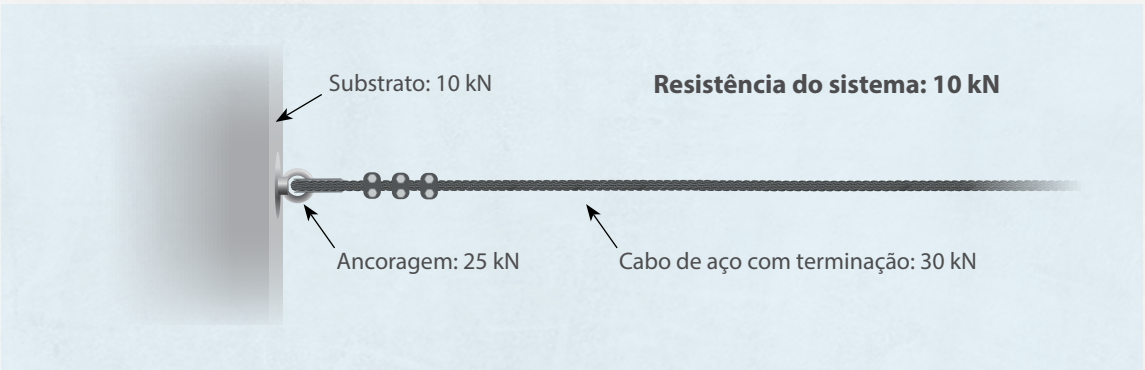
1 – corda padrão capa e alma com aproximadamente três vezes mais elasticidade que uma corda semiestática. Projetada especificamente para reter a queda de pessoas.

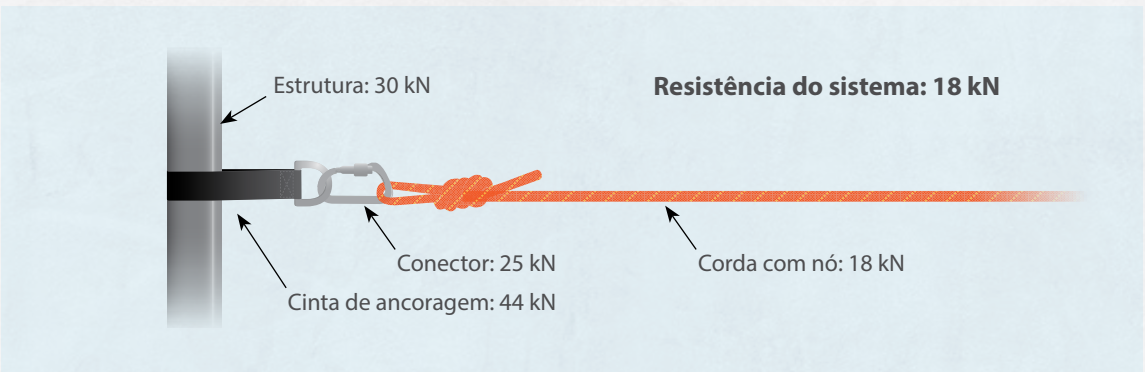
Qual a resistência de uma sistema?

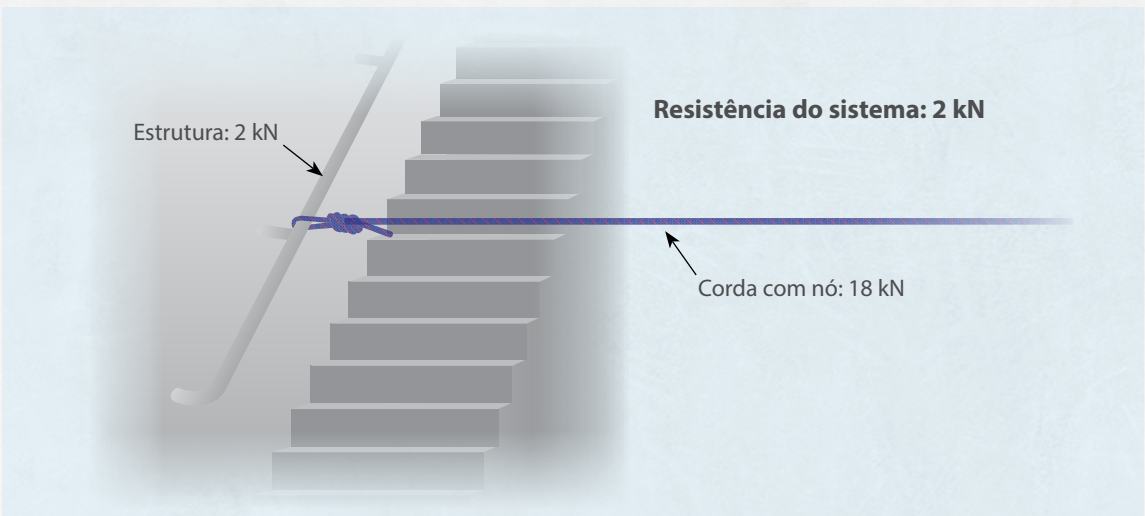
É preciso abordar uma realidade que é óbvia, mas que é frequentemente desconsiderada. O fato de que a resistência de um sistema é determinada pelo seu componente mais fraco.

Uma corrente pode ser composta por 499 elos com resistência de 1.000 kgf (10 kN), mas se um único elo apresentar uma resistência inferior, como por exemplo 700 kgf (7 kN), com a aplicação de uma força de 701 kgf esse elo vai romper e a corrente vai colapsar, e seja lá o que ela estiver sustentando vai cair. Isso vale para todos os sistemas de ancoragem. Um sistema formado por uma corda de 30 kN amarrada a um corrimão de escada que resiste 2 kN tem uma resistência de 2 kN.

A resistência de um sistema é determinada pelo seu elo mais fraco.







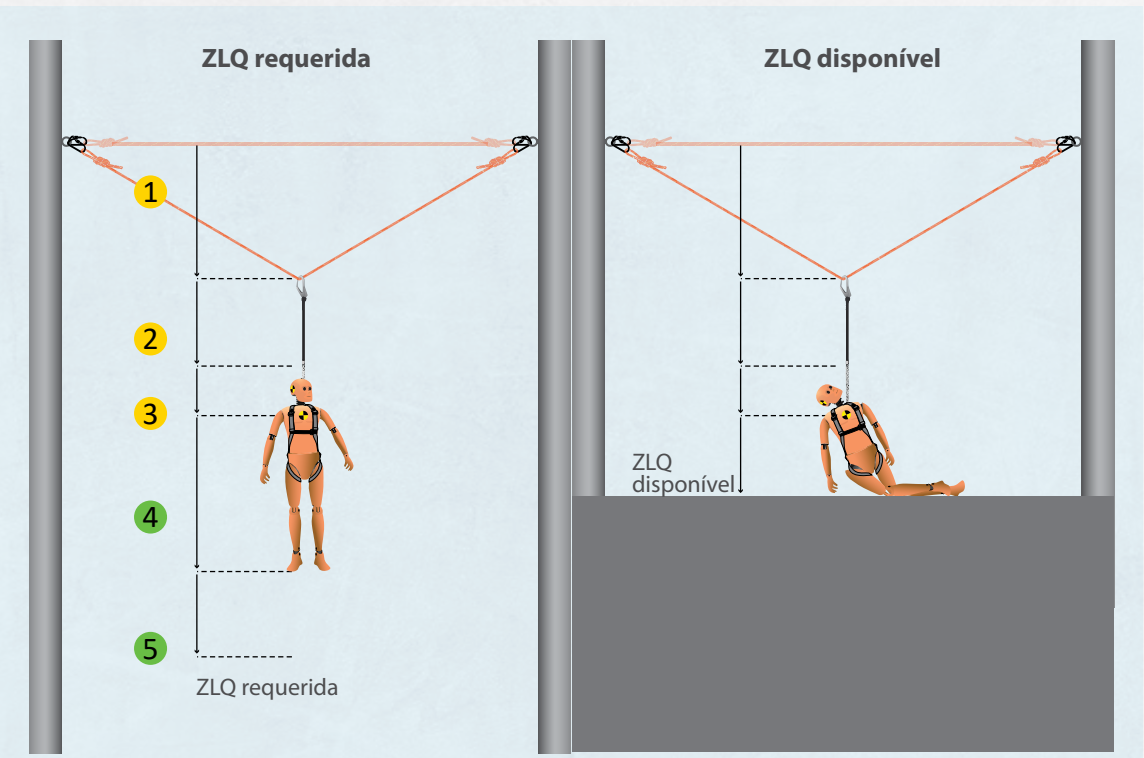
Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Zona Livre de Queda (ZLQ)

Existe uma condição que pode ser considerada óbvia, no entanto, é muitas vezes desconsiderada, que é o de prever se o sistema conseguirá parar a queda de uma pessoa antes que ela alcance chão. Se a distância necessária para um sistema reter a queda é de 4 metros, mas o chão está a 3 metros o trabalhador vai atingir o piso antes do sistema poder pará-lo.

Esse fator é chamado de Zona Livre de Queda (ZLQ), e existe dois tipos de ZLQ. O primeiro se baseia no valor requerido pelo sistema, ou seja, qual é a distância necessária para ele interromper a queda. O segundo considera o valor disponível no ambiente, que é a altura existente entre o trabalhador e o chão.

Obviamente um sistema de retenção de queda somente será efetivamente seguro se estiver adequado a ZLQ disponível.



Variáveis

1. Deflexão da linha de segurança. Essa deflexão existe nas linhas de segurança flexíveis e varia em função do tipo de cabo, bem como do modo como ele é instalado.
2. Tamanho do talabarte de segurança. O tamanho pode variar até o limite máximo de 2 metros.
3. Abertura do absorvedor de energia. O alongamento do absorvedor de energia pode variar até o limite máximo de 1,7 metros.

Padronizados

4. A distância considerada entre o elo de ligação do cinturão de segurança e o pés do trabalhador é padronizado em 1,5 metro.
5. Deve haver uma altura mínima de 1 metro entre o trabalhador e o piso após a retenção da queda. Essa margem de segurança considera que a distância entre o ponto de conexão e os pés do trabalhador podem variar para mais. Também considera que existe a acomodação (alongamento) do cinturão de segurança.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

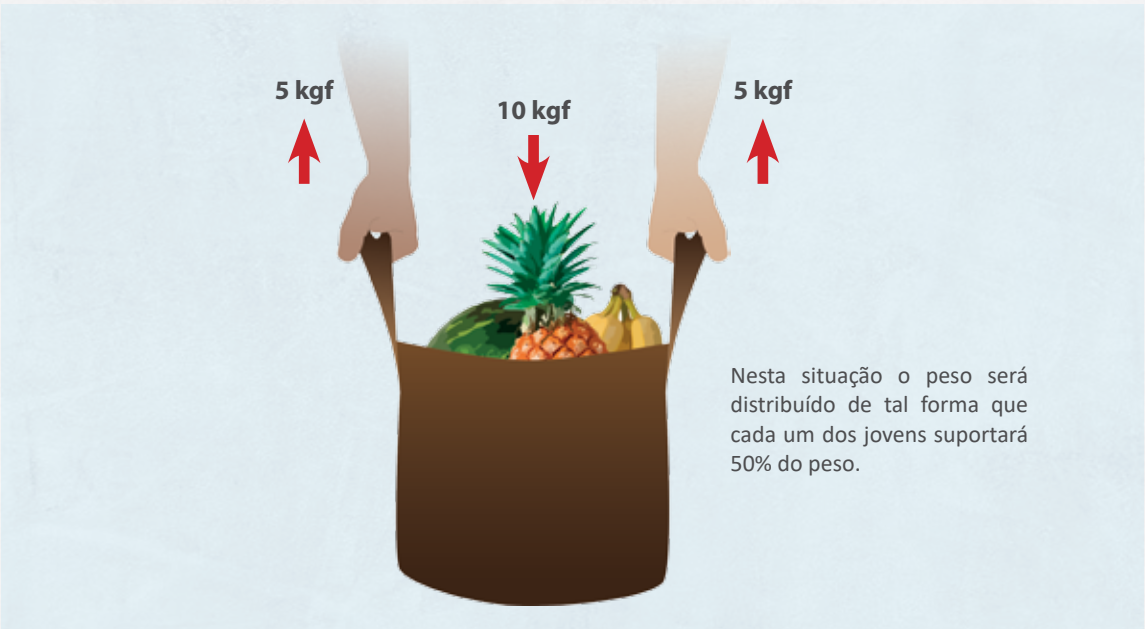
Distribuição ou reação de força

Quando o sistema de ancoragem é flexível, como os que utilizam cabos ou cordas, surge a necessidade de administrar o ângulo formado entre as ancoragens.

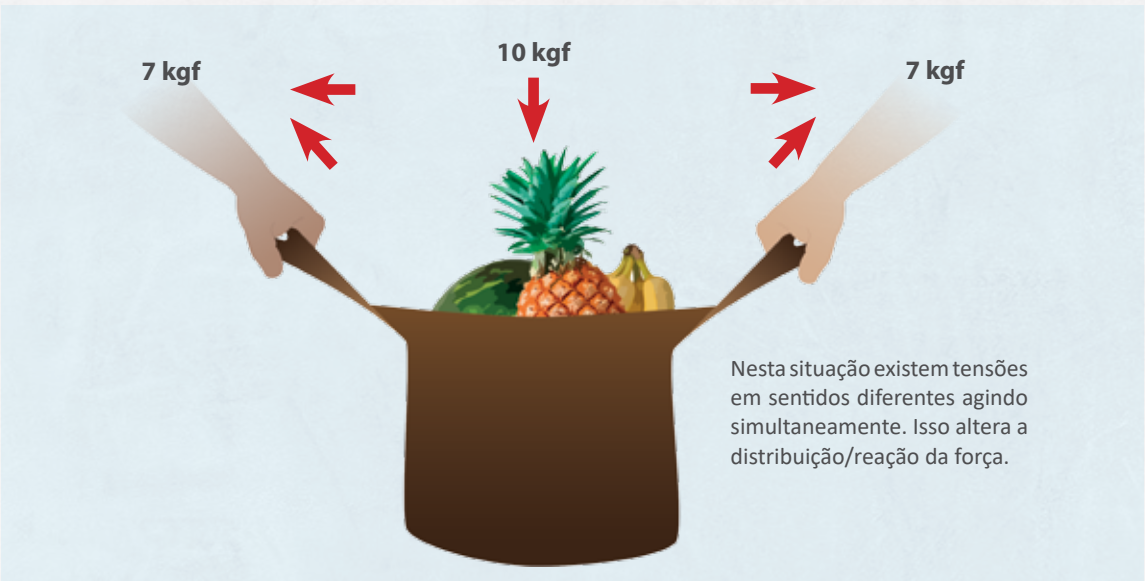
Todo o sistema que utiliza duas ou mais ancoragens, como acontece com as linhas de vida horizontais flexíveis, podem distribuir ou multiplicar a força conforme o ângulo formato pelo cabo ou corda entre os dois pontos de ancoragem.

Para explicar como o tal ângulo interfere nas tensões geradas sobre as ancoragens vamos usar de um exemplo alegórico. Imagine dois jovens carregando uma sacola pesada. Se eles estiverem bem ao lado da sacola, com cada um segurando uma das alças, podemos supor que cada um sustentará metade do peso. Se a sacola pesar 10 kgf, cada um dos jovens suportará 5 kgf.

No entanto, se eles, ainda segurando cada um uma alça, se distanciarem um do outro gerando um ângulo maior entre as alças a distribuição da força irá mudar. Dependendo do ângulo cada um dos jovens suportará uma força maior, já que passará a existir tensões em mais de um sentido simultaneamente. Veja as ilustrações abaixo.



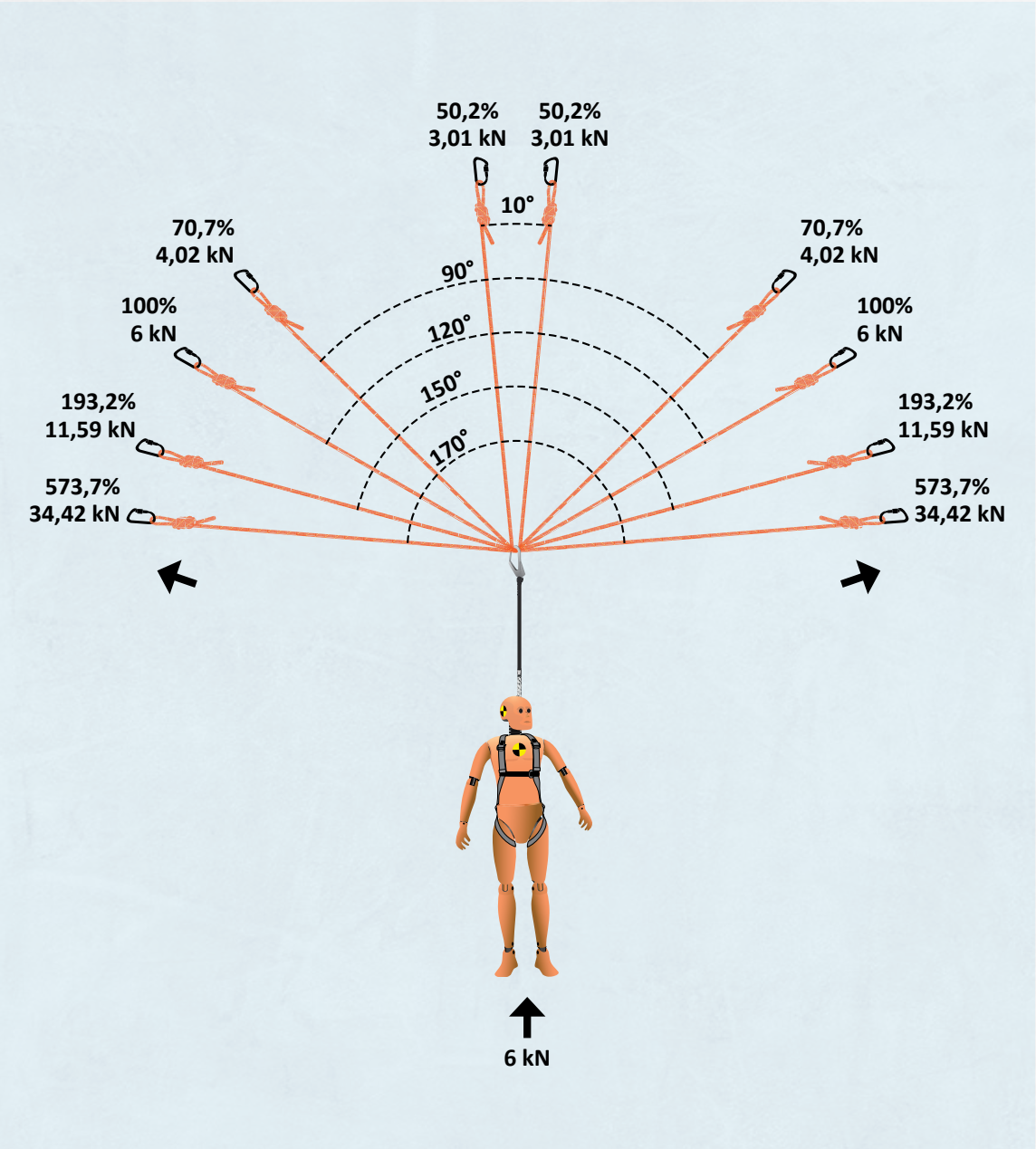
Nesta situação o peso será distribuído de tal forma que cada um dos jovens suportará 50% do peso.



Nesta situação existem tensões em sentidos diferentes agindo simultaneamente. Isso altera a distribuição/reação da força.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Quanto maior for o ângulo entre as ancoragens mais força cada uma delas precisará suportar. Com um ângulo de 0° cada ancoragem suportará 50% da força aplicada sobre o sistema. Com 90° a distribuição será de 70% para cada extremidade e com 120° não há mais ganho nessa distribuição, pois cada lado enfrentará uma tensão de 100%. Acima de 120° o fator é multiplicador. Veja o gráfico abaixo.



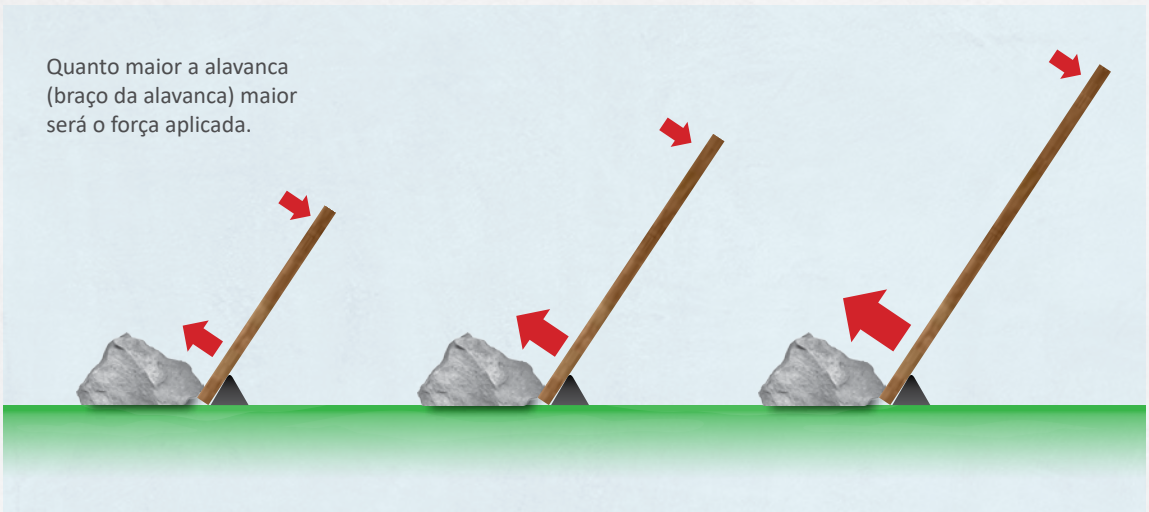
Fonte: livro Resgate em Espaços Confinados de Sérgio Luís Chagas

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Alavanca

A alavanca, como um fenômeno da física, foi descrita no século três antes de Cristo por Arquimedes, que foi um matemático, físico, engenheiro, inventor e astrônomo grego. No entanto, nos tempos atuais, mais de dois mil anos depois, não é incomum o efeito da alavanca ser desconsiderado na montagem de sistemas de ancoragem.

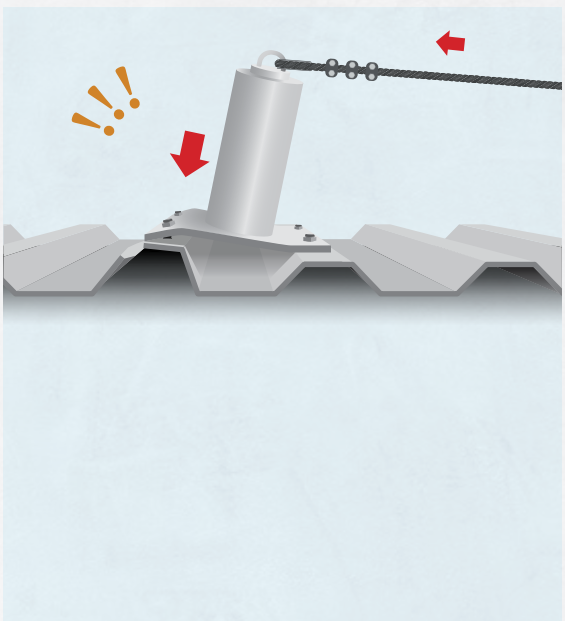
Por definição uma alavanca é uma máquina simples que multiplica a intensidade da força para levantar, cortar ou mover objetos.

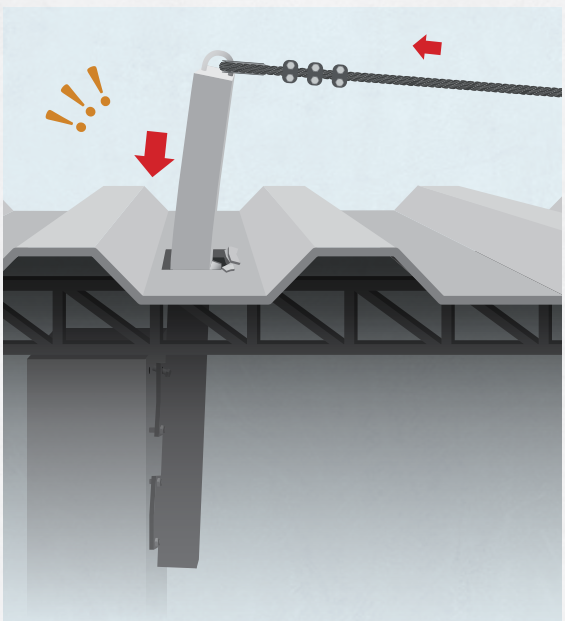


A força produzida pelo efeito alavanca ocorre em muitos sistemas de ancoragem, mas é destacado nos projetos em telhados por ser comum nesses projetos o uso de dispositivos no formato de postes.

No nosso contexto o efeito da alavanca é a relação da força aplicada na extremidade de um poste e a força resultante (multiplicada) na sua base.

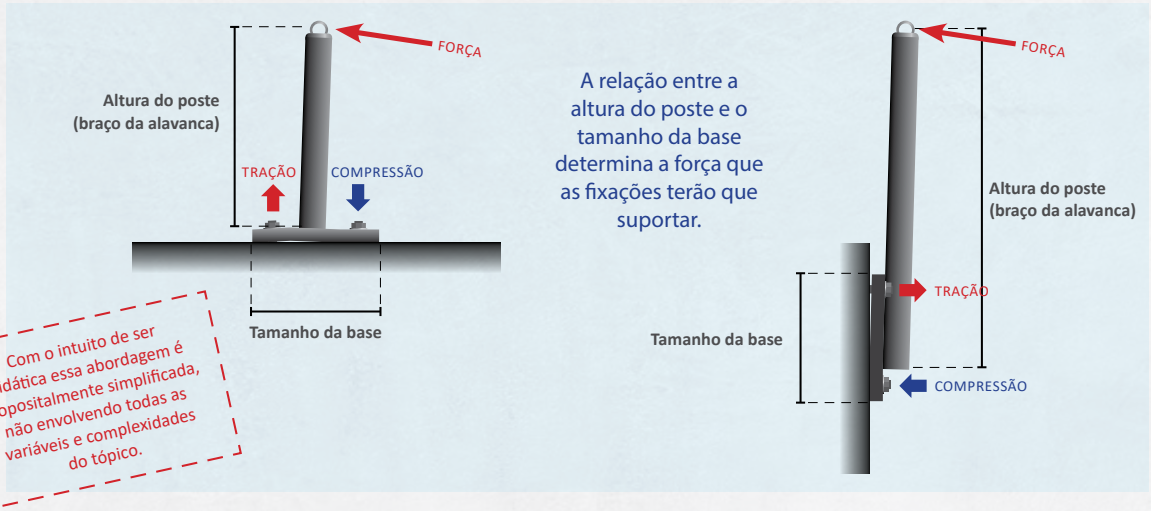
Num sistema de linha flexível de segurança é fácil que a força aplicada sobre a extremidade de um poste alcance valores acima dos 10 kN (1.000 kgf aproximadamente), então, imagine os efeitos dessa força multiplicada sobre a sua base e sobre as fixações e a estrutura.





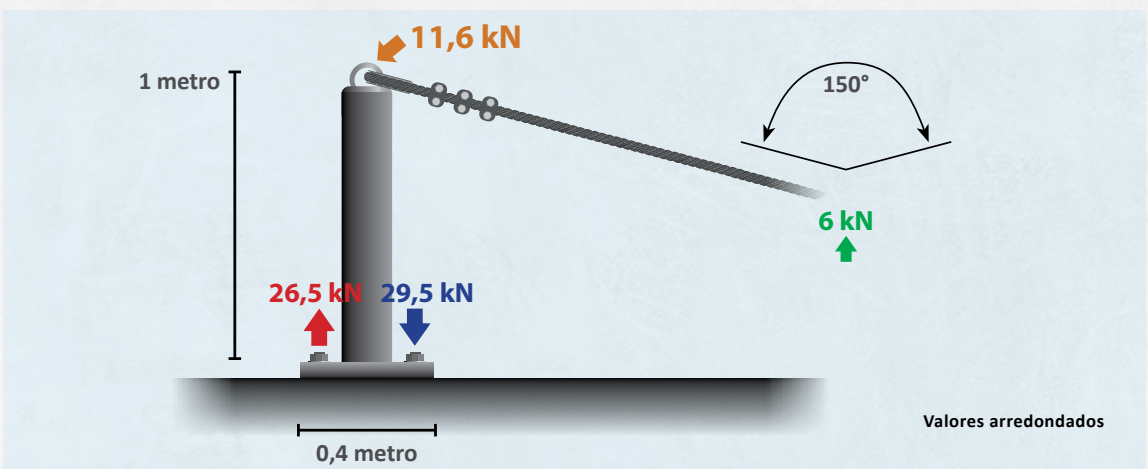
Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

O efeito alavanca, dentro do contexto deste manual, será definido por dois fatores básicos, que é o tamanho do braço da alavanca (altura do poste) e o tamanho da sua base. Quanto maior for a altura do poste em relação a base ou quanto menor for a base em relação à altura do poste, mais força as fixações e a estrutura terão que suportar. E quanto as fixações, o sentido da força se difere dependendo do lado da base. De um lado as fixações e a estrutura enfrentarão uma força de tração e do lado oposto enfrentarão uma força de compressão. Se todo o sistema não tiver sido adequadamente projetado, considerando a força máxima aplicada sobre o ponto de ancoragem, bem como as forças de tração e compressão exercidas sobre as fixações e a estrutura, o sistema pode facilmente colapsar e provocar um acidente.



Para demonstrar a importância de um projeto que tem como base os cálculos necessários, são apresentados dois exemplos em que a força da queda de um usuário é de 6 kN, contudo, por causa do ângulo formado pela flecha da linha de ancoragem (veja página 32) a força aplicada sobre o ponto de ancoragem foi de aproximadamente 11,6 kN. Por causa do efeito alavanca na base dos postes, no caso mais severo, a força aplicada sobre as fixações (chumbadores, parafusos etc.) e sobre a estrutura (telhado, laje etc.) alcançou um valor próximo de 30 kN. A falta de um projeto ou a falha nos cálculos de um projeto pode levar facilmente um sistema de ancoragem ao colapso e a um acidente, mesmo que visualmente ele pareça robusto.





Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

CTNR TREINAMENTOS

1 CURSOS:

Online, semi presencial e presencial das NR'S;

Acesso por cordas;

Resgate Técnico.



2 SERVIÇOS:

Projeto e instalação;

Dispositivos de Ancoragem;

Linhas de vida;

Alpinismo industrial;

Trabalhos em alturas;

Espaços confinados.



3 PRODUTOS:

Dispositivos de Ancoragem;

Linhas de vida;

Equipamentos para trabalhos em alturas;

Equipamentos para espaços confinados.



Rua: Werner Duwe, nº 2611 - CEP:89.074-000
Bairro: Testo Salto - Blumenau /SC.
vendas@nrtreinamentos.com.br
(47) 3330-8427 - 99139-9681

www.nrtreinamentos.com.br

CAPÍTULO 2
DISPOSITIVOS DE ANCORAGEM



Alertas

O propósito deste manual não é transcrever todo o conteúdo da norma técnica ABNT NBR 16325:2014. Com foco nos usuários foi selecionado o conteúdo que se julgou mais relevante. A norma, na sua integra, está disponível no catálogo da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Os ensaios descritos a seguir somente devem ser aplicados em um ambiente de laboratório com equipamentos novos e que serão descartados após os testes.

O dispositivo de ancoragem tipo C foi o escolhido para representar alguns padrões de ensaio que também se aplicam aos demais tipos.

Norma técnica ABNT NBR 16325

Na regulamentação dos sistemas de ancoragem, um passo importante foi a criação de uma norma técnica sobre dispositivos de ancoragem que oferece os requisitos mínimos de qualidade e as metodologias de ensaio para verificação dessa qualidade.

A norma em questão foi publicada no ano de 2014, cujo número é a ABNT NBR 16325, com o título Proteção contra quedas de altura – Dispositivos de Ancoragem, e que se constitui de dois documentos. A primeira parte aborda tipos A, B e D de dispositivos e a segunda parte aborda o tipo C.

No momento em que este manual está sendo redigido a norma técnica passa por uma revisão e atualização, e por esse motivo muitos detalhes não serão abordados.

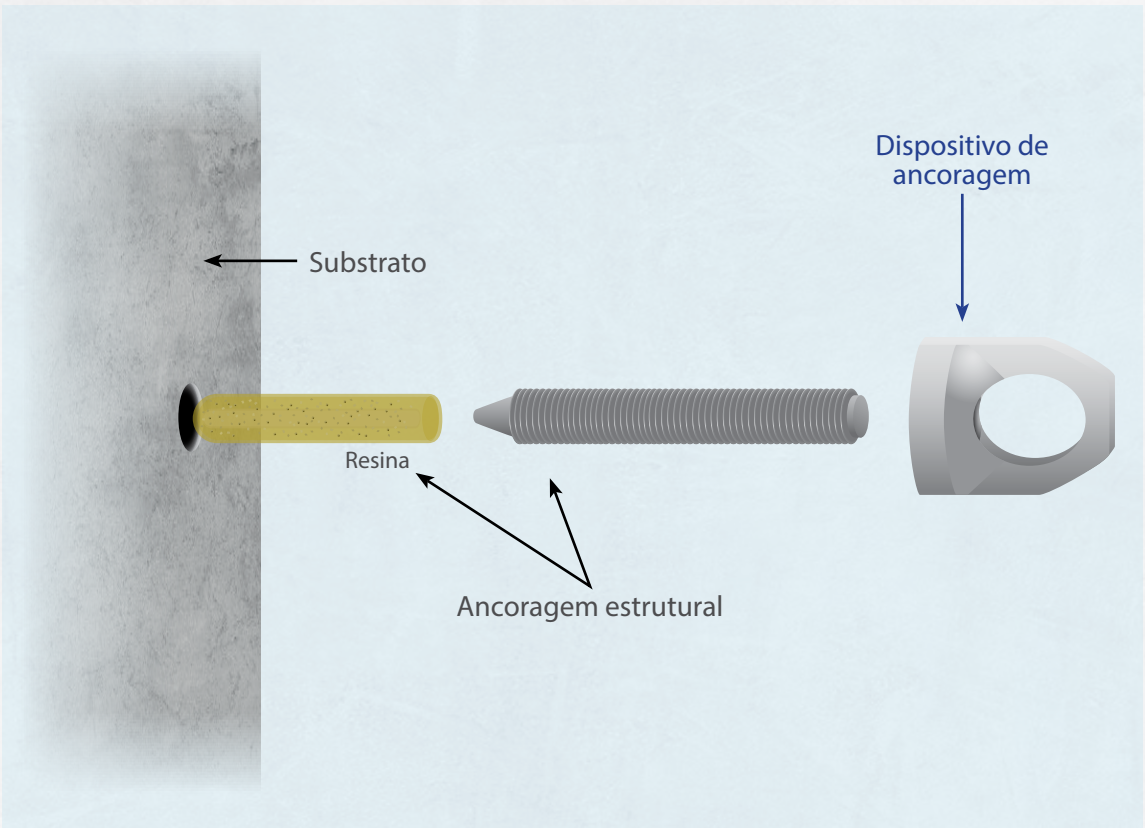
É importante compreender que essa norma técnica não aborda os sistemas de ancoragem. Ela se limita aos dispositivos que vão compor um sistema.

A norma técnica ABNT NBR 16325 define o dispositivo de ancoragem como parte essencial de um sistema de proteção contra queda que utiliza um cinturão de segurança, ou seja, um sistema individual de proteção.



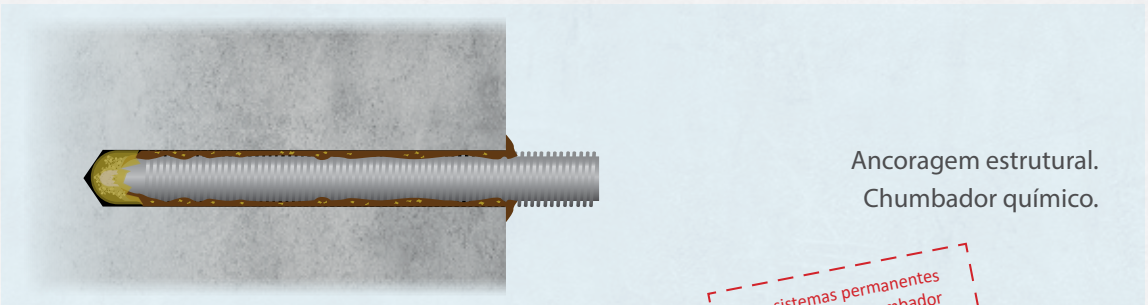
Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

A norma contempla os dispositivos que podem ser removidos da instalação, por exemplo, para inspeção ou substituição. Portanto, componentes que são instalados de forma permanente, seja por meios mecânicos, como os chumbadores de expansão, por meios químicos, como os chumbadores químicos ou os dispositivos soldados a uma estrutura não são contemplados pela norma. A fixação de sistemas coletivos de proteção como redes de proteção, guarda corpo, entre outros, também não são considerados nessa norma.



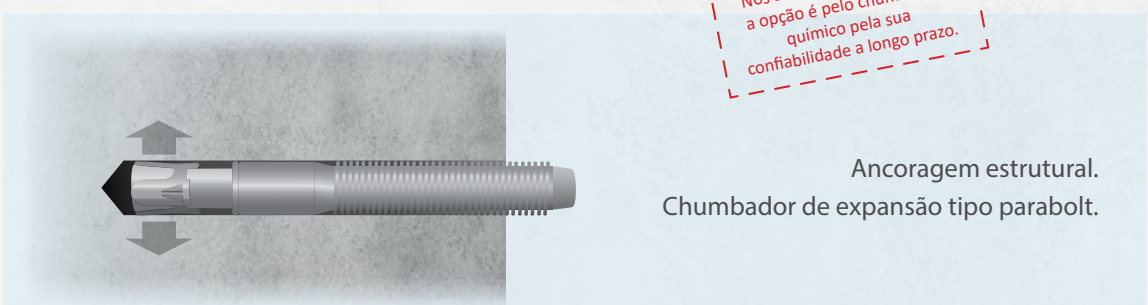
A NBR 16325 não considera como dispositivos de ancoragem os equipamentos de fixação permanente, como os chumbadores de expansão ou químicos. Estes são chamados de ancoragem estrutural.

Exemplos de ancoragens estruturais



Ancoragem estrutural.
Chumbador químico.

Nos sistemas permanentes a opção é pelo chumbador químico pela sua confiabilidade a longo prazo.



Ancoragem estrutural.
Chumbador de expansão tipo parabolt.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Classificação dos dispositivos de ancoragem

Tendo como base normas europeias a NBR 16325 estabelece uma classificação dos dispositivos de ancoragem com quatro categorias. São elas:

Para fixação em estruturas (tipo A)

O primeiro grupo é formado por dispositivos de ancoragem que são instalados em uma estrutura ou um substrato através de uma ancoragem estrutural ou de um elemento de fixação.

Diferentemente da norma europeia, a versão da NBR 16325 de 2014 divide esse primeiro grupo em dois, que são o tipo A1 e o tipo A2.

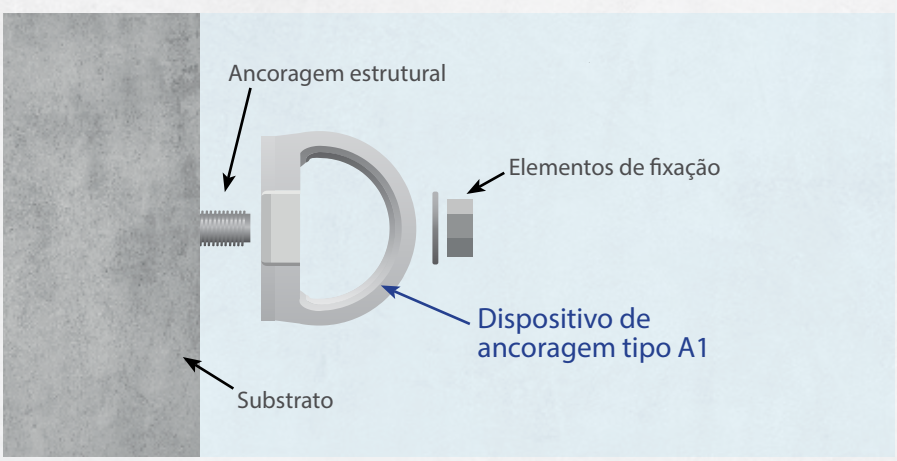
Na atual revisão da norma existe a possibilidade desses tipos serem agrupados em uma única categoria, como ocorre com a versão europeia.

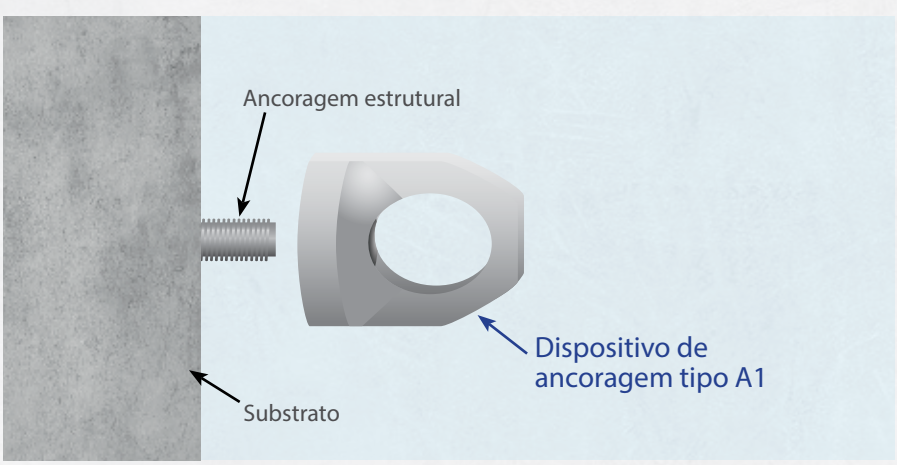
Veja alguns exemplos:

Dispositivo de ancoragem tipo A1

Na versão da norma técnica de 2014 os dispositivos tipo A1 tem a aplicação restrita para um único usuário, diferentemente dos outros tipos que consideram a alternativa de múltiplos usuários. Este é mais um item que pode ser revisto na atualização em andamento da norma.

Exemplos de dispositivos de ancoragem tipo A1





Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

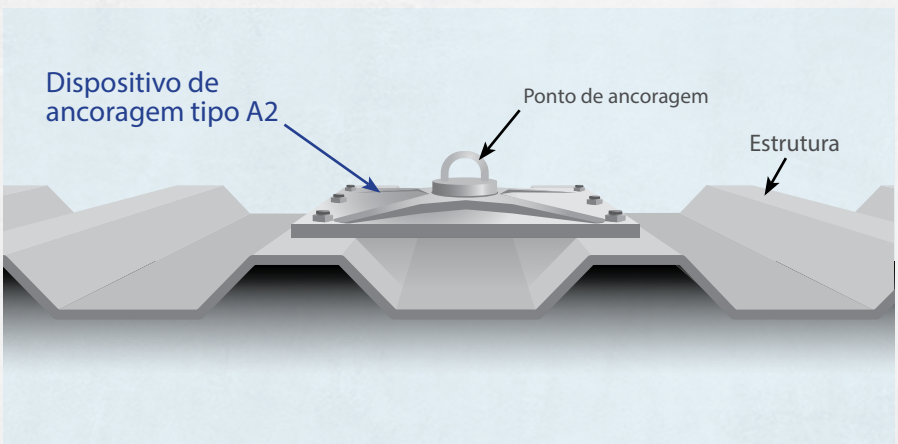
Dispositivos para instalação em telhados (tipo A2)

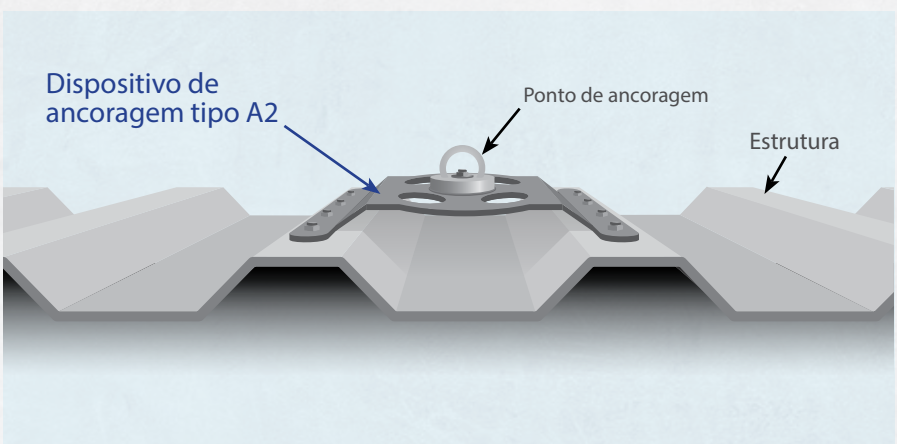
Este tipo de dispositivo tem aplicações semelhantes aos do subgrupo A1, porém, são projetados para serem instalados em telhados. Por causa disso é fácil confundi-los com os elementos de ancoragem usados nas linhas de vida flexíveis (tipo C), como os postes instalados sobre telhados, mas essa comparação é equivocada. Os dispositivos tipo A2 são específicos e pouco utilizados.

Mesmo que os dispositivos sejam semelhantes, ao instalar uma linha de vida ao componente ele deixa de ser um dispositivo A2 e torna-se um elemento (interface) do dispositivo tipo C (linha de vida flexível). E se um mesmo dispositivo for projetado para ambas as funções ele terá que ser ensaiado separadamente para cada uma delas.

É possível que a revisão da norma técnica NBR 16325 em andamento altere essa classificação, abandonando essa divisão e estabelecendo apenas como tipo A, como acontece com a norma europeia.

Exemplos de dispositivos de ancoragem tipo A2





Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Dispositivos transportáveis (tipo B)

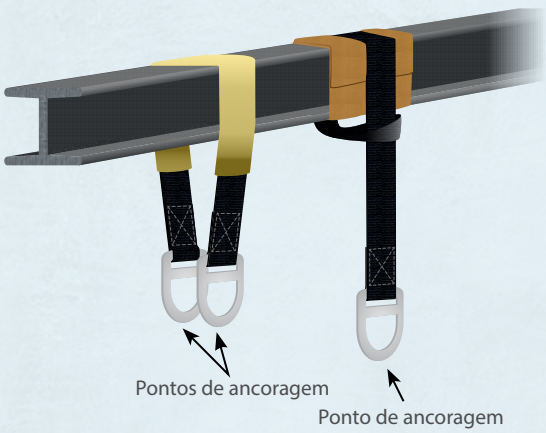
São dispositivos que podem ser instalados temporariamente em um local e após o término dos serviços podem ser removidos e instalados em uma nova frente de trabalho.

Veja alguns exemplos:

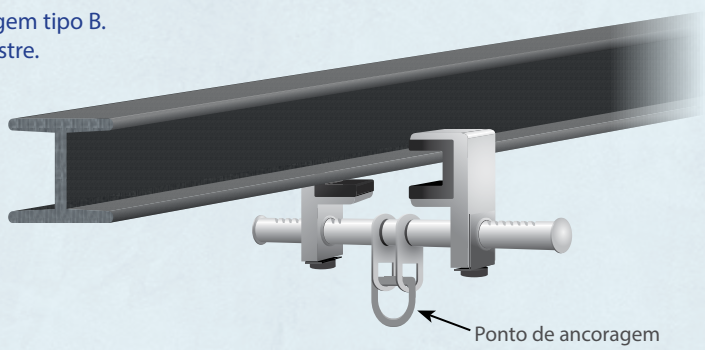
Dispositivo de ancoragem tipo B.
Tripés e similares.



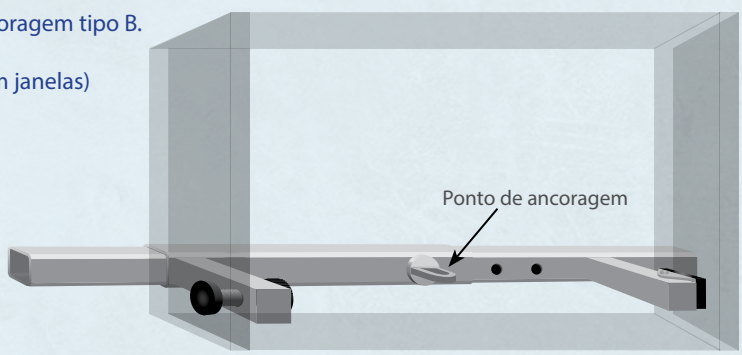
Dispositivo de ancoragem tipo B.
Laço de viga.
(Ex.: cintas e fitas de ancoragem)



Dispositivo de ancoragem tipo B.
Braçadeira de viga mestre.



Dispositivo de ancoragem tipo B.
Viga transversal.
(Ex.: ancoragem em janelas)



⚠ Estas imagens apenas relacionam os dispositivos de ancoragem com as estruturas.
Elas não se propõem a demonstrar a correta instalação.

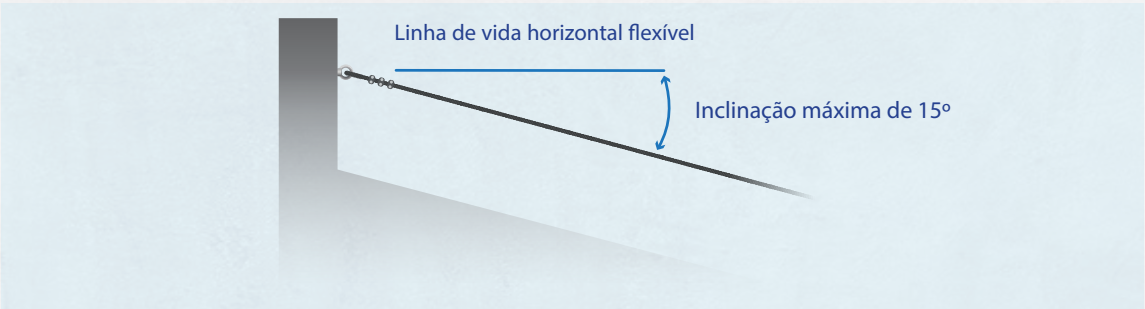
Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Dispositivos para linhas de vida flexíveis horizontais (tipo C)

Por definição um sistema é um conjunto de elementos que funcionam para formar um todo organizado, no entanto, a norma técnica NBR 16325 não aborda os sistemas de ancoragem, o que pode causar certa estranheza já que uma linha de vida flexível (tipo C) é em si um sistema.

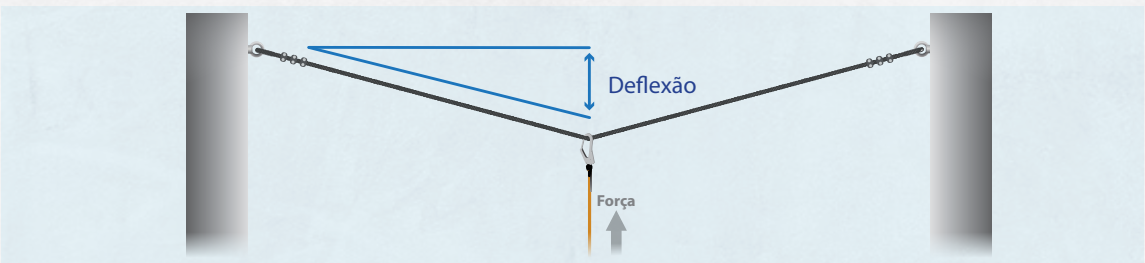
A justificativa para que o dispositivo de ancoragem tipo C não seja tratado na norma como um sistema é por não contemplar todos os componentes. Por exemplo, as ancoragens estruturais e o substrato ou a estrutura onde a linha de vida será instalada não são objetos de atenção da norma, bem como outros elementos que seguem normas específicas.

O que caracteriza a linha de vida classificada como dispositivo tipo C é ser horizontal, e para tal ela pode apresentar uma inclinação de até 15°.

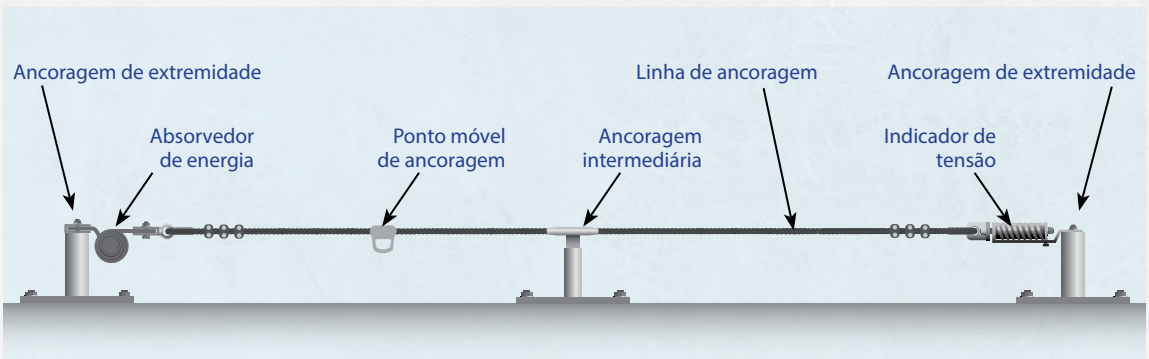


O outro critério preponderante é ser flexível, ou seja, com uma força aplicada ela desvia e se altera da posição original, o que é chamado de deflexão.

Não há um limite estabelecido para essa deflexão, no entanto, vale lembrar que o ângulo formado por essa deflexão influencia a distribuição/reação da força sobre as ancoragens e contribui para o valor da zona livre de queda requerida, que é o espaço necessário para o início da queda e a sua retenção acrescido de uma margem de segurança.



Como foi mencionado acima uma linha de vida horizontal flexível classificada como dispositivo tipo C é composta por um conjunto de elementos. Abaixo são apresentados alguns desses elementos, sendo que o uso de cada um deles depende do projeto e do tipo de instalação.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

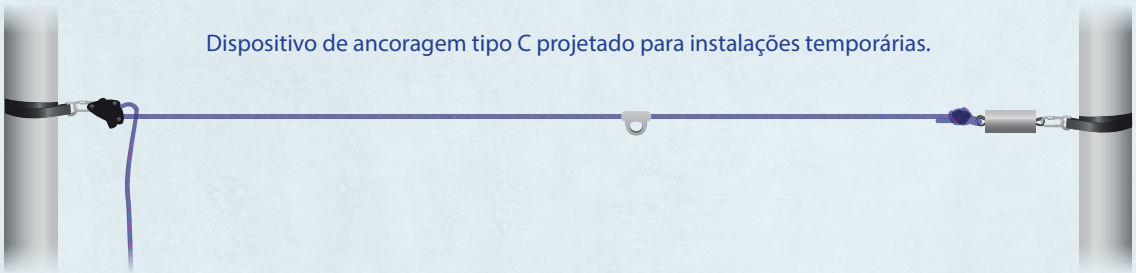
Os dispositivos de ancoragem tipo C podem variar em projeto e na forma de instalação para atender as necessidades e especificidades de cada ambiente e condições de trabalho.

Existem modelos de linha de vida flexível (tipo C) projetados para uso temporário, ou seja, um tipo de linha de vida que pode ser instalada em um determinado local de trabalho e depois do término dos serviços pode ser retirada para ser instalada em uma nova frente de trabalho. Esse tipo de uso está sempre condicionado ao projeto ou a seleção e avaliação das ancoragens por um profissional legalmente habilitado.

O mais comum é a opção por uma linha de vida permanente, ou seja, um dispositivo e um sistema frutos de um projeto e de uma instalação em um local definitivo e por um prazo indeterminado.

Na instalação de um dispositivo tipo C a linha de ancoragem pode ser instalada acima da cabeça do usuário, que é o que ocorre frequentemente dentro de galpões e outras instalações industriais, ou abaixo da cabeça do usuário como acontece em cima de lajes e telhados.

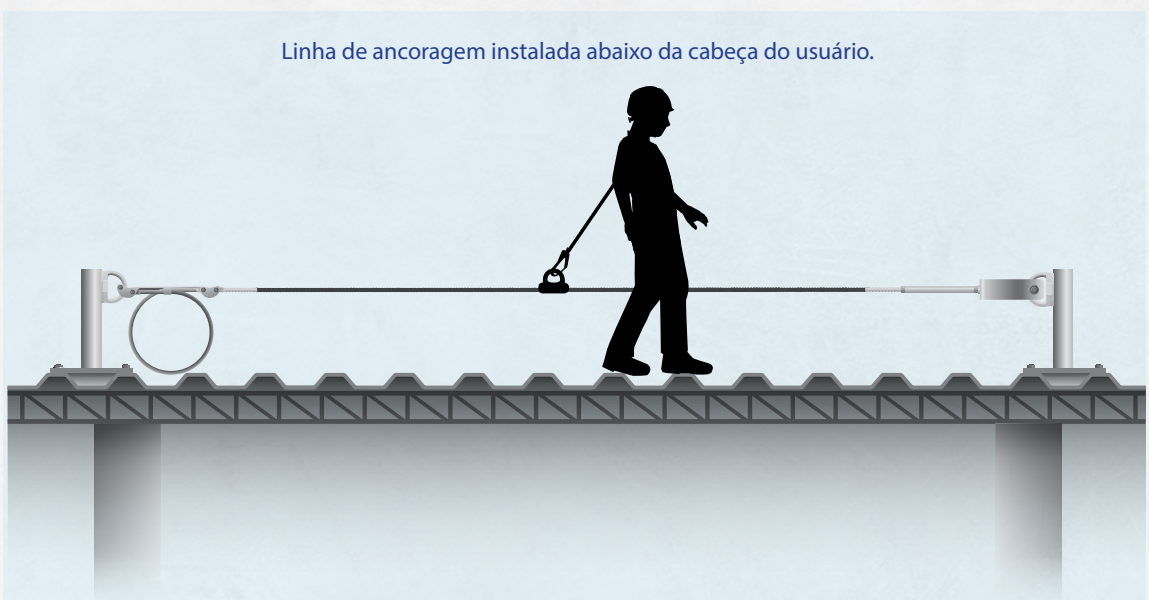
Dispositivo de ancoragem tipo C projetado para instalações temporárias.



Linha de ancoragem instalada acima da cabeça do usuário.



Linha de ancoragem instalada abaixo da cabeça do usuário.



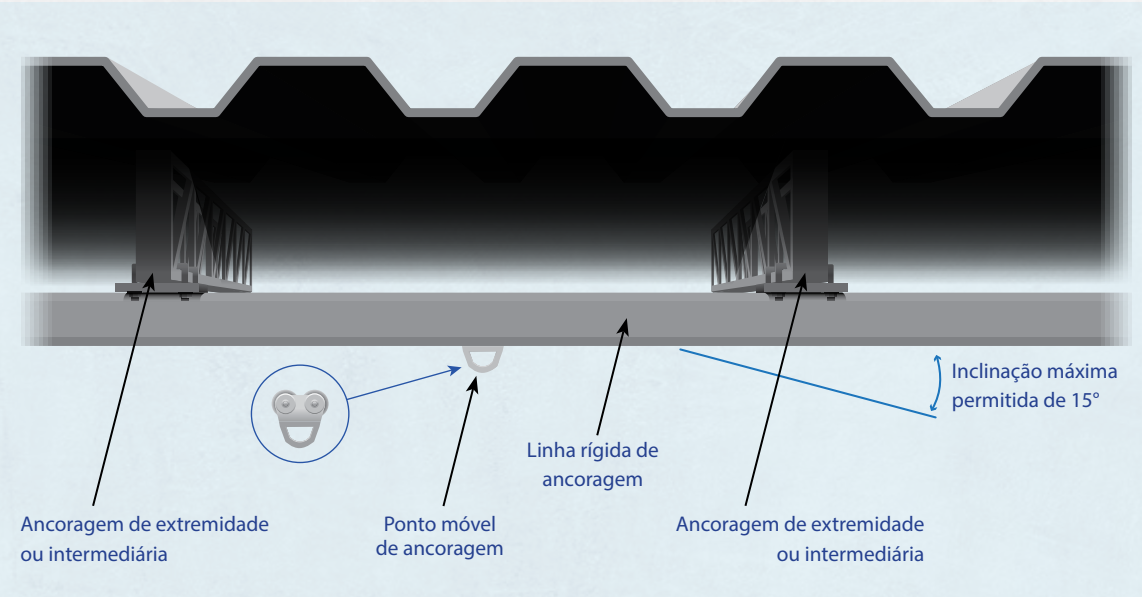
Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Dispositivo empregando linha de ancoragem rígida (tipo D)

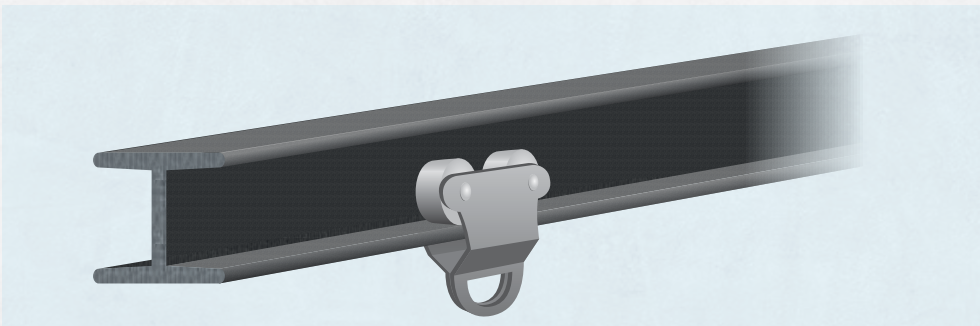
As aplicações das linhas de ancoragem rígidas são semelhantes à do tipo C, entretanto, não apresentam uma deflexão mediante a aplicação de força, o que justifica a classificação de rígidas.

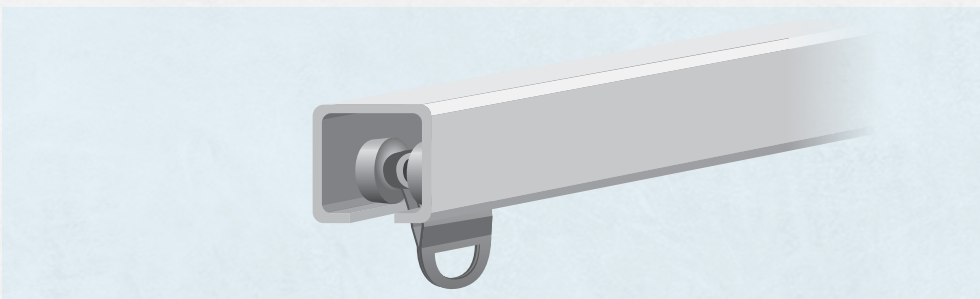
Este dispositivo também é destinado a montagem de linhas de vida horizontais e para ser classificado assim a inclinação deve ser de no máximo 15°.

O dispositivo tipo D é composto por diferentes elementos, como segue:



Entre as variações dos dispositivos tipo D, podemos usar como exemplos os diferentes perfis de vigas utilizadas para a função de linha rígida de ancoragem e também os diferentes modelos de pontos de ancoragem.





Estas imagens apenas relacionam os pontos de ancoragem com as linhas de ancoragem rígidas. Elas não se propõem a demonstrar a correta instalação.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Ensaios dos dispositivos de ancoragem

Os dois propósitos de uma norma técnica são estabelecer requisitos mínimos de qualidade e determinar os métodos para avaliar essa qualidade.

De forma geral o objetivo dos ensaios (testes) realizados em produtos novos é oferecer uma margem de segurança, por isso submetem os equipamentos a condições que fora do ambiente de laboratório não devem ser reproduzidas, pois podem colocar a segurança dos trabalhadores em risco e/ou inutilizar os materiais testados.

O objetivo dos testes determinados pelas normas técnicas não é encontrar a resistência máxima do objeto ensaiado, ou seja, ele não será forçado ao limite do colapso. A intenção é garantir que o equipamento testado resiste as condições mínimas para ser considerado seguro.

Um teste considerado destrutivo não precisa necessariamente partir um equipamento em pedaços. Basta torná-lo impróprio para ser reutilizado, e é o que acontece com os dispositivos de ancoragem ensaiados pelos métodos da NBR 16325. Por isso o padrão de testes dessa norma não pode ser empregado nas inspeções iniciais e periódicas dos sistemas de ancoragem.

A metodologia de ensaios da NBR 16325 foi desenvolvida especificamente para a aplicação em ambientes de laboratório e para dispositivos novos. Essa metodologia inutiliza os equipamentos e por esse motivo não pode ser aplicada nas inspeções iniciais e periódicas dos sistemas de ancoragem instalados nos locais de trabalho e utilizados por trabalhadores.

A NBR 16325, cuja versão vigente no momento da produção desse manual é a de 2014, estabelece cinco tipos diferentes de ensaio para os dispositivos de ancoragem. São eles:

- Força estática
- Força dinâmica
- Integridade
- Deformação
- Corrosão

Forças aplicadas nos ensaios

O fator de segurança adotado nos ensaios estáticos (tração lenta e progressiva) dos dispositivos de ancoragem é de no mínimo 2, ou seja, se a força máxima esperada sobre um sistema de retenção de queda para uma única pessoa é de 6 kN, o valor esperado para os equipamentos testados deve ser de 12 kN.

Nos ensaios dinâmicos (retenção de queda) a força mínima aplicada deve ser de 9 kN. Em menor proporção essa força também oferece uma margem de segurança, já que a força máxima gerada sobre o corpo de um trabalhador deve ser de 6 kN.

Um requisito que causa estranheza na norma é a exigência de acrescentar nos testes estáticos o valor de 1 kN para cada pessoa adicional nos dispositivos de múltiplos usuários. Isso significa que para 1 usuário a força deverá ser de 12 kN, para 2 usuários a força deverá ser de 13 kN, para 3 usuários a força será de 14 kN, e assim por diante. O curioso é diferenciar tão pouco a força entre um, dois ou mais usuários. Por que acrescentar apenas 1 kN?

A resposta está no fato de que numa situação de queda com mais de 1 usuário, a probabilidade de haver uma sincronia perfeita na retenção da queda de duas ou mais pessoas é desconsiderável. É praticamente impossível que a força de retenção da queda de dois ou mais usuários ocorra exatamente no mesmo milésimo de segundo.

Mas isso só se aplica aos ensaios estáticos, pois nos ensaios dinâmicos a massa utilizada na retenção da queda de múltiplos usuários exige uma massa de 200 kg para os dois primeiros usuários. Para outros usuários adicionais as quedas passam a ser consecutivas, ou seja, para três pessoas haverá uma primeira queda com a massa de 200 kg e em seguida um nova queda com uma massa de 100 kg, e assim sucessivamente até alcançar o número de usuários para o qual o dispositivo de ancoragem foi projetado.

É importante lembrar que na versão atual da NBR 16325, que é de 2014, os dispositivos tipo A são limitados para 1 usuário.

Abaixo segue um resumo das forças e massas envolvidas nos ensaios dos diferentes tipos de dispositivos.

Ensaio com força estática:

12 kN para dispositivos metálicos;

18 kN para dispositivos têxteis;

1 kN para cada usuário adicional nos dispositivos para múltiplos usuários.

Ensaio com força dinâmica:

Massa de 100 kg;

Massa para múltiplos usuários de 200 kg para os dois primeiros usuários. Para usuários adicionais são realizadas quedas consecutivas com a massa de 100kg;

Fator de queda não definido. É realizado um precedimento chamado de calibração de queda com o talabarte para definir a altura da queda (fator que queda) que gere a força necessária;

Força de 9 kN para 1 usuário, conciliando o tipo de material (talabarte de corda dinâmica), massa de 100 kg e o fator de queda apropriado para gerar essa força.

Força de 12 kN para os dois primeiros usuários, conciliando o tipo de material (talabarte de corda dinâmica), massa de 200 kg e o fator de queda apropriado para gerar essa força.

Ensaio de integridade

É realizado após o ensaio dinâmico e com a massa de ensaio na queda ainda pendurada.

Para 1 usuário: aplicar uma massa adicional de 300 kg ou força equivalente por três minutos.

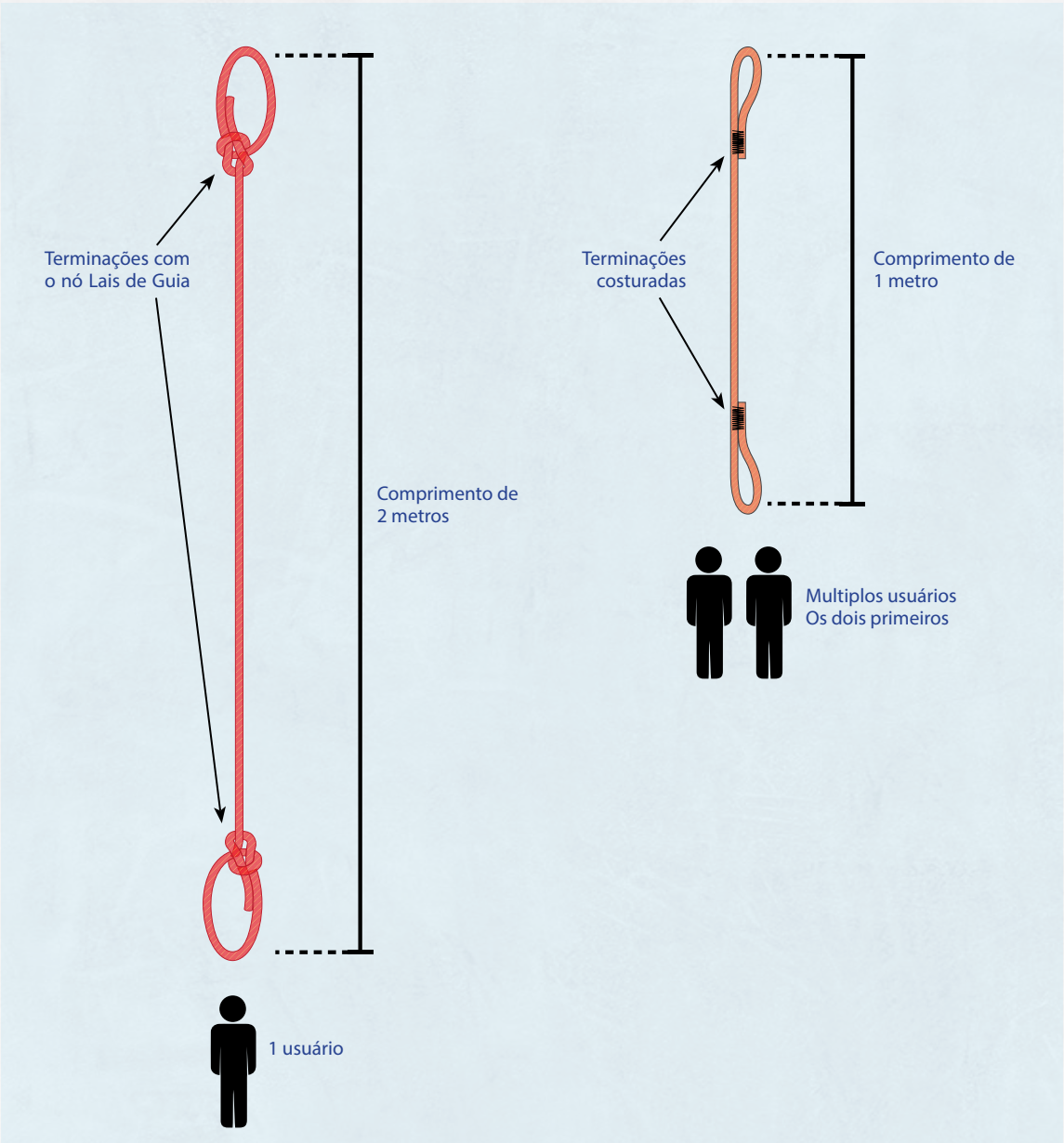
Para múltiplos usuários: aplicar uma massa adicional de 600 kg ou força equivalente para os dois primeiros usuários. Aplicar 150kg para cada usuário adicional, portanto, para quatro usuários a massa para teste de integridade é de 900 kg.

Talabarte de ensaio para testes dinâmicos

A NBR 16325 apresenta entre os padrões de ensaio os tipos de talabarte para o teste dinâmico, que consiste em reter a queda de uma determinada massa conforme o número de usuários indicados para o dispositivo de ancoragem.

Para os ensaios de dispositivos indicados para uma pessoa o talabarte deve ter um comprimento de 2 metros e ser construído com um pedaço de corda dinâmica (padrão EN 892) e com as terminações feitas com o nó Lais de Guia. A corda dinâmica é um modelo muito específico, desenvolvido especialmente para a queda de pessoas e que apresenta uma elasticidade três vezes maior que as cordas de baixo alongamento. Portanto, ela apresenta uma melhor capacidade de absorção de energia.

Para os ensaios de dispositivos para múltiplos usuários o talabarte de ensaio deve ter um comprimento de 1 metro, também deve ser confeccionado com um pedaço de corda dinâmica (padrão EN 892) e apresentar as terminações costuradas. O motivo da exigência de as extremidades serem costuradas é que os nós reduzem significativamente a resistência das cordas e para os ensaios para múltiplos usuários a força que um talabarte tem que suportar é muito maior.

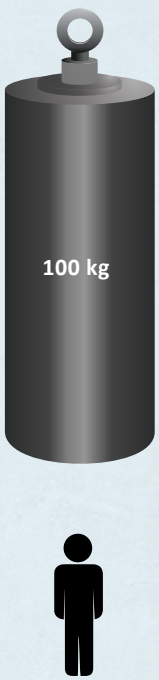


Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Massas de ensaio para testes dinâmicos

Com base em normas europeias o Brasil padronizou a massa de testes para equipamentos de proteção individual e dispositivos de ancoragem em 100 kg.

A norma exige um modelo de ensaios em aço no formato de cilindro, semelhante ao indicado nas normas técnicas dos equipamentos de proteção individual, no entanto, os laboratórios tiveram que criar peças que ofereçam massas proporcionais a duas pessoas para testar os dispositivos de múltiplos usuários.



Massa de 100 kg
para 1 usuário



Massa de 200 kg para os
dois primeiros usuários.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

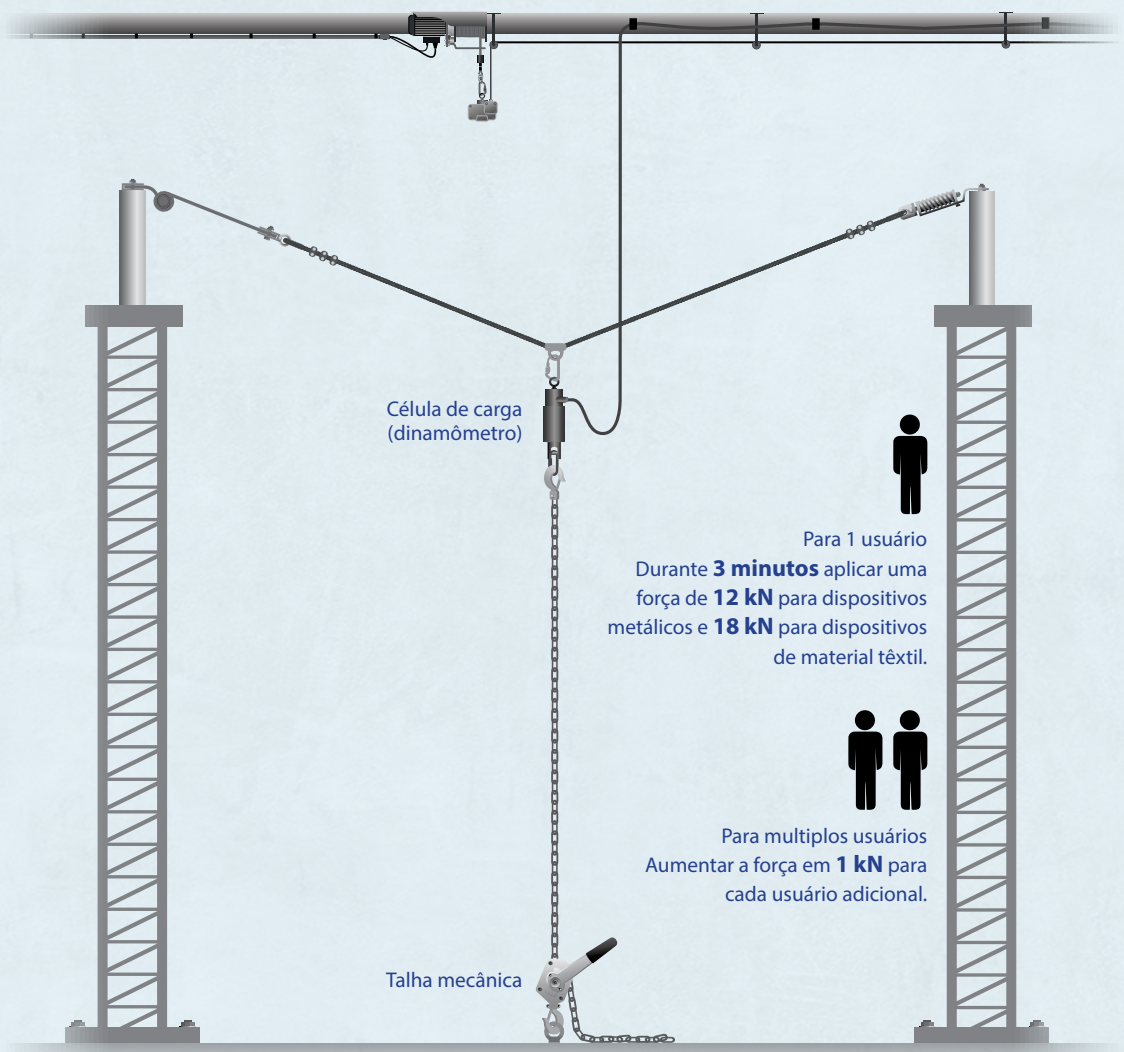
Ensaio estático

O ensaio estático visa submeter o dispositivo de ancoragem, seja ele tipo A, B, C ou D a uma determinada força por um determinado tempo. O tipo A, pela versão da norma de 2014, é considerado somente para 1 usuário, enquanto os demais tipos podem ser projetados e testados para múltiplos usuários.

O ensaio consiste em aplicar uma força de 12 kN para dispositivos destinados a um único usuário se ele for fabricado em metal e 18 kN se for fabricado de material têxtil.

Para os dispositivos projetados para múltiplos usuários deve-se acrescentar 1 kN para cada usuário adicional, cuja justificativa já foi apresentada na página 46.

Exemplo de um ensaio estático



Este cenário é meramente ilustrativo. Foram usados recursos comuns em um laboratório de ensaios, porém, a infraestrutura pode variar bastante entre um laboratório e outro. Incluindo o fato de certas estruturas de ensaio serem instaladas horizontalmente.

Os padrões de ensaio são semelhantes entre os diferentes tipos de dispositivos de ancoragem, por isso o tipo C foi selecionado para ilustrar esses padrões.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Ensaio dinâmico

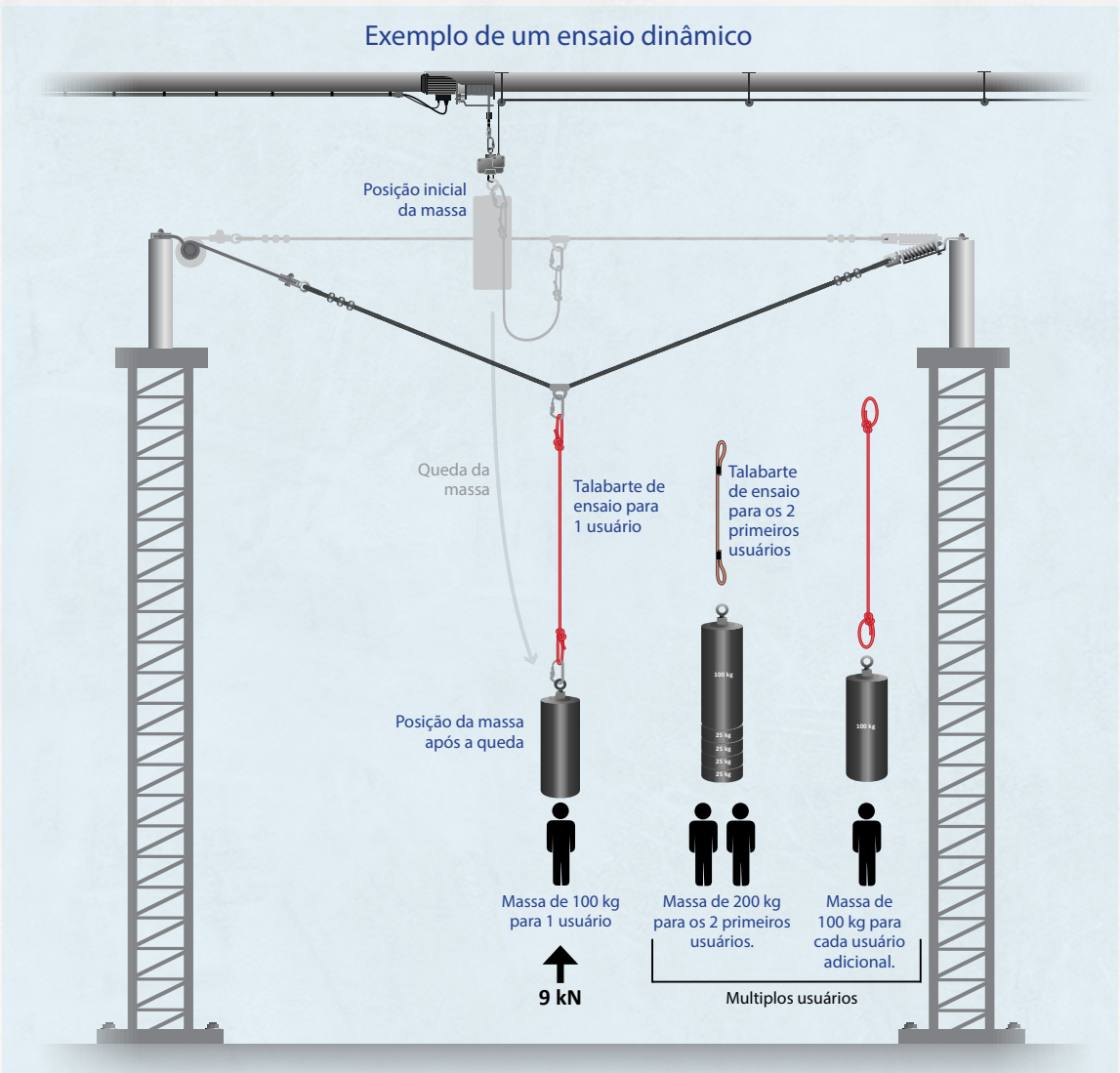
A retenção da queda da massa de ensaio ou do corpo de uma pessoa gera sobre o dispositivo de ancoragem uma grande força exercida numa fração de segundo, e essa solicitação é chamada de força de frenagem, força de impacto ou força de choque. O equipamento pode oferer uma resistência diferente quando submetido a uma força de frenagem daquela que se espera de uma solicitação estática (lenta e gradual). Por esse motivo o ensaio dinâmico é um requisito essencial para qualquer dispositivo ou sistema que vise amparar a queda de um trabalhador.

A NBR 16325, versão 2014, estabelece dois dos três fatores que determinam a força de frenagem, que é a massa e o tipo de material que deterá a queda. A massa padrão é de 100 kg por usuário e o material que deterá a queda são dois diferentes talabartes de ensaio, ambos confeccionados com um pedaço de corda dinâmica.

O fator não abordado pela norma é o fator de queda, porém, é estabelecido que a força de frenagem seja de 9 kN para 1 usuário e 12 kN para 2 usuários. Se os dois primeiros fatores estão determinados, a variável é o fator de queda, que deve ser estabelecido pelos profissionais responsáveis pelos ensaios para obter a força desejada.

Para múltiplos usuários o ensaio dinâmico determina uma massa de 100 kg para cada trabalhador, portanto, se o dispositivo de ancoragem for indicado para 1 usuário a massa de teste será de 100 kg. Para os dispositivos projetados para múltiplos usuários é utilizada uma massa de 200 kg para os dois primeiros usuários. Para um número maior de usuários as quedas são consecutivas. Isso significa que após a queda da massa de 200 kg, outras quedas com uma massa de 100 kg deverão ocorrer sucessivamente até o número total de usuários para o qual o dispositivo foi projetado.

Exemplo de um ensaio dinâmico



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

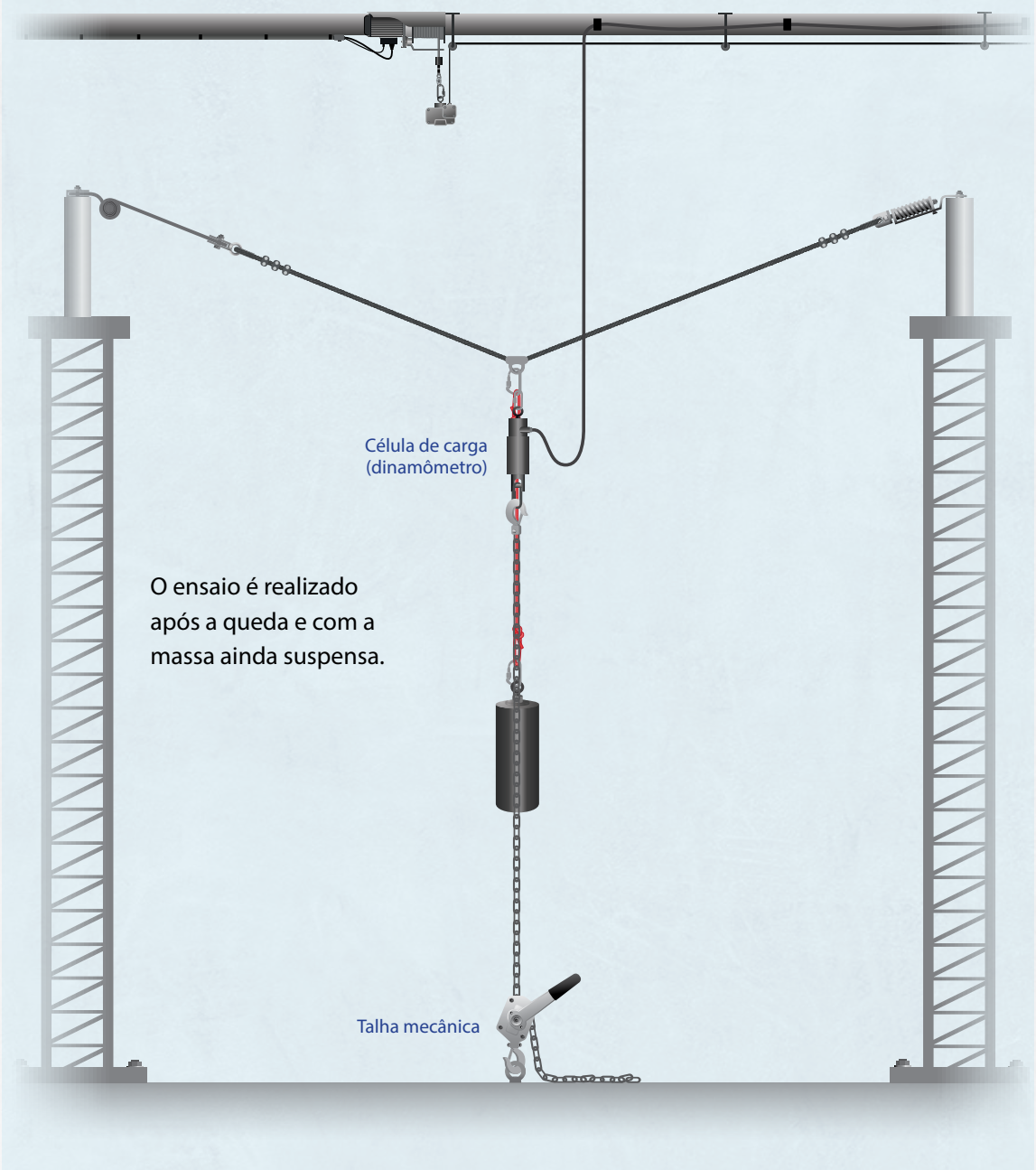
Ensaio de integridade

Esse ensaio deixa claro a preocupação do método com a segurança do usuário. Ele avalia se após a retenção de uma queda o dispositivo de ancoragem continua a oferecer integridade suficiente para manter em segurança o trabalhador até que ele saia da suspensão.

No ensaio de integridade o dispositivo é submetido a uma massa adicional, ou força equivalente, de 300 kg por 3 minutos, e é feito após o teste dinâmico e com a massa de ensaio ainda suspensa.

Para dispositivos projetados para múltiplos usuários a massa adicional deverá ser de 600 kg para os dois primeiros usuários e 150 kg para cada usuário adicional. Então, para 3 pessoas a massa, ou força equivalente, deverá ser de 750 kg, para 4 deverá ser de 900 kg e assim por diante.

Exemplo de um ensaio de integridade



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Marcações

A instalação de um dispositivo de ancoragem pode ser por um prazo indeterminado, e por isso deve oferecer a qualquer tempo meios de identificar para os usuários e os gestores a sua origem e meios de rastreabilidade.

A NBR 16325 de 2014 determina que os dispositivos de ancoragem ofereçam marcações com as seguintes informações:

- Identificação do fabricante ou importador com razão social ou nome comercial e CNPJ;
- Número do lote ou série, ou outro meio de rastreabilidade;
- Modelo ou código do produto;
- Deve informar a norma técnica a qual está em conformidade, que no caso é a NBR 16325 e o tipo de dispositivo (A,B,C ou D);
- Número máximo de trabalhadores que podem utilizar o dispositivo simultaneamente;
- Destacar a necessidade de ler o manual com o pictograma (ícone) contido na norma.



leia o manual

Pictograma padronizado pela norma para marcação nos equipamentos.

Orientações para instalação

Os dispositivos de ancoragem tipo B, que são os modelos transportáveis como tripés, cintas e fitas de ancoragem, entre outros, necessitam ser acompanhados de um manual de instruçoes de uso, e a instalação deve seguir o procedimento elaborado por um profissional de segurança do trabalho, no entanto, dispensam projetos de instalação. Quanto aos demais tipos é exigido pela norma a orientação por parte do fabricante ou do importador, em português, as orientações básicas sobre a instalação, como segue:

- Deve orientar que a instalação do dispositivo seja em conformidade com um projeto e sob responsabilidade de um profissional legalmente habilitado, pois até esse ponto percebemos a severidade que os dispositivos de ancoragem podem suportar ao reter uma queda;
- O procedimento de instalação deve seguir o projeto e deve ser realizada por um profissional capacitado, ou seja, por uma pessoa submetida a um treinamento apropriado;
- A instalação deve ser inspecionada e avaliada de forma adequada, utilizando cálculos e/ou ensaios, pois é fundamental que seja verificada a confiabilidade do sistema após a instalação. Essa confiabilidade não pode ser atribuída a um simples ato de fé ou achismos;
- É importante alertar sobre o óbvio, que um sistema somente será seguro se todos os componentes foram adequados ao projeto como a estrutura ou o substrato, a ancoragem estrutural e/ou os elementos de fixação nos quais ou através dos quais o dispositivo será instalado. Bem como a resistência dinâmica, a integridade e o(s) sentido(s) da aplicação da força para qual o dispositivo foi projetado para suportar;
- Após as instalações as marcações devem estar visíveis mesmo que seja necessário incluir outras marcações adicionais.

Documentação a ser fornecida

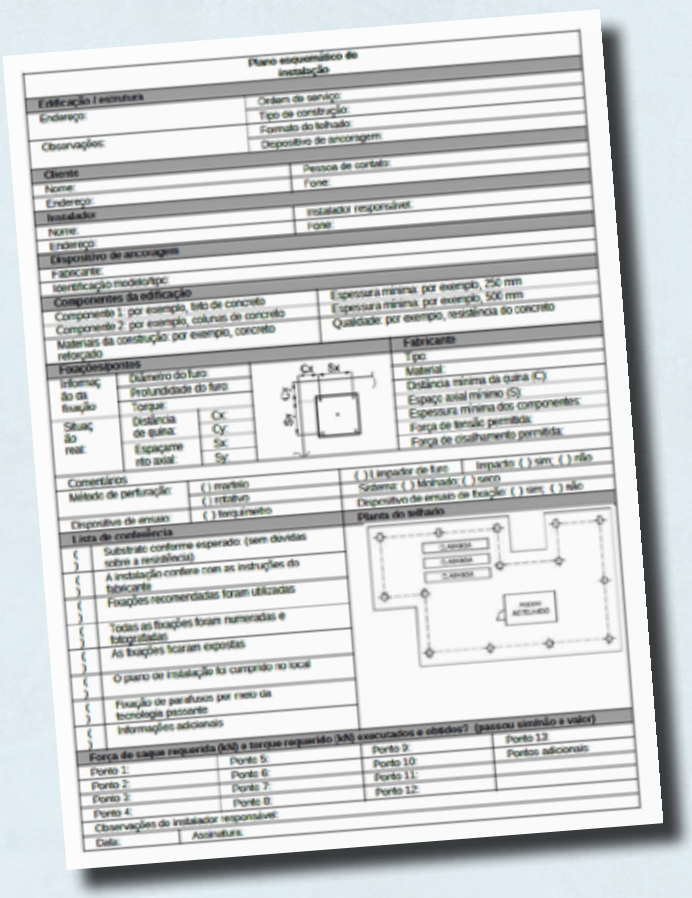
Como evidência de que a instalação do dispositivo de ancoragem foi realizada de forma correta e que o sistema que compõe a proteção individual de queda é seguro, documentos precisam ser emitidos. Essa documentação é essencial para as inspeções regulares e eventuais auditorias.

Após a instalação a documentação deve ser entregue para o usuário, que neste contexto compreende-se a empresa, o condomínio etc.

Os documentos referentes a instalação devem conter algumas informações básicas, como segue:

- Os dados de localização da instalação;
- Os dados dos responsáveis pela instalação incluindo a empresa, o profissional legalmente habilitado e o profissional encarregado pela instalação;
- Identificação do dispositivo de ancoragem e dos dispositivos de fixação;
- O plano de instalação esquemático e o projeto de instalação;
- As declarações assinadas pelo profissional legalmente habilitado constando seis informações básicas sobre a adequação das instalações.

Um modelo do plano de instalação esquemático está disponível no anexo A da norma técnica ABNT NBR 16325:2014. Este plano dever ser afixado na edificação onde o sistema de ancoragem foi instalado.



Plano esquemático de instalação

Edificação / estrutura
Endereço:
Ordem de serviço:
Tipo de construção:
Formato do telhado:
Observações:
Dispositivo de ancoragem:

Cliente
Nome:
Endereço:
Pessoa de contato:
Fone:

Instalador
Nome:
Endereço:
Instalador responsável:
Fone:

Dispositivo de ancoragem
Fabricante:
Identificação modelo/tipo:

Componentes da edificação
Componente 1: por exemplo, teto de concreto — Espessura mínima, por exemplo, 250 mm
Componente 2: por exemplo, colunas de concreto — Espessura mínima, por exemplo, 500 mm
Materiais da construção: por exemplo, concreto reforçado — Qualidade: por exemplo, resistência do concreto

Fixações pontuais
Informação da fixação: Diâmetro do furo; Profundidade do furo; Torque
Situação real: Distância de quina: Cx, Cy; Espaçamento axial: Sx, Sy
Fabricante
Tipo:
Material:
Distância mínima da quina (C):
Espaço axial mínimo (S):
Espessura mínima dos componentes:
Força de tensão permitida:
Força de cisalhamento permitida:

Comentários
Método de perfuração: ( ) martelo ( ) rotativo ( ) torquímetro
( ) Limpador de furo: Impacto: ( ) sim; ( ) não
Sistema: ( ) Molhado; ( ) seco
Dispositivo de ensaio: ( ) sim; ( ) não

Lista de conferência
( ) Substrato conforme esperado (sem dúvidas sobre a resistência)
( ) A instalação confere com as instruções do fabricante
( ) Fixações recomendadas foram utilizadas
( ) Todas as fixações foram numeradas e fotografadas
( ) As fixações ficaram expostas
( ) O plano de instalação foi cumprido no local
( ) Fixação de parafusos por meio da tecnologia passante
( ) Informações adicionais

Planta do telhado

Força de saque requerida (kN) e torque requerido (Nt) executados e obtidos? (passou sim/não e valor)
Ponto 1: Ponto 5: Ponto 9: Ponto 13:
Ponto 2: Ponto 6: Ponto 10: Pontos adicionais:
Ponto 3: Ponto 7: Ponto 11:
Ponto 4: Ponto 8: Ponto 12:
Observações do instalador responsável:
Data: Assinatura:

Modelo do plano de instalação esquemático disponível no anexo A da ABNT NBR 16325:2014

WRX

Soluções para Trabalho em Altura



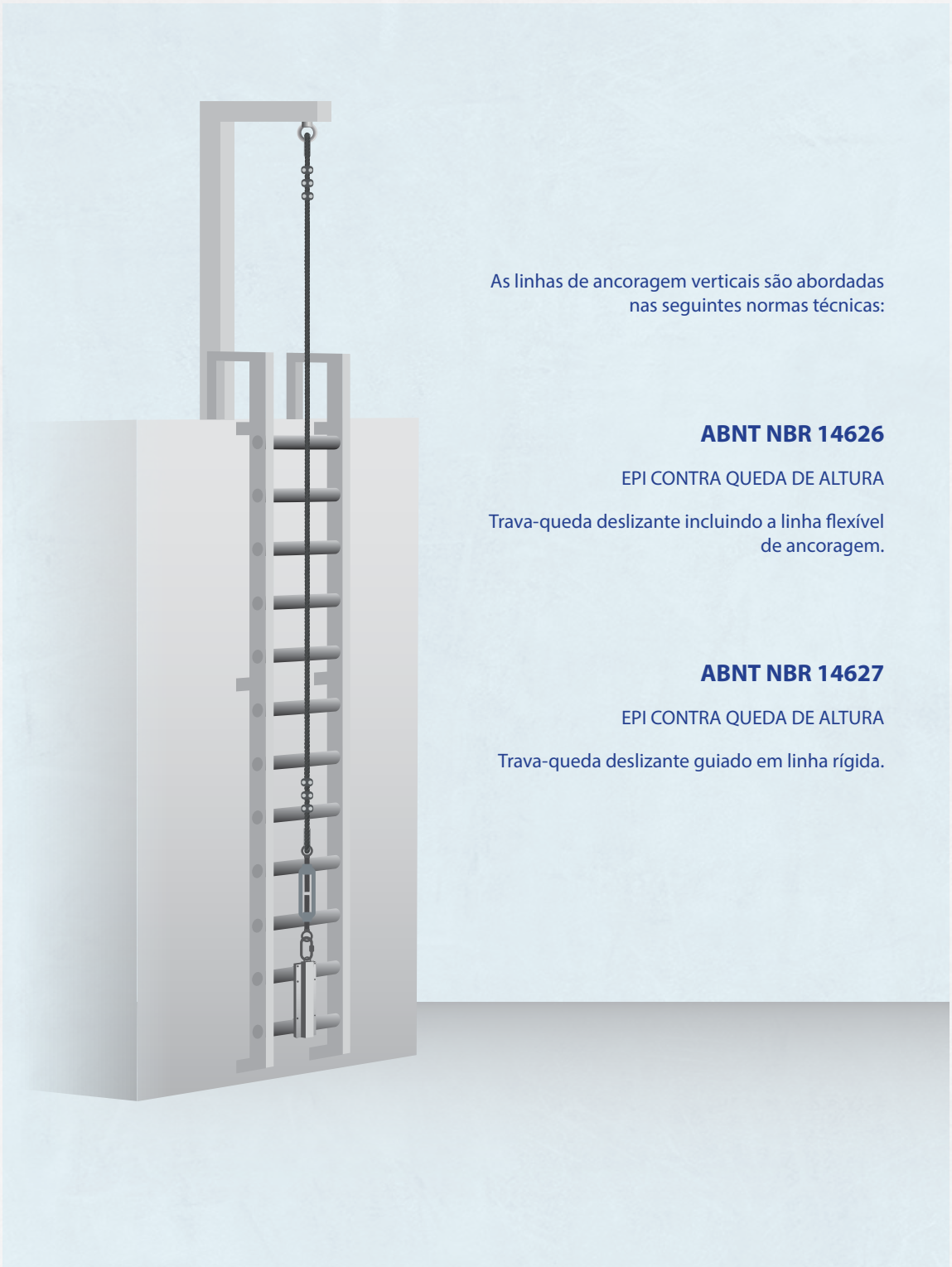
(35) 3697-1300

www.wrx.com.br

CAPÍTULO 3
Linhas de ancoragem verticais

Linhas de ancoragem verticais

As linhas de ancoragem verticais compõem os conjuntos de trava-quedas deslizantes, e se dividem em linhas flexíveis e linhas rígidas. Cada uma delas é abordada em uma norma técnica específica, como segue:



As linhas de ancoragem verticais são abordadas nas seguintes normas técnicas:

ABNT NBR 14626

EPI CONTRA QUEDA DE ALTURA

Trava-queda deslizante incluindo a linha flexível de ancoragem.

ABNT NBR 14627

EPI CONTRA QUEDA DE ALTURA

Trava-queda deslizante guiado em linha rígida.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.



Alertas

O propósito deste manual não é transcrever todo o conteúdo da normas técnicas ABNT NBR 14626 e 14627. Com foco nos usuários foi selecionado o conteúdo que se julgou mais relevante. As normas, na integra, estão disponíveis no catálogo da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A versão da norma NBR 14626 é de 2020. A versão vigente da norma NBR 14627, no momento de produção deste manual, é a de 2010 por ainda estar em processo de atualização.

Os ensaios descritos a seguir somente devem ser aplicados em um ambiente de laboratório com equipamentos novos e que serão descartados após os testes.

Trava-queda deslizante

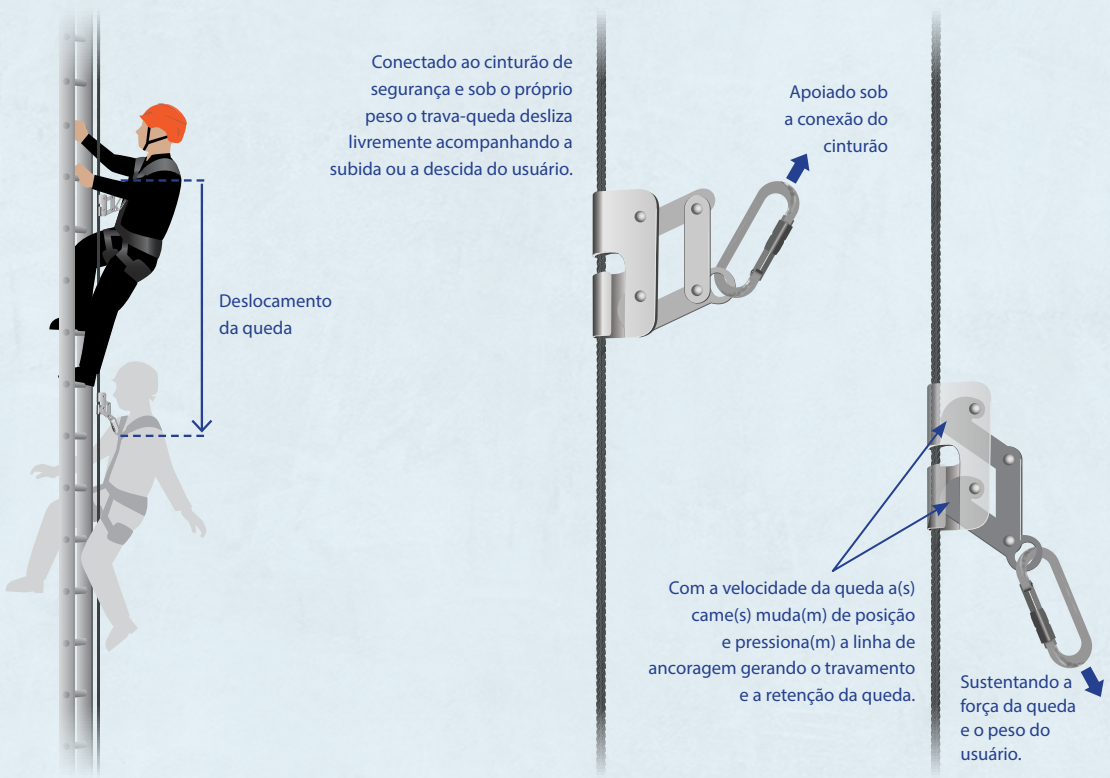
O foco deste manual são as linhas de ancoragem, contudo, é essencial que a abordagem das linhas verticais comece com a apresentação dos trava-quedas deslizantes.

Um trava-queda deslizante é um equipamento de proteção individual projetado para deslizar sobre uma guia. Os conjuntos são específicos, existindo modelos próprios para cabos de aço, para cordas ou para trilhos metálicos.

Os trava-quedas são projetados para funcionarem em um tipo específico de linha de ancoragem.



Um trava-queda deslizante é conectado a uma guia e ao cinturão de segurança tipo paraquedista do usuário. Ele deve acompanhar os movimentos do trabalhador, seja subindo ou descendo, sem interferir nesses movimentos, no entanto, caso haja a queda ele deve travar sem a necessidade do acionamento pelo usuário.



A vinculação do trava-queda vai além do tipo. O fabricante deve informar a marca e o modelo da guia que deve ser utilizada conjuntamente com o trava-queda. Para enfatizar a importância dessa vinculação, vale comentar que num passado recente tomou-se conhecimento de ocorrências em que fabricantes de trava-quedas encomendavam o projeto e a fabricação de modelos específicos de cordas apenas para o ensaio de laboratório, sem a intenção de fornecer essa corda para o comprador do trava-queda. O motivo era o fato de o equipamento falhar com todas os modelos de cordas disponíveis no mercado, e sem alertar os usuários desse fato. Para solucionar esse problema passou a ser exigido que o fabricante especifique a marca e modelo da guia compatível com o trava-queda que ele fornece.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Norma técnica ABNT NBR 14626

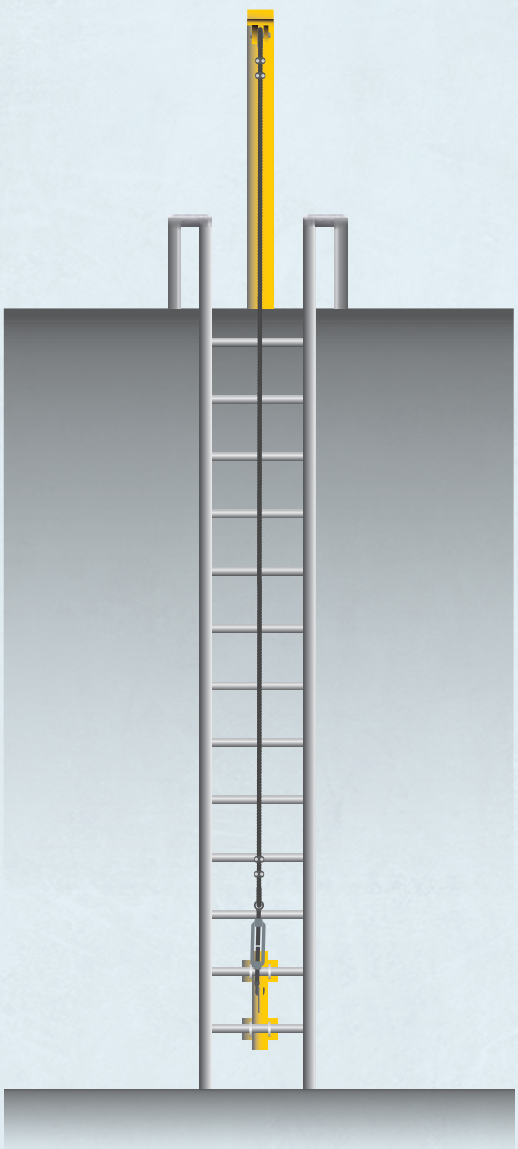
A norma técnica ABNT NBR 14626, versão do ano de 2020, cujo título é Equipamento de proteção individual contra queda de altura – Trava-queda deslizante incluindo a linha flexível de ancoragem, aborda os requisitos mínimos de funcionalidade e as metodologias de ensaio para avaliar a conformidade do conjunto a esses requisitos.

O critério usado para definir o que é uma linha de ancoragem vertical flexível ou uma rígida é diferente da norma NBR 16325 que trata dos dispositivos de ancoragem. Para as linhas verticais o critério é o limite de movimentação lateral da linha de ancoragem. Na linha flexível a exigência é de ser fixada na parte superior, deixando livre a extremidade inferior, o que não impede os movimentos laterais. Já a linha rígida se diferencia por limitar esses movimentos laterais.

As linhas de ancoragem **flexíveis** são fixadas na parte superior e não há impedimentos para a movimentação lateral.
Este tipo de linha é normatizada pela NBR **14626**.



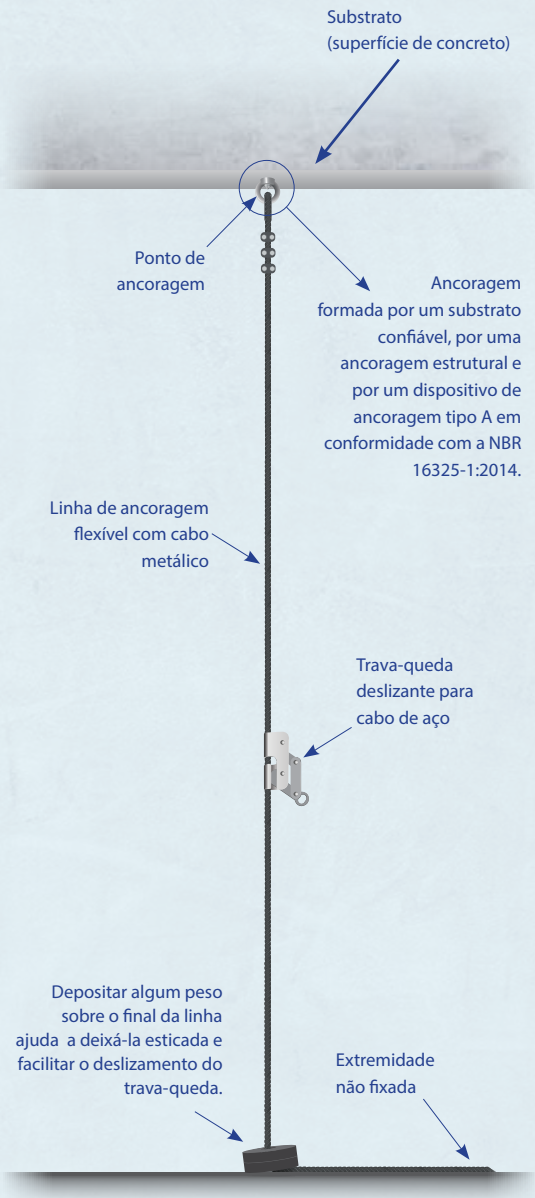
As linhas de ancoragem rígidas são abordadas em uma outra norma técnica e se caracterizam por limitar os movimentos laterais.

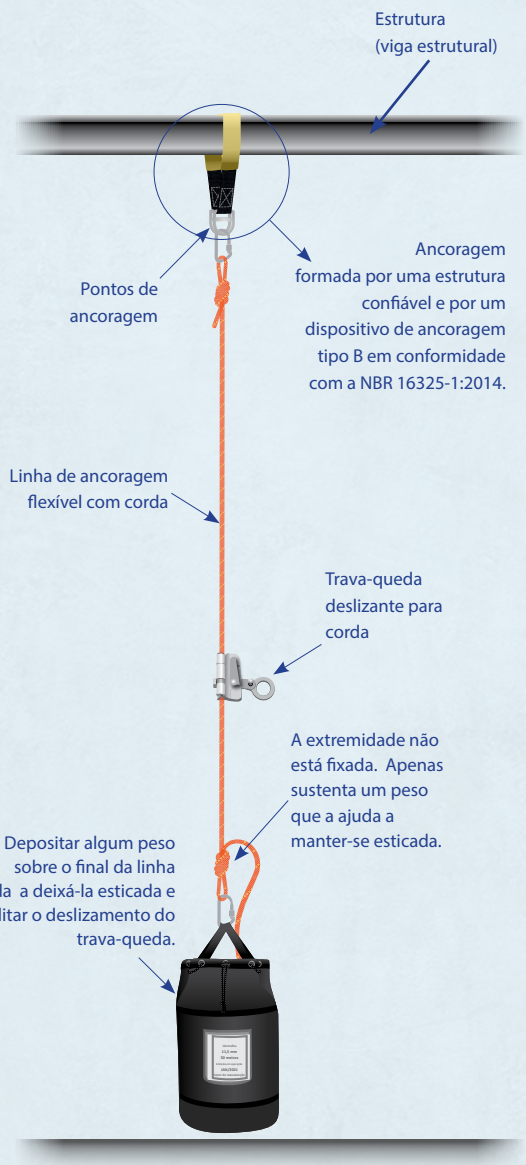


Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

A norma técnica define uma linha de ancoragem flexível como um dispositivo formado por uma corda de fibras sintéticas ou um cabo metálico fixado em um ponto de ancoragem superior.

Exemplos de linhas de ancoragem verticais flexíveis



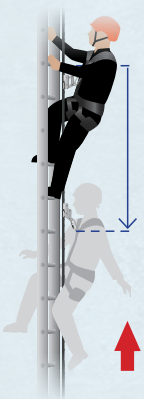


Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Desempenho

O conjunto trava-queda deslizante em linha de ancoragem vertical flexível é projetado, fabricado e instalado para amparar uma eventual queda de um trabalhador. Considerando esse propósito, o desempenho mínimo esperado desse conjunto é reter a queda numa distância de no máximo 2 metros e gerando sobre o corpo do trabalhador uma força máxima de 6 kN.

Considera-se esses valores como desempenho mínimo porque o ideal é que o conjunto consiga parar a queda de uma pessoa numa distância menor (a menor possível) e com uma força de frenagem menor (a menor possível).



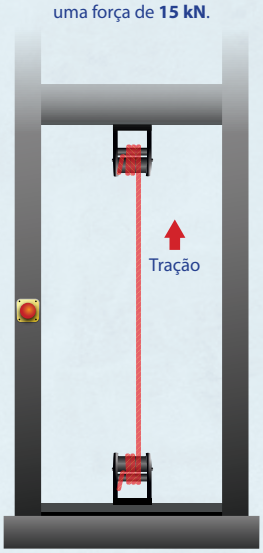
A distância da queda deve ser de no máximo **2 metros**.
Obs.: Um equipamento de melhor desempenho reterá a queda numa distância menor.

A força de frenagem deve ser de no máximo **6 kN.**
Obs.: Um equipamento de melhor desempenho reterá a queda gerando uma força menor.

Resistência estática

As linhas de ancoragem passam por ensaios de resistência estática, sendo submetidas a determinadas forças por um tempo de 3 minutos. As linhas de fibras sintéticas devem resistir a uma força de 22 kN sem terminações e 15 kN com terminações (ex: nós; laços costurados). Os cabos metálicos devem suportar uma força de 15 kN. E o conjunto linha de ancoragem e trava-queda devem resistir a uma força de 15 kN.

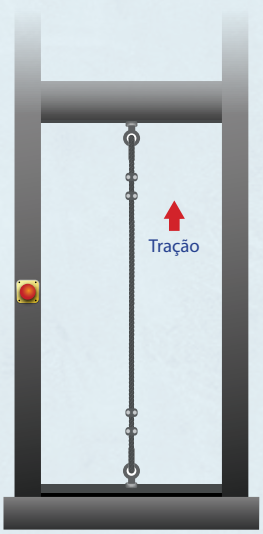
As linhas de ancoragem com cordas sem terminações devem resistir a uma força de **22 kN** durante 3 minutos. Com terminações devem resistir a uma força de **15 kN**.



Exemplo de uma terminação numa linha de ancoraem com corda.



As linhas de ancoragem com cabos metálicos devem resistir a uma força de **15 kN** durante 3 minutos.



O conjunto trava-queda e linha de ancoragem deve resistir a uma força de **15 kN** por 3 minutos, seja a linha com corda ou cabo metálico.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Ensaio dinâmico

Quanto ao desempenho dinâmico da linha de ancoragem flexível e do trava-queda deslizante, a NBR 14626 determina como valores máximos 2 metros de distância de queda e 6 kN de força de frenagem.

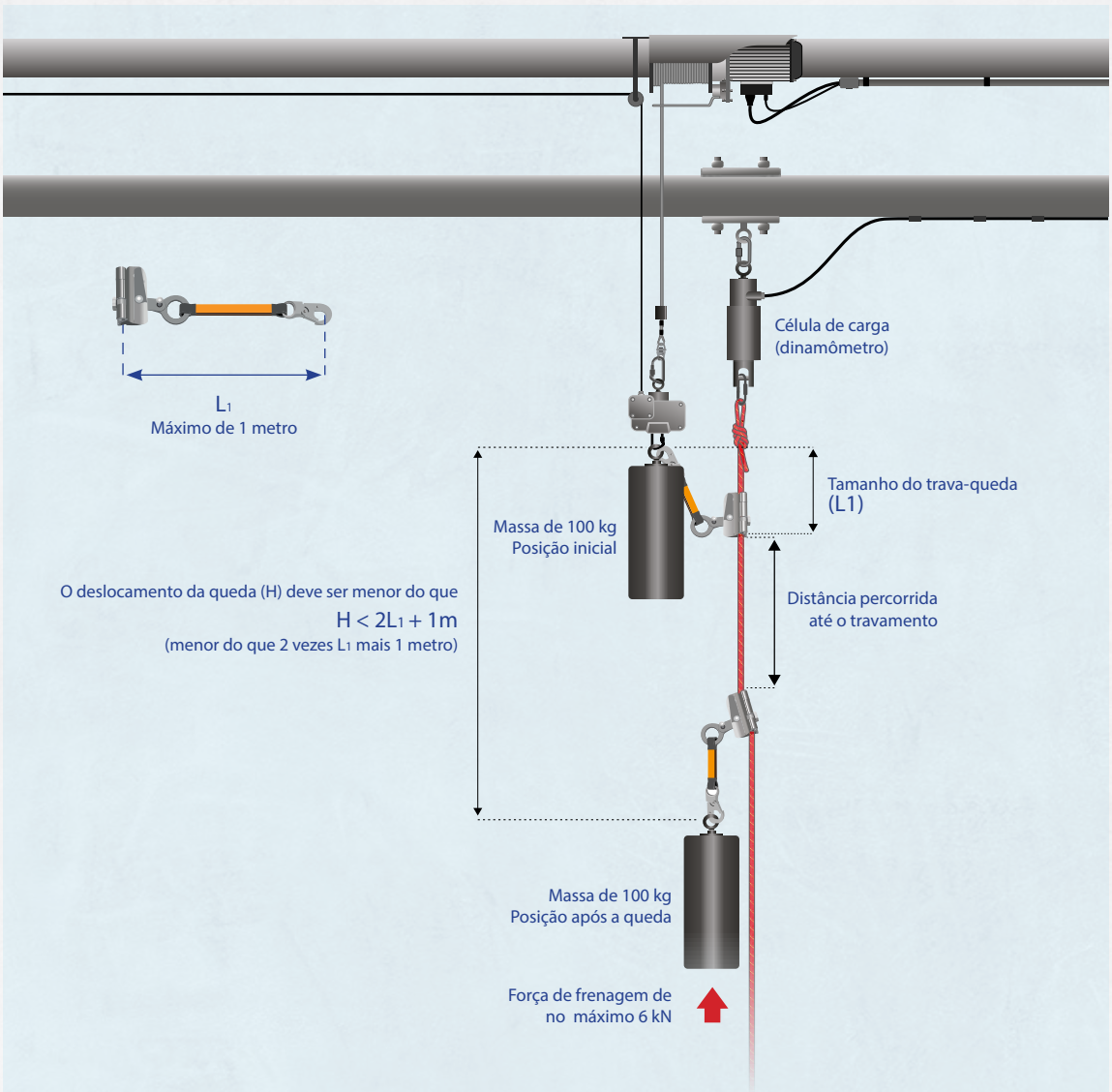
O conjunto trava-queda, extensor e conector devem apresentar um comprimento máximo de 1 metro. Esse comprimento recebe o símbolo de L_1. Embora a norma permita um conjunto nesse comprimento, na prática os trava-quedas costumam apresentar extensores pequenos, pois ajuda a garantir um deslocamento de queda de no máximo 2 metros e uma força máxima de 6 kN.

Com ou sem o extensor, a linha de ancoragem e o trava-queda deslizante são submetidos a um ensaio dinâmico que consiste em reter a queda de uma massa de 100 kg.

A massa é posicionada acima do trava-queda e depois liberada para gerar a queda. A distância da queda é determinada por dois fatores, que inclui o comprimento do trava-queda (com ou sem extensor) e o quanto o trava-queda desliza sobre a linha de ancoragem até travar.

O deslocamento de queda, denominada como H, deve ser menor do que duas vezes o tamanho do trava-queda mais 1 metro. Portanto, se um trava-queda com extensor apresentar o comprimento de 0,5 metro, a distância da queda (H) deverá ser menor do que 2 metros.

A força de frenagem tem que ser de no máximo 6 kN, e para garantir esse resultado a norma técnica prevê o uso opcional de um absorvedor de energia instalado como extensor do trava-queda ou instalado na linha de ancoragem.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Norma técnica ABNT NBR 14627

A ABNT NBR 14627, versão de 2010, cujo título é Equipamento de proteção individual contra queda de altura - Trava-queda deslizante guiado em linha rígida, define uma linha de ancoragem rígida de forma vaga. A norma apenas esclarece que uma linha rígida deve ser fixada de uma forma que limite os movimentos laterais, mas sem especificar esse limite.

No tópico sobre generalidades há alguns esclarecimentos adicionais a respeito da linha de ancoragem rígida vertical, onde orienta a fixar a linha na estrutura em intervalos estabelecidos (múltiplos pontos de fixação). Quando a linha de ancoragem é construída com um cabo metálico, a orientação é para que ele seja fixado firmemente e tensionado sobre a estrutura. Obviamente isso somente é possível se o cabo for fixado nas duas extremidades, ou seja, na parte superior e na parte inferior. Pode ser previsto no projeto a necessidade da instalação de limitadores de movimento lateral a intervalos regulares ao longo de cabos metálicos de comprimento longo.

> **Nota:** a versão atualizada dessa norma, na qual uma comissão de estudos está trabalhando no momento de produção deste manual, pode vir a estabelecer um valor de tensão para o cabo metálico utilizado como linha de ancoragem vertical rígida.

Exemplos de linhas de ancoragem verticais rígidas



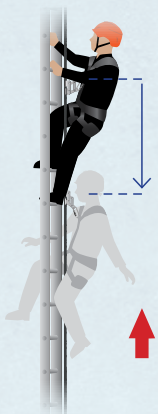
Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Desempenho

A NBR 14627 impõe um deslocamento de queda muito menor quando comparado com o exigido para os trava-quedas de linha flexível. A distância H deve ser de no máximo 1 metro. Isso significa que o travamento precisa ocorrer numa distância menor e que o tamanho do extensor, se houver, também deve ser limitado.

Por causa desse valor reduzido do deslocamento H, a maioria dos modelos de trava-quedas disponíveis no mercado brasileiro contam apenas com um conector entre o trava-queda e o cinturão de segurança do usuário. Isso gera, em alguns casos, um problema ergonômico, já que obriga o corpo do usuário a ficar muito próximo da linha de ancoragem. Se a instalação da linha de ancoragem não estiver no centro, por exemplo, for instalada na lateral da escada, cria-se uma situação que costuma induzir o usuário a cometer um erro grave que é usar o talabarte como extensor entre o cinturão e o trava-queda, gerando um deslocamento de queda (H) muito acima do que o trava-queda foi projetado e testado para suportar, além de aumentar drasticamente a zona livre de queda requerida. Em consequência de tudo isso é esperado também que a força de frenagem ultrapasse o limite de 6 kN.

Nas condições adequadas, assim como ocorre com outros sistemas de retenção de queda, o conjunto trava-queda e linha de ancoragem rígida, ao reter a queda do usuário, deve gerar uma força que não exceda os 6 kN.



A distância da queda (deslocamento H) deve ser de no máximo **1 metro**.
Obs.: Um equipamento de melhor desempenho reterá a queda numa distância menor.

A força de frenagem deve ser de no máximo **6 kN.**
Obs.: Um equipamento de melhor desempenho reterá a queda gerando uma força menor.

Resistência estática



O conjunto trava-queda e linha de ancoragem rígida deve resistir a uma força de **15 kN** durante 3 minutos.

Diferentemente da norma sobre linhas flexíveis, a NBR 14627 não exige o ensaio das linhas de ancoragem separadamente. O ensaio estático é realizado com o conjunto linha de ancoragem e trava-queda.

O conjunto deve suportar uma força de 15 kN por três minutos para ser aprovado.

Nota: A versão da norma fruto da atualização que está sendo realizada deverá incluir vários novos tópicos ao ensaio estático, estendendo e detalhando os métodos.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Ensaio dinâmico

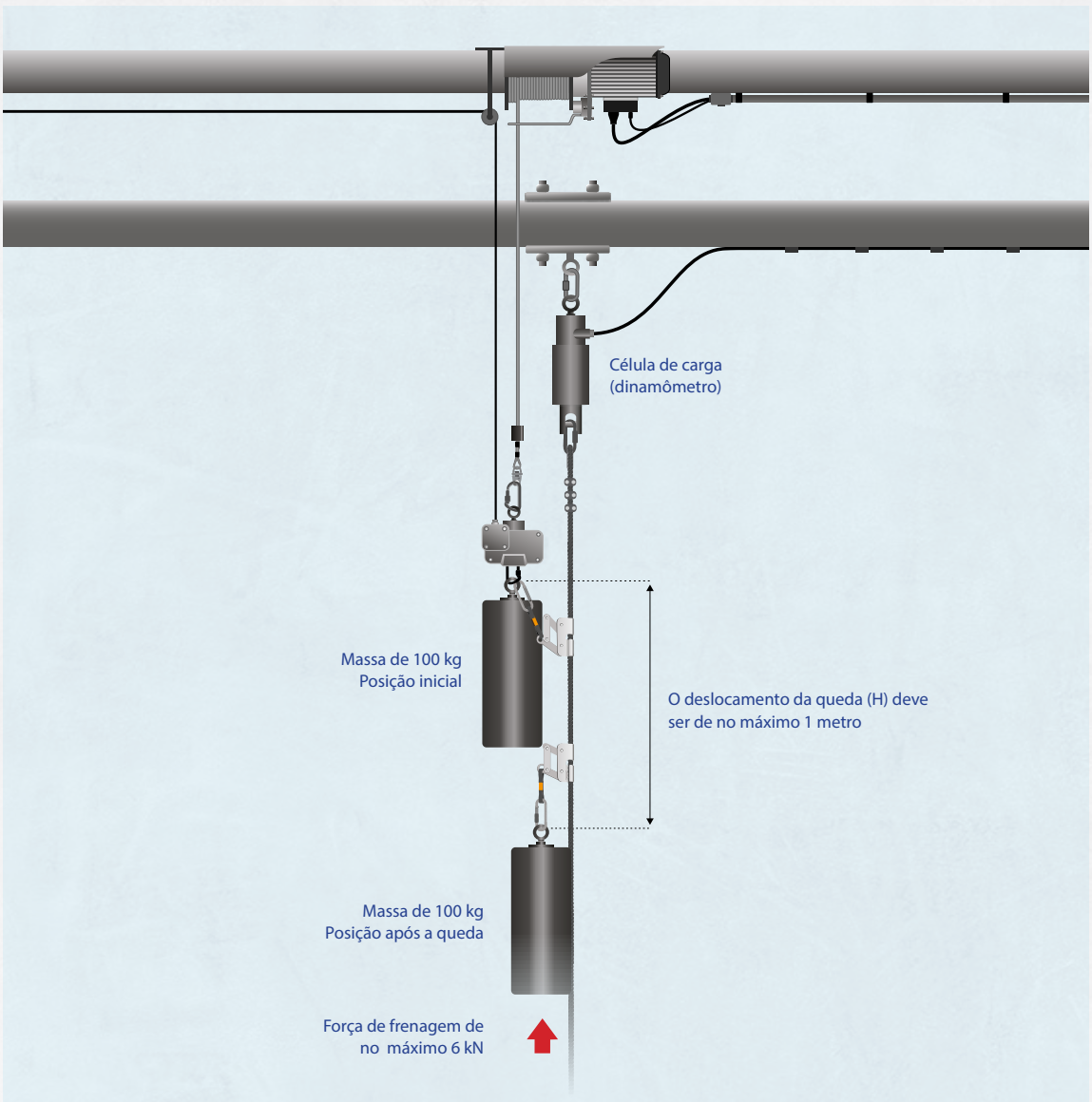
A versão vigente da NBR 14627 no momento da produção desta obra é a de 2010. E esta versão estabelece um ensaio para avaliação do desempenho dinâmico do trava-queda com linha de ancoragem rígida razoavelmente semelhante ao da norma de linhas verticais flexíveis.

O conjunto trava-queda e linha rígida é submetido a retenção de uma massa de 100 kg e avaliado quanto ao espaço de deslocamento H e a força de frenagem.

A NBR 14627 determina um deslocamento H de no máximo 1 metro e a força de frenagem de no máximo 6 kN. Obviamente que qualquer equipamento que apresente um descolamento menor e uma força menor oferecerá mais eficiência.

Existem dois métodos que podem ser utilizados pelo laboratório de ensaios para as avaliações de deslocamento e força, cuja diferença principal está na posição da célula de força (dinamômetro). A célula pode ser instalada na extremidade superior da linha de ancoragem ou pode ser instalada entre o trava-queda e a massa de ensaio. Abaixo a ilustração representa o primeiro método descrito.

> **Nota:** A versão atualizada que está sendo produzida oferecerá várias novidades sobre o desempenho estático e dinâmico. Para destacar alguns podemos citar a possibilidade do ensaio de equipamentos com material têxtil (não metálico) para a resistência a 22 kN de força. Também a inclusão de testes de função com a queda para trás e com a queda lateral.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

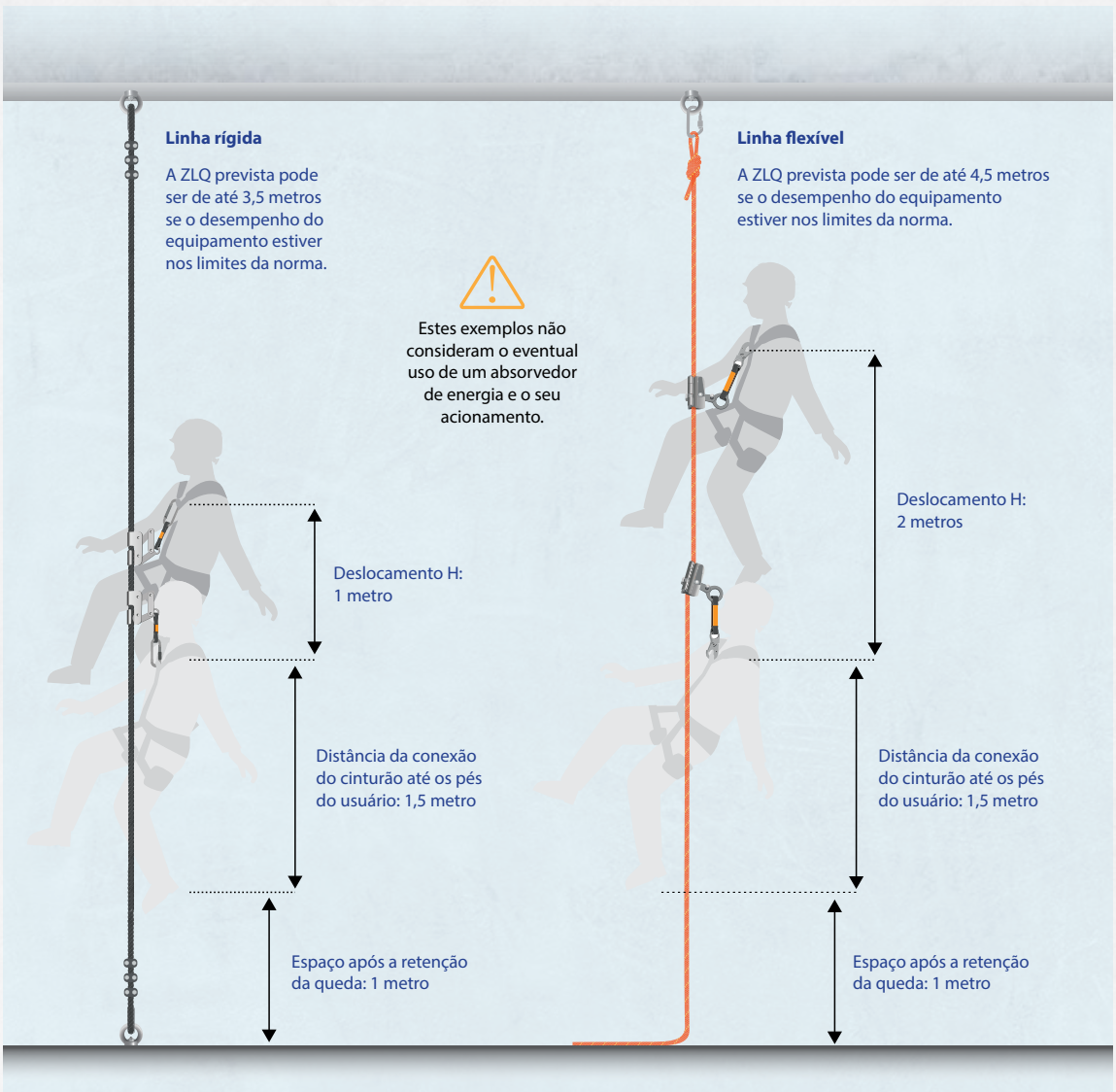
ZLQ para trava-queda deslizante

A Zona Livre de Queda (ZLQ), abordada na página 30, costuma ser muito frequentemente negligenciada no uso do trava-queda deslizante, seja ele com linha flexível ou rígida, o que gera uma situação grave de risco.

É muito comum existirem instalações de linhas de ancoragens verticais em locais com poucos metros de altura, sem considerar a zona livre de queda requerida por esses sistemas. É admissível pelas normas que a altura da queda de um usuário possa ser de até 2 metros em linhas flexíveis e de até 1 metro em linhas rígidas. Se adicionarmos os demais valores que devem ser incluídos no cálculo da zona livre de queda chegamos a um valor de ZLQ entre 3,5 e 4,5 metros. E ainda há a abertura do absorvedor de energia (se houver) que pode acrescentar até 1,7 metros ao valor da ZLQ. Isso significa que se a pessoa cair e a zona livre de queda disponível (espaço entre o trabalhador e o piso) for menor, ele sofrerá um impacto contra o chão.

E para agravar a situação é relativamente comum trabalhadores conectarem o talabarte no trava-queda. Isso aumenta em alguns metros a zona livre de queda requerida, e mesmo que o trabalhador não se choque contra o chão, há a possibilidade de o sistema colapsar.

Essa situação demonstra que a segurança contra quedas de altura não se restringe apenas a fornecer ou instalar recursos de proteção. Se esses recursos não forem fruto de uma avaliação, de um planejamento e de um projeto adequado podem não ser eficientes e podem não evitar o acidente.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

ESPECIALISTAS EM PREVENÇÃO DE QUEDAS

DOIS DEZ









NOSSOS SERVIÇOS

- Linha de Vida para telhado
- Fabricação e Instalação de Sistemas de Ancoragem
- Trilhos Rígidos, Escada Marinheiro, Olhal de Ancoragem
- Canal de Vendas ao Profissional
- Inspeções Periódicas

(19) 3849 2224 (19) 99881 9381 doisdez.com.br @doisdez /doisdezindustrial

CAPÍTULO 4

Sistemas de ancoragem

Sistemas de ancoragem

Aplicação

É importante lembrar que todo o conteúdo deste manual, bem como o das normas referenciadas nele, é direcionado para os sistemas de proteção individual contra queda de altura. Não são consideradas outras aplicações como atividades esportivas, sistemas de proteção coletivas, içamento de cargas, entre outros.

Um sistema de ancoragem forma a tríade do sistema individual de proteção contra queda de altura, formada também pelo cinturão de segurança tipo paraquedista (EPI) e o elemento de ligação (talabarte, trava-queda etc.).

Uma realidade preocupante

No cotidiano dos trabalhos em altura no nosso país observa-se com muita preocupação a falta de prevenção contra acidentes. Muitas das situações perigosas acontecem a olhos vistos, em vias de grande circulação de pessoas, onde qualquer um pode observar a falta de segurança.

Além das situações extremas, como a falta do uso de equipamentos de proteção, infelizmente também é corriqueiro o flagrante do trabalhador estar equipado com um cinturão de segurança e um talabarte e não estar conectado a um ponto de ancoragem. Ou estar conectado à alguma superfície ou estrutura de aparência frágil.

Mesmo quando um sistema de ancoragem apresenta uma aparência robusta ele pode, na verdade, não oferecer a resistência necessária para suportar a força da queda de um trabalhador. A única forma de garantir que uma ancoragem de fato oferece a resistência requerida é através de uma inspeção e análise cuidadosa, que pode envolver até mesmo a necessidade de testes. Se não há documentos que ofereçam informações sobre o projeto, o histórico da instalação, as características técnicas da estrutura, das ancoragens estruturais e dos dispositivos de ancoragem, uma mera inspeção visual não bastará.

Para tentar corrigir esses problemas e garantir a segurança efetiva dos trabalhadores, no ano de 2014 foi publicado o Anexo II da Norma Regulamentadora número 35, que aborda os sistemas de ancoragem. Juntamente com um conjunto de normas técnicas, o Anexo II da NR 35 orienta sobre um processo de avaliação, projeto, instalação, inspeção, controle e rastreabilidade que permite a comprovação de que um sistema de ancoragem é, de fato, seguro.

A complexidade do tema

Uma realidade que torna o tema tão complexo é a grande variedade de situações que podem ser caracterizadas como trabalho em altura. São muitos os diferentes ambientes, estruturas e máquinas que podem oferecer o risco de queda para os trabalhadores.

As atividades também variam, como a construção, a manutenção e a limpeza de edificações, as cargas e descargas de caminhões, a construção e a manutenção de torres de telecomunicações, de torres eólicas, de torres de transmissão de energia elétrica, as atividades em espaços confinados, as atividades em plataformas de exploração de petróleo, as operações de resgate (salvamento), os meios de evacuação em emergências, e isso tudo somente para listar uns poucos exemplos.

Os meios de acesso e posicionamento para trabalho também variam bastante como escadas verticais fixas, escadas portáteis, andaimes, balancins, plataformas elevatórias, acesso por cordas, entre outros.

Tarefas diferentes em um mesmo ambiente podem exigir soluções distintas. Por exemplo, uma determinada tarefa realizada em uma estrutura alta pode permitir sem restrições o uso de uma linha de ancoragem com

material têxtil, no entanto, uma outra tarefa realizada no mesmo local mas que envolva, por exemplo, trabalho a quente ou o uso de produtos químicos pode proibir o uso de equipamentos de fibras sintéticas, exigindo o emprego de uma outra solução para a proteção contra queda.

Essa realidade não permite soluções padronizadas que se ajustem a todas as situações. Cada caso é um caso, e exige um planejamento baseado numa avaliação responsável das condições e dos riscos pertinentes a cada ambiente e tarefa.

Sistemas de ancoragem

Um sistema, por definição, é um conjunto de elementos interligados e que interagem entre si para formar um todo que irá desempenhar uma função.

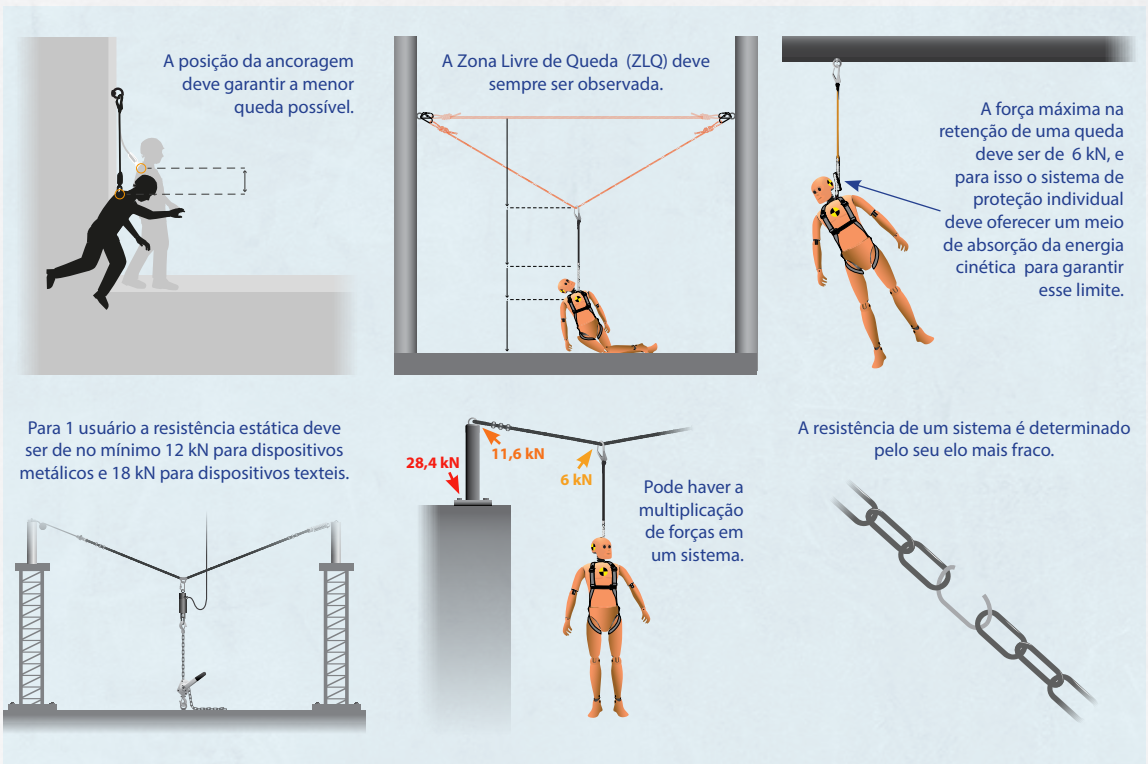
Um sistema de ancoragem envolve como primeiro elemento a superfície na qual os demais componentes serão instalados. Chamada de substrato ou de estrutura a superfície pode ser uma parede de concreto, uma parede de alvenaria, uma estrutura de aço, uma superfície natural como uma rocha, entre muitos outros exemplos. É um elemento que sempre deve ser avaliado para se ter certeza de que é resistente o suficiente para suportar as forças geradas pela queda de um ou mais trabalhadores.

Outros elementos como a ancoragem estrutural, os elementos de fixação e o dispositivo de ancoragem podem formar o que chamamos de um sistema de ancoragem.

Fundamentos

Nos três primeiros capítulos foram oferecidas informações que compõem os fundamentos necessários para compreender as necessidades e as exigências normativas para o projeto, a instalação e o uso dos sistemas de ancoragem.

Vale relembrar os mais importantes.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

O projeto

Avaliação

A avaliação de riscos é o tópico obrigatório na gestão de segurança de qualquer rotina de trabalho que apresente fontes de perigo para o trabalhador. E não é diferente para o trabalho em altura.

O ideal é que uma avaliação de riscos possa contar com alguma documentação como projetos e plantas, como também contar com a participação de todos os envolvidos com o local e com a tarefa. Por exemplo, uma boa equipe de avaliação pode incluir representantes da área de engenharia, de operação, de manutenção, da segurança do trabalho, da brigada e/ou da equipe de resgate e, se for o caso, da empresa terceirizada.

Uma avaliação responsável tem que conseguir perceber todos os riscos que um ambiente e uma atividade podem oferecer, principalmente aqueles que não são facilmente percebidos, pois não são aparentes.

Nas preparações para o trabalho em altura, a avaliação de riscos precisa ir além dos riscos percebidos no ambiente e na execução da tarefa, é preciso prever os eventuais problemas para os equipamentos de segurança e antecipar o desempenho do sistema de proteção caso a queda aconteça. Por exemplo, não basta amarrar um sujeito e esperar que ele não bata no chão. E se esse sistema, mal planejado, fizer com que o trabalhador caia em pêndulo e se choque contra uma parede, uma coluna ou uma máquina? E se a zona livre de queda foi observada, mas o local não foi isolado e por causa disso no momento da queda há um veículo estacionado embaixo, sobre o qual o trabalhador irá se chocar? Muitas coisas podem dar errado se não forem previstas e controladas.

Sobre os sistemas de ancoragem muitas coisas precisam ser analisadas. O sistema será instalado provisoriamente, apenas para atender a uma necessidade imediata ou será um sistema permanente? Essa decisão determina várias características técnicas para o conjunto de equipamentos e padrões diferentes de procedimentos.

A ancoragem irá compor o sistema de restrição de movimento, de retenção de queda ou de posicionamento de trabalho?

Um bom planejamento depende de uma boa avaliação, portanto, esta é uma etapa de grande importância.

Considerações

Sempre que possível, utilizando soluções administrativas e de engenharia, o trabalho em altura deve ser evitado.

Se o trabalho em altura é inevitável, priorize o uso das proteções coletivas como tampões para cobrir buracos, portas provisórias para acessos a poços enquanto as definitivas não estiverem instaladas, guarda-corpos, redes de proteção, entre outros.

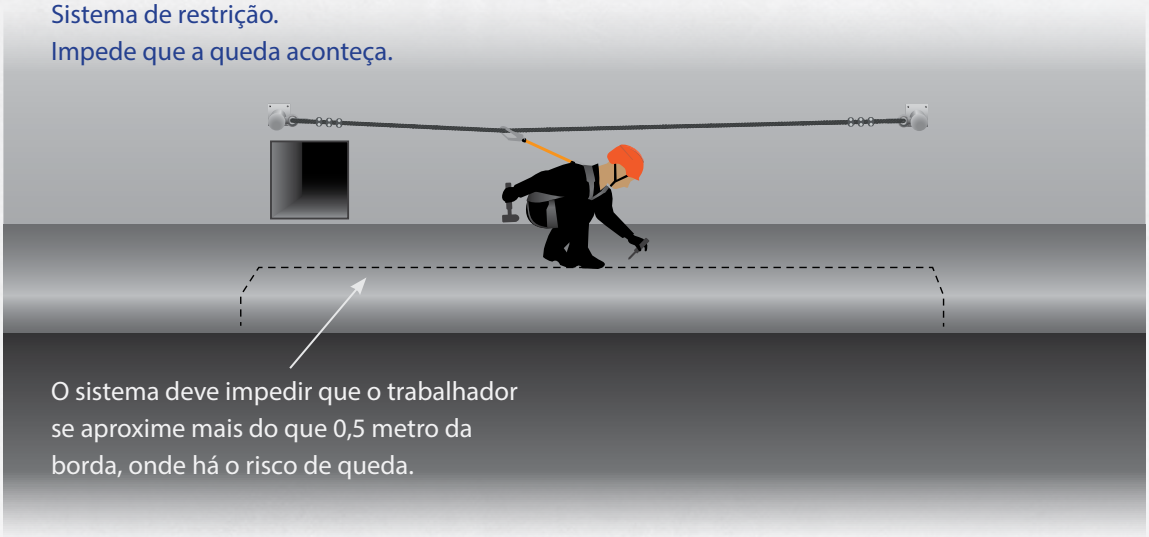
Se as proteções coletivas ainda não estiverem instaladas ou não forem consideradas suficientes para a segurança dos trabalhadores as medidas de ordem individual deverão ser adotadas.

Nas medidas de ordem individual a prioridade deve ser o uso de sistemas que impeçam a queda de acontecer, como os sistemas de restrição de movimento, que não permitem o trabalhador alcançar a zona de perigo.

Se é impossível evitar uma eventual queda, o sistema precisa ser planejado para que a queda seja a menor possível.

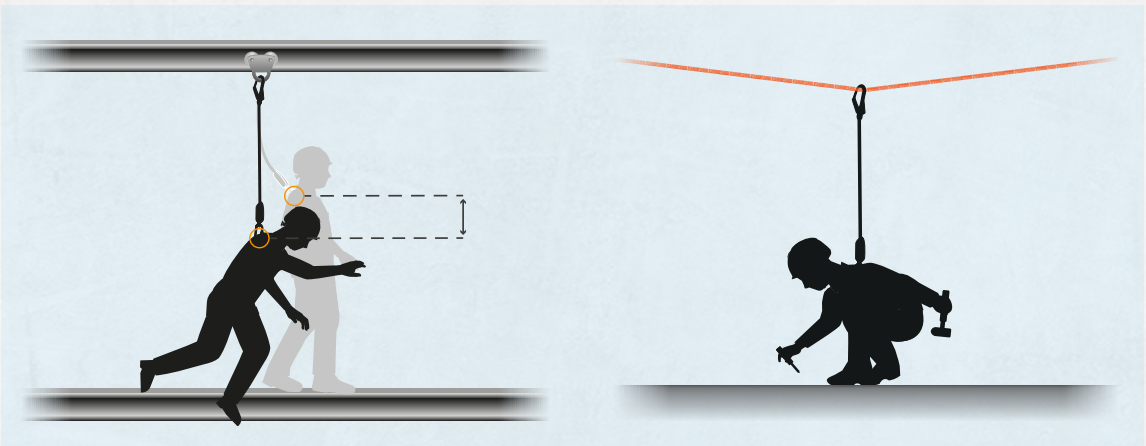
Os sistemas prioritários de proteção devem ser aqueles que impedem a queda de acontecer.

Sistema de restrição.
Impede que a queda aconteça.

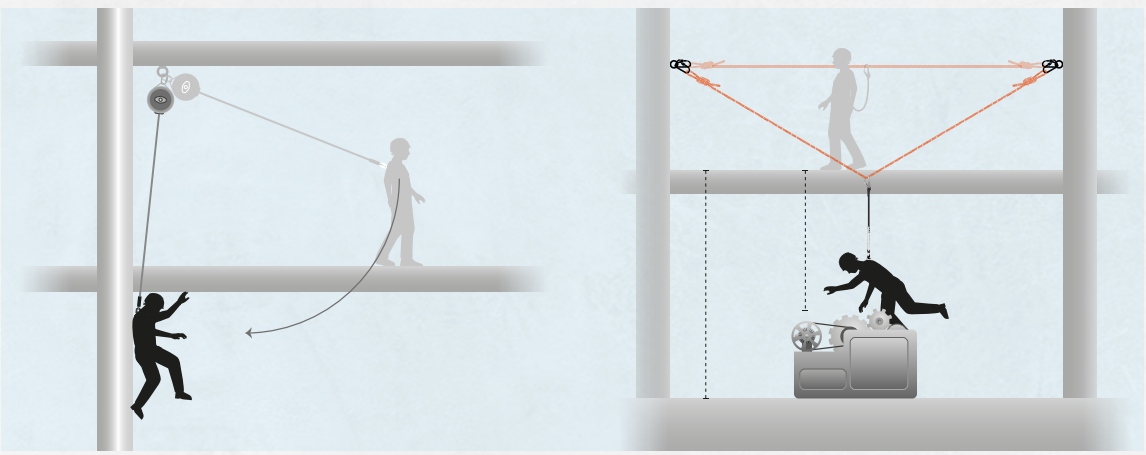


O sistema deve impedir que o trabalhador se aproxime mais do que 0,5 metro da borda, onde há o risco de queda.

A posição dos pontos de ancoragem devem garantir a menor queda possível, porém, sem deixar de considerar a tarefa e a necessidade de mobilidade do trabalhador.



Mesmo com um sistema para amparar a queda, cair impõe riscos. Por isso é fundamental antecipar como será a queda caso ela ocorra, evitando pêndulos ou o impacto do trabalhador contra obstáculos. Para solucionar problemas pode ser necessário mudar a posição da ancoragem ou optar por outros tipos de proteção.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Principais tópicos para a elaboração de um projeto

Abaixo são relacionados requisitos que devem ser observados no projeto de um sistema de ancoragem. Esta lista não contempla todos os fatores, apenas oferece exemplos com o objetivo de ilustrar o quão cuidadoso e técnico deve ser o planejamento. E que a elaboração de um projeto adequado somente deve ser confiada a um profissional com competência para tal.

O projeto deve estar em conformidade com o Anexo II da NR 35 e utilizar os dispositivos de ancoragem que atendam aos requisitos da norma técnica ABNT NBR 16325 – 1 e 2.

É recomendável que a seleção do sistema de proteção considere as orientações da norma técnica ABNT NBR 16489 – Sistemas e equipamentos de proteção individual para trabalhos em altura - Recomendações e orientações para a seleção, uso e manutenção.

O usuário deve poder se conectar ao sistema de proteção antes de se expor ao risco.

O sistema de ancoragem deve oferecer proteção ao usuário durante todo o tempo em que houver exposição ao risco de queda e ao longo de todo o percurso de movimentação.

O sistema deve evitar que o usuário tenha que se desconectar para poder ultrapassar obstáculos.

Um sistema que dificulte a movimentação do trabalhador para a realização da tarefa pode induzi-lo a se desconectar, portanto, é fundamental que o projeto considera a mobilidade do usuário em função das suas tarefas.

O projetista deve poder garantir que a superfície de base para as fixações dos dispositivos de ancoragem possui resistência e estabilidade suficiente para suportar as cargas previstas sem falhar. Quando a tal avaliação está além das competências do projetista ele deve buscar as devidas fontes e pessoas qualificadas.

As superfícies que servirão de base para o sistema de ancoragem devem ser avaliadas para estabelecer as suas limitações como a área de base mínima de resistência do material, a espessura estrutural mínima, a mínima distância da borda e o espaçamento mínimo entre as ancoragens.

É preciso conhecer as características técnicas dos dispositivos de ancoragem, considerando a resistência, o sentido em que podem suportar as forças, a forma correta de instalação e o uso adequado.

Deve haver compatibilidade entre as ancoragens estruturais e os dispositivos de ancoragem com as características da superfície que servirá de base para eles. Por exemplo, a seleção dos equipamentos poderá ser muito diferente se a base for uma grossa parede de concreto ou uma simples parede de alvenaria.

Devem ser providenciadas as marcações e os documentos necessários para a rastreabilidade dos dispositivos de ancoragem, do projeto e da instalação do sistema de ancoragem para fim de controle, inspeção e auditoria.

Atribuições

O processo de projetar, instalar, inspecionar e manter um sistema de ancoragem envolve diferentes atribuições delegadas para profissionais com diferentes perfis. Depois de quase oito anos da publicação do Anexo II da NR 35 a distribuição das responsabilidades ainda provoca confusões. Por exemplo, há quem interprete como sendo necessário o engenheiro para quase todas as funções, o que é um equívoco.

Na descrição abaixo, como acontece no texto da NR 35, o foco é no profissional (indivíduo), porém, devemos considerar que essas atribuições são geralmente assumidas por equipes, muitas vezes pertencentes a empresas especializadas.

Abaixo estão relacionadas as principais atribuições e o perfil dos profissionais que devem assumi-las.

Projeto

As normas brasileiras determinam que o projeto de um dispositivo de ancoragem e de um sistema de ancoragem deve ser de responsabilidade de um profissional legalmente habilitado. E o que é um profissional legalmente habilitado? Trata-se de um profissional que pode comprovar a conclusão de curso específico para o tipo de atividade que irá exercer e com o registro no competente conselho de classe. O que se ajusta perfeitamente a essa descrição é o engenheiro registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). Porém, não basta apenas ser engenheiro. A habilitação para uma determinada atribuição, como é o caso dos projetos de ancoragem, é designada pelos conselhos regionais, e o critério mais importante para definir quais modalidades de engenharia podem assumir essa tarefa é o conhecimento adquirido na sua formação acadêmica sobre a cadeia de resistência de materiais. Portanto, somente engenheiros de algumas modalidades de engenharia é que podem se responsabilizar pelos projetos de ancoragem.

Elaboração do procedimento operacional

O procedimento operacional é uma exigência que consta do texto base da NR 35. Esse requisito exige que uma avaliação de riscos seja realizada previamente sobre toda atividade em altura que seja rotineira dentro de uma empresa, e com base nela deve ser elaborado e documentado os requisitos de segurança que devem ser adotados pelos trabalhadores. Quando a empresa cumpre adequadamente esse requisito, a avaliação de riscos e o procedimento operacional servem de base para o projeto do sistema de ancoragem.

Após a instalação do sistema de ancoragem o procedimento operacional deve ser atualizado para incluir os cuidados com o sistema de ancoragem, as orientações de uso e as indicações do fabricante do dispositivo de ancoragem e do projetista do sistema.

O Anexo II da NR 35 delega a elaboração do procedimento operacional para o profissional qualificado em segurança do trabalho, seja ele um técnico em segurança do trabalho ou um engenheiro especializado em segurança do trabalho.

O item 5 do Anexo II da NR 35 contempla algumas atribuições que são no mínimo questionáveis, por extrapolarem as competências do profissional de segurança. Na página 97 isso será melhor explicado.

Instalação

O Anexo II da NR 35 determina que a instalação de um sistema de ancoragem deve ser realizada por um trabalhador capacitado. Ela não especifica a qualificação desse trabalhador, mas exige a sua capacitação. E capacitar um profissional significa torná-lo capaz de realizar uma tarefa através de ensino e treinamento. No entanto, a norma não oferece qualquer modelo ou padrão de treinamento para essa capacitação.

Os procedimentos de instalação variam entre diferentes tipos de dispositivos de ancoragem, entre diferentes fabricantes, em diferentes ambientes e sob diferentes projetos de sistemas. A sequência de instalação dos componentes, o espaçamento das fixações, entre outros procedimentos, pode variar bastante entre tipos, modelos, marcas e projetos. Portanto, essa capacitação deve considerar essas especificidades e o treinamento deve ser dirigido para atendê-las.

A qualificação do trabalhador pode variar também em função das necessidades, por exemplo, em um ambiente de difícil acesso, onde um sistema de ancoragem vai ser instalado pode ser necessário empregar profissionais de acesso por cordas.

A palavra-chave para todo o processo que envolve o projeto, a instalação e a inspeção de sistemas de ancoragem é adequação.

Inspeção

Os requisitos do Anexo II da NR 35 sobre a inspeção inicial, aquela que deve acontecer sempre após a instalação ou a mudança de local, ou a inspeção periódica, que deve acontecer a cada 12 meses, não inclui a atribuição de responsabilidade, então, a quem cabe essa tarefa? No Brasil, não existe um segmento do mercado especializado nessas inspeções de forma independente do fornecimento dos sistemas de ancoragem, o que, eventualmente, gera alguns problemas. Normalmente a inspeção inicial é realizada pela empresa que vendeu a solução, que muitas vezes compreende o fabricante ou importador dos dispositivos de ancoragem e uma empresa parceira responsável pela instalação. Também é comum que a empresa que realizou a inspeção inicial siga com as inspeções periódicas. Mas, acontece de eventualmente uma segunda ou terceira empresa ser contratada para essas inspeções, e ocorre o que podemos considerar como conflito de interesses. Temos no Brasil empresas de ética inquestionável, mas como em qualquer lugar do mundo também há empresas que não são dignas de confiança. Uma empresa que instalou o sistema de ancoragem, com um comportamento menos ético, pode não realizar a inspeção inicial com muito rigor já que não pretende comprometer perante o cliente a solução que ela mesma vendeu. Por outro lado, uma empresa concorrente pode realizar os testes de inspeção de forma a comprometer o sistema instalado para forçar uma troca e com isso vender o seu produto.

Por essas razões é que na Europa existe o serviço especializado de inspeções, independentes do fornecimento dos sistemas de ancoragem, e com a atribuição específica e especializada de realizar as inspeções sem conflitos de interesse.

Se essa solução vier a ser criada no Brasil haverá um ganho maior de confiabilidade.

Instituto Santa Catarina

mais de 12 anos no segmento

+ de 3000 empresas atendidas

+ de 200 mil alunos certificados

cursos, mentorias, consultorias e suporte avançado

PLATAFORMA DE TREINAMENTOS EM SEGURANÇA DO TRABALHO



TREINAMENTOS EAD SEMIPRESENCIAIS E PRESENCIAIS

PLATAFORMA SEGUINDO AS EXIGÊNCIAS DO MINISTÉRIO DO TRABALHO

CURSOS ELABORADOS POR PROFISSIONAIS HABILITADOS E ESPECIALISTA EM TUTORIA EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

APONTE SEU CELULAR PARA O QR CODE E VISITE NOSSO SITE

A Evolução na segurança se conquista com a evolução das pessoas

CAPÍTULO 5

Inspeções

Inspeções

Devemos lembrar que a disponibilização dos pontos de ancoragem em um local de trabalho não pode ser feita com base na fé, no otimismo infundado ou no achismo. Não importa se um ponto de ancoragem ou uma estrutura onde uma ancoragem será instalada pareça robusto, se não houver garantias técnicas de que ele é, de fato, confiável.

Para garantir a confiabilidade de um sistema de ancoragem existem um conjunto de exigências que começam pelas características e metodologias de ensaio dos dispositivos de ancoragem, seguido do projeto, instalação e inspeção dos sistemas de ancoragem e com a documentação desses processos para fins de rastreabilidade, controle e auditoria.

Esse conjunto de exigências tem como base normas europeias e vem para tentar coibir as frequentes práticas inseguras e as constantes negligências sobre a segurança contra o risco de queda nas rotinas de trabalho em altura no Brasil.

Entre as etapas envolvidas na disponibilização de um sistema de ancoragem, uma que é destacada nas normas brasileiras e europeias é a inspeção.

Inspecionar significa avaliar, examinar, observar com grande atenção o estado e o funcionamento de alguma coisa. No contexto deste manual a inspeção muitas vezes não se limita a uma mera avaliação visual, podendo ser necessário o levantamento de dados através de documentação e de testes para fim de comprovação da eficiência de um sistema.

A inspeção de um sistema de ancoragem não se restringe a um único procedimento. Na verdade, a inspeção deve ser compreendida como um conjunto de procedimentos adotados ao longo da vida útil de um sistema.

Abaixo listamos os três principais momentos de inspeção, devendo deixar claro que a confiabilidade de um sistema pode exigir que um número maior de inspeções seja realizado.

Tipos de inspeções

Inspeções rotineiras

É importante lembrarmos que a NR 35 considera o Sistema de Proteção Individual contra Queda (SPIQ) um conjunto constituído pelo EPI (cinturão de segurança), pelo elemento de ligação (talabarte, trava-queda etc.) e o pelo sistema de ancoragem. O texto base da NR 35, ao abordar o SPIQ orienta sobre a necessidade de inspecioná-lo sempre antes do uso.

A importância das inspeções rotineiras, feitas sempre antes do uso, é justificada pelas ocorrências comuns em que intervenções de terceiros podem afetar o funcionamento de um sistema de ancoragem. Por exemplo, casos reais ocorridos em plantas industriais, nas quais tarefas realizadas por terceiros danificaram as ancoragens, ou a desinstalação não autorizada de componentes de um sistema, ou até mesmo o roubo de peças. Sem uma inspeção cuidadosa antes do uso, capaz de identificar o real estado de um sistema de ancoragem, pode acontecer dos usuários contarem com um sistema que está comprometido sem eles saberem e, portanto, se colocarem inadvertidamente em perigo.

Inspeção inicial

O texto base da NR 35 exige a inspeção de todo equipamento que seja adquirido antes de ser colocado em uso, e exige também que essa inspeção seja registrada.

Ao abordar especificamente o sistema de ancoragem a NR 35 determina a avaliação inicial e as avaliações periódicas.

A inspeção inicial deve ser realizada após a instalação, antes do primeiro uso, ou quando o sistema de ancoragem foi alterado ou transferido de local. Essa exigência pretende fazer com que a instalação do sistema seja avaliada de forma cuidadosa, para garantir que tudo deu certo ao longo do processo de avaliação, projeto e instalação. E que o sistema instalado atende as necessidades levantadas na fase de avaliação e especificação.

O resultado dessa avaliação deve ser devidamente registrado e incluído na documentação de instalação.

Inspeção periódica

A inspeção periódica deve ser realizada no mínimo a cada 12 meses, e visa garantir a manutenção da confiabilidade do sistema de ancoragem. No Brasil não há uma exigência clara sobre o prazo de validade de um sistema de ancoragem, diferentemente do que existe na Europa, por isso as inspeções periódicas são fundamentais para determinar a vida útil de uma instalação.

Esse tipo de inspeção deve ser realizado em intervalos menores de tempo quando houver situações desfavoráveis como um ambiente agressivo aos materiais do sistema ou em função da intensidade de uso, principalmente se a utilização se tornar mais intensa do que o planejado inicialmente.

Deve-se lembrar que essa inspeção garante a manutenção da confiabilidade do sistema, além de permitir que a vida útil da ancoragem seja monitorada.

O resultado de cada inspeção deve ser devidamente registrado e incluído na documentação de instalação.

Se o resultado da inspeção não aprovar o sistema ele deve ser bloqueado para uso, a manutenção (se viável) deve ser realizada ou deve ser desinstalado para a sequente substituição.

Inspeção complementar

Entre as inspeções periódicas pode ser necessário realizar uma inspeção complementar após uma alteração no sistema de ancoragem ou após uma manutenção.

Como as demais inspeções, é fundamental que uma inspeção complementar seja registrada e incluída na documentação de instalação do sistema de ancoragem.

Procedimentos de inspeção

Inspeção inicial

A inspeção inicial, considerando que será feita sobre um sistema de ancoragem projetado e instalado em conformidade com as normas vigentes, deverá avaliar os seguintes itens:

- A documentação de instalação.
- A fixação das ancoragens estruturais, com a adoção de ensaios não destrutivos se necessário.
- A instalação dos dispositivos de ancoragem conforme as orientações do fabricante.
- A instalação como um todo, avaliando a conformidade com o projeto.
- O atendimento das necessidades identificadas na fase de avaliação e especificação.
- As devidas marcações para identificação, controle e rastreabilidade.

Obs.: o resultado dessa avaliação deve ser registrado e incluído na documentação de instalação.

Inspeção periódica

A NR 35 determina inspeções periódicas dos sistemas de ancoragem, e com um intervalo de tempo de no máximo 12 meses entre cada uma delas.

Os procedimentos para a inspeção periódica serão diferentes se o sistema inspecionado estiver em conformidade, ou não, com as normas vigentes.

Estando o sistema em conformidade com as normas atuais os procedimentos básicos para a inspeção periódica consistem em:

- Avaliação da documentação de instalação.
- Inspeção visual de todos os componentes para a identificação de eventuais deformações, trincas, oxidação, corrosão e qualquer outro tipo de dano que possa comprometer a confiabilidade do sistema.
- A adoção de ensaios nas inspeções periódicas não é obrigatória. Os ensaios devem ser realizados mediante a necessidade e sob a orientação de um profissional legalmente habilitado e em conformidade com as instruções do fabricante dos dispositivos de ancoragem e do projetista do sistema.

Se os procedimentos de inspeção orientados pelo projeto do sistema de ancoragem indicarem ensaios para a avaliação da integridade de componentes como ancoragens estruturais, devem ser realizados com método não destrutivo. Por exemplo, a solda de uma ancoragem estrutural pode ser avaliada com inspeção de líquido penetrante ou outro método que não à comprometa.

Ancoragens estruturais, como os chumbadores mecânicos ou químicos, podem envolver o ensaio de tração (ensaio não destrutivo). As condições que normalmente justificam o ensaio de tração é o uso de fixações em concreto.

O ensaio dos dispositivos de ancoragem também são um caso de exceção, devendo ser realizados em casos excepcionais e sob a orientação do fabricante. O exemplo de uma ação equivocada, mas que acontece no meio industrial, é o ensaio de tração de uma linha de ancoragem. Tal procedimento pode comprometer a linha criando uma condição de insegurança ao invés de garantir a confiabilidade.

O resultado de cada avaliação periódica deve ser devidamente registrado e incluído na documentação de instalação para fim de controle e auditoria.

Caso o sistema não seja aprovado na avaliação periódica deve ser etiquetado para sinalizar que não está em condições de uso. Essa sinalização deve ser mantida até que a devida manutenção seja realizada (se for viável) ou até a sua desinstalação e sequente substituição.

Sistemas sem documentação

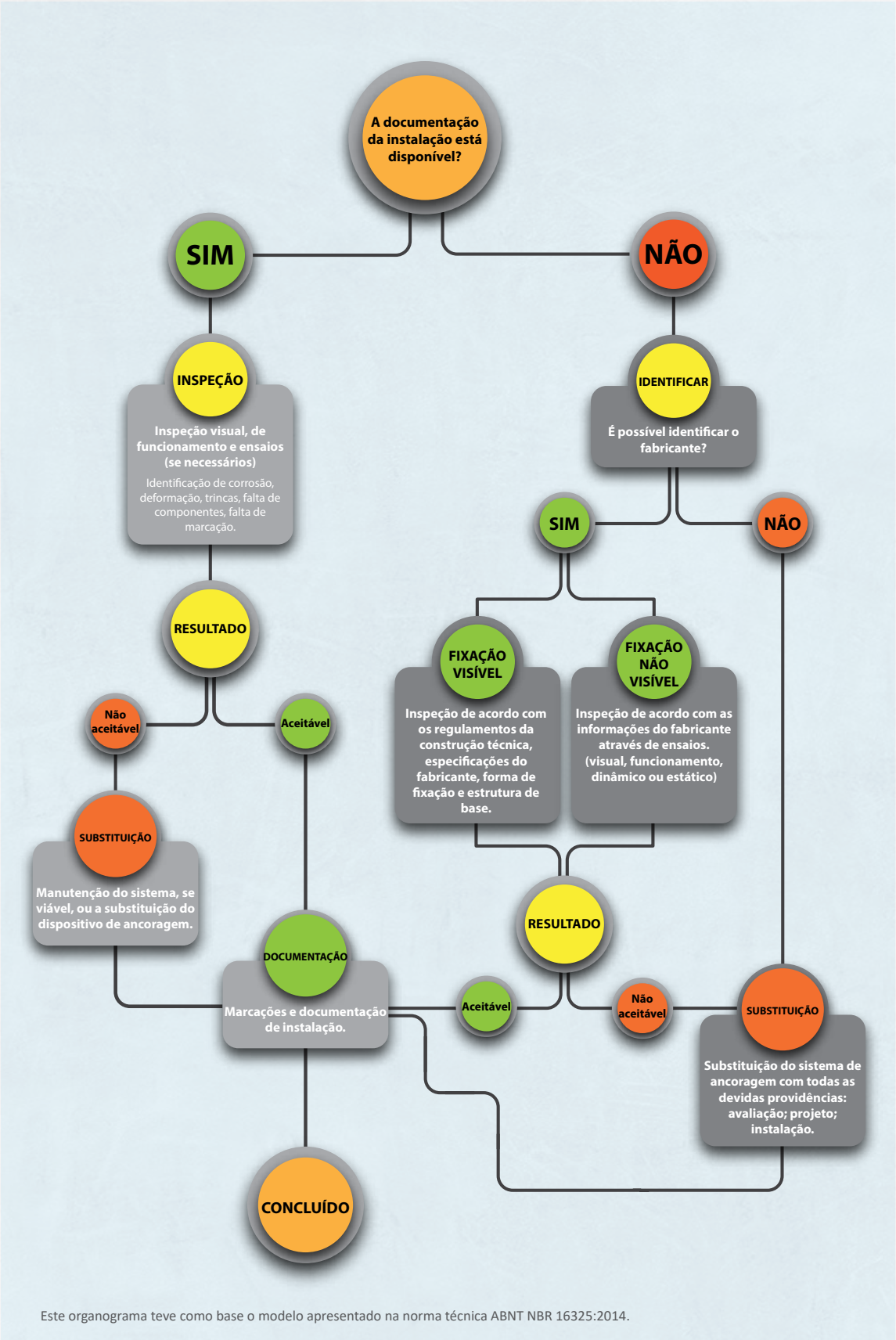
Caso o sistema não tenha a documentação de instalação:

Caso os dispositivos de ancoragem ofereçam as devidas marcações que permitam a rastreabilidade do fabricante, do lote ou da série, pode ser possível o levantamento de todos os dados técnicos para a elaboração da documentação de instalação.

Deve ser realizada a inspeção do sistema de ancoragem, incluindo os eventuais ensaios necessários, e o resultado deverá ser registrado e inserido na documentação de instalação.

Caso não haja meios de rastrear a origem dos dispositivos de ancoragem e o histórico de instalação o sistema de ancoragem deverá ser descartado e substituído por um novo sistema em conformidade com as normas vigentes.

Síntese dos processos de inspeção periódica



Este organograma teve como base o modelo apresentado na norma técnica ABNT NBR 16325:2014.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Ensaios

Ensaio é uma avaliação crítica sobre as propriedades de algum material ou dispositivo. Significa pôr à prova a qualidade do material ou a melhor maneira de usá-lo através de testes (experimentos).

No contexto deste manual consideramos os ensaios visuais e mecânicos. No que diz respeito aos do tipo mecânico o ensaio de um determinado material pode ser submetido a forças de tração, compressão, impacto, dureza ou flexão, conforme o objetivo do teste.

O tipo de ensaio mecânico avaliará uma propriedade mecânica específica ou um conjunto delas e, principalmente, o comportamento do material no tipo de uso para o qual será destinado.

Os testes mecânicos podem ser destrutivos e não destrutivos, como segue:

Ensaios mecânicos destrutivos

Os ensaios destrutivos podem visar descobrir a resistência máxima de um material, submetendo-o ao máximo de força que ele pode suportar antes de colapsar. Mas esse tipo de teste não precisa, necessariamente, levar o material a se quebrar. Basta que o teste leve o equipamento a um status de não confiável. E uma vez que ele passa a ser considerado não confiável deve ser devidamente descartado após os ensaios. Isso é o que acontece com as metodologias determinadas pelas normas de ensaio dos dispositivos de ancoragem, que não visam descobrir a resistência máxima dos corpos de prova, mas apenas garantir que são resistentes a uma força mínima necessária. Então, normalmente, os dispositivos não chegam a apresentar quebras, rachaduras ou deformações permanentes, contudo, passam a ser considerados não confiáveis e por esse motivo não podem ser reaproveitados.

Entender isso é fundamental para compreender por que a norma técnica ABNT NBR 16325, versão 2014, orienta no seu texto de introdução que os ensaios descritos ali não podem ser utilizados para a inspeção de sistemas em uso. Submeter um dispositivo ou um sistema de ancoragem a um teste que o compromete é o mesmo que acender um fósforo para ver se ele funciona. O resultado será: ele funcionava, mas deixou de servir ao seu propósito, já que não pode ser reaproveitado.

E esse tipo de erro é, infelizmente, recorrente no mercado brasileiro. Profissionais e empresas, muitas vezes buscando a melhor garantia de resistência dos dispositivos e dos sistemas de ancoragem os submetem a ensaios que os comprometem e os tornam inseguros, mesmo que visualmente pareçam intactos. Tornam-se os fósforos riscados e acessos, que não servem mais.

Ensaios mecânicos não destrutivos

Para as inspeções iniciais e periódicas os ensaios, quando necessários, devem ser obrigatoriamente não destrutivos. Isso significa que o método utilizado nos testes e a força aplicada sobre os componentes avaliados não podem comprometer a sua confiabilidade.

Ensaios visuais

Obviamente que o ensaio visual é sempre o primeiro dos ensaios a serem adotados nas inspeções dos dispositivos e dos elementos do sistema de ancoragem. Ele pode ser feito com um exame cuidadoso a olho nu, porém, há casos em que pode ser necessário envolver recursos que ampliam a capacidade de percepção de falhas. Um desses métodos é o ensaio de líquido penetrante que torna visível, por exemplo, trincas que não visíveis a olho nu.

Um método mais sofisticado, que utiliza um equipamento eletrônico específico é o ultrassom. Através de sinais elétricos controlados e transformados em ondas ultrassônicas é possível identificar falhas em todo o corpo da peça inspecionada, incluindo o seu interior.

Aplicação dos ensaios

Devemos garantir que todos os componentes do sistema de ancoragem são acompanhados das suas especificações técnicas e das suas propriedades mecânicas. Os dispositivos de ancoragem foram projetados, fabricados e ensaiados segundo os requisitos das normas nacionais vigentes. Portanto, os eventuais ensaios necessários para uma inspeção inicial ou periódica servirão para avaliar a instalação.

Os ensaios não são aplicados sobre todos os sistemas e muito menos sobre todos os componentes de um sistema. Por exemplo, os elementos de um sistema de ancoragem que podem justificar um teste de tração são os de fixação, que tem a função de fixar os dispositivos de ancoragem as suas bases, como vigas, pilares, paredes, telhas, etc.. Mesmo assim, normalmente, o teste é necessário sobre fixações que não são visíveis, como chumbadores instalados e envolvidos em superfícies que não permitem avaliá-los com uma inspeção visual. E como eles não podem ser retirados para análise, a única forma de pôr à prova a sua integridade é através de um teste de tração. Isso vale especialmente para as ancoragens estruturais instaladas no concreto. As ancoragens estruturais fabricadas com material não oxidável e instaladas em estruturas metálicas podem contar com os dados técnicos e os cálculos de resistência do conjunto, dispensando a necessidade de um ensaio mecânico. No caso de ancoragens estruturais instaladas sobre superfícies metálicas com soldas, desde que fabricadas com material não oxidável, uma inspeção com líquido penetrante pode bastar para a inspeção da integridade.

Mesmo no concreto existem condições que podem dispensar o ensaio de tração, quando fixados a estruturas como vigas ou pilares cuja resistência é conhecida e a fixação é transpassante e de material não oxidável. Nesse caso uma inspeção visual será o suficiente.

Obviamente que uma inspeção visual bastará somente nos casos em que estão disponíveis os dados técnicos e as informações sobre as propriedades mecânicas dos dispositivos de ancoragem, das ancoragens estruturais e dos elementos de fixação através da documentação de instalação.

Exemplos de configurações que podem ou não exigir os ensaios mecânicos



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Carga de teste

No que diz respeito aos ensaios de inspeção de sistemas de ancoragem, não existe no Brasil um padrão determinado para os ensaios mecânicos que contemple, por exemplo, a carga de teste que deve ser aplicada num ensaio de tração.

Talvez o que justifique a falta de um padrão metodológico de ensaio para as inspeções iniciais e periódicas seja a diversidade de projetos existentes. Cada caso é um caso específico, considerando a variedade de marcas de dispositivos e de projetos de ancoragem.

Por isso cabe ao fabricante do dispositivo de ancoragem e ao projetista do sistema de ancoragem as orientações sobre as inspeções iniciais e periódicas.

No que diz respeito a carga de teste, primeiro precisamos entender que há o chamado de Fator de Segurança, abordado na NBR 16325, bem como a designação de diferentes cargas para finalidades distintas. Existe a carga de trabalho, a carga de ruptura e a carga de teste. Compreender a diferença entre elas ajuda a não incorrer em erros graves nos ensaios de ancoragens, em que muitas vezes o teste mal realizado leva ao comprometimento do sistema. Vejamos a diferença entre os tipos de cargas:

Carga de Trabalho

É a força máxima ou o peso máximo recomendado para ser aplicado na rotina de uso, em condições normais e seguras, de uma peça ou de um sistema.

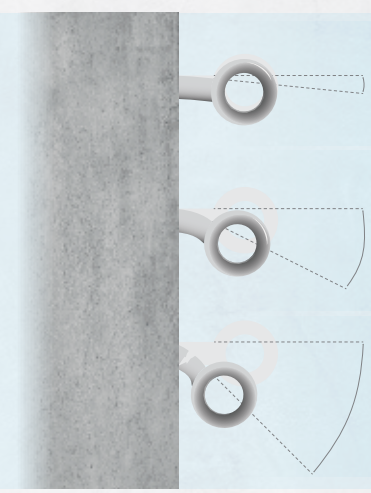
Carga de Ruptura

É a força ou o peso em que as amostras do material passaram a ruir nos ensaios em laboratório. Fabricantes costumam estampar nos equipamentos o que é chamado de carga mínima de ruptura, indicando que qualquer esforço acima do valor indicado pode levar ao colapso do material.

Carga de teste ou carga de prova

É a carga aplicada nos testes de fabricação ou em testes de aprovação de materiais. Os métodos de avaliação ditados pelas normas técnicas, como a NBR 16325, podem exigir muito dos materiais testados, mas os equipamentos em uso não podem ser submetidos a cargas que os danifiquem ou que prejudiquem a confiabilidade, devendo a força aplicada ficar dentro do limite da deformação elástica (veja a explicação abaixo).

Antes de uma peça metálica alcançar o colapso estrutural, ou seja, perdendo totalmente a capacidade de manter sua função, ela apresentará o comportamento elástico e depois o comportamento plástico. Compreender esses fenômenos ajuda na conscientização a na valorização dos cuidados que devem ser adotados nos ensaios de inspeção. Compreenda as diferenças:



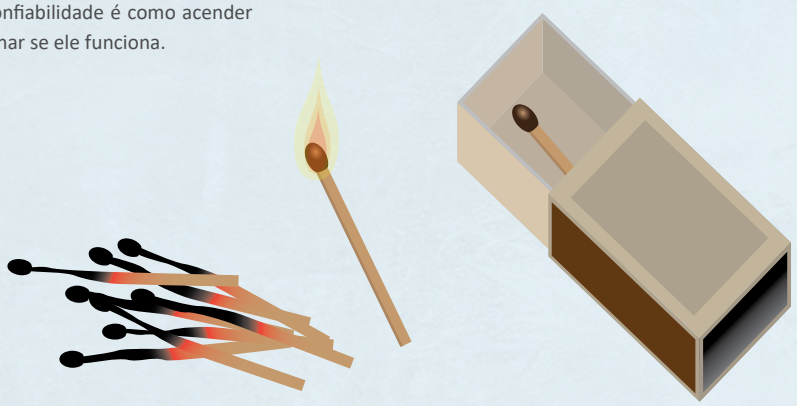
Deformação elástica – acontece sob o efeito de uma força, mas uma vez removidos os esforços que atuam sobre o material ele volta a sua forma original, sem uma deformação permanente.

Deformação plástica – com uma força maior um corpo pode ser deformado de tal forma que não haverá recuperação, mesmo que os esforços sejam removidos. Além da deformação torna-se definitiva, a condição tende a se agravar progressivamente deformando-se cada vez mais com forças cada vez menores.

Colapso estrutural – é uma condição em que há a ruína do material, danos irrecuperáveis e o fim da sua capacidade para exercer a função para qual foi projetado.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Aplicar uma força demasiada sobre um componente visando garantir a sua confiabilidade é como acender um fósforo para inspecionar se ele funciona.



No processo de inspeção, aplicar um ensaio mecânico sobre um componente para o qual não se recomenda o teste, ou aplicar uma força demasiada sobre um componente visando garantir a sua confiabilidade é como acender um fósforo para testar se ele funciona. O resultado será: funcionava, mas após o teste não tem mais serventia!

Aplicar uma força maior do que a recomendada num ensaio de inspeção pode fragilizar o componente testado. Mesmo que a aparência da peça ensaiada não apresente danos a olho nu, o material pode ter deformado, micro rachaduras podem ser criadas, ou passar a existir outros problemas imperceptíveis que tornam o material menos resistente e, portanto, não confiável.

Vimos que uma carga para um teste não destrutivo, como o que deve ser aplicado nos ensaios iniciais e periódicos, não pode comprometer o material testado. Por isso que a norma técnica ABNT NBR 16325 de 2014 alerta para o fato de o método usado em laboratório com equipamentos novos não poder ser utilizado em sistemas instalados, já que após esses testes os dispositivos de ancoragem não podem ser reaproveitados.

Não existem valores padronizados no Brasil para as cargas de teste nos sistemas em uso, e o plural está sendo usado porque o valor varia em função do tipo de peça testada.

Existe um consenso de que o menor valor a ser aplicado nos ensaios das fixações em concreto é 6 kN, então, o que se torna variável é a força máxima recomendável para esses testes.

Existe no Brasil engenheiros que aplicam um fator extraído dos padrões em caldeiras, que determina uma carga de teste equivalente a uma vez e meia (1,5 x) a carga de trabalho. Para equipamentos com algum tempo de uso e o natural desgaste esse fator pode ser reduzido.

Conforme previsto na NR 35, diante da falta de requisitos nas normas brasileiras para alguma demanda, as normas internacionais devem ser consideradas. E sobre as forças que devem ser aplicadas nos ensaios de sistemas de ancoragem uma norma usada como referência é a inglesa BS (British Standards) número 7883 de 2019.

Por ser um erro muito recorrente, é importante destacar que o valor de 15 kN que constava do antigo texto da NR 18 nunca foi um parâmetro de ensaio e que nas normas atuais esse valor não existe mais como referência. Dependendo da fixação em concreto que será testada, uma força aplicada de 15 kN pode inutilizá-la. O concreto pode ser danificado ou fragilizado, a resina que faz a colagem do chumbador pode ser afetada ou o próprio metal pode ser prejudicado. Por isso é importantíssimo o dimensionamento correto da força aplicada nos ensaios não destrutivos.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

GRUPO RANGER SMS

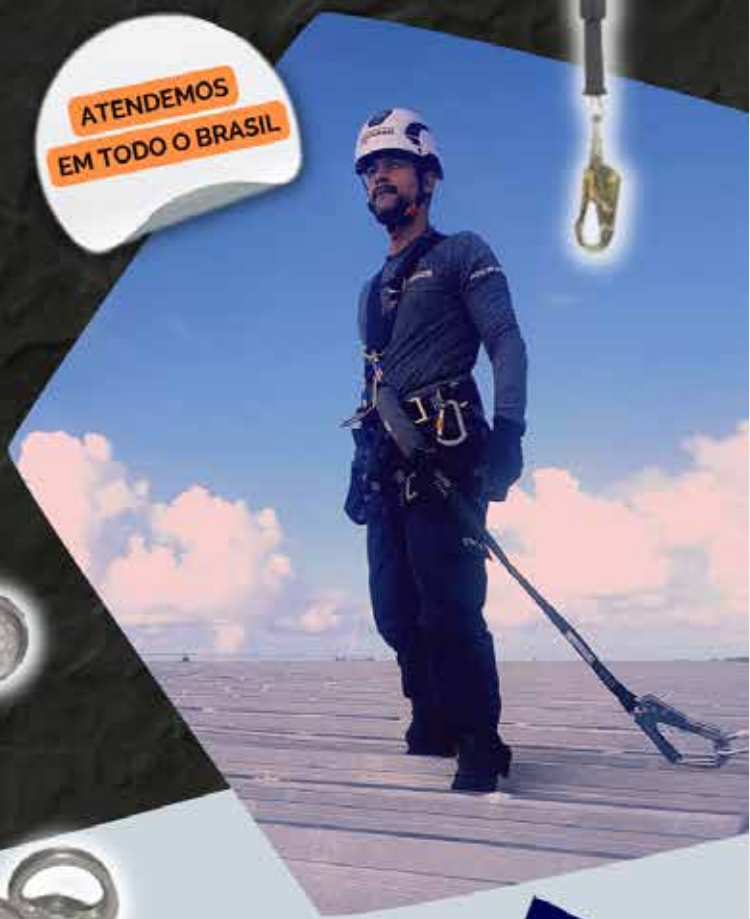
REALIZAMOS

Projetos de Linha de Vida, Pontos de Ancoragem e SPIQ



- Projetos
- Venda de Materiais
- Instalação
- Inspeção Periódica
- Ensaios
- Inventário de NR 35 com Diagnose

ATENDEMOS EM TODO O BRASIL







Av. Recife, 5680 - Recife - PE

VISITE NOSSO SITE

www.rangersms.com.br

contato@rangersms.com.br

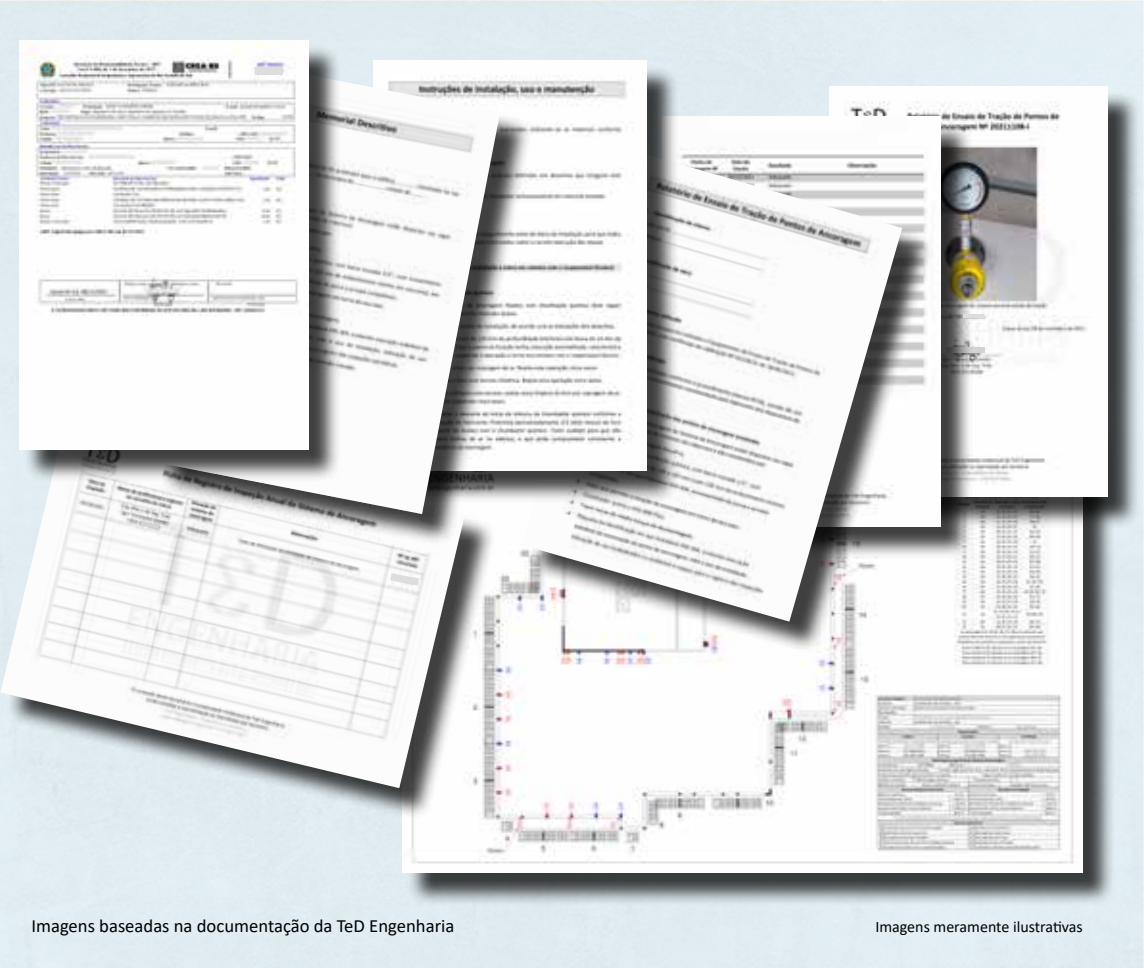
81 4040-4309

81 99262-6559

CAPÍTULO 6

Documentação

Documentação



Imagens baseadas na documentação da TeD Engenharia

Imagens meramente ilustrativas

No cotidiano das pessoas, um cuidado básico para quem tem equipamentos como, por exemplo, eletroeletrônicos ou eletrodomésticos é manter adequadamente guardados os documentos básicos desses produtos. Manter o manual e a nota fiscal é a garantia de resolver eventuais problemas que possam surgir ao longo da vida útil deles.

Essa precaução básica deveria ser diferente para um recurso tão importante como um sistema de ancoragem, cujo objetivo é preservar a vida humana, e que precisa oferecer muita confiabilidade?

Pois bem, é por isso que as normas vigentes exigem a produção e o fornecimento de um conjunto de documentos que permitem a análise, o controle e a rastreabilidade das etapas de fabricação, projeto, instalação e inspeção.

Esses documentos, cujo conjunto é fruto de diferentes processos, permitem controlar a manutenção da confiabilidade do sistema e da sua vida útil. Permitem a auditoria por parte do poder público, dos profissionais qualificados em segurança do trabalho e dos próprios usuários.

O propósito deste capítulo é oferecer ao usuário/cliente que contrata os serviços de empresas especializadas para o projeto, a instalação e a inspeção de sistemas de ancoragem o conhecimento básico necessário que o permita auditar e avaliar a entrega de tais serviços.

Variáveis

Como foi abordado neste manual existem diferentes tipos de dispositivos de ancoragem, e nem todos exigem um projeto de instalação como, por exemplo, as linhas de ancoragem temporárias, projetadas para serem instaladas por um curto período em algum local de trabalho, e que podem ser removidas facilmente para serem usadas em outro local. O que esse tipo de equipamento não oferece são os pontos de ancoragem, que devem ser providenciados previamente e sob a responsabilidade de um profissional legalmente habilitado. Neste caso a linha de ancoragem deve ser acompanhada da documentação do fabricante e do procedimento operacional, mas não requer o projeto de instalação.

Os dispositivos de ancoragem tipo B, que são transportáveis, como as fitas e as cintas de ancoragem, os tripés e similares, as braçadeiras de viga mestre, entre outros, também dispensam o projeto de instalação. Mas como no exemplo anterior devem oferecer um manual de uso, cuidados e manutenção e um procedimento operacional.

Ao providenciar a instalação de um sistema de ancoragem em um local de trabalho, as etapas do processo podem envolver um ou mais agentes. Por exemplo, o fornecedor de uma linha de ancoragem tipo C pode assumir todas ou quase todas as atribuições como avaliação, especificação, projeto, instalação, inspeção inicial e documentação. Mas há casos em que uma empresa especializada em projetos de sistemas de ancoragem pode adquirir o(s) dispositivo(s) de ancoragem de um fabricante e seguindo as orientações dele elaborar o projeto que incluirá, por exemplo, quantos serão os pontos de ancoragem, onde deverão ser instalados e como deverão ser fixados. Esta mesma empresa poderá fazer a instalação ou poderá delegar para um terceiro.

As inspeções iniciais e periódicas, no Brasil, normalmente são feitas pelas mesmas empresas que projetam e instalam os sistemas, mas há uma corrente de pensamento que propõe futuramente adotar o método europeu em que a inspeção é feita por um profissional ou uma empresa especializada nesse tipo de serviço. Essa empresa especializada não é envolvida com a venda de dispositivos de ancoragem ou com os serviços de projeto e instalação. Essa condição faz desse prestador de serviços um elemento isento de conflitos de interesses e torna a inspeção mais confiável.

Neste ponto podemos observar que é possível uma única empresa abarcar todo o processo, ou esse processo pode ser delegado para diferentes empresas que assumirão, cada qual, parte das tarefas necessárias para prover um sistema de ancoragem seguro e confiável em um ambiente de trabalho.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli. Direitos reservados.

Conjunto de informações

Considerando as exigências das normas técnicas e do Anexo II da NR 35, a quantidade de informações sobre os dispositivos de ancoragem e sobre os sistemas de ancoragem é grande.

Aqui destacamos uma parte dessas informações, como segue:

Norma técnica ABNT NBR 16325:2014 - 1 e 2

Orientações sobre a instalação do dispositivo, envolvendo a capacitação do instalador, as medidas de inspeção, os eventuais ensaios e a compatibilidade de todos os componentes do sistema incluindo a superfície de base, as ancoragens estruturais, os elementos de fixação e as devidas marcações.

Os dados de localização da instalação, os responsáveis pela instalação incluindo a empresa, o profissional legalmente habilitado e o profissional encarregado pela instalação, a identificação do dispositivo de ancoragem e dos dispositivos de fixação, o plano de instalação esquemático e o projeto de instalação e as devidas declarações assinadas pelo profissional legalmente habilitado constando as informações básicas sobre a adequação das instalações.

A NBR 16325 de 2014 lista dezenas de itens e subitens de informação que devem constar do manual do produto. Normalmente a maior parte de todas as informações necessárias e obrigatórias que devem acompanhar um dispositivo de ancoragem estão inseridas no manual.

Quando adequadamente elaborados, os manuais dos dispositivos de ancoragem oferecem a maior parte das informações necessárias e requeridas.





Imagens meramente ilustrativas

Anexo II da NR 35

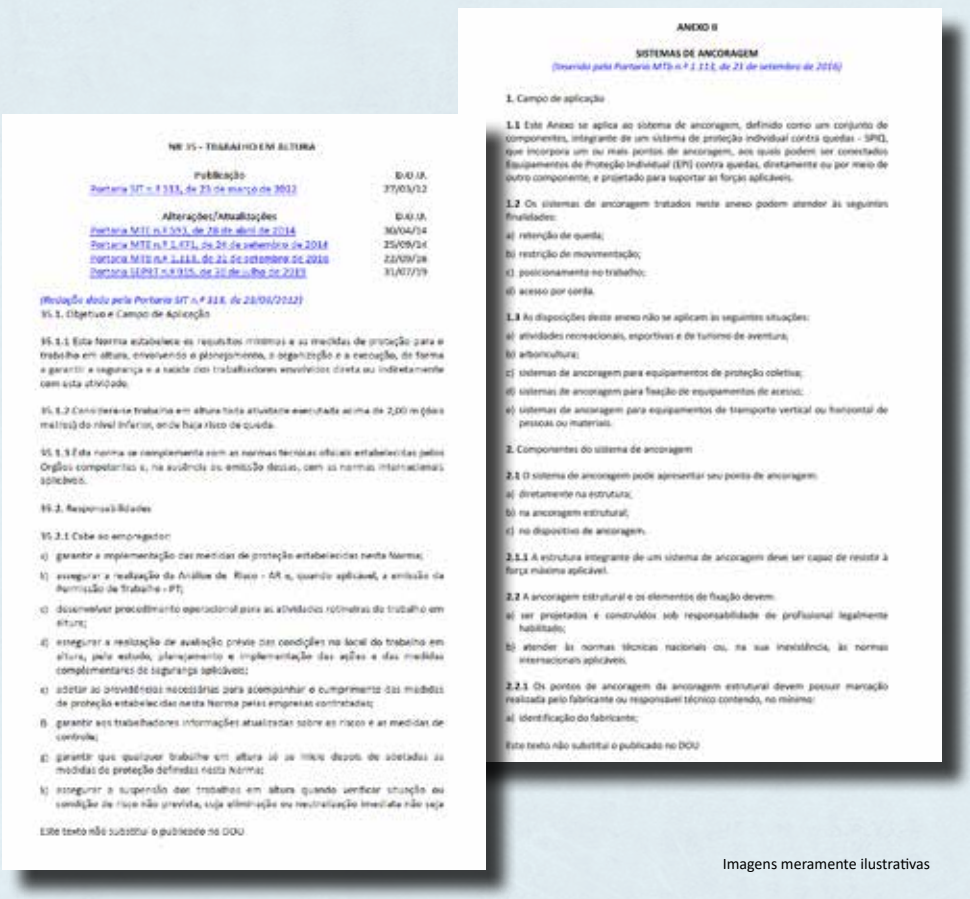
A indicação das estruturas que serão utilizadas no sistema de ancoragem.

As especificações dos dispositivos de ancoragem, ancoragens estruturais e elementos de fixação a serem utilizados.

A força de impacto de retenção da queda do(s) trabalhador(es), levando em conta o efeito de impactos simultâneos ou sequenciais.

Os esforços em cada parte do sistema de ancoragem decorrentes da força de impacto.

O procedimento operacional de montagem e utilização.



NR 35 - TRABALHO EM ALTURA

Publicação	D.O.U.
Portaria SIT n.º 313, de 23 de março de 2012	27/03/12

Alterações/Atualizações	D.O.U.
Portaria MTE n.º 593, de 28 de abril de 2014	30/04/14
Portaria MTE n.º 1.471, de 24 de setembro de 2014	25/09/14
Portaria MTB n.º 1.113, de 21 de setembro de 2016	22/09/16
Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de julho de 2019	31/07/19

(Redação dada pela Portaria SIT n.º 313, de 23/03/2012)

35.1. Objetivo e Campo de Aplicação

35.1.1 Esta Norma estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade.

35.1.2 Considera-se trabalho em altura toda atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda.

35.1.3 Esta norma se complementa com as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos Órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, com as normas internacionais aplicáveis.

35.2. Responsabilidades

35.2.1 Cabe ao empregador:

a) garantir a implementação das medidas de proteção estabelecidas nesta Norma;

b) assegurar a realização da Análise de Risco - AR e, quando aplicável, a emissão da Permissão de Trabalho - PT;

c) desenvolver procedimento operacional para as atividades rotineiras do trabalho em altura;

d) assegurar a realização de avaliação prévia das condições no local do trabalho em altura, pelo estudo, planejamento e implementação das ações e das medidas complementares de segurança aplicáveis;

e) adotar as providências necessárias para acompanhar o cumprimento das medidas de proteção estabelecidas nesta Norma pelas empresas contratadas;

f) garantir aos trabalhadores informações atualizadas sobre os riscos e as medidas de controle;

g) garantir que qualquer trabalho em altura só se inicie depois de adotadas as medidas de proteção definidas nesta Norma;

h) assegurar a suspensão dos trabalhos em altura quando verificar situação ou condição de risco não prevista, cuja eliminação ou neutralização imediata não seja

Este texto não substitui o publicado no DOU

ANEXO II

SISTEMAS DE ANCORAGEM

(Inserido pela Portaria MTb n.º 1.113, de 21 de setembro de 2016)

1. Campo de aplicação

1.1 Este Anexo se aplica ao sistema de ancoragem, definido como um conjunto de componentes, integrante de um sistema de proteção individual contra quedas - SPIQ, que incorpora um ou mais pontos de ancoragem, aos quais podem ser conectados equipamentos de Proteção Individual (EPI) contra quedas, diretamente ou por meio de outro componente, e projetado para suportar as forças aplicáveis.

1.2 Os sistemas de ancoragem tratados neste anexo podem atender às seguintes finalidades:

a) retenção de queda;

b) restrição de movimentação;

c) posicionamento no trabalho;

d) acesso por corda.

1.3 As disposições deste anexo não se aplicam às seguintes situações:

a) atividades recreacionais, esportivas e de turismo de aventura;

b) arboricultura;

c) sistemas de ancoragem para equipamentos de proteção coletiva;

d) sistemas de ancoragem para fixação de equipamentos de acesso;

e) sistemas de ancoragem para equipamentos de transporte vertical ou horizontal de pessoas ou materiais.

2. Componentes do sistema de ancoragem

2.1 O sistema de ancoragem pode apresentar seu ponto de ancoragem:

a) diretamente na estrutura;

b) na ancoragem estrutural;

c) no dispositivo de ancoragem.

2.1.1 A estrutura integrante de um sistema de ancoragem deve ser capaz de resistir à força máxima aplicável.

2.2 A ancoragem estrutural e os elementos de fixação devem:

a) ser projetados e construídos sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado;

b) atender às normas técnicas nacionais ou, na sua inexistência, às normas internacionais aplicáveis.

2.2.1 Os pontos de ancoragem da ancoragem estrutural devem possuir marcação realizada pelo fabricante ou responsável técnico contendo, no mínimo:

a) identificação do fabricante;

Este texto não substitui o publicado no DOU

Imagens meramente ilustrativas

Projeto

A palavra projeto tem diferentes significados dependendo do contexto em que ela é inserida. Dentro do nosso tema podemos definir um projeto como um plano lógico e racional para uma determinada ação. A ação em questão é o planejamento de uma solução de ancoragem para um sistema de proteção individual contra queda de altura.

Um projeto adequado deve considerar as características do ambiente onde será instalado e às necessidades que ele deve atender. Ele deve considerar o que será feito, onde será feito e como será feito. Se não for assim uma empresa pode acabar por instalar um sistema de ancoragem que não oferece acesso ao local da tarefa, ou que impõe restrições de mobilidade que dificultam ou impedem a realização do trabalho. A segurança efetiva também deve ser observada, não sendo aceitável, por exemplo, que um trabalhador tenha que assumir o risco de queda para poder chegar até o sistema de ancoragem para então se conectar. Ou ter que se desconectar em algum momento para poder ultrapassar um obstáculo. Por isso o projeto tem que garantir que durante todo o tempo em que o trabalhador estiver exposto ao risco de queda ele esteja protegido.

Além das tarefas previstas para os trabalhadores que vão executar os trabalhos, as condições ambientais devem ser observadas, por exemplo, o sistema de ancoragem será instalado em local coberto? Ficará instalado ao ar livre? Existem contaminantes no ambiente que podem afetar os materiais que compõe o sistema de ancoragem? Quantos trabalhadores utilizarão o sistema simultaneamente? É necessário um sistema vertical, horizontal ou uma combinação de ambos? Pontos de ancoragem bastarão ou uma linha de ancoragem é necessária? Estas são apenas algumas questões que devem ser respondidas para que o projeto possa se adequar as necessidades.

As soluções de segurança, de forma geral, buscam eliminar ou controlar os riscos, e antes de planejar as soluções é preciso conhecer os problemas, e é por isso que uma avaliação cuidadosa sempre deve anteceder qualquer projeto.

A documentação que compõe o projeto não é somente um plano a seguir, ele também é o registro de todo o processo e de como o projetista chegou ao resultado apresentado.

O projeto é constituído por um conjunto de documentos técnicos que devem contemplar todos os detalhes necessários para assegurar um resultado eficiente e confiável.

A seguir serão apresentados os principais documentos onde as informações requeridas são organizadas, registradas e apresentadas. São eles:



ART

As normas técnicas e o Anexo II da NR 35 exigem que os dispositivos de ancoragem e os sistemas de ancoragem sejam de responsabilidade de um profissional legalmente habilitado, que no contexto deste manual se refere ao profissional diplomado em uma determinada modalidade de engenharia e com o registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). A forma de um engenheiro assumir tal responsabilidade, para efeitos legais, é a emissão de um documento chamado de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART). Esse documento é específico para cada projeto e é emitido através do sistema CREA.

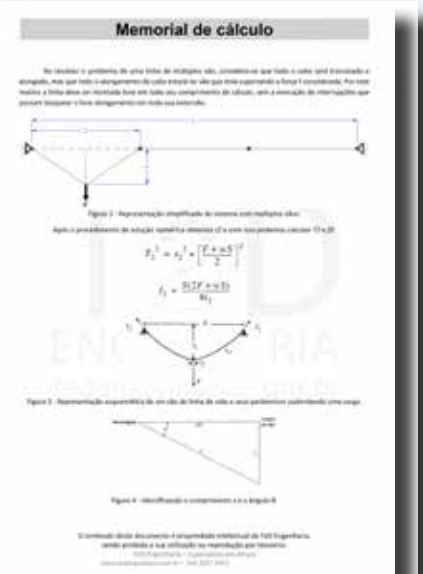
Imagem meramente ilustrativa - baseada na documentação da TeD Engenharia


Memorial Descritivo

Memorial descritivo

O memorial descritivo faz parte do projeto e trata-se de um documento que apresenta os detalhes de execução. Ele descreve as estruturas, os componentes e os materiais empregados no sistema de ancoragem. Ele é fundamental para a execução do projeto e apresenta a qualidade atribuída ao sistema.

Imagem meramente ilustrativa - baseada na documentação da TeD Engenharia


Memorial de cálculo

Memorial de cálculo

O memorial de cálculo é um documento anexo ao projeto que descreve de forma detalhada todos os cálculos efetuados para o dimensionamento do sistema. Ele é um registro de como o projetista alcançou os resultados que garantem a confiabilidade e a adequação do sistema.

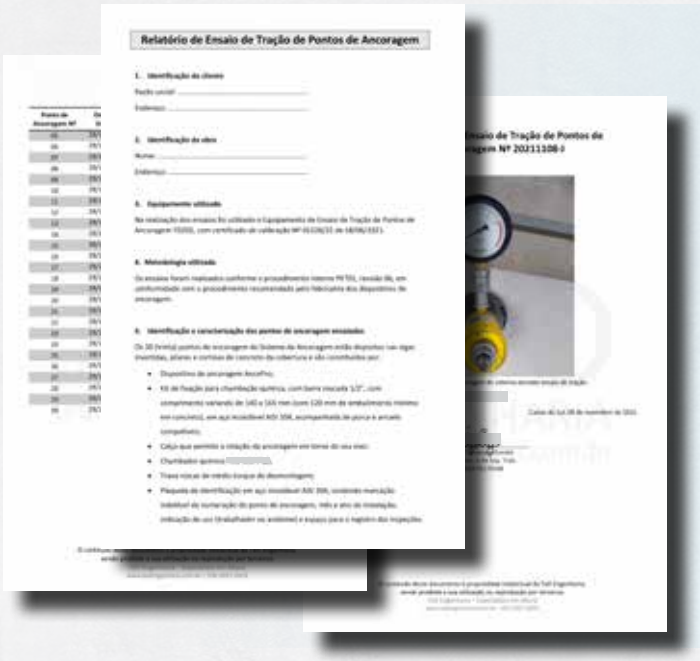
Imagem meramente ilustrativa - baseada na documentação da TeD Engenharia


Instruções de instalação, uso e manutenção

Instruções de montagem, uso e manutenção

Obviamente que este documento envolve a maior parte do conteúdo do projeto, pois detalha a forma como o sistema deverá ser instalado, orienta sobre a forma correta de uso, sobre os cuidados para a manutenção e o método de inspeção. Além da importância para a execução do projeto, esse documento serve de base para a elaboração do procedimento operacional atribuído ao profissional qualificado em segurança do trabalho.

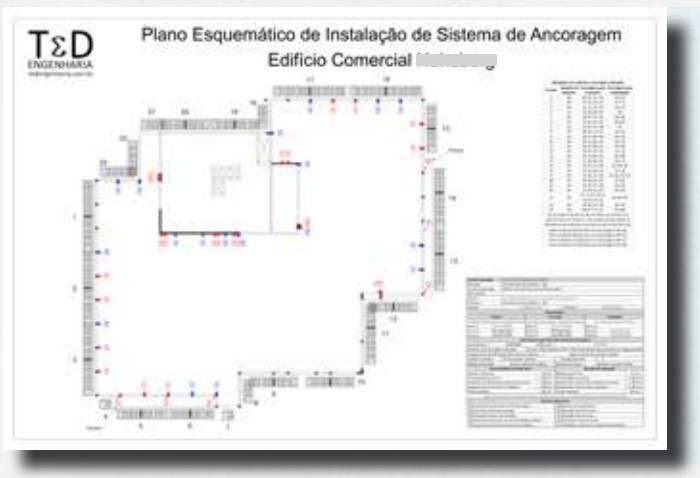
Imagem meramente ilustrativa - baseada na documentação da TeD Engenharia



Relatório de ensaio

Devemos lembrar que os ensaios costumam ser justificados quando o sistema envolve alguns tipos de fixações em concreto. Neste caso é importante que seja registrado o método e o resultado dos ensaios, incluindo um registro fotográfico.

Imagem meramente ilustrativa - baseada na documentação da TeD Engenharia



Plano esquemático de instalação

Este documento é um desenho, um croqui que utiliza a planta da edificação para apresentar a localização do sistema de ancoragem. A exigência normativa estabelece que ele deve estar acessível aos usuários do sistema e estar afixado próximo da instalação.

Imagem meramente ilustrativa - baseada na documentação da TeD Engenharia



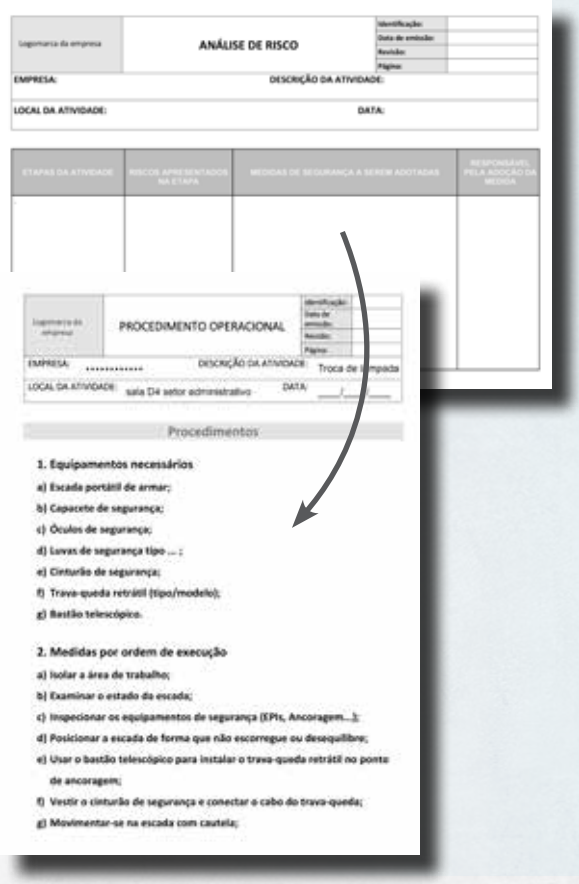
Registro de inspeções

É uma exigência normativa e uma necessidade indispensável o registro da inspeção inicial e das inspeções periódicas. Esse registro deve ser incluído no conjunto de documentos que compõem o projeto de instalação para controle e auditoria.

Imagem meramente ilustrativa - baseada na documentação da TeD Engenharia

Observação

Existem empresas que elaboram um laudo de instalação. Um documento que apresenta o resultado da inspeção inicial com o registro fotográfico de todos os componentes essenciais do sistema.



Procedimento operacional

Este documento é a "cereja do bolo" do processo. O Anexo II da NR 35 delega a elaboração desse documento ao profissional qualificado em segurança do trabalho (técnico ou engenheiro), ou seja, é a parte que cabe ao usuário (empresa cliente).

Uma empresa que atende adequadamente a NR 35 terá dado início ao processo com uma avaliação cuidadosa das condições, dos riscos e das medidas de segurança necessárias para a execução dos trabalhos rotineiros em altura. É neste momento que a necessidade da instalação de um sistema de ancoragem será identificada. A análise de risco e o procedimento operacional decorrente dessa análise servirá de base para as especificações do projeto. Após a instalação do sistema de ancoragem o procedimento operacional deverá ser atualizado com a inclusão das orientações de uso, cuidado, inspeção e manutenção da ancoragem.

Ponderações sobre o item 5 do Anexo II da NR 35

O texto do item 5 do Anexo II da NR 35 atribui ao profissional de segurança do trabalho a missão de incluir no procedimento operacional orientações sobre a montagem, a desmontagem, a alteração e a mudança de local do sistema de ancoragem. E no manual de interpretação da NR 35 de 2018, os comentários incluem procedimentos de instalação e ensaio de chumbadores.

Considerando que as normas técnicas vigentes e a própria NR 35 delegam a responsabilidade por essas tarefas, de forma clara, a um profissional legalmente habilitado, o texto torna-se confuso.

No caso dos sistemas de ancoragem permanentes, nenhuma alteração pode ser realizada sem o envolvimento do projetista ou de um outro profissional legalmente habilitado, sob pena de prejudicar a confiabilidade do sistema e também da perda da garantia do produto e da instalação.

Delegar para um profissional de segurança do trabalho as orientações de seleção e/ou instalação de uma ancoragem estrutural como, por exemplo, a indicação de uma viga para ancoragem ou a instalação e o ensaio de um chumbador numa superfície de concreto, impõem riscos técnicos, legais e de segurança. Mesmo um engenheiro de segurança pode não ter cursado uma modalidade de engenharia que o habilite a se responsabilizar tecnicamente sobre um sistema de ancoragem. Mas, então, porque o texto do item 5 parece oferecer essa brecha?

Numa conversa informal com um dos integrantes do comitê tripartite, que trabalhou na produção do Anexo II da NR 35, foi esclarecido que se buscou através desse texto uma flexibilização para a exigência do envolvimento de projetistas em todos os procedimentos de ancoragem. Isso aconteceu em resposta ao interesse de uma das partes envolvidas. Porém, na prática, uma empresa que queira usar essa brecha assumirá um grande risco. Imagine se uma ancoragem estrutural, instalada e ensaiada sob a orientação de um profissional de segurança vier a falhar e gerar um acidente trágico? Como os órgãos de fiscalização, de investigação e a justiça interpretarão o fato do responsável por tais ações não ser habilitado para tal?

A exceção a regra pode ser aplicada aos dispositivos transportáveis de ancoragem (tipo B) ou as linhas de ancoragem temporárias, que dispensam o projeto de instalação, contudo, mesmo esses dispositivos exigem a existência de pontos de ancoragem providenciados previamente e sob responsabilidade de um profissional legalmente habilitado.

É importante lembrar que os dispositivos de ancoragem transportáveis e as linhas de ancoragem temporárias devem atender a norma técnica ABNT NBR 16325. Eles devem ser fruto de um projeto sob responsabilidade de um profissional legalmente habilitado, estarem em conformidade com as normas vigentes e serem ensaiados com as metodologias determinadas por essas mesmas normas.

As competências de um profissional qualificado em segurança do trabalho devem ser aproveitadas para a elaboração dos procedimentos operacionais relacionados as ações dos usuários dos sistemas de ancoragem, no que diz respeito ao uso, aos cuidados e as inspeções rotineiras. Sobre os dispositivos de ancoragem transportáveis e as linhas temporárias é possível incluir nas orientações aos usuários a instalação, a desinstalação, o transporte e a guarda dos equipamentos, conforme as especificações do fabricante.


Desde 1991
EM CONSTANTE EVOLUÇÃO!
LINHAS DE VIDA
ANCORAGENS
FIXAÇÃO
RESGATE
INDÚSTRIA BRASILEIRA
www.bonier.com.br
BONIER® Loop-LVH - Linha de Vida Horizontal sobre Telha Trapezoidal
BONIER

Principais referências

Norma Regulamentadora número 35 - Trabalho em altura - versão atualizada de 2019.

Manual de auxílio na interpretação e aplicação da Norma Regulamentadora número 35 - Trabalho em altura - 2018.

Norma técnica ABNT NBR 16325 de 2014 - Proteção contra quedas de altura Parte 1: Dispositivos de ancoragem tipo A, B e D.

Norma técnica ABNT NBR 16325 de 2014 - Proteção contra quedas de altura Parte 2: Dispositivos de ancoragem tipo C.

Norma técnica ABNT NBR 14489 de 2017 - Sistemas e equipamentos de proteção individual para trabalhos em altura - Recomendações e orientações para seleção, uso e manutenção.

Norma técnica ABNT NBR 14626 de 2020 - Equipamento de proteção individual contra queda de altura - Trava-queda deslizante incluindo a linha flexível de ancoragem.

Norma técnica ABNT NBR 14627 de 2011 - Equipamento de proteção individual contra queda de altura - Trava-queda deslizante guiado em linha rígida.

Norma inglesa BS 7883 de 2019 - Personal fall protection equipment - Anchor systems - System design, installation and inspection - Code of practice.

Livro Resgate em Espaços Confinados - Sérgio Luís Chagas - Primeira edição 2018 - Editora Fontenele.

E-book Os Cem Quilos! - Luiz E. Spinelli - Segunda edição 2017 - Publicação independente.

Manual da Casa das Cordas - Cordas de segurança - Padrão ABNT NBR 15986 - documento digital - Primeira edição 2021 - Autor Luiz Spinelli.

Cartilha da MSA do Brasil - Como eleger seu Sistema de Proteção Individual contra Queda (SPIQ) - documento digital - Primeira edição 2021 - Autor Luiz E. Spinelli.

Manuais de produtos das marcas Dois Dez, Bonier e MSA.

Agradecimentos

Uma obra como esta, considerando a sua importância e a sua complexidade, não poderia ser produzida sem a colaboração de várias pessoas.

Abaixo estão listados os nomes dos profissionais que contribuíram com informações técnicas, com o esclarecimento de dúvidas, com o fornecimento de materiais de pesquisa, com críticas e com sugestões.

Christian Camara

Diretor da Dois Dez

Fábio Aurélio de Alencar

Engº Civil e de Segurança do Trabalho

Diretor da CTNR

Gianfranco Pampalon

Engenheiro Civil e de Segurança do Trabalho

Consultor. Auditor Fiscal do Trabalho aposentado

Ígor Tschoepke Goedel

Engenheiro Mecânico e de Segurança do Trabalho

Diretor da TeD Engenharia

Irivan G. Burda

Engenheiro Mecânico

Diretor da Bonier

Rogério dos Santos de Souza

Engenheiro Mecânico

Wilson R. Simon

Engenheiro Mecânico e de Segurança do Trabalho

Diretor da WRX Engenharia

Agradecimento especial

Um agradecimento especial ao Irivan Burda e ao Igor Goedel por terem sido os profissionais que mais tempo dedicaram ao auxílio na produção da obra.

TED ENGENHARIA
tedengenharia.com.br

Projetos e instalações de sistemas de ancoragem



Criamos uma solução para as situações em que os pontos de ancoragem de acesso fácil e seguro estão em cima de uma laje, entretanto, o trabalho ocorre abaixo dela.



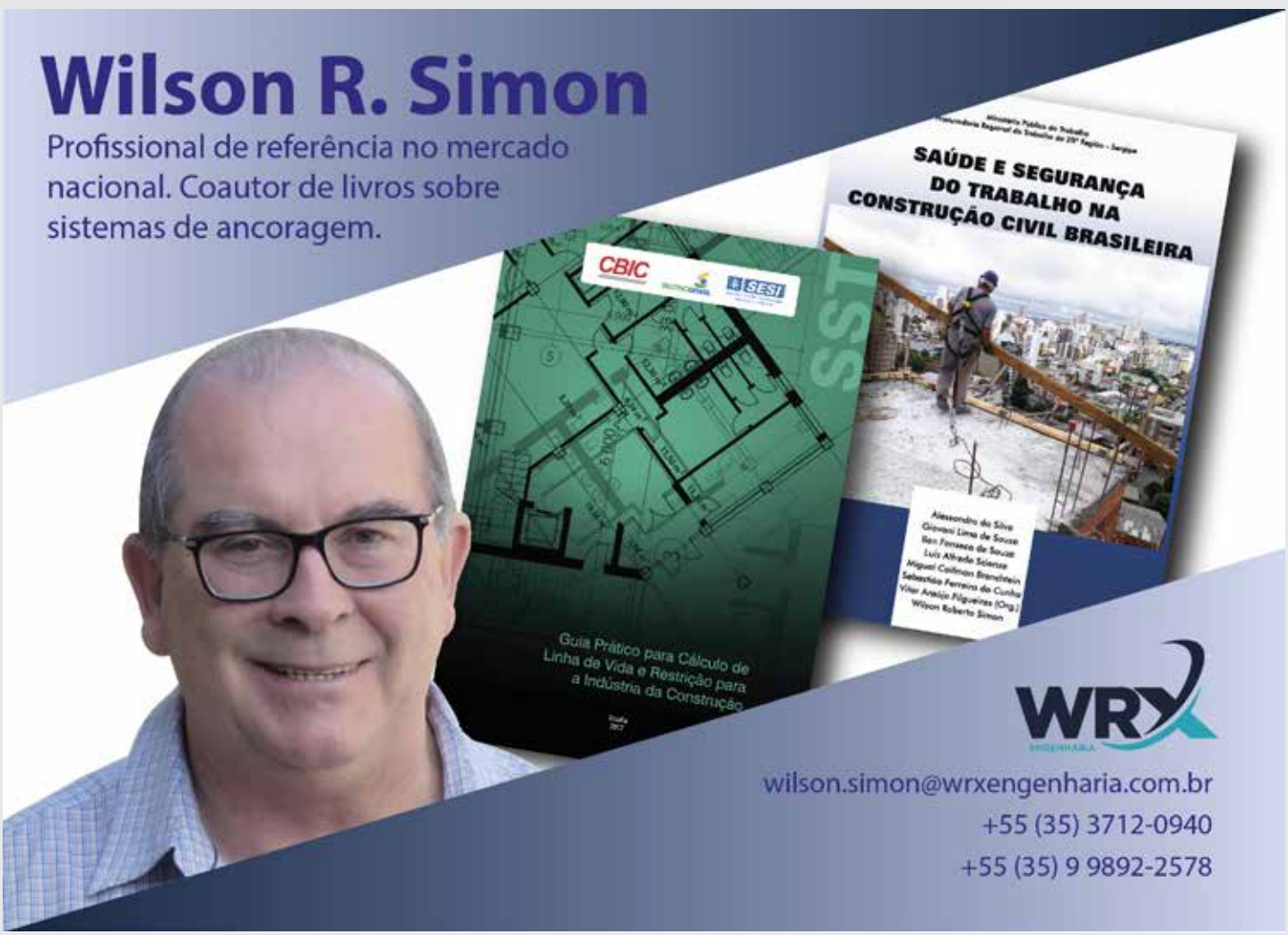
Produto patenteado



www.tedengenharia.com.br
ted@tedengenharia.com.br
Telefone: (54) 3027-4953

Wilson R. Simon

Profissional de referência no mercado nacional. Coautor de livros sobre sistemas de ancoragem.



WRX ENGENHARIA

wilson.simon@wrxengenharia.com.br
+55 (35) 3712-0940
+55 (35) 9 9892-2578

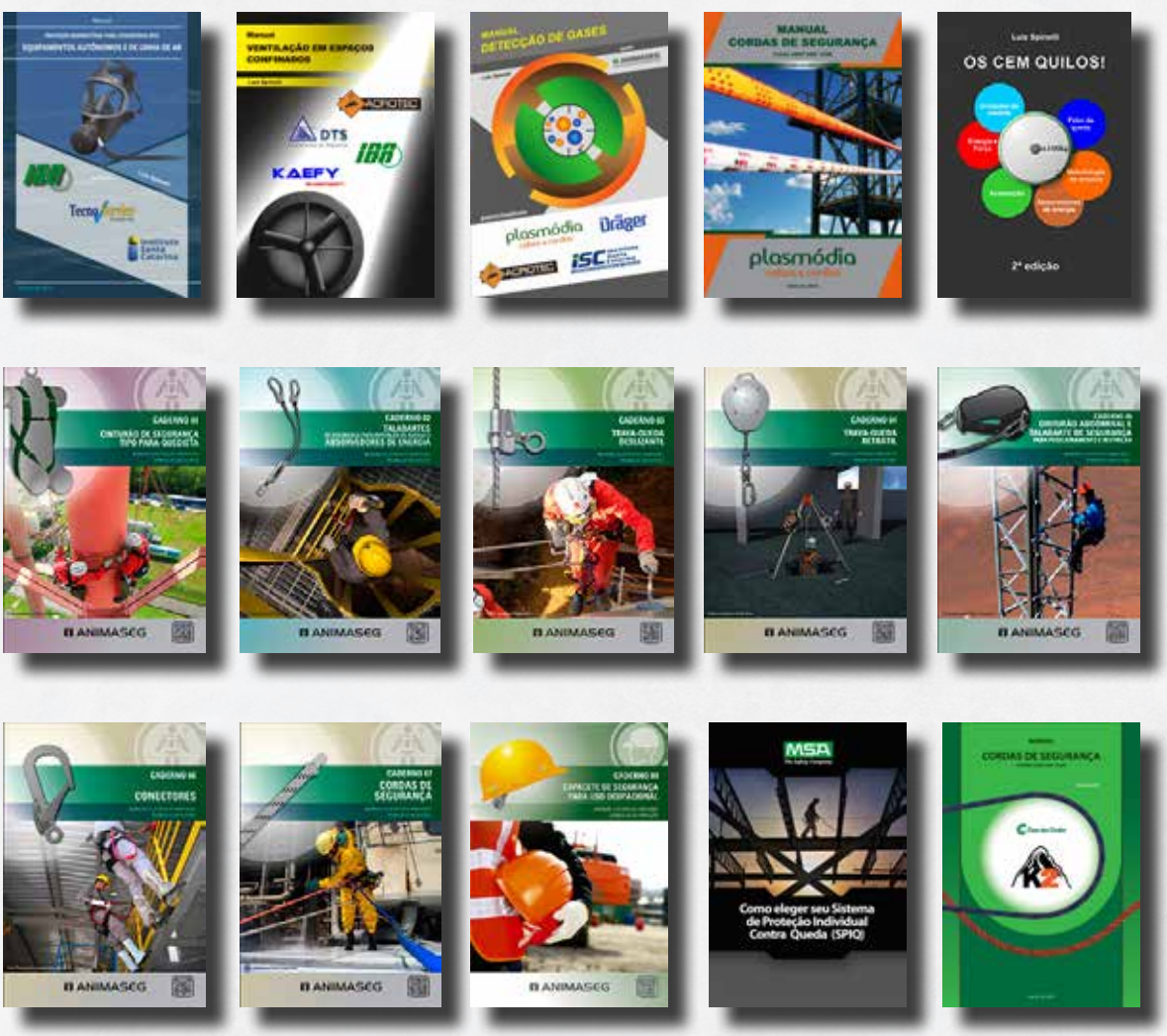
Por iniciativa própria ou sob encomenda de empresas e instituições, com materiais impressos e digitais, o escritor Luiz Spinelli produziu mais de 30 títulos abordando temas sobre segurança do trabalho nos formatos de artigo, manual e livro (e-book). Somam-se até este momento um total de 975 páginas, entre as quais 748 páginas de informações técnicas. Quase todo esse conteúdo está disponível digitalmente para o mercado industrial de forma livre e gratuita.

Spinelli
criador de conteúdos



www.spinelli.blog.br

Conheça as demais obras de Luiz Spinelli



Manual

SISTEMAS DE ANCORAGEM

Patrocínio

WRX

CTNR® TREINAMENTOS

DOIS DEZ
Especialistas em Prevenção de Quedas

Instituto Santa Catarina

GRUPO RANGER SMS

BONIER EQUIPAMENTOS

Apoio

ANIMASEG
ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE MATERIAL DE SEGURANÇA E PROTEÇÃO AO TRABALHO

T&D ENGENHARIA
tedengenharia.com.br

WRX ENGENHARIA
WILSON R. SIMON