

MANUAL

CORDAS DE SEGURANÇA

PADRÃO ABNT NBR 15986

Luiz Spinelli

 *Casa das Cordas*



Outubro de 2021



Casa das Cordas

Rua Paula Sousa, 161 - Bairro Luz

São Paulo - Capital

CEP 01027-001

Tel.: (11) 3322-9555 ou

(11) 9 7267-6514

E-mail: vendas@casadascordas.com.br

www.casadascordas.com.br

Capa, texto, ilustrações e diagramação
de Luiz E. Spinelli

Copyright © 2021
Direitos reservados
Spinelli, Luiz Eduardo
São Paulo - SP - Brasil
Outubro de 2021.

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.



Objetivo

Existem muitos tipos diferentes de cordas para muitos ambientes e com variadas aplicações, entretanto, os usos mais nobres que podemos atribuir às cordas tem a ver com a preservação da vida humana.

Os sistemas de retenção de queda e os de resgate em ambiente industrial são exemplos de situações em que o uso de cordas tem o objetivo de preservar a segurança de trabalhadores e socorristas, e sendo equipamentos de proteção devem oferecer uma confiabilidade inquestionável.

A qualidade de uma corda para a segurança de pessoas depende das suas características técnicas e dos cuidados no uso e na manutenção. Isso impõe aos usuários desses equipamentos a necessidade de dominarem conhecimento técnico para a especificação, a seleção, o uso, os cuidados e a manutenção.

É com o objetivo oferecer o conteúdo básico sobre cordas de segurança de forma ilustrada e didática que este manual está sendo disponibilizado para o mercado industrial brasileiro.

O objetivo maior é contribuir para a capacitação e o aperfeiçoamento dos profissionais brasileiros que necessitam utilizar cordas nas atividades laborais e de resgate.

Boa leitura!

ÍNDICE

Capítulo 1 - Fundamentos	05
Cabo ou corda?	06
Tipos de cordas	07
Padrão NR 18	08
Padrão capa e alma	10
Cabo de aço ou corda?	11
Principais aplicações das cordas de segurança	12
Capítulo 2 - Alguns fundamentos da ciência aplicáveis as cordas	17
O porquê das coisas	18
Energia	19
Energia potencial, energia cinética e força	20
A força gerada por uma queda	21
A elasticidade	22
Absorção e dissipação da energia cinética	23
Fator de queda	24
Os três fatores que determinam a força de frenagem	25
Capítulo 3 - Características necessárias para uma corda de segurança	26
As fibras certas	27
Resistência a tração	29
Resistência ao choque	30
O alongamento apropriado	31
Capítulo 4 - Norma técnica ABNT NBR 15986:2011	33
Requisitos	34
Tipos de cordas	35
Materiais e diâmetro	36
Alongamento	37
Força de frenagem	38
Comportamento dinâmico	39
Resistência estática	40
Marcação	42
Capítulo 5 - Cuidados básicos com as cordas de segurança	43
Prazo de garantia, validade e vida útil	44
Não basta adquirir uma boa corda	45
Cuidado com os danos invisíveis	46
Degradação química	47
Degradação fotoinduzida	48
Degradação térmica	49
Danos por efeito mecânico - abrasivos e cortantes	50
Danos por efeito mecânico - partículas internas	51
Danos por efeito mecânico - equipamentos	52
Fragilização - água e nós	53
Inspeção das cordas de segurança	54
Cuidado com a ponta de uma corda	56
Lavagem das cordas	57
Controle de uso e inspeção	58
Transporte e armazenamento de cordas	59
Capítulo 6 - Nós	60
Nós	61
Lista dos nós mais utilizados	63
Os nós reduzem a resistência das cordas	67
Ensaio de resistência de nós	68
Referências	76
Agradecimentos	77

CAPÍTULO 1

Fundamentos

Cabo ou Corda?

No meio náutico (navios e barcos) o termo Cabo é tradicionalmente utilizado para designar o equipamento formado por um feixe de fios trançados ou torcidos.

A Norma Regulamentadora número 18 (Construção Civil) contribuiu para fortalecer o uso do termo Cabo nas atividades laborais, designando o equipamento como “Cabo de fibras sintéticas”. Porém, nas atividades de trabalho e de resgate no meio industrial a designação Corda também é muito empregada, muito pela influência das normas e dos textos de origem americana e europeia.

Segundo os dicionários a palavra Corda é definida como um conjunto de fios torcidos juntos para formar uma peça resistente. Segundo os mesmos dicionários a palavra Cabo possui diferentes definições, podendo ser, por exemplo, a extremidade de uma peça (ex: cabo do guarda-chuva), para designar uma corda grossa, como as usadas em navios ou para designar um conjunto de arames de aço que formam um cabo de aço.

Portanto, o termo Cabo é impreciso, já que pode ser usado para designar coisas diferentes. E como acontece no texto da NR 18, acaba sendo necessário complementá-lo como Cabo de fibras sintéticas ou Cabo de aço. Usar o termo cabo é, no mínimo, pouco prático.

Por isso a recomendação deste manual é a utilização do termo Corda para designar os equipamentos construídos com um conjunto de fibras sintéticas trançadas ou torcidas.

CORDA

Conjunto de fios torcidos ou trançados juntos para formar uma peça resistente.



Imagem de Luiz E. Spinelli

Tipos de cordas

Existem muitos modelos de cordas para atender a muitas aplicações diferentes. Existem cordas para atividades náuticas, para pesca, para arreo de cavalos, para artesanato e decoração, para a segurança de pessoas, para atividades esportivas, entre outras.

Dependendo da aplicação as características técnicas também variam muito. Uma corda pode ser construída com fibras naturais, com fibras sintéticas, formada por feixes de fios enrolados, por fios trançados, sem alma, com alma e capa, com uma alma e várias capas, com uma alma de aço coberta por uma capa de fibras sintéticas, e também com inúmeras espessuras indo dos cordeletes mais finos até as grossas cordas náuticas para navios.

As cordas utilizadas para a segurança de pessoas também variam de modelos, mas seguem alguns requisitos padronizados como o uso obrigatório de fibras sintéticas, sendo que as mais utilizadas são a poliamida e o poliéster. As normas brasileiras não determinam a matéria prima das cordas, mas costumam proibir o uso do polipropileno. Mais adiante serão abordadas as características das fibras mais utilizadas nos equipamentos de segurança.

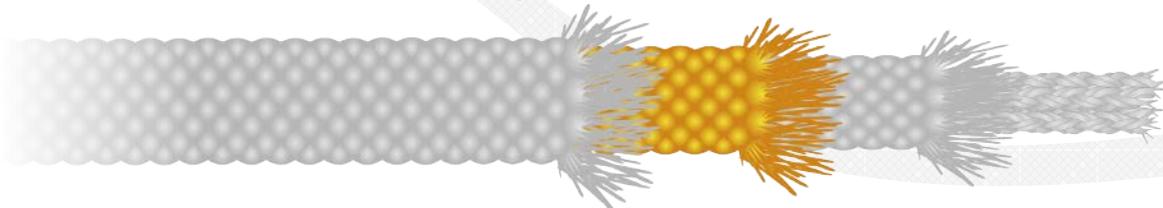
Em pequena escala são utilizadas as cordas compostas de feixes de fios enrolados entre si, mas as cordas de maior utilização são as trançadas.

Alguns exemplos

Corda trançada de capa e alma



Corda trançada de alma e três capas



Corda torcida



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

Tipos de cordas

Padrão NR 18

Há aproximadamente vinte anos foi incluído no texto da antiga versão da Norma Regulamentadora número 18, que aborda as atividades na indústria da construção civil, os requisitos técnicos para um modelo de corda com foco no sistema da cadeira suspensa, seja para sustentá-la ou para a linha de segurança com o trava-queda. Como este tipo de corda foi durante muitos anos o único estabelecido legalmente, acabou sendo utilizado para todo e qualquer sistema de segurança, e tornou-se a corda padrão no mercado.

A publicação desses requisitos no início dos anos 2000 teve o seu mérito em estabelecer uma qualidade mínima para as cordas de segurança, numa época em que qualquer modelo que pudesse ser chamado de corda, por mais precário que fosse, era considerado para o uso com pessoas, o que obviamente gerava sérios riscos para os trabalhadores.

É um fato que na época da sua publicação esse padrão foi um avanço, mas a falta de alternativas para as outras aplicações tornou-se um problema.

O que o antigo texto da NR 18 determinava era a construção da corda, que deveria ser constituída por uma alma e três capas, oferecer uma resistência de no mínimo 20 kN (2.000 kgf aproximadamente), utilizar a fibra poliamida, oferecer a capa intermediária com uma cor diferente para funcionar como alerta visual e ter amostras enviadas regularmente para o teste de tração (teste estático).

O maior problema desse padrão era não contemplar todos os requisitos necessários para uma corda segura, com destaque para a falta da avaliação do seu alongamento e da sua capacidade de absorção de energia.

Padrão exigido pelo antigo texto da NR 18

- Pequena alma e três capas;
- Alma e capas de poliamida;
- Capa intermediária com fibras e cor diferente para um alerta visual;
- Diâmetro de 12 mm e resistência mínima de 20 kN.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli



O texto atualizado da NR 18, publicado em fevereiro de 2020, alterou esse tópico. Deixou de determinar um modelo específico de corda. O Anexo II da norma atualizada aborda os requisitos para cabo de aço e cabo de fibra sintética de forma genérica.

O Anexo II da NR 18 atualizada determina, entre vários itens, a compatibilidade da corda com o modelo de trava-queda, uma resistência mínima de 22 kN (2.200 kgf aproximadamente), a exigência da corda ser submetida aos ensaios conforme as normas técnicas vigentes, a possibilidade da construção da corda poder ser constituída de uma alma e várias capas ou por alma e capa. Não especifica a matéria prima, mas proíbe o uso do polipropileno.

Destaque de alguns itens do Anexo II da NR 18

O cabo de fibra sintética (corda) deve ser compatível com o trava-queda a ser utilizado.

O cabo de fibra sintética (corda) deve ser submetido aos ensaios conforme as normas técnicas nacionais vigentes.

O cabo de fibra sintética (corda) deve possuir no mínimo 22 kN de carga de ruptura sem os terminais.

O cabo de fibra sintética (corda) pode ser de três capas ou capa e alma.

Um **fato importante** que deve ser destacado é que entre as opções adequadas de cordas, a única que oferece uma norma técnica é a corda trançada de capa e alma, que teve como base uma norma europeia. Trata-se da norma ABNT NBR 15986 de 2011, e este é o padrão destacado por este manual.

O cabo de fibra sintética (corda) deve ser submetido aos ensaios conforme as normas técnicas nacionais vigentes.

Tipos de cordas

Padrão Capa e Alma

Durante muitos anos não tivemos no Brasil a fabricação de cordas que oferecessem um padrão de qualidade semelhante aos modelos consagrados internacionalmente. Por isso algumas equipes de resgate no Brasil, os profissionais de acesso por cordas e os esportistas precisavam adquirir cordas importadas dos Estados Unidos e da Europa.

Foi somente no ano de 2009 que surgiu a iniciativa de criar uma comissão de estudos pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para a elaboração de uma norma técnica com a missão de criar os requisitos de qualidade e as metodologias de ensaio de um modelo semelhante aos padrões internacionais.

O resultado foi a publicação no ano de 2011 da norma ABNT NBR 15986, cujo título é “cordas de alma e capa de baixo coeficiente de alongamento para acesso por cordas”, que teve como base a norma européia CSN EN 1891 - *Personal protective equipment for the prevention of falls from a height - Low stretch kernmantle ropes* (Equipamentos de proteção pessoal para prevenção de quedas de altura - Cordas kernmantle de baixo estiramento).

O termo *Kernmantle* é uma palavra da língua alemã composta por *Kern* que significa “núcleo” e “*mantel*” que significa bainha. Neste contexto consideramos a tradução como “capa e alma”. Então, estamos nos referindo a um modelo de corda composto basicamente de duas partes, que é a alma formada pela maior parte de filamentos e uma capa trançada sobre a alma para protegê-la.

Embora, na época da publicação, o título da norma direcionasse o novo modelo de corda para a atividade de acesso por cordas, esse equipamento sempre teve inúmeras aplicações e para diferentes atividades, sejam elas laborais ou esportivas.

Este modelo de capa e alma de baixo alongamento é o foco deste manual.

Corda padrão *Kernmantle* (capa e alma)

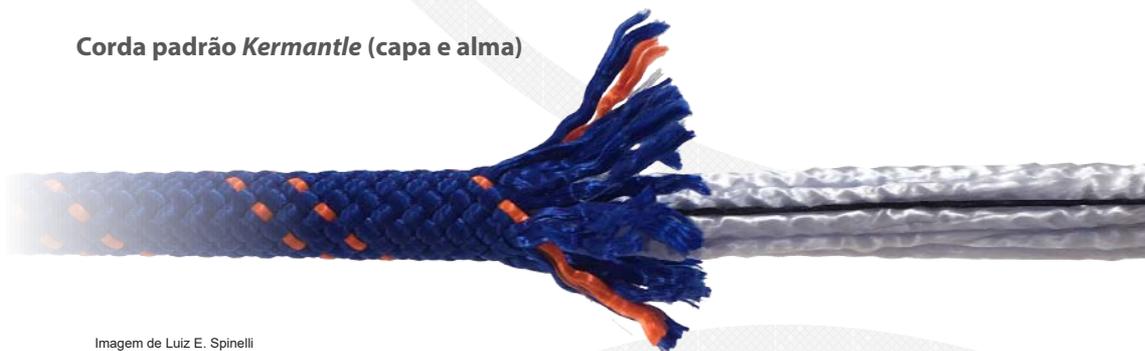


Imagem de Luiz E. Spinelli



Cabo de aço ou corda?

A praticidade das cordas

O planejamento e a montagem de um sistema de retenção de queda pode ser feito utilizando cabos de aço ou cordas, e por qual optar depende das necessidades e das condições de uso.

Para os sistemas emergenciais e provisórios a corda se apresenta como o recurso mais prático. Com ela é possível montar sistemas complexos com relativa rapidez. Isso por causa do seu peso, do seu volume e da sua maleabilidade. Dezenas de metros de cordas pode ser facilmente transportadas e manuseadas. E são por esses motivos que a corda se tornou um componente essencial para as operações de resgate vertical, como também para as atividades esportivas praticadas na natureza.

Cabos de aço

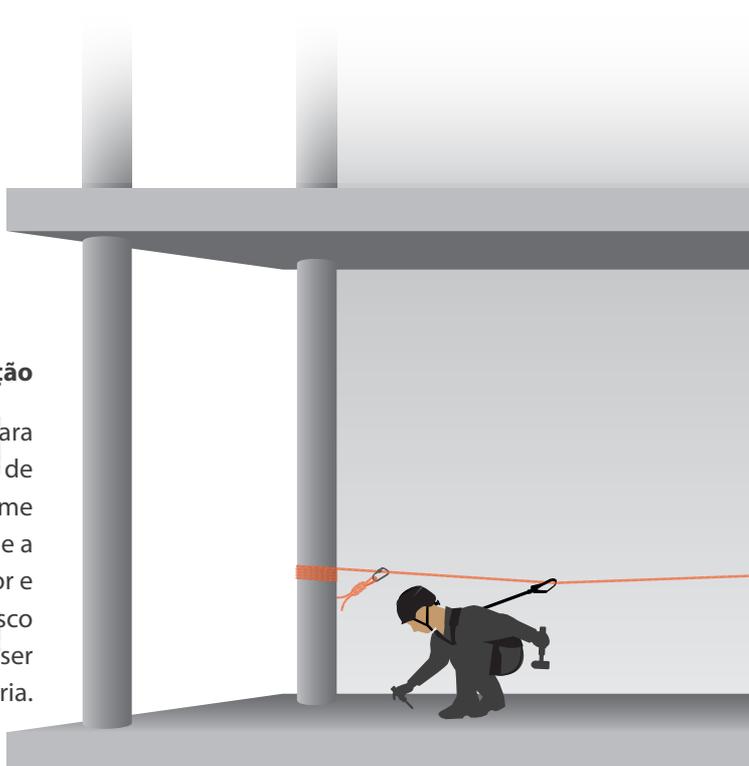
Sobre a praticidade das cordas não há dúvidas, no entanto, elas têm as suas fragilidades e são muito mais vulneráveis às condições ambientais do que os cabos de aço. E quando expostas às condições ambientais como calor, raios solares, entre outros, a corda pode se degradar com relativa rapidez. Por isso, para a montagem dos sistemas permanentes é aconselhável o uso dos cabos de aço, principalmente os instalados ao ar livre ou em ambientes contaminados com substâncias químicas.

Principais aplicações das cordas de segurança

As cordas de segurança padrão capa e alma (ABNT NBR 15986) tem várias aplicações diferentes nas rotinas industriais e nos serviços de emergência. A seguir listaremos os mais importantes.

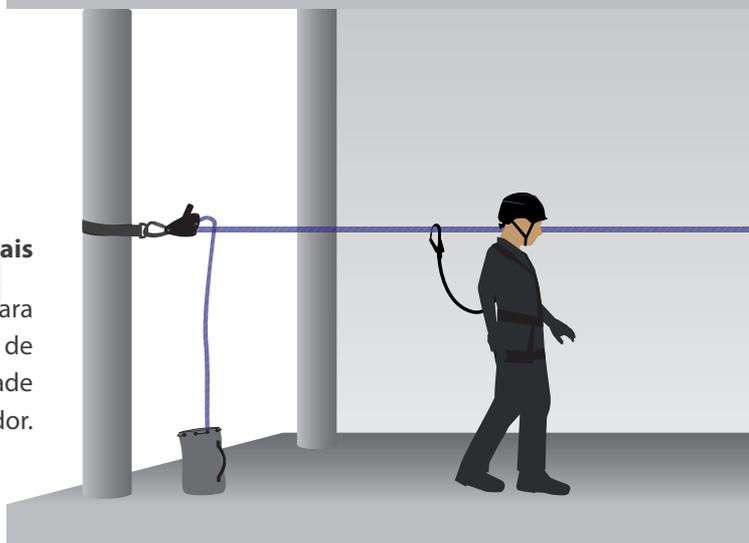
Sistema de restrição

Uma corda pode ser usada para a montagem de um sistema de restrição. Como o próprio nome diz, esse sistema restringe a movimentação do trabalhador e impede que ele se exponha ao risco de queda. Essa solução deve ser sempre considerada prioritária.



Linhas de vida flexíveis horizontais

Uma corda pode ser usada para a montagem de um sistema de retenção de queda com mobilidade para o trabalhador.

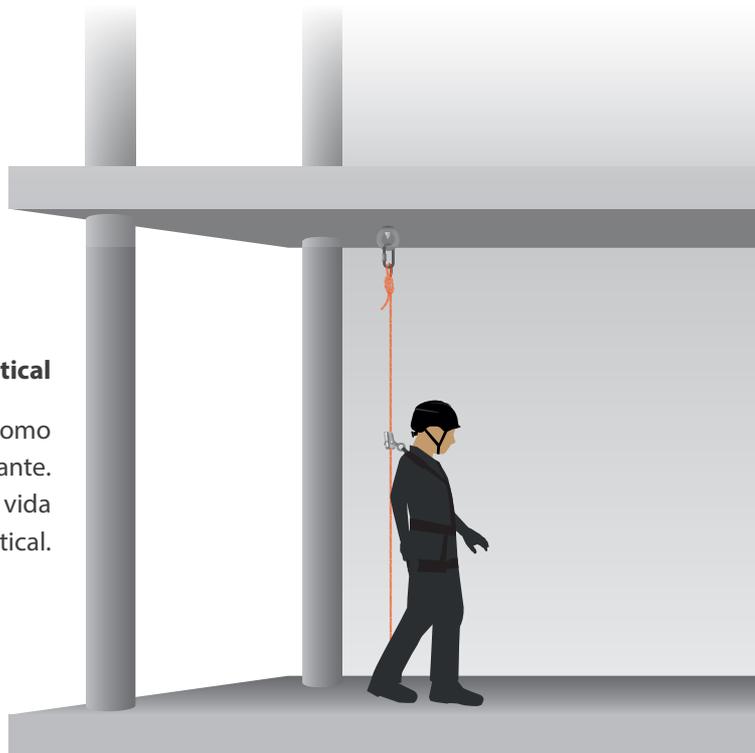


Ilustrações de Luiz E. Spinelli

Principais aplicações das cordas de segurança

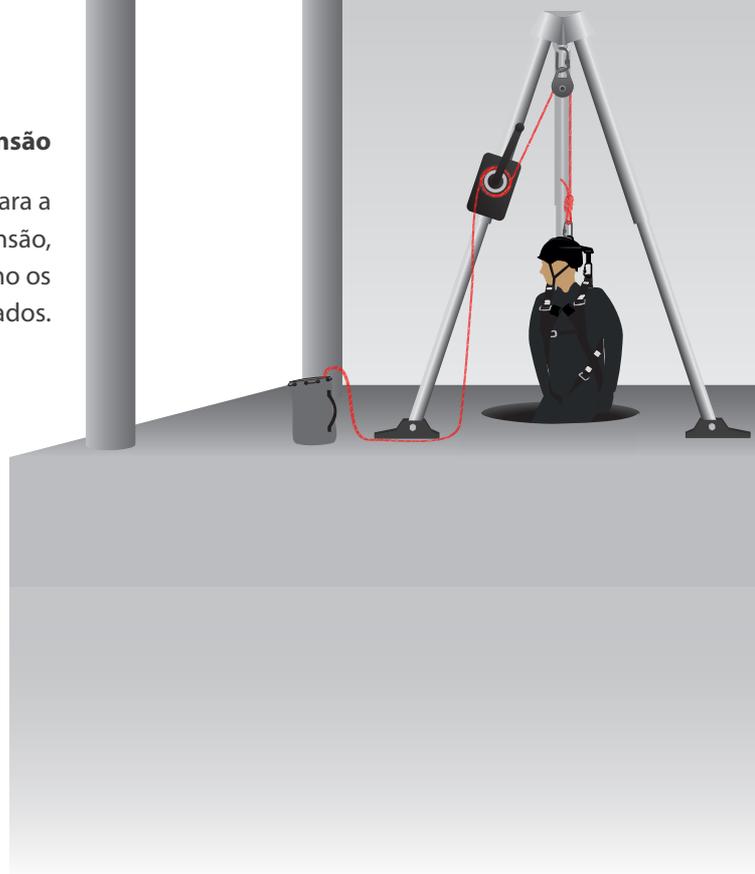
Linha de vida flexível vertical

Uma corda pode ser utilizada como guia para um trava-queda deslizante. Caracteriza-se como uma linha de vida vertical.



Suspensão

Uma corda pode ser utilizada para a montagem de sistemas de suspensão, movimentação e resgate como os realizados em espaços confinados.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

Principais aplicações das cordas de segurança

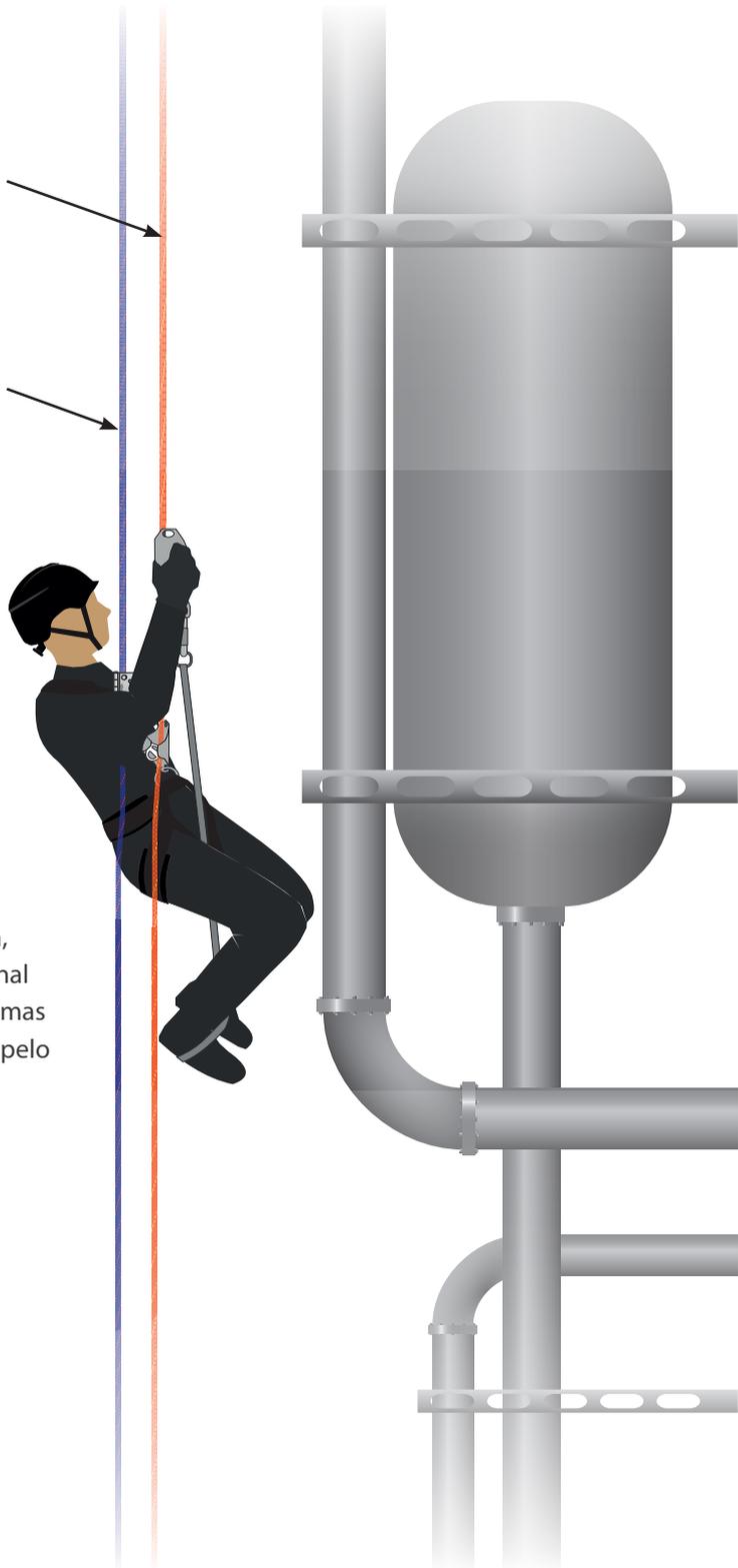
Corda usada como linha principal, sobre a qual o profissional se movimenta e se posiciona para trabalho.

Corda usada como linha de segurança, sobre a qual desliza o trava-queda.

Acesso por cordas

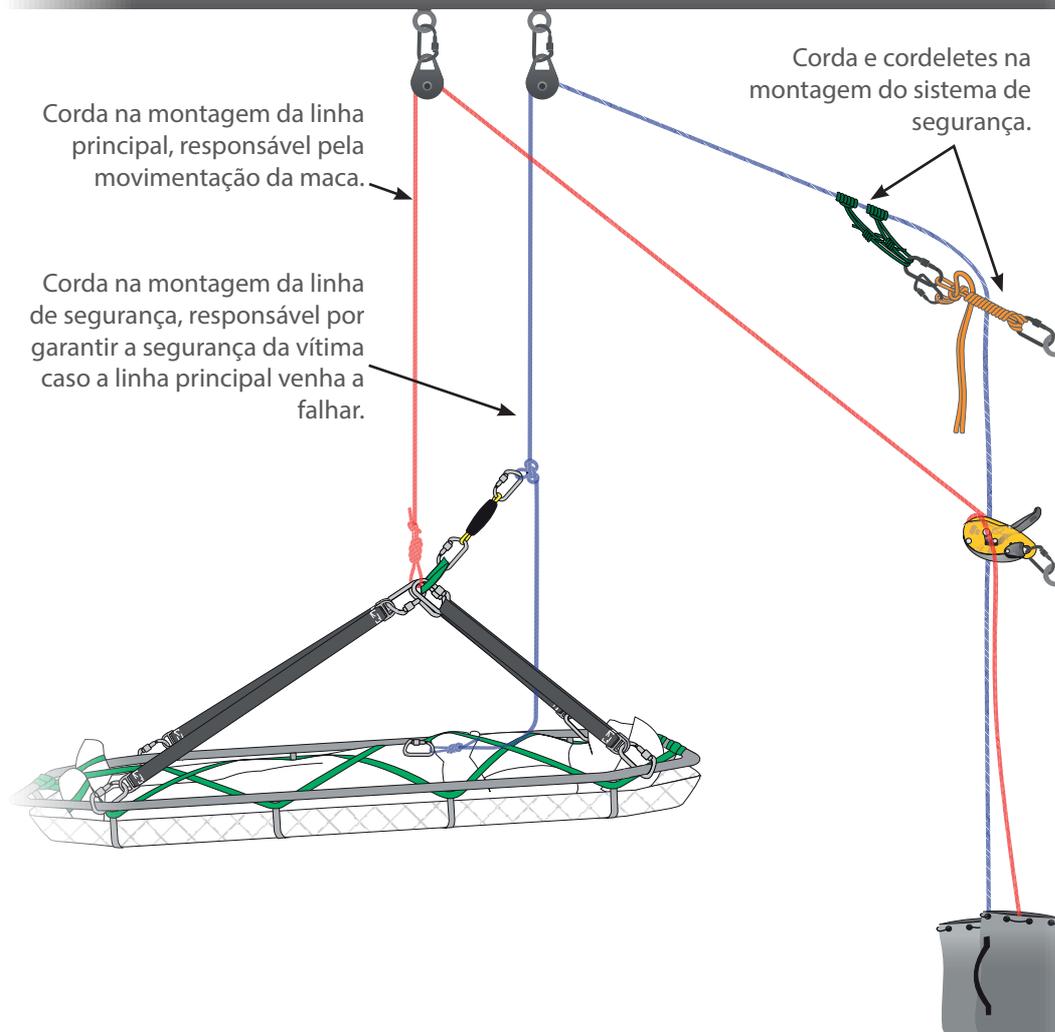
Trata-se de uma atividade que utiliza cordas como meio de acesso, posicionamento e segurança nos trabalhos em altura.

É uma atividade muito especializada, que exige a certificação do profissional envolvido e é padronizada pelas normas técnicas ABNT NBR 15475 e 15595 e pelo Anexo I da NR 35.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

Principais aplicações das cordas de segurança



Resgate técnico

As operações de resgate, especialmente as realizadas em ambientes verticais, são muito técnicas e tem a corda como um dos mais importantes recursos para a montagem dos mais variados sistemas.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli



Considere todo o sistema

Para que o uso de uma boa corda de segurança seja eficiente e efetivo é necessário garantir a qualidade do projeto, da instalação, da inspeção e do uso dos sistemas de ancoragem, bem como a correta seleção e uso dos equipamentos de proteção individual e dos equipamentos acessórios.

CAPÍTULO 2

Alguns fundamentos da ciência aplicáveis as cordas



O Porquê das coisas

Muitos dos erros cometidos nas rotinas de trabalho no Brasil sobre os sistemas de proteção contra queda, entre outras atividades, acontecem porque os planejadores e os usuários não compreendem o “porquê das coisas”.

Se não é compreendido o motivo de uma exigência normativa ou de uma orientação técnica é fácil que ela seja desvalorizada ou até mesmo desconsiderada.

A falta de conhecimento técnico também gera falhas na seleção de equipamentos, bem como no planejamento, na instalação e no uso dos sistemas de segurança.

Entre os usos indicados neste manual para a corda de segurança, o que mais exige do equipamento é a retenção da queda de uma pessoa.

Um trabalhador, por mais carente de estudos que seja, compreende que o peso (força) de um objeto ao final de uma queda é muito maior do que ele parado. Apesar de ser um conhecimento comum a qualquer adulto, observa-se no cotidiano dos trabalhos uma desatenção a este fenômeno. Percebemos isso quando flagramos trabalhadores conectados a estruturas frágeis, incapazes de suportar a força de impacto de uma queda caso ela ocorra.

O mesmo acontece quando um gestor ou um trabalhador coloca em uso uma corda qualquer para a segurança de pessoas.

Além da gravidade, a energia e a força são fenômenos da natureza que determinam o resultado de uma queda, e compreender esses fenômenos ajudará a entender as características necessárias para uma boa corda de segurança.

Até mesmo alguns fundamentos de química são necessários para compreender as matérias primas das cordas, bem como as resistências e as fragilidades dos diferentes tipos de fibras usadas nas suas construções. Esses conhecimentos básicos ajudam na seleção do modelo de corda para condições específicas de uso.



Energia

O conceito de energia é uma ideia abstrata, ou seja, é difícil de apresentar uma imagem concreta. E a física utiliza diferentes conceitos dependendo do campo de aplicação.

Para o nosso contexto a definição que devemos usar é a aplicada na física mecânica ou de movimento. Para esses campos da ciência a energia é algo capaz de realizar uma ação ou produzir um trabalho. Como exemplos podemos dizer que o tal trabalho pode ser empurrar ou puxar um objeto, interromper o seu movimento ou alterar a sua trajetória, entre outras coisas.

Dois elementos que associados geram a energia são a massa e a velocidade.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

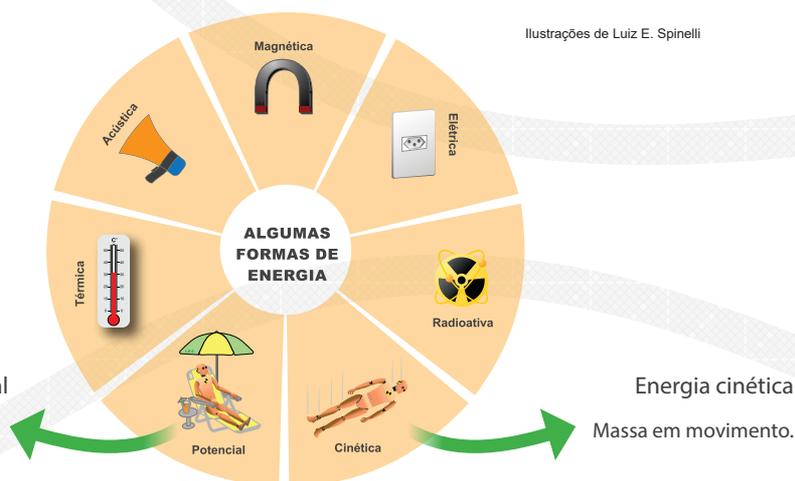
Um exemplo que pode ajudar a compreender o conceito de energia é a roda d'água. Ela necessita da energia da água, pois é essa energia que fará o trabalho de movê-la. O volume (massa) da água e a sua velocidade determinam a energia. Quanto maior for o volume da água e quanto maior for a sua velocidade de deslocamento maior será a energia.

Existem muitas formas de energia como a acústica, a magnética, a radioativa, a térmica, entre outras. Mas entre elas as duas mais relevantes para o nosso contexto são a Energia Potencial e a Energia Cinética.

A energia potencial é a energia armazenada em um objeto em estado de repouso. Essa forma de energia está associada à sua posição (altura), a sua massa e a força da gravidade.

Existe mais de um tipo de energia potencial, e dentro do contexto deste manual o foco é a chamada energia potencial gravitacional. Para fim de simplificação adotaremos o termo energia potencial. Esse tipo de energia se converte em energia cinética quando inicia o movimento. É o caso de uma maçã que está no galho de uma árvore e apresenta a energia potencial (a ação da gravidade, a sua massa e a altura que está em relação ao chão). Quando a maçã cai do galho a energia potencial se converte em energia cinética e ao se chocar contra o solo parte dessa energia exercerá trabalho deformando a maçã e o piso. Este trabalho é denominado força.

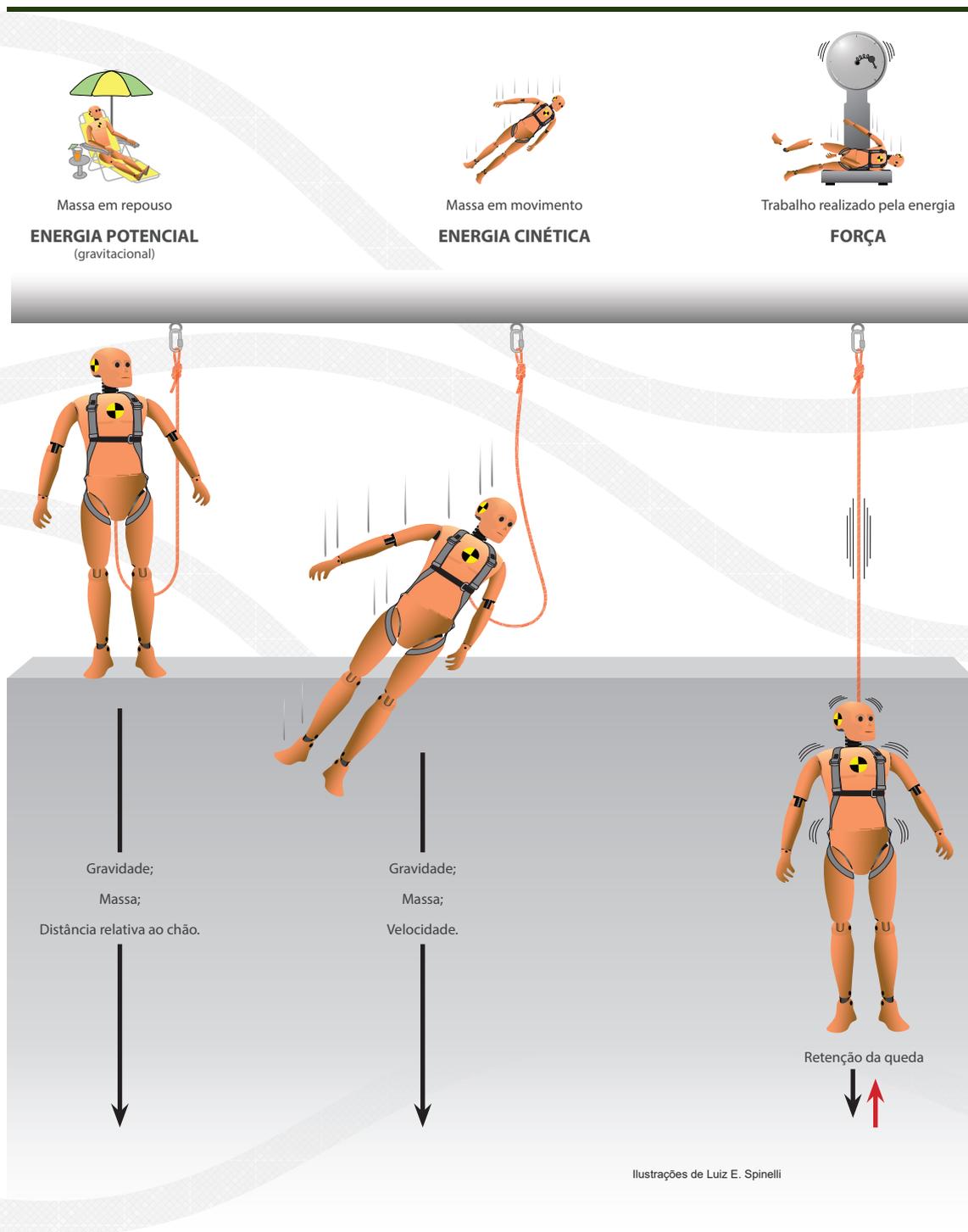
Alguns exemplos de diferentes formas de energia, com destaque para duas que tem uma relação com o conteúdo deste manual.



Energia Potencial, Energia Cinética e Força

Existem fenômenos naturais envolvidos na retenção de uma queda. Compreendê-los permite um bom planejamento do sistema, uma boa escolha dos equipamentos e uma orientação adequada para os usuários desses sistemas.

Entre esses fenômenos será a força que determinará o resultado de uma queda. Num sistema adequadamente planejado, montado e utilizado a força gerada no momento da retenção da queda pode ser de até 6 kN (600 kgf aproximadamente). Em sistemas mal planejados ou mal utilizados essa força pode ultrapassar a resistência do corpo humano que é de 12kN (1.200 kgf aproximadamente).



A força gerada por uma queda

Não basta que um sistema retenha a queda de um trabalhador, pois parar por parar o chão já o faz muito bem. Um sistema seguro de retenção de queda tem que interromper a queda de uma pessoa de uma forma que não a machuque. Em outras palavras, tem que amortecer a queda e diminuir as chances de desconfortos e lesões.

De forma alegórica podemos afirmar que se algo amparar a queda de um trabalhador que seja uma pilha de colchões e não um piso de concreto.

A força não se manifesta somente pela ação da energia cinética, mas neste contexto são dois fenômenos diretamente relacionados. Portanto, quanto menos energia menos força haverá no momento da retenção da queda, e é neste ponto que precisamos compreender o que é a absorção de energia.

Segundo o célebre químico francês do século 17, o Sr. Lavoisier “Na Natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. Então a energia não surge do nada e não desaparece para o nada, ela se transforma.

“Na Natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”

Exemplo de um fluxo de energia e as suas transformações

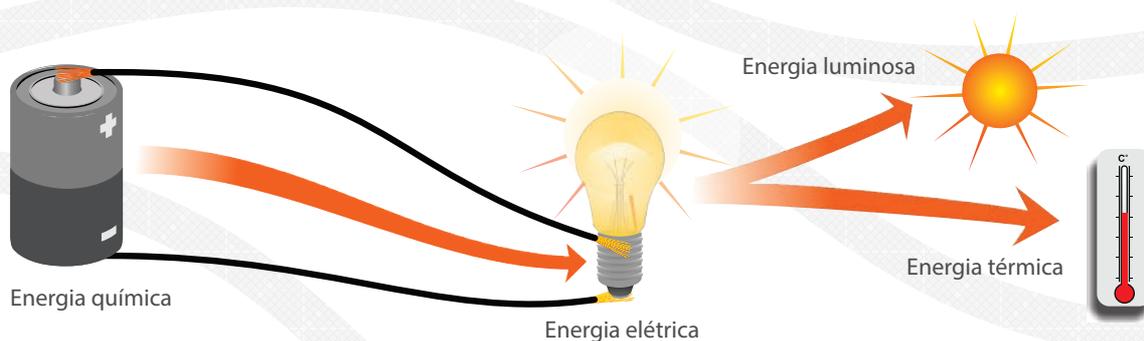


Ilustração do livro “Os Cem Quilos!” de Luiz Spinelli

E como isso se aplica as cordas?

Uma característica das cordas é serem elásticas, podendo oferecer maior ou menor capacidade de alongamento dependendo do modelo utilizado e da carga aplicada. Entre as cordas de segurança construídas de capa e alma, existem as chamadas Dinâmicas, que são as mais elásticas, porém, são muito especializadas e pouco utilizadas em atividades laborais, sendo que o seu maior uso acontece nas atividades esportivas como a escalada em rocha ou a escalada em gelo. Os profissionais de acesso por cordas costumam usá-las para a confecção de talabartes de posicionamento. Elas também são usadas para a confecção de talabartes nos testes em laboratório dos cinturões de segurança.

Nas atividades industriais a corda largamente utilizada é a de baixo coeficiente de alongamento, ou seja, as menos elásticas, mas mesmo elas oferecem alguma eficiência para amortecer uma queda. E como isso acontece? O processo é chamado de absorção de energia.

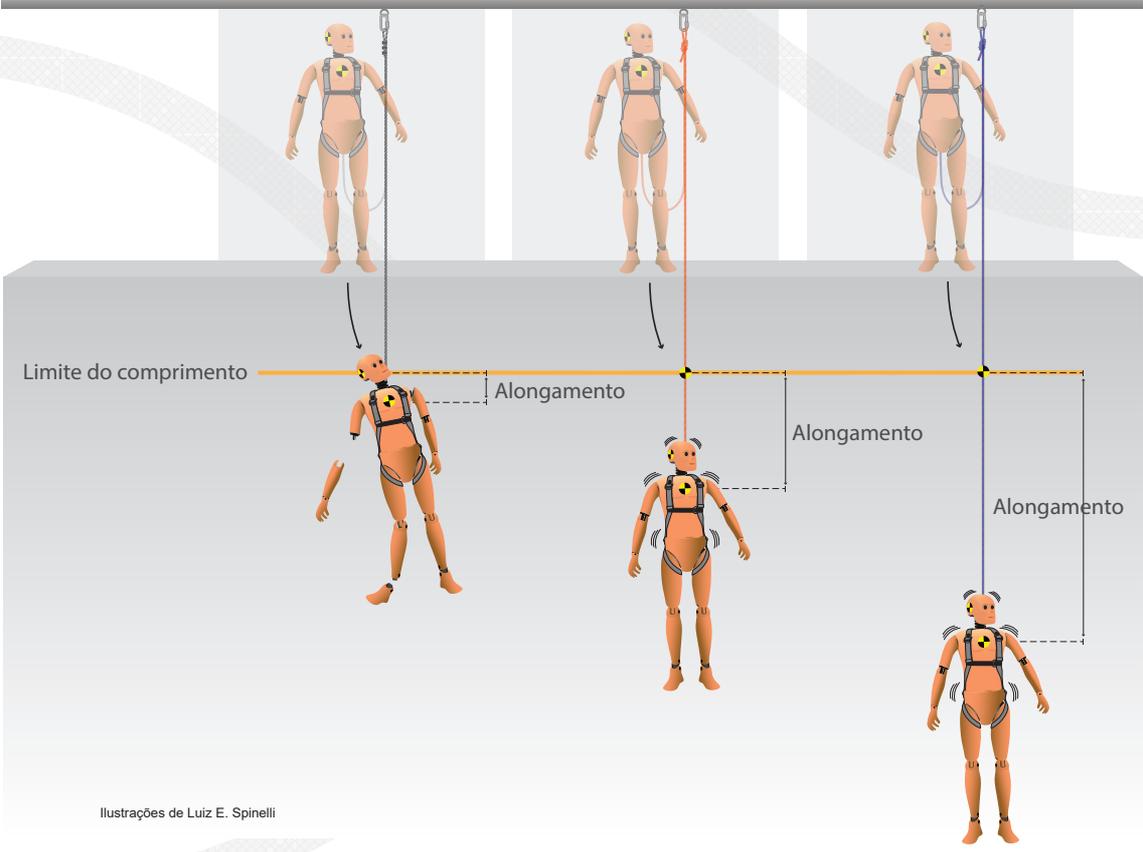
A elasticidade

A elasticidade não é a única característica importante de uma corda de segurança, mas é aquela que define a capacidade dela para amortecer a queda de uma pessoa.

A pouca elasticidade de uma corda é um problema, mas muita elasticidade pode ser um inconveniente para algumas atividades, por isso as cordas mais utilizadas no ambiente industrial são as de baixo coeficiente de alongamento, chamadas popularmente de cordas semiestáticas.

As cordas de capa e alma de baixo coeficiente de alongamento são o objeto deste manual, contempladas na norma técnica ABNT NBR 15986 de 2011.

Pouca capacidade de absorção de energia	Média capacidade de absorção de energia	Boa capacidade de absorção de energia
		
Cabos inelásticos	Cordas semiestáticas	Cordas dinâmicas
Pouca ou nenhum coeficiente de alongamento	Baixo coeficiente de alongamento	Alto coeficiente de alongamento



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

Absorção e dissipação da energia cinética

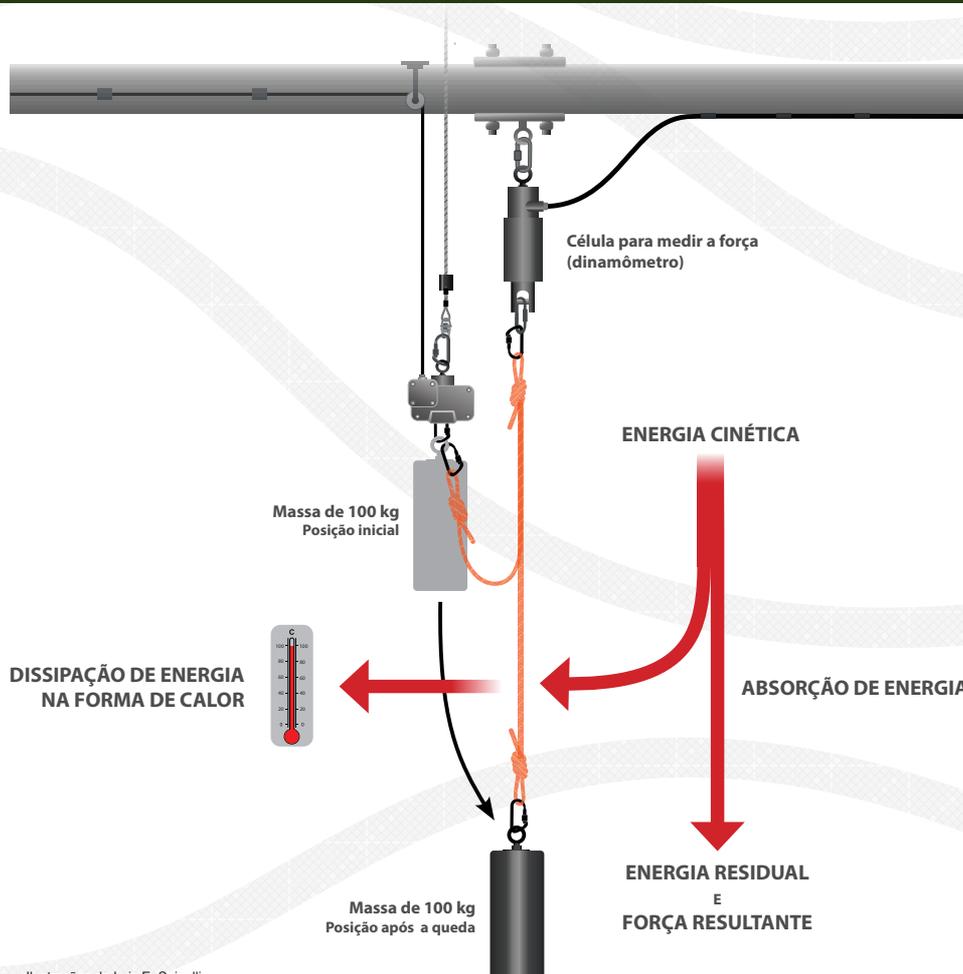
A forma mais simples de abordar este tema é lembrar que para a retenção de uma queda ser segura ela precisa ser amortecida. Repetindo o que já foi dito, o ideal é que a queda de uma pessoa seja amparada por algo que se assemelhe a uma pilha de colchões e não a um piso de concreto.

A forma científica de abordar esse fenômeno é a absorção e a dissipação da energia cinética.

Sabemos que o corpo de uma pessoa em queda gera a energia cinética e que uma das formas da energia realizar trabalho é através da força. E é a força o agente capaz de afetar o corpo de uma pessoa e os equipamentos que compõem o sistema de retenção de queda.

Menos energia significa menos força, por isso a importância de controlar a quantidade de energia ao final de uma queda. E a forma de reduzir a energia é absorvendo-a e depois dissipando-a para o ambiente.

Uma corda oferece a característica de ser elástica, e ao se alongar no momento da retenção de uma queda ela desacelera a pessoa de forma gradual, mesmo sendo em uma fração de segundo. E durante o processo ela absorverá parte da energia cinética gerada por essa pessoa em queda e a dissipará na forma de deformação e calor. Quem já acompanhou testes dinâmicos em laboratório observou que partes dos filamentos que compõem uma corda se fundem por causa do calor gerado no processo de dissipação de energia.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

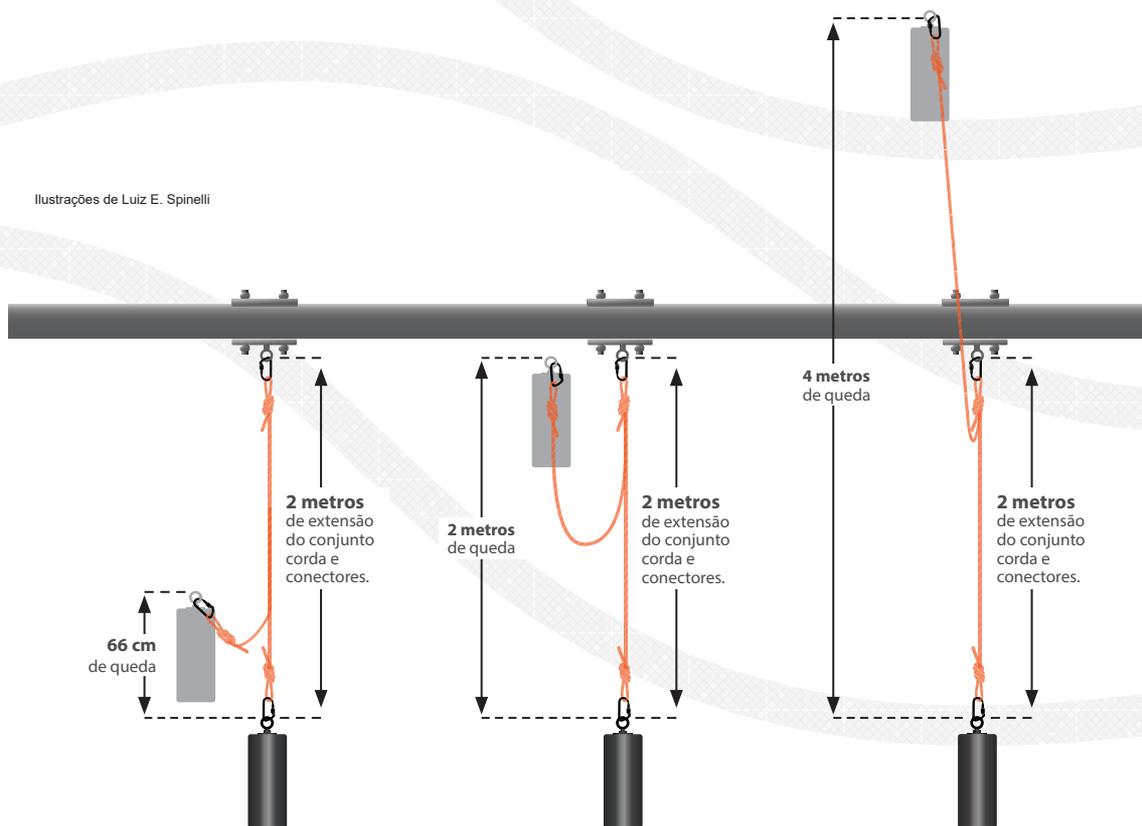
Fator de Queda

Existem três fatores que juntos determinam a força produzida na retenção da queda de uma pessoa. Um deles é chamado de Fator de Queda. O Fator de Queda (FQ) é determinado pela relação entre a altura da queda e a quantidade de corda envolvida nessa queda. Ao FQ é determinado um valor, e esse valor se obtém com uma fórmula muito simples, como segue:

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

Por exemplo, se uma corda de 1 metro amparar a queda de 1 metro o Fator de Queda (FQ) será 1. Se o ponto de ancoragem estiver abaixo da massa a queda poderá ser de 2 metros para a mesma corda de 1 metro. E para as cordas de baixo coeficiente de alongamento (semi-estáticas) o FQ tem que ser baixo, de no máximo 0,3 para que a força de frenagem seja de no máximo 6 kN (600 kgf aproximadamente). Com um FQ 1 a força resultante pode ultrapassar o limite suportado pelo corpo humano que é de 12 kN (1.200 kgf aproximadamente).

Exemplos de Fator de Queda com uma corda semi-estática



Fator de Queda 0,3

Este é o FQ máximo recomendado para uma corda semi-estática. Com este FQ a força máxima de retenção de queda deve ser de 6 kN (600 kgf).

Fator de Queda 1

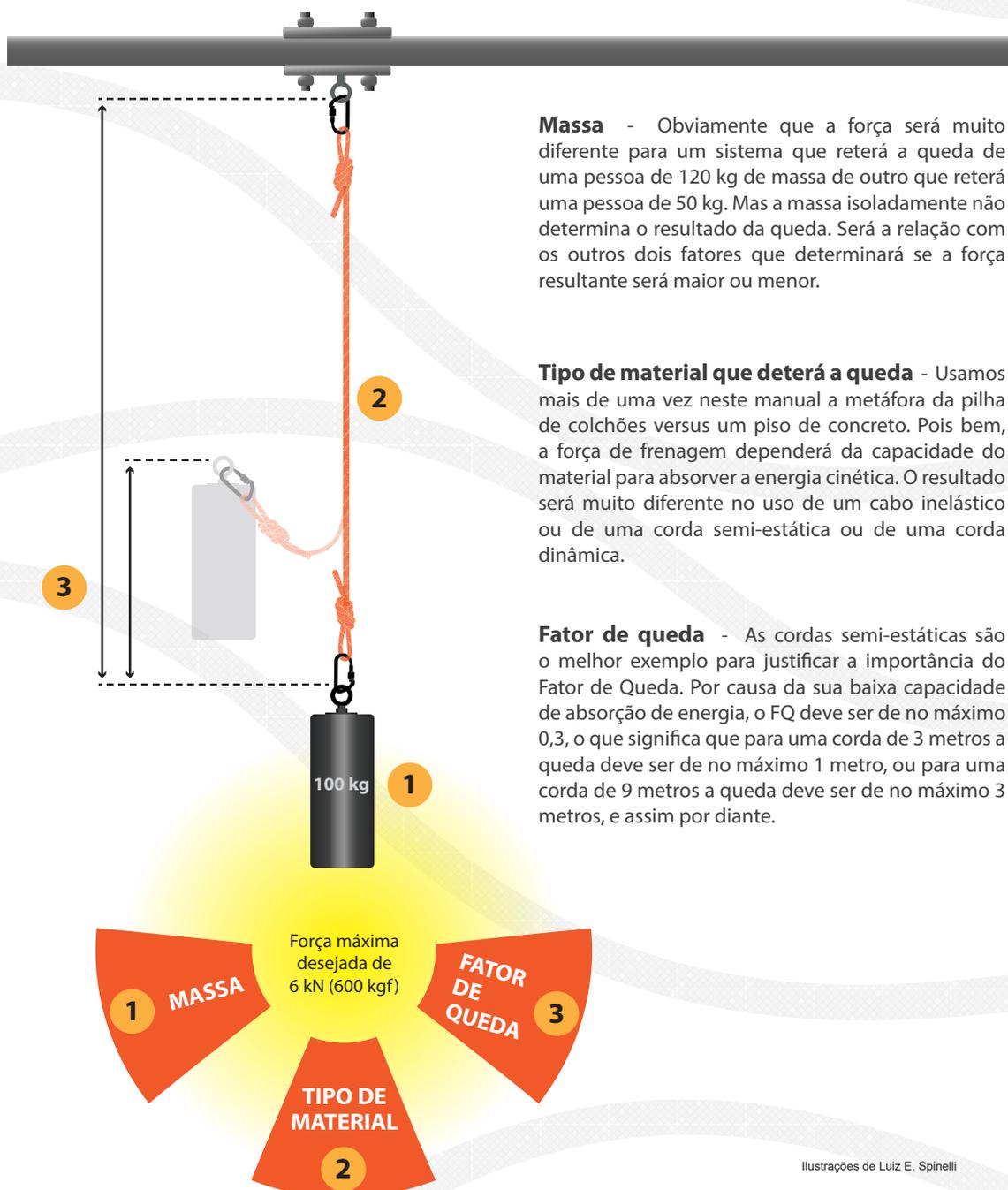
Este FQ é muito alto para uma corda semi-estática. Com este FQ a força de frenagem pode ultrapassar os 12 kN (1.200 kgf).

Fator de Queda 2

Se o FQ 1 é demasiado para uma corda semi-estática, um FQ 2 pode levar o sistema ao colapso.

Os três fatores que determinam a força de frenagem

A força resultante de uma queda, também chamada de Força de Frenagem, é determinada por um conjunto de fatores. Todos eles têm que ser observados no planejamento, na montagem e no uso de um sistema de retenção de queda. São eles:



Massa - Obviamente que a força será muito diferente para um sistema que reterá a queda de uma pessoa de 120 kg de massa de outro que reterá uma pessoa de 50 kg. Mas a massa isoladamente não determina o resultado da queda. Será a relação com os outros dois fatores que determinará se a força resultante será maior ou menor.

Tipo de material que deterá a queda - Usamos mais de uma vez neste manual a metáfora da pilha de colchões versus um piso de concreto. Pois bem, a força de frenagem dependerá da capacidade do material para absorver a energia cinética. O resultado será muito diferente no uso de um cabo inelástico ou de uma corda semi-estática ou de uma corda dinâmica.

Fator de queda - As cordas semi-estáticas são o melhor exemplo para justificar a importância do Fator de Queda. Por causa da sua baixa capacidade de absorção de energia, o FQ deve ser de no máximo 0,3, o que significa que para uma corda de 3 metros a queda deve ser de no máximo 1 metro, ou para uma corda de 9 metros a queda deve ser de no máximo 3 metros, e assim por diante.

CAPÍTULO 3

Características necessárias para uma corda de segurança

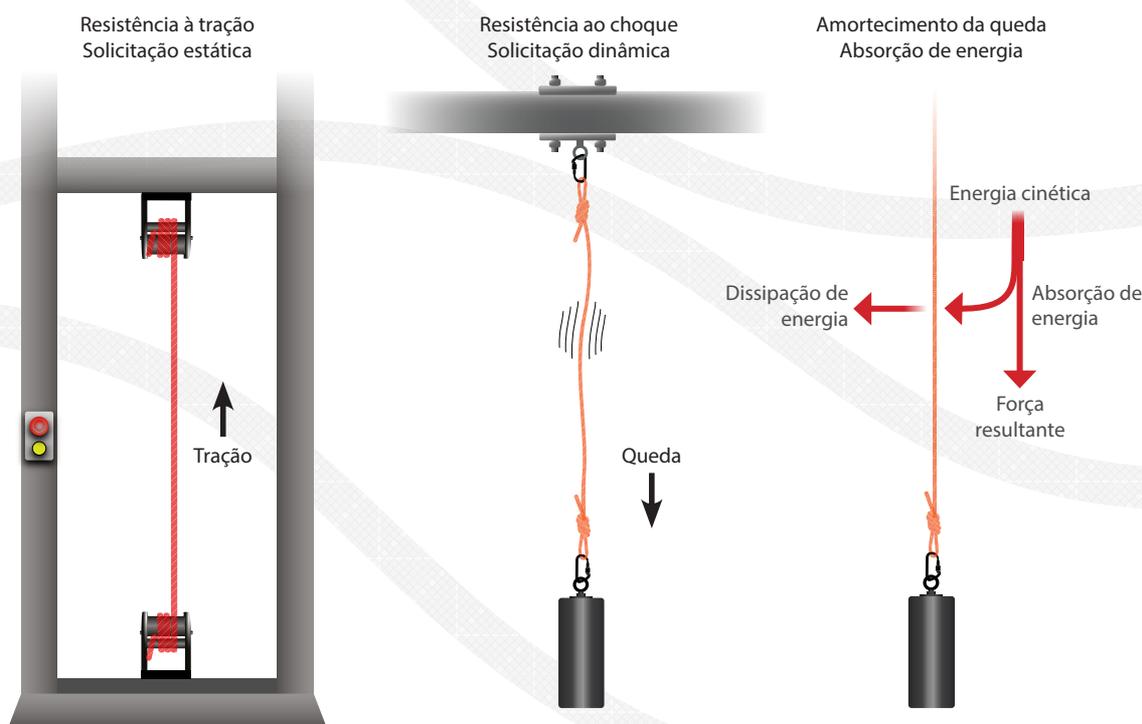
As fibras certas

Relembrando que uma corda, por definição, é um conjunto de fios trançados ou torcidos, o tipo de fio utilizado define algumas características técnicas importantes do equipamento.

As fibras naturais de origem vegetal como o cânhamo, o sisal, o algodão, entre outros, ou de origem animal como o couro e tendões, que foram muito utilizadas no passado, não são mais aceitáveis para as cordas de segurança modernas.

Por necessidade as fibras utilizadas nas atuais cordas de segurança precisam ser sintéticas. Mas entre a grande variedade de fibras sintéticas poucas são apropriadas para as cordas de segurança.

Uma corda projetada para reter a queda de uma pessoa precisa oferecer três características essenciais que são a resistência mecânica à tração, ou seja, o quanto de força ela pode suportar antes de romper, a capacidade de suportar o choque de uma queda, o que significa ter que suportar uma grande força numa fração de segundo e a capacidade de absorver a energia cinética, que em outras palavras significa amortecer a queda.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

Dentro da variedade de fibras sintéticas existentes poucas conseguem atender as três características citadas. Por exemplo, a Aramida, que tem entre os seus nomes comerciais o Kevlar® (Dupont), oferece uma grande resistência ao calor, uma boa resistência mecânica, mas pouca capacidade para absorver choques.

As poliolefinas, família de fibras formada pelo Polipropileno e pelo Polietileno, oferecem resistência a alguns agentes químicos, não absorvem água, o que proporciona a característica de flutuar sobre a água, apresentam uma boa elasticidade, mas oferecem uma baixa resistência mecânica e uma grande vulnerabilidade para agentes naturais como a luz do sol.

Entre todos os prós e contras, a fibra mais utilizada na fabricação de cordas de segurança é a poliamida, que tem entre os seus nomes comerciais o Nylon® (Dupont) e Amni®(Rhodia) entre outros. A segunda fibra mais utilizada é o poliéster, que é uma fibra mais acessível e barata se comparada com a poliamida. É o poliéster que costuma dar cor a parte externa das cordas, já que o processo de tingimento não o prejudica. Os processos de tingimento da poliamida fragilizam as fibras ou são muito caros quando conseguem manter a resistência delas, por isso normalmente a fibra é comercializada sem cor, ou seja, translúcida, embora o conjunto de fios juntos ofereçam o aspecto branco.

Abaixo estão relacionadas as principais características técnicas das fibras de poliamida e de poliéster.



Imagem de Luiz E. Spinelli

- POLIAMIDA**
- Resistente a tração;
 - Tem uma boa capacidade para absorver o choque (impacto) de uma queda, por isso é a fibra que compõe a maior parte ou a totalidade do conjunto de fios de uma corda de segurança;
 - Tem uma boa resistência a abrasão;
 - Tem o ponto de fusão (derretimento) acima dos 200°C;
 - É resistente a substâncias alcalinas, mas é frágil para as substâncias ácidas;
 - Perde de 10% a 15% de resistência quando molhada, mas recupera a resistência original ao secar;
 - Os processos de tingimento são complicados, por isso as fibras são mais facilmente encontradas na condição natural, que é translúcida, tornando-se de aspecto branco no conjunto de fios sobrepostos.

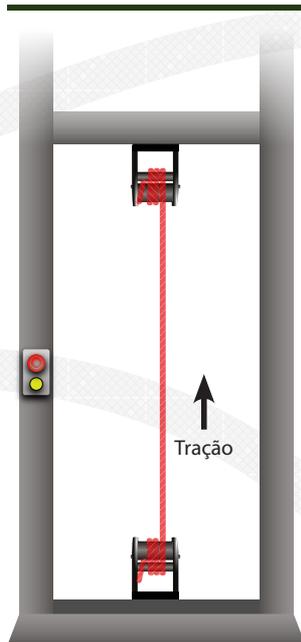
- POLIÉSTER**
- Resistente a tração;
 - Não tem a mesma capacidade para absorver o choque (impacto) de uma queda como tem a poliamida;
 - Tem uma excelente resistência a abrasão, por isso costuma ser utilizada na construção da parte externa da corda de segurança;
 - Tem o ponto de fusão (derretimento) acima dos 250°C;
 - É resistente a substâncias ácidas, mas é frágil para as substâncias alcalinas;
 - Não perde resistência quando molhada;
 - Os processos de tingimento são mais fáceis, por isso é a fibra que costuma dar cor a parte externa da corda.

Pelas suas características a poliamida é a fibra priorizada na construção da alma das cordas de segurança. Já para a capa costuma-se considerar outras opções como o poliéster, que é muito comum, ou fibras mais especializadas como a aramida (Kevlar®).

O uso comum do poliéster vem da sua maior resistência à abrasão (atrito), enquanto a aramida é o exemplo de uma fibra mais especializada por ser muito resistente ao calor e utilizada em cordas para uso em proximidade do fogo.

A combinação mais comum é a alma de poliamida e a capa de poliéster, mas existem outras combinações que variam em função do tipo de atividade e das condições de uso.

Resistência à tração



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

Resistência mínima exigida de 2.200 kgf (22 kN).

As cordas padrão Capa e Alma (ABNT NBR 15986:2011) mais utilizadas nas atividades laborais oferecem resistências entre 3.000 kgf (30 kN) e 4.000 kgf (40 kN).

Valores obtidos com a corda sem terminações (sem nós ou laços costurados).

A característica mais popular de uma corda é a sua resistência a força, e muitas vezes de forma equivocada é a única propriedade considerada.

É um fato que a resistência à tração é uma propriedade essencial para uma corda de segurança. No capítulo anterior foi abordado que um sistema adequadamente planejado, montado e utilizado pode gerar uma força de até 6 kN (600 kgf aproximadamente) no momento da retenção da queda de uma pessoa, e sistemas mal planejados ou mal utilizados podem gerar forças acima dos 12 kN (1.200 kgf aproximadamente) ou muito mais. Então, uma corda que compõem um sistema de retenção de queda precisa oferecer uma grande resistência.

Outros fatores precisam ser considerados como a degradação natural que as cordas sofrem com o tempo de uso e a perda de resistência quando são aplicados nós.

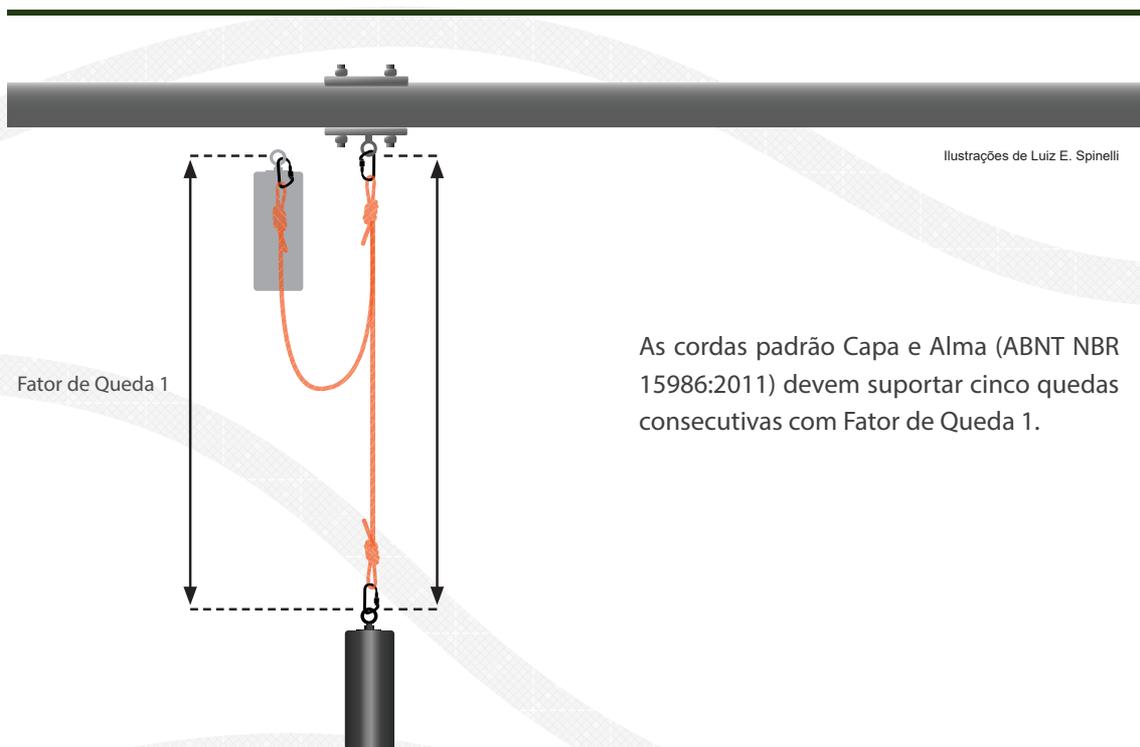
O conjunto desses fatores impõe para as cordas de segurança uma resistência mínima de 22 kN (2.200 kgf aproximadamente), quando dimensionadas para a aplicação em sistemas simples e para a carga de uma pessoa. Este valor de resistência é determinado na norma técnica ABNT NBR 15986:2011 (cordas tipo A) e pelo novo texto da NR 18 (Anexo II).

Para diferentes aplicações a resistência requerida pode ser maior como, por exemplo, se o sistema de retenção de queda for dimensionado para mais de uma pessoa ou se a corda for utilizada para os sistemas de resgate em que terá que sustentar vítima e resgatista simultaneamente. Um parâmetro bastante exigente é o da norma americana NFPA 1983/2001 que determina a resistência mínima de 40 kN (4.000 kgf aproximadamente) para as cordas de uso geral em sistemas de resgate.

As cordas de segurança mais comercializadas no Brasil apresentam diâmetros entre 11 e 12 mm, por causa da compatibilidade com equipamentos. Neste diâmetro uma corda de capa e alma (padrão ABNT NBR 15986:2011) apresenta uma resistência entre 30 kN e 40 kN, o que as torna muito versáteis já que podem ser utilizadas em sistemas de retenção de queda e operações de resgate.

Estes valores são obtidos nos ensaios em que as cordas estão sem as terminações (nós ou laços costurados).

Resistência ao choque



As cordas padrão Capa e Alma (ABNT NBR 15986:2011) devem suportar cinco quedas consecutivas com Fator de Queda 1.

O choque a que se refere o título é a força de frenagem ou a força de impacto produzida no instante em que a queda de uma pessoa é retida pelo sistema.

A força de tração abordada no tópico anterior aplica uma tensão lenta e gradual sobre a corda. As fibras vão se acomodando, absorvendo e dissipando a energia gradualmente, o que é muito diferente do que acontece no momento da retenção de uma queda.

No momento em que a queda de um corpo é interrompida todo o processo de absorção e dissipação de energia acontece numa fração de segundo. Portanto, é de se esperar que a resposta da corda seja diferente diante de um teste estático (lenta tração) ou diante de um teste dinâmico (queda).

A metodologia de ensaio da norma técnica ABNT NBR 15986:2011 estabelece que uma corda de capa e alma de baixo coeficiente de alongamento deve suportar cinco quedas consecutivas com fator de queda 1.

É importante lembrar e salientar que uma queda com FQ 1 com uma corda semiestática gera forças acima dos 12 kN (1.200 kgf aproximadamente).



O alongamento apropriado

No capítulo anterior foi feita a associação de duas propriedades importantes das cordas que é o alongamento (elasticidade) e a capacidade de absorver a energia cinética (amortecer a queda). No mesmo capítulo foram apresentados os dois tipos principais de cordas de segurança que é a semiestática e a dinâmica.

A corda dinâmica é projetada, construída e vendida para um propósito específico que é o de reter a queda de uma pessoa. Trata-se de um modelo muito especializado criado para a prática da escalada em montanha, na qual a queda faz parte da atividade. Um escalador pode cair várias vezes antes de vencer um trecho de uma escalada.

Nas atividades laborais (trabalho) o uso da corda dinâmica é muito limitado. Existem aplicações em que o seu uso é muito semelhante ao da prática esportiva, contudo, podem ser considerados casos de exceção. No cotidiano a corda dinâmica é utilizada na confecção dos talabartes de posicionamento dos profissionais de acesso por cordas (escaladores industriais). Mas porque o uso dessa corda é tão limitado no meio industrial? A resposta está no seu coeficiente de alongamento, que pode apresentar um valor três vezes maior do que o oferecido por uma corda semiestática. E todo esse alongamento torna-se um inconveniente para muitos dos sistemas de acesso, posicionamento e segurança para trabalhos em altura.

As cordas semiestáticas, formalmente chamadas de cordas de baixo coeficiente de alongamento, apresentam uma elasticidade muito menor se comparadas as cordas dinâmicas, mas não chegam a ser inelásticas (estáticas).

Veremos no próximo capítulo o método para se obter o valor do coeficiente de alongamento, que é um pouco mais complexo do que costuma ser descrito na literatura disponível.

Foi abordado no capítulo anterior que o baixo coeficiente de alongamento de uma corda limita, em termos práticos, o Fator de Queda (FQ) que ela pode suportar. O FQ máximo recomendável para uma corda semiestática é de 0,3. Isso significa que, como exemplo, para uma corda de 3 metros de comprimento a queda deve ser de no máximo 1 metro.

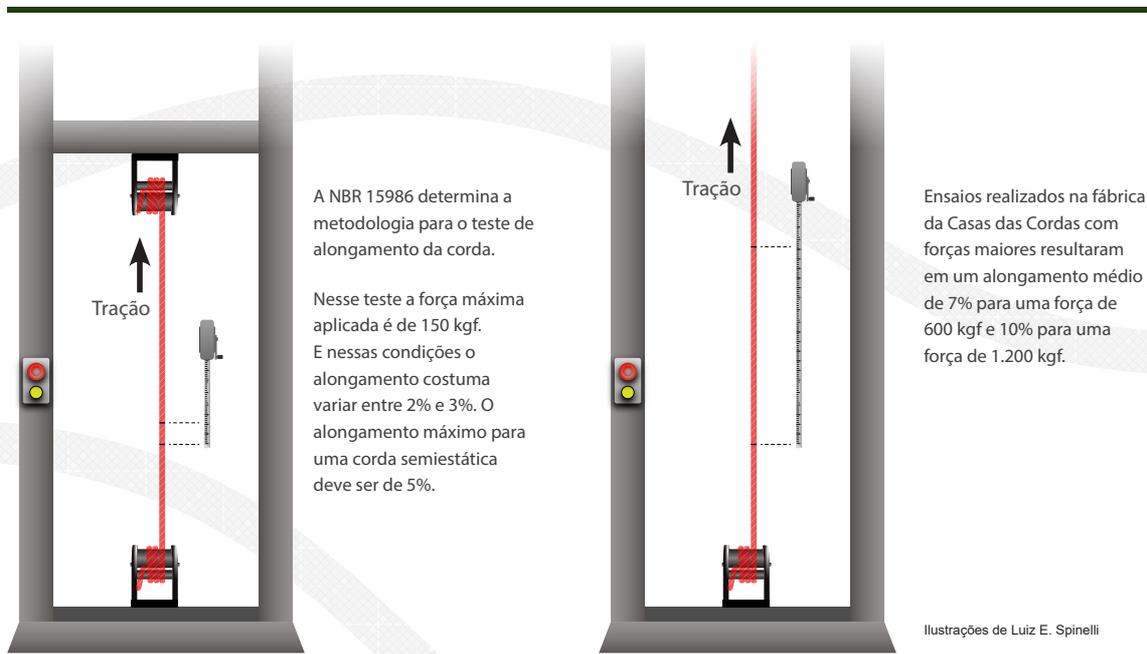
Deve-se lembrar que a força resultante de uma queda é definida por três fatores: o tipo de material que deterá a queda; a massa e o fator de queda (FQ). Uma corda semiestática amparando a queda de uma massa de 100 kg, com um FQ 0,3, deve gerar uma força máxima de 6 kN (600 kgf aproximadamente) para que esteja em conformidade com a norma técnica brasileira e com a norma europeia.

O alongamento com forças maiores

Existe um valor que não é exigido na norma técnica brasileira, mas que é essencial para o planejamento e o uso de cordas em sistemas de retenção de queda, que é denominado por alguns fabricantes internacionais como alongamento dinâmico. Este termo se refere ao quanto a corda estica no momento da retenção da queda.

Os valores obtidos em laboratório sobre o alongamento podem ser definidos como estáticos, já que o processo acontece com uma tração lenta e gradual e com uma força pequena de 150 kgf. Os valores obtidos por esse ensaio não se aplicam a condições em que a força seja maior.

Testes realizados no ano de 2017 com alguns modelos de cordas nacionais no laboratório da Falcão Bauer mostraram que cordas semiestáticas podem alongar muito mais numa queda dinâmica.



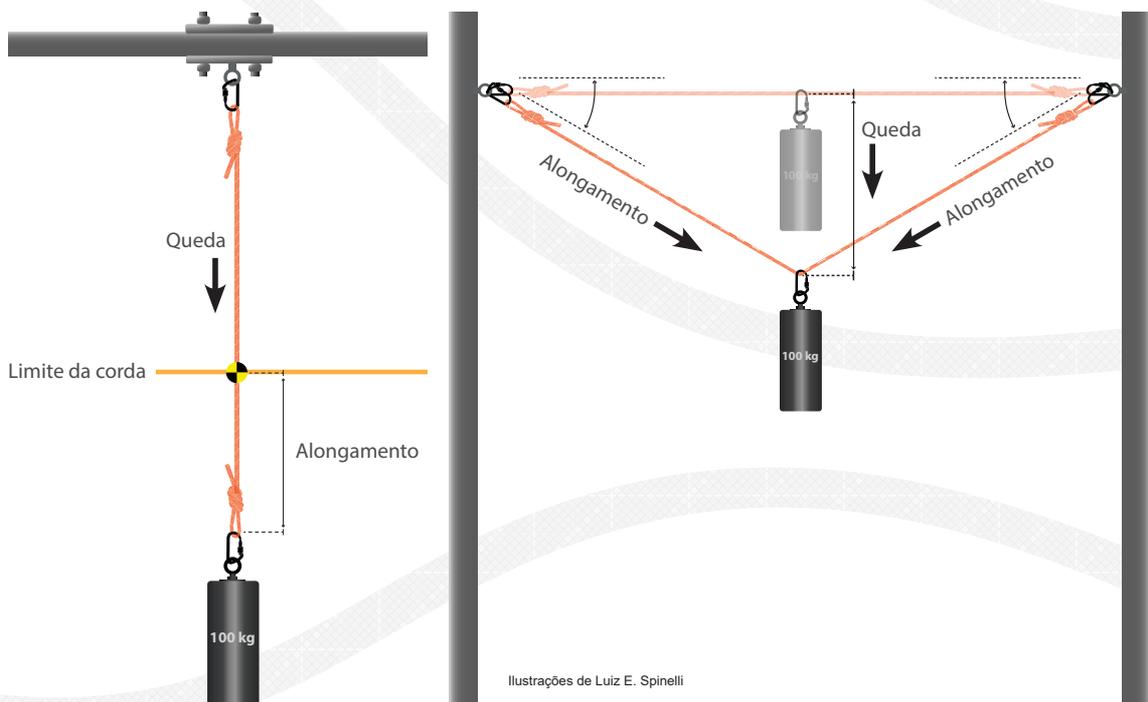
O alongamento dinâmico

Fazer a medição em um teste estático é relativamente fácil, porém, medir o alongamento da corda na retenção de uma queda é diferente e exige metodologia e equipamento apropriado.

Este tipo de ensaio não é exigido pela norma técnica, no entanto, é importante enfatizar que esse dado é essencial para o planejamento e o uso de sistemas de retenção de queda que utilizam cordas.

O ideal é medir o alongamento da corda em um teste dinâmico (queda), seguindo os requisitos normativos que já existem de massa e Fator de Queda.

As linhas de segurança (linhas de vida) pré-fabricadas acompanham esse tipo de informação.



CAPÍTULO 4

Norma Técnica

ABNT NBR 15986:2011

**Corda de capa e alma de baixo coeficiente de alongamento
para acesso por cordas - Requisitos e métodos de ensaio**



Norma técnica ABNT NBR 15986:2011

Corda de capa e alma de baixo coeficiente de alongamento para acesso por cordas Requisitos e métodos de ensaio

A NBR 15986, publicada pela ABNT no ano de 2011, foi a primeira e única norma técnica no Brasil a oferecer os requisitos de qualidade e de metodologia de ensaios para cordas de segurança, considerando tratar-se de equipamentos projetados e construídos para uso por pessoas.

Por questões mercadológicas essa norma técnica foi direcionada para uma atividade específica que é o acesso por cordas, no entanto, este padrão de cordas atende a uma grande variedade de aplicações que envolvem a segurança da vida humana, e é o modelo consagrado internacionalmente para as rotinas de trabalho e operações de resgate no ambiente industrial.

A norma técnica estabelece doze requisitos para as cordas de baixo coeficiente de alongamento. São eles:

Materiais (matérias primas);
Diâmetro da corda;
Flexibilidade;
Deslizamento da capa;
Alongamento;
Encolhimento;
Massa por unidade de comprimento;
Massa do material da capa externa;
Massa do material da alma.
Força de frenagem.
Comportamento dinâmico.
Resistência estática.

Para fim de simplificação serão abordados apenas alguns desses requisitos.

Com e sem terminação

Quase sempre uma corda é conectada a um sistema ou alguma coisa é conectada a ela através de um nó, que visa oferecer um laço ou anel sobre qual essa conexão é feita. Esses pontos de conexão formados por nós ou por anéis costurados são chamados de terminações.

Existe uma diferença significativa de resistência de uma mesma corda com ou sem terminações, por isso a norma exige os ensaios nas duas condições. O motivo dessa diferença está na forma como a força aplicada sobre uma corda se distribui entre o conjunto de filamentos.

A resistência atribuída a uma corda é obtida com a forma ideal de tração, ou seja, de uma forma que todo o conjunto de filamentos trabalhem juntos para suportar a força aplicada. Com a corda dobrada, como acontece nos nós, o esforço entre as fibras é desigual e isso reduz a resistência da corda. No capítulo sobre nós esse fenômeno será mais bem explicado.

A forma mais comum de formar esse laço ou anel é através de nós. Também podem ser formados dobrando a corda e fixando o anel através de uma costura reforçada. Em ambos os casos essas terminações reduzem a força que a corda poderá suportar, por isso é importante designar a resistência das cordas com e sem terminações. Para fim de ensaios a terminação utilizada é o nó Oito (Oito Duplo).

Sem terminação



Imagens de Luiz E. Spinelli

Com terminação



Obs.: Este é apenas um exemplo de terminação. Existem outros tipos.

Tipos de cordas

A NBR 15986 divide as cordas semiestáticas em dois tipos, como segue:

Tipo A

São as cordas que oferecem as características técnicas necessárias para uso por pessoas e em várias aplicações diferentes como movimentação, posicionamento, retenção de queda e operações de resgate. O ensaio dinâmico (queda) desse tipo de corda é feito com uma massa de 100 kg.

Esse tipo de corda deve oferecer as seguintes resistências mínimas:

Sem terminação: 22 kN (2.200 kgf aproximadamente);

Com terminação: 15 kN (1.500 kgf aproximadamente).

Tipo B

São cordas projetadas também para o uso de pessoas, tem as mesmas aplicações, porém, oferecem algumas características técnicas inferiores ao do tipo A e exigem um maior cuidado e atenção na sua utilização. O ensaio dinâmico (queda) desse tipo de corda é feito com uma massa de 80 kg, portanto, mais adequado para atividades esportivas.

Normalmente são cordas com diâmetros menores do que as do tipo A e oferecem resistências proporcionalmente menores. Os valores mínimos de resistência para as cordas semiestáticas tipo B são:

Sem terminação: 18 kN (1.800 kgf aproximadamente);

Com terminação: 12 kN (1.200 kgf aproximadamente).

Por uma série de fatores as cordas utilizadas nas atividades laborais e de resgate são do tipo A. Exceto os equipamentos acessórios como os cordeletes.

Materiais (matérias primas)

A NBR 15986 estabelece que o material utilizado para a construção da corda deve atender aos seguintes requisitos:

Devem ser fibras sintéticas;

A corda deve ser construída por múltiplos filamentos (fios);

Os filamentos devem ser contínuos (sem emendas);

A matéria que compõe os filamentos deve ter o ponto de derretimento (ponto de fusão) acima dos 195° C.

Diâmetro

A NBR 15986 não estabelece o diâmetro que uma corda deve ter, mas impõe os limites máximo e mínimo. Considerando as necessidades de resistência e compatibilidade com outros equipamentos, as cordas selecionadas para a atividade no meio industrial costumam ter entre 11 mm e 12 mm de diâmetro. Nas atividades esportivas as cordas mais utilizadas costumam apresentar diâmetros entre 9 mm e 10,5 mm.

Limites estabelecidos pela NBR 15986:



Mínimo de 8,5 mm

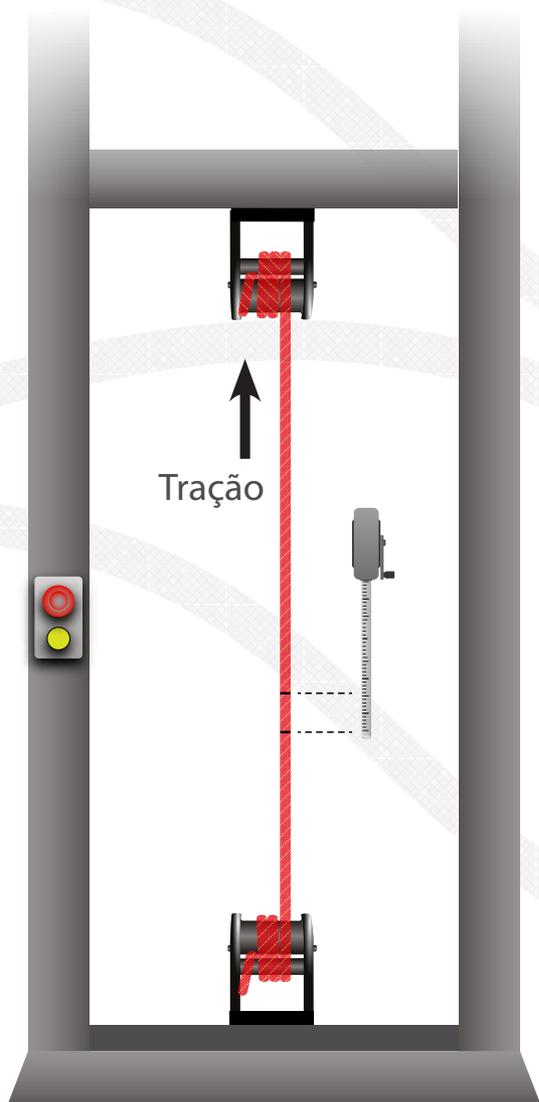


Máximo de 16 mm

Alongamento

O coeficiente de alongamento estabelece a que grupo de cordas pertence o modelo testado. As cordas consideradas na NBR 15986 são as de baixo coeficiente de alongamento, popularmente chamadas de cordas semiestáticas. Para serem classificadas nesse grupo elas precisam apresentar um valor de no máximo 5% de alongamento.

Em textos didáticos é comum que o método de ensaio para a medição desse coeficiente seja apresentado de forma muito simples. Normalmente é descrito como o alongamento medido com a corda sustentando uma determinada massa (80 kg para cordas esportivas e 100 kg para cordas de trabalho), no entanto a NBR 15986, que teve como base a norma europeia, determina uma metodologia mais complexa.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

Utilizar uma amostra de corda de no mínimo 3 metros.

Aplicar uma carga de massa de 50 kg ou força equivalente por 5 minutos.

Com a carga de 50 kg aplicada efetuar duas marcações com 1 metro (1.000 mm) de distância entre si. Considerar essa distância como sendo L_A .

Aumentar a carga para 150 kg e mantê-la por 5 minutos. Após o tempo transcorrido realizar uma nova medição entre as marcações. Considerar a nova distância como L_B .

O resultado deve ser expressado utilizando a seguinte fórmula:

$$E = \{(L_B - L_A) \times 100\} / L_A$$

Exemplo:

$$L_A = 1.000 \text{ mm}$$

$$L_B = 1.030 \text{ mm}$$

$$E = \{(1.030 - 1.000) \times 100\} / 1000$$

$$E = \{30 \times 100\} / 1000$$

$$E = 3.000 / 1000$$

$$E = 3$$

O coeficiente de alongamento é de 3%.

Força de frenagem

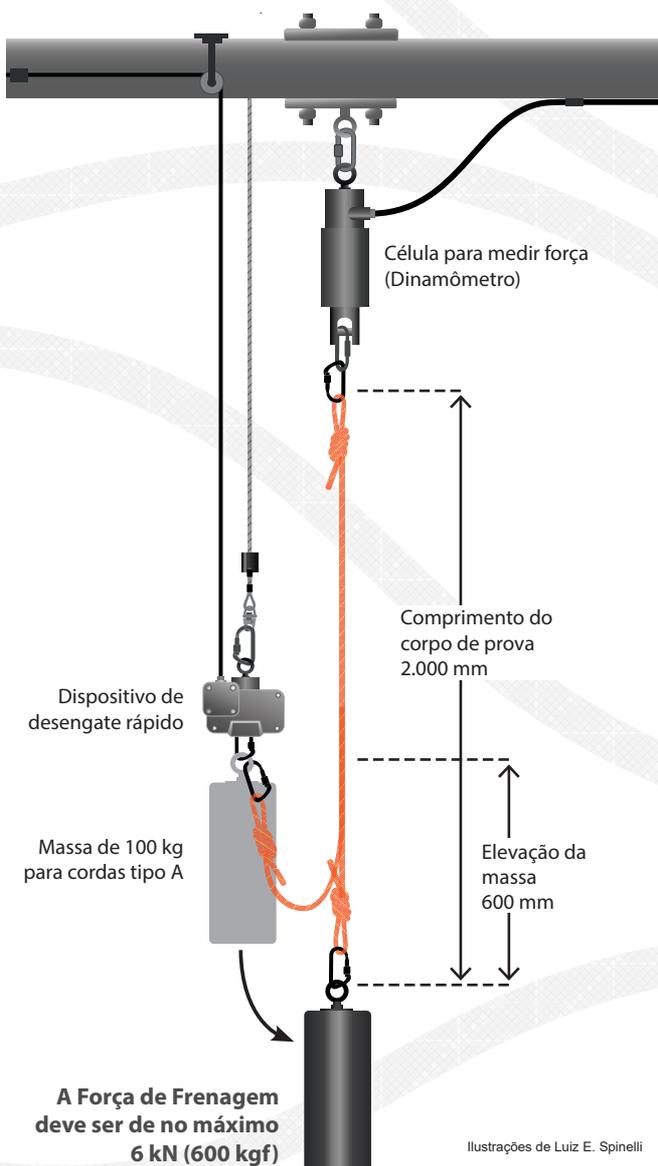
A força de frenagem é a força produzida no instante da retenção da queda.

Durante a segunda guerra mundial foram realizados vários experimentos sobre a resistência do corpo a força gerada pela aceleração (alteração de velocidade). Esses experimentos descobriram que uma pessoa em condições ideais (adulto jovem, saudável e com bom condicionamento físico) pode suportar até 12 kN (1.200 kgf aproximadamente) numa fração de segundo.

Considerando que a idade, o condicionamento físico e o estado de saúde entre os trabalhadores podem variar muito, a comunidade europeia determinou que os sistemas de retenção de queda devem gerar sobre o corpo do usuário uma força máxima de 6 kN (600 kgf aproximadamente), e esse limite foi adotado no Brasil sendo contemplado nas normas técnicas e na NR 35.

Por isso as cordas semiestáticas são testadas para avaliar a força de frenagem.

Considerando que as cordas semiestáticas oferecem comparativamente pouca elasticidade e conseqüentemente pouca capacidade para absorver a energia cinética, para que seja possível a força de frenagem ficar dentro do limite de 6 kN o Fator de Queda deve ser de no máximo 0,3.



As amostras (corpo de prova) devem ter 4 metros (4.000 mm).

As amostras com terminais (por exemplo anel costurado) também devem ter 4 metros.

Para as amostras sem terminais deve ser confeccionado o nó Oito (Oito Duplo).

As amostras precisam ter terminais nas duas extremidades. Caso apenas uma das extremidades apresente um terminal o nó Oito (Oito Duplo) deverá ser confeccionado na extremidade oposta.

Para o teste dinâmico deverá ser usada uma massa de 100 kg para as cordas tipo A e uma massa de 80 kg para as cordas tipo B.

Com a massa suspensa pela amostra de corda (corpo de prova) o comprimento deve estar entre 2.000 mm e 2.100 mm.

Manter a amostra suspensa por um tempo entre 50 e 60 segundos. A extremidade superior deve estar conectada a célula de medição de força (dinamômetro).

Elevar a massa a uma altura entre 600 mm e 620 mm (aproximadamente 1/3 do comprimento da corda) para se obter um Fator de Queda 0,3.

Liberar a queda da massa e registrar a força resultante.

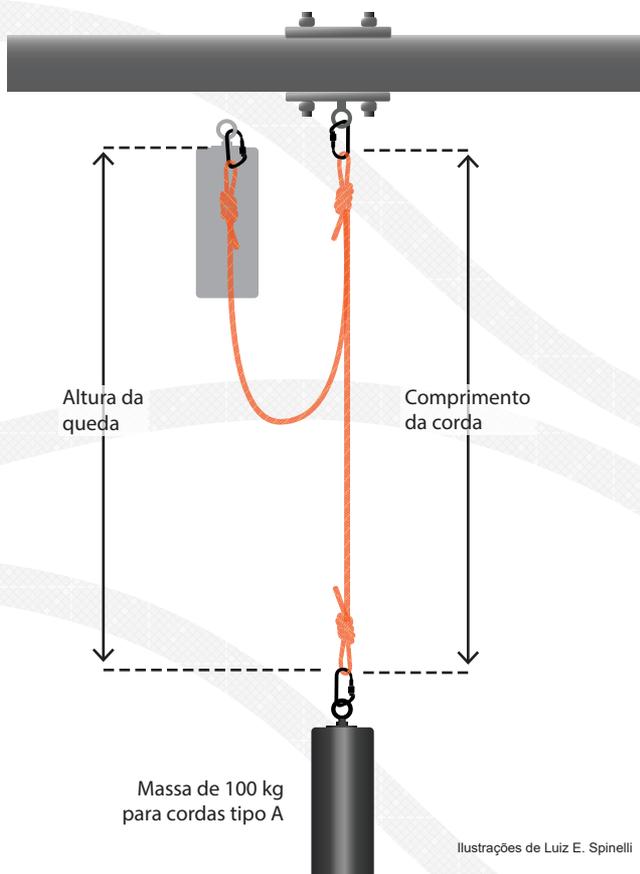
Ilustrações de Luiz E. Spinelli

Comportamento dinâmico

Com a mesma amostra (corpo de prova) com o qual foi realizado o ensaio de força de frenagem, um novo teste deve ser realizado. Ele consiste em sucessivas quedas.

A NBR 15986 exige que a corda suporte cinco quedas consecutivas com uma massa de 100 kg para as cordas tipo A e 80 kg para as cordas tipo B, todas com o FQ 1.

É importante lembrar que esse Fator de Queda pode gerar forças acima dos 12 kN. Portanto, é um teste de resistência bastante exigente.



A massa deve ser elevada até a mesma altura do ponto de ancoragem para garantir uma queda com o FQ 1.

O dispositivo de desacoplamento rápido deve ser acionado para que a massa caia.

Depois da queda a corda deve ser liberada do peso da massa.

Entre a sequência de quedas deve haver um intervalo de 3 minutos.

A corda deve suportar 5 quedas consecutivas.

A corda deve suportar cinco quedas consecutivas com uma massa de 100 kg (tipo A) e com um FQ 1.

Resistência estática

O ensaio de resistência estática se constitui de uma tração lenta e progressiva até uma força máxima determinada. A corda deve suportar essa força por três minutos para estar em conformidade com a norma técnica.

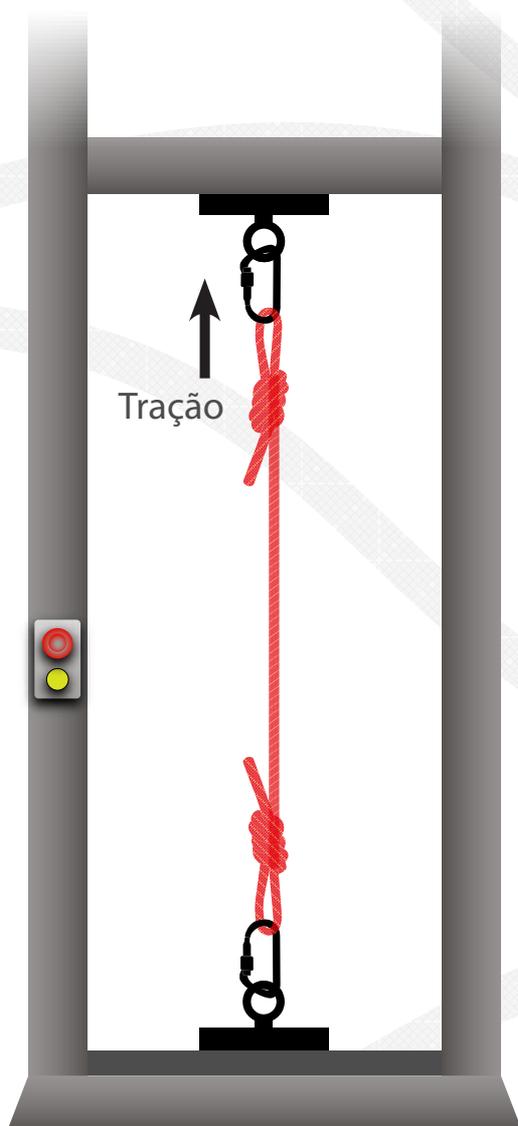
Este teste é realizado com a corda sem terminações e com terminações, sejam esses terminais previamente confeccionados, como os anéis costurados, ou confeccionadas no laboratório de ensaios com o nó Oito (Oito Duplo).

A força máxima aplicada depende do tipo de corda. Para os ensaios sem terminação as cordas tipo A devem suportar 22 kN (2.200 kgf aproximadamente) e as cordas tipo B devem suportar 18 kN (1.800 kgf aproximadamente).

Com terminações as cordas tipo A devem suportar uma força de 15 kN a 15,5 kN. As cordas tipo B devem suportar uma força de 12 kN a 12,5 kN.

Ensaio com terminações

Ilustrações de Luiz E. Spinelli



As amostras (corpo de prova) devem ter 3 metros (3.000 mm).

A corda deve ter terminais nas duas extremidades, sejam previamente preparados ou com o nó Oito (Oito Duplo) confeccionados no laboratório de ensaios.

Caso a corda apresente terminais diferentes do nó Oito (Oito Duplo), o nó deverá ser confeccionado em uma das extremidades.

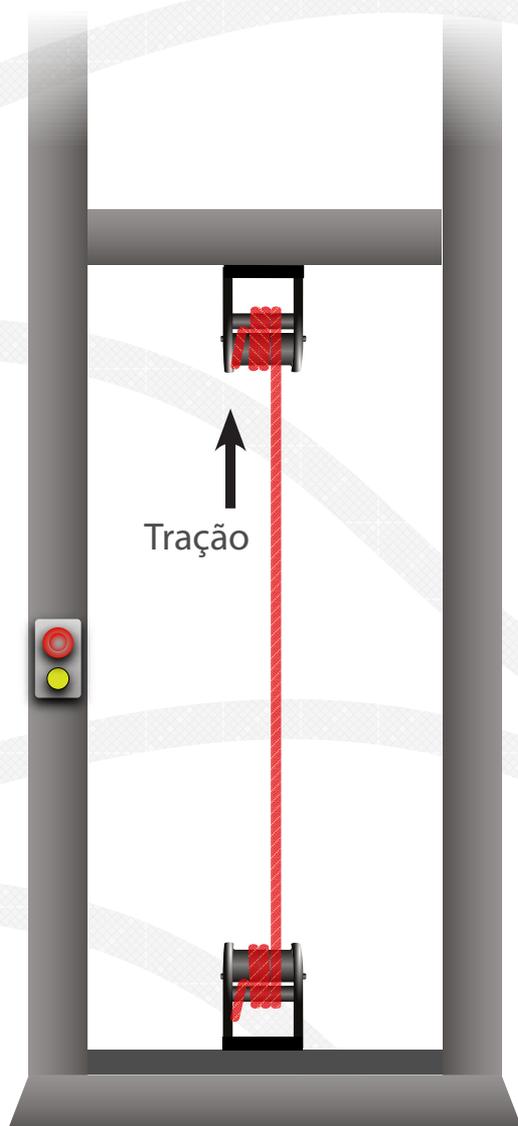
O comprimento mínimo da corda entre os pontos de fixação na máquina de tração, sem considerar os nós, deve ser de 30 cm (300 mm).

A qualidade do nó deve ser inspecionada. O nó deve estar simétrico, bem ajustado e sem voltas sobrepostas.

A corda deve ser tracionada com a velocidade estabelecida em norma até a força 15 kN a 15,5 kN para as cordas tipo A ou 12 kN a 12,5 kN para o tipo B. A corda deve suportar essa força por 3 minutos.

Ensaio sem terminações

Ilustrações de Luiz E. Spinelli



A forma de instalação na máquina de ensaio deve permitir a fixação sem nós.

A corda deve ser tracionada com a velocidade estabelecida em norma até a força 22 kN para as cordas tipo A ou 18 kN para o tipo B. A corda deve suportar essa força por 3 minutos.

Marcação

A corda deve conter uma marcação interna de material plástico indelével (não apaga) com informações repetidas continuamente ao longo do seu comprimento. Essa marcação deve oferecer as seguintes informações:

Nome comercial e CNPJ do fabricante;

O número da norma que atende (NBR 15986) e o tipo de corda (A ou B);

Nome do material de fabricação.

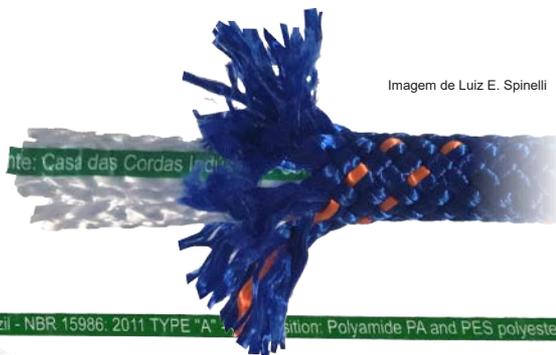


Imagem de Luiz E. Spinelli

Casa das Cordas Indústria e Comércio Ltda CNPJ: 48.784.789 / 0001-45 Made in Brazil - NBR 15986: 2011 TYPE "A" Material: Polyamide PA and PES polyester

Deve oferecer também o ano de fabricação ou uma alternativa de rastreabilidade para a data de fabricação.

A Casa das Cordas utiliza um código de cor para identificar o ano de fabricação. Ao longo do comprimento da corda existe um feixe de fios coloridos com a cor correspondente ao ano de fabricação.



Feixe de fios com o código de cor do ano de fabricação.

Imagem de Luiz E. Spinelli

Exemplos do código de cores para identificação do ano de fabricação

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2017	FITA AZUL COM LETRAS BRANCAS											
2018	FITA LARANJA COM LETRAS BRANCAS											
2019	FITA BRANCA COM LETRAS LARANJAS											
2020	FILAMENTO TEXTIL DE COR AMARELA			FILAMENTO TEXTIL DE COR VERMELHA			FILAMENTO TEXTIL DE COR PRETA					
2021	FILAMENTO TEXTIL DE COR VERDE			FILAMENTO TEXTIL DE COR AZUL MARINHO			FILAMENTO TEXTIL DE COR CINZA					

Imagem da Casa das Cordas

CAPÍTULO 5

Cuidados básicos com as cordas de segurança



Prazo de garantia, validade e vida útil

Uma questão bastante recorrente e pertinente é o tempo que uma corda de segurança pode ser utilizada. E na tentativa de responder a esta questão são cometidos equívocos em conceituar o que é a validade do produto e o que é a vida útil dele.

Existem dois prazos que são pré-determinados e padronizados. O primeiro é a garantia do equipamento, e que é determinado pelo fabricante respeitando-se os prazos mínimos estipulados em lei. A garantia de um bem durável é uma obrigação legal, determinada pelo Código de Proteção e Defesa do Consumidor, e de forma muito simples podemos conceituá-la como um prazo de reclamação. É o direito do consumidor de exigir a solução de problemas de qualidade e falhas na fabricação detectados no equipamento. O segundo prazo é o da validade do produto, que também é um direito do comprador e um dever do fabricante determinado pelo Código do Consumidor. O prazo de validade é estabelecido pelo tempo em que um equipamento é capaz de manter preservadas as suas características que garantam a sua eficiência e segurança. O prazo de validade é padronizado no mercado para os produtos têxteis de fibras sintéticas e é aplicado para os equipamentos novos armazenados ou como prazo máximo para os equipamentos em uso. Porém, um equipamento em uso sofre uma deterioração que pode levá-lo a tornar-se frágil e inseguro muito antes da validade vencer. E por causa desse fato surge o conceito de vida útil.

Para que a diferença entre os conceitos de prazo de validade e vida útil fique mais fácil de ser compreendida, podemos usar como exemplo certos produtos alimentícios comercializados em supermercados em que o rótulo informa ao consumidor um prazo de validade de, por exemplo, seis meses. Mas para esse mesmo produto o rótulo orienta a consumi-lo em no máximo três dias após a embalagem ser aberta. Ou seja, o prazo de validade é garantido enquanto o produto é mantido em condições ideais de conservação. Uma vez exposto as condições ambientais, a sua deterioração é rápida e pode tornar-se impróprio para o consumo em poucos dias. O mesmo pode ocorrer com as cordas de segurança. O prazo de validade é seguramente adotado para o equipamento novo, sem uso e armazenado de forma apropriada. Assim que uma corda é colocada em uso o conceito de vida útil passa a valer, e este prazo é muito variável, podendo ser de poucos dias, de um único uso ou de vários anos até alcançar o limite do prazo de validade. Em resumo:

Garantia

É o prazo de reclamação dentro do qual o consumidor pode exigir a solução para eventuais falhas de qualidade ou de problemas de fabricação.

Validade

Prazo em que o fabricante pode garantir a conservação das características do produto que o mantenham funcional, eficiente e seguro, quando conservado de forma apropriada.

Vida útil

É um prazo indeterminado, que varia com o modo, a intensidade e as condições de uso. Uma corda pode ter a vida útil reduzida a um único uso se as condições as quais ela foi submetida comprometerem a sua confiabilidade.

A vida útil de um equipamento somente pode ser prevista com o monitoramento que envolvam testes de qualidade, considerando amostras submetidas a uma rotina e a um ambiente específicos. Após um período de monitoramento é possível determinar qual o prazo para que o equipamento se torne inseguro naquelas condições específicas de uso.

O período de vida útil não pode ultrapassar a data de validade da corda.



Não basta adquirir uma boa corda

Em geral as cordas de capa e alma semiestáticas utilizadas no ambiente industrial oferecem uma grande resistência a força, com valores acima dos 30 kN (3.000 kgf aproximadamente), porém, são frágeis em algumas condições de uso ou podem perder a resistência original pela ação de agentes ambientais.

Independentemente dos cuidados adotados no manuseio das cordas, sempre existirá uma degradação natural do equipamento, provocada pelo uso e pelo envelhecimento inevitável.

A vida útil de uma corda, ou seja, o tempo máximo em que ela manterá as suas características em limites seguros para utilização, dependerá da intensidade e do tempo de uso, dos cuidados no manuseio e dos procedimentos de manutenção e inspeção.

O simples fato de usar um nó para confeccionar um terminal na corda reduz em média 50% da sua resistência original.

Agentes ambientais como a luz do sol, o calor e as substâncias químicas podem anular a resistência original de uma corda.

Outros fatores como superfícies abrasivas (ásperas), arestas com cantos vivos, a proximidade com objetos cortantes e sujeira na forma de partículas sólidas podem causar danos mecânicos, que por sua vez também podem anular a resistência de uma corda.

Adquirir uma boa corda de segurança é um bom começo, mas prolongar a vida útil e garantir a sua confiabilidade depende da maneira como ela é utilizada e da manutenção cuidadosa que deve ser adotada.

A seguir serão abordados os cuidados básicos necessários para a preservação das cordas de segurança.

Adotar os devidos cuidados no manuseio das cordas, mantê-las seguindo os rígidos protocolos de manutenção e inspecioná-las com regularidade é essencial para a segurança dos usuários desse tipo de equipamento.

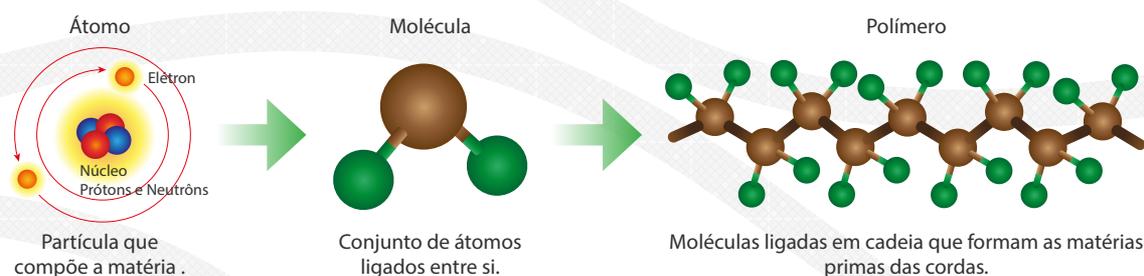
Cuidado com os danos invisíveis

Existem danos aos filamentos da corda que podem afetar drasticamente a resistência do equipamento sem necessariamente alterar a sua aparência. Esse tipo de dano não é identificável a olho nu e, portanto, os agentes que podem causá-los devem ser considerados como “inimigos invisíveis”.

As pessoas que se envolvem com afazeres domésticos como lavar roupa, tem grande chance de terem vivenciado a situação de perder uma ou mais peças na tentativa de tirar manchas. Por exemplo, deixar por muito tempo uma camiseta branca de molho numa solução com água sanitária (Cloro). Dependendo do tempo que o tecido ficou exposto ao Cloro a aparência da roupa pode ficar impecável, branca como nova, no entanto, o tecido fica tão fragilizado que se rasga facilmente. É muito popular se referir a esse fenômeno como “o tecido apodreceu”. A aparência da roupa é boa, mas foi perdida para o uso. Isso, infelizmente, também pode ocorrer com equipamentos de segurança de construção têxtil como as cordas.

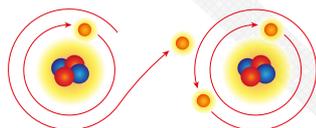
Esse tipo de dano pode não ser perceptível a olho nu porque ocorre a nível molecular ou até mesmo a nível atômico (átomos). Mesmo em situações em que há alteração da aparência das fibras, como a perda do brilho ou a diminuição da intensidade da cor (opacidade), o fato das fibras aparentemente estarem intactas leva o usuário a não suspeitar da fragilidade da corda.

Relambrando alguns fundamentos da química



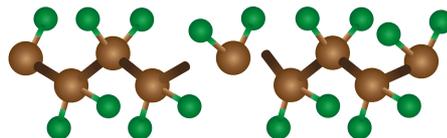
A ação de agentes ambientais como a luz do sol ou substâncias químicas pode afetar a estrutura atômica e molecular das fibras. Exemplos:

Ionização dos átomos (ganho ou perda de elétrons).



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

Quebra da cadeia de moléculas.



Para compreender melhor o problema, imagine que numa reforma interna de um edifício colunas e vigas sejam alteradas, retiradas, acrescentadas ou mudadas de lugar. Por fora o prédio manterá a sua aparência original, mas por causa da reforma interna a distribuição do peso da edificação não é mais a mesma e ele pode estar prestes a desabar. Um fenômeno parecido pode acontecer com as fibras que compõem uma corda.

Nesta metáfora, o equivalente as paredes, vigas e colunas são os átomos, as moléculas formadas por esses átomos e as suas ligações químicas.

Se um agente natural ou artificial interfere na constituição do átomo como a ionização (ganho ou perda de elétrons), ou interfere na ligação dos átomos afetando as moléculas ou na ligação química entre as moléculas a fibra que compõe a corda pode não oferecer mais a resistência original. Torna-se um “problema invisível” e o agente que o causou um “inimigo invisível”.

CAUSA

Substâncias químicas



Degradação química

Quando nos referimos ao aspecto agressivo de uma substância química normalmente nos referimos ao valor de pH que ela apresenta. Este tal de pH, cuja sigla significa potencial Hidrogeniônico, se refere a presença de íons de Hidrogênio (átomos que perderam ou ganharam elétrons) presentes nas substâncias. Em termos práticos o valor de pH classifica a substância avaliada entre ácida, neutra ou alcalina. A escala de valores do pH vai de 0 ao 14, sendo que todo o valor abaixo de 7 é ácido e todo o valor acima de 7 é alcalino, o que faz do valor 7 o neutro.



Existem fibras utilizadas nas cordas que podem oferecer mais resistência para as substâncias químicas ácidas e outras fibras que resistem melhor aos agentes alcalinos. Mas é importante salientar que normalmente as fibras são vulneráveis a danos diante de qualquer das extremidades da escala de pH. Ou seja, uma fibra que oferece alguma resistência a produtos alcalinos pode ser prejudicada se o pH tiver um valor muito acima de 7. Portanto, o ideal é preservar as cordas do contato com substâncias químicas que não sejam neutras.

A degradação química é especialmente grave porque acontece no nível molecular, podendo alterar as características dos polímeros que compõem as fibras. Essas alterações podem afetar características como a resistência a tração e a elasticidade sem que gere necessariamente mudanças na aparência da corda. Por isso essa situação é o que podemos considerar como um “inimigo invisível”.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli

CUIDADOS



Procure manter as cordas longe de produtos químicos, mas se for inevitável é necessário conhecer as características desses produtos e saber como eles afetam os polímeros da corda. Após o contato com agentes químicos lave imediatamente o equipamento e nunca armazene a corda contaminada. Muitos produtos usados cotidianamente podem afetar a corda como cimento e produtos de limpeza. O dano que uma substância química poderá provocar numa corda depende de alguns fatores básicos como a agressividade do produto para as fibras, do tempo de exposição dessas fibras ao produto e da quantidade/intensidade da substância.



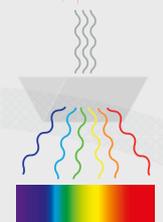
Para a eliminação de contaminantes lave a corda. A lavagem deve ser feita prioritariamente com água corrente (fria ou morna) e escovação, porém, se é necessário o uso de um sabão ou detergente para uma remoção mais eficiente, deve ser utilizado um produto de pH neutro (próximo de 7). É importante alertar que existem contaminantes que não podem ser removidos com uma simples lavagem e dependendo da agressividade do contaminante ou do tempo de exposição a corda poderá já estar comprometida e a lavagem será inútil.



Como danos por agentes químicos podem não ser identificáveis numa inspeção visual a alternativa é submeter uma ou mais amostras da corda a testes. O problema é que o custo desses testes pode ser maior do que a aquisição de uma corda nova. Mas uma corda oferece uma grande vantagem sobre outros equipamentos de segurança que é o fato de ser geralmente longa. E muitas vezes apenas uma parte da corda é exposta aos elementos agressivos, portanto, se apenas um trecho da corda sofreu a contaminação não é necessário descartar toda a corda, apenas a parte afetada. Contudo, sempre que existir dúvidas sobre a integridade do equipamento e não seja possível ou viável avaliar a sua confiabilidade a ação recomendada é o descarte. E antes de descartá-la a corda deve ser totalmente inutilizada para que não haja o risco de outras pessoas a usarem inadvertidamente.

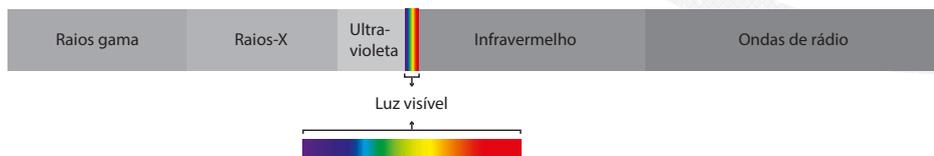
CAUSA

Raios ultravioleta



Degradação fotoinduzida ou fotodegradação

É comum observar os efeitos da luz do sol sobre certos objetos. Tecidos e materiais plásticos que expostos continuamente a luz do sol desbotam, racham e rasgam com o tempo. Isso acontece porque a luz do sol é uma forma de energia chamada de radiação eletromagnética, e é composta por várias radiações (espectros) diferentes. Entre eles apenas uma pequena faixa é visível ao olho humano. E entre os raios invisíveis existem alguns que são prejudiciais para a saúde humana e para a conservação dos materiais, como os polímeros que constituem as fibras de uma corda.



No contexto deste manual o espectro da luz mais preocupante é o chamado raio Ultravioleta (UV). O efeito sobre as fibras da corda na exposição prolongada aos raios UV implica em mudanças das propriedades mecânicas, trincas, alteração da pigmentação (cor), fragilização das fibras (diminuição da resistência), entre outros efeitos.

O problema dos efeitos do sol sobre uma corda é que as alterações não são fáceis de serem percebidas numa inspeção visual, tornando-se mais um “inimigo invisível” para a segurança do usuário.

Existe mais de um tipo de UV, sendo que um é absorvido pelo vidro e um outro que não. Obviamente, tudo o que estiver ao ar livre estará exposto a todos os tipos.

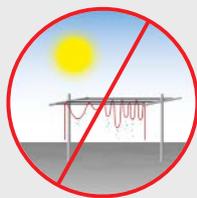
Utilizar uma corda ao ar livre é comum, rotineiro e inevitável, portanto, é esperado que o equipamento seja exposto ao sol, mas a regra é preservá-lo o máximo possível dessa exposição. Quanto mais a corda ficar sobre os efeitos do sol maior e mais rápida será a degradação pela ação dos raios Ultravioleta.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli

CUIDADOS



Pode ser inevitável utilizar as cordas sob o sol, portanto, a regra é expô-las somente o tempo necessário. Mantenha a corda à sombra sempre que ela não estiver em uso. Armazene o equipamento em local sombreado e evite guardá-lo em locais onde possa ocorrer a incidência de raios de sol sobre ele, mesmo que isso aconteça apenas em um período do dia.



Nunca deixe a corda secando ao sol. Coloque a corda para secar em local sombreado e ventilado.



É recomendável utilizar uma sacola ou mochila para armazenar e transportar as cordas. Armazenada adequadamente dentro da sacola ou da mochila ela permanece pronta para uso, oferecendo a grande vantagem de expor somente o trecho da corda que será usado. O restante não utilizado permanece abrigado da luz do sol, de sujeiras e de contaminantes.

CAUSA

Calor



Degradação térmica

O calor excessivo prejudica os polímeros utilizados na construção das cordas.

As duas fibras mais utilizadas na fabricação de cordas de segurança, que é a poliamida e o poliéster, apresentam um ponto de fusão (derretimento) relativamente altos. Existem diferentes tipos de poliamida, e entre as mais utilizadas nas cordas de segurança a temperatura de fusão varia entre 215 e 260° C. O poliéster apresenta o ponto de fusão entre 230 e 260° C.

Para fibras como a Poliamida existe a indicação de temperaturas máximas para uso, como de 80 a 100° C para uso contínuo e de 140 a 170° C para uso esporádico. Considera-se como padrão a referência de que acima de 150° C há o comprometimento das fibras sintéticas usadas nas cordas de segurança. Existem fabricantes que impõe a exposição dos seus equipamentos a uma temperatura máxima de trabalho de 82° C.

Esses valores podem parecer muito altos, entretanto, se comparados com a fibra especializada para suportar calor eles deixam de impressionar. A aramida, que é uma fibra desenvolvida para suportar calor, é resistente a temperaturas acima dos 400° C.

Para roupas fabricadas com poliéster e poliamida, com intuito de prolongar a vida útil das peças, os fabricantes orientam a lavar com água a uma temperatura máxima de 40° C e não passar a ferro. Se uma roupa exige esse tipo de cuidado para prolongar a vida útil, não cabe menos cuidados com uma corda sobre a qual é depositada a segurança de vidas humanas.

Danos por calor

No mínimo tornará as fibras frágeis. Como consequência máxima irá derreter os filamentos e colapsar a corda.

Ilustrações e imagem de Luiz E. Spinelli

CUIDADOS

Embora as fibras mais comuns na construção das cordas de segurança ofereçam uma relativa resistência térmica, a regra básica de segurança é nunca expor esse tipo de equipamento a fontes de calor. Devemos lembrar que as fibras em questão são utilizadas para aplicações que envolvem grandes forças e qualquer alteração das suas características físico-químicas pode provocar a falha do equipamento.

CAUSA

Abrasivos e cortantes



Danos por efeito mecânico

Independentemente da resistência original da corda, a exemplo das cordas de resgate que podem suportar forças de 45 kN (4.500 kgf aproximadamente), pode ter toda essa resistência anulada por causa do contato com superfícies agressivas as fibras.

A trama de uma corda não é frágil, e se alguém quiser danificá-la esfregando na aresta de um canto vivo, vai ter que usar bastante força e vai ter muito trabalho para provocar um dano significativo. Contudo, com a corda sob tensão ou no momento da retenção de uma queda a corda pode se romper facilmente.

Não são apenas os cantos vivos que oferecem perigo para a corda, pois superfícies muito ásperas podem partir as fibras de uma corda com a ação do atrito (abrasão).

Portanto, o contato da corda com superfícies exige muita atenção e cuidado.

Corte das fibras por arestas ou cantos vivos



As fibras podem ser cortadas gradativamente até que não haja um número suficiente para suportar a força ou pode partir a corda de forma instantânea.

Corte das fibras por abrasão (atrito)



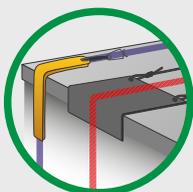
O atrito pode desgastar e partir as fibras até o colapso da corda.

Ilustrações e imagens de Luiz E. Spinelli

CUIDADOS



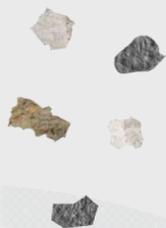
Nunca permita que uma corda tenha contato com uma superfície abrasiva (muito áspera), um canto vivo ou qualquer superfície com arestas que possam partir as suas fibras. Uma corda sob tensão é muito vulnerável a danos nessas condições e no momento da retenção de uma queda a corda pode se partir facilmente.



Em um ambiente industrial é difícil não haver riscos no percurso de uma corda instalada, e a solução é utilizar proteções para os trechos da corda que estejam expostos a superfícies perigosas. Existem protetores de cordas fabricados para esta finalidade. Mantas ou equipamentos metálicos podem ser usados para cobrir superfícies por onde a corda se movimentará. Pedacos de uma mangueira de combate a incêndio descartada oferece uma excelente proteção para cordas.

CAUSA

Partículas internas



Danos por efeito mecânico

Entre os perigos invisíveis a olho nu existem os danos as fibras internas causados pelo atrito de pequenas partículas sólidas que entram na trama da corda. Como esses danos são internos, não podem ser percebidos numa inspeção visual do equipamento.

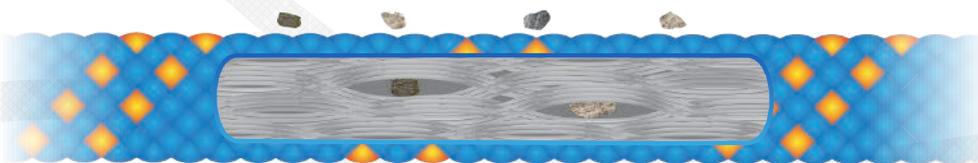
Nas rotinas de trabalho é praticamente impossível preservar a corda de sujeiras, principalmente num canteiro de obras em que o pó de cimento, a areia e outras partículas estão frequentemente presentes no ambiente onde as cordas são utilizadas.

O que se pode fazer é preservá-las dessas sujeiras o máximo que for possível e lavá-las com regularidade e sempre que forem submetidas a sujeira excessiva.

Por causa do potencial dano que as partículas oferecem para as fibras internas existe a regra básica de nunca pisar sobre uma corda, e evitar colocar qualquer tipo de peso sobre elas, já que isso faz com que a sujeira externa seja comprimida para dentro da trama.

Pelos mesmos motivos a área onde a corda está sendo utilizada dever ser adequadamente isolada e sinalizada, ou deve-se evitar deixar a corda onde veículos e pessoas transitam e possam inadvertidamente passar sobre elas.

Danos as fibras internas da corda causados por partículas em meio a trama



Observação: Para ajudar na compreensão da ilustração as partículas são apresentadas fora de escala, superdimensionadas. Na realidade as partículas que costumam causar esse problema são muito menores.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli

CUIDADOS



Nunca pise na corda. Ao pisar as partículas que estão no exterior da corda serão empurradas para dentro da trama e poderão causar danos nas fibras internas. Colocar pesos sobre uma corda suja provocará o mesmo problema.



Evite, dentro do possível, sujar a corda. Lave-a com regularidade ou sempre que for submetida sujeira excessiva. Lave-a com água corrente e escovação, e se for necessário usar um sabão ou detergente certifique-se que o pH do produto de limpeza seja neutro (igual ou próximo a 7).

CAUSA

Equipamentos



Danos por efeito mecânico

Entre os danos causados por efeitos mecânicos estão inclusos os provocados por equipamentos.

Até mesmo os equipamentos projetados para uso em cordas podem romper a capa ou levar toda a corda ao colapso. Isso acontece quando não há compatibilidade entre o modelo do equipamento e a corda. Por exemplo, um trava-queda deslizante, projetado para trabalhar sobre uma corda e com o propósito de amparar uma queda, pode romper a capa ou partir a corda no momento da retenção da queda. Por isso a norma técnica ABNT NBR 14626, que aborda as características técnicas e as metodologias de ensaio dos trava-quadras deslizantes, exige que no manual do produto o fabricante determine o modelo, a marca e o nome do fabricante da corda ou das cordas que podem ser utilizadas com ele.

Existem equipamentos cuja utilização somente é segura quando respeitados os limites de carga de trabalho. Por exemplo, os ascensores, que são equipamentos para ascensão em cordas, são projetados para sustentar o peso do usuário e não são seguros para a retenção de uma queda. Com muita força aplicada sobre o equipamento ou com a força de choque de uma queda o ascensor pode danificar a corda ou levá-la ao colapso.

A regra básica para evitar esse risco é ler e respeitar as instruções dos manuais dos equipamentos. E com base neles se assegurar da compatibilidade da corda com o equipamento e manter os limites de uso atribuídos a cada modelo.

Danos causados por equipamentos



A incompatibilidade do equipamento com a corda ou o uso inadequado do dispositivo pode causar danos a corda ou até mesmo levá-la ao colapso.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli

CUIDADOS



Certifique-se da compatibilidade do equipamento com a corda. Itens como marca, modelo e diâmetro devem ser observados. No caso do trava-queda deslizante o manual do produto deve indicar o modelo, a marca e o fabricante da corda ou das cordas com os quais o dispositivo pode ser usado.



Leia o manual dos equipamentos e respeite as suas orientações para evitar riscos.

FRAGILIZAÇÃO

Água

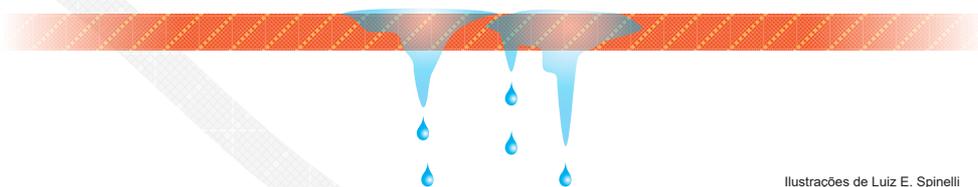


Redução temporária da resistência

Na sequência anterior foram abordados os potenciais danos as cordas e este item não se enquadra nessa categoria, pois estamos considerando uma característica que não precisa ser encarada como um problema em si, mas apenas um fato específico das fibras de Poliamida.

As fibras de poliamida têm a característica de absorverem água e isso tem o inconveniente para as atividades em ambientes aquáticos de não permitir que flutuem, mas no contexto deste manual isso não tem relevância. O que é necessário saber é que as fibras de poliamida perdem resistência quando estão molhadas. Essa perda é de 10% a 15% da resistência original. A boa notícia é que após secar as fibras recuperam a sua resistência original.

Para uma corda em boas condições e com o dimensionamento certo de resistência essa perda temporária tem pouca relevância. Outros fatores como o uso de nós geram perdas de resistência muito maiores, e é por causa desses fatos que as cordas de segurança de uso industrial devem oferecer uma resistência mínima de 2.200 kgf (22 kN).



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

As fibras de poliamida perdem de 10% a 15% da resistência quando molhadas, mas recuperam a resistência original após secarem.

FRAGILIZAÇÃO

Nós



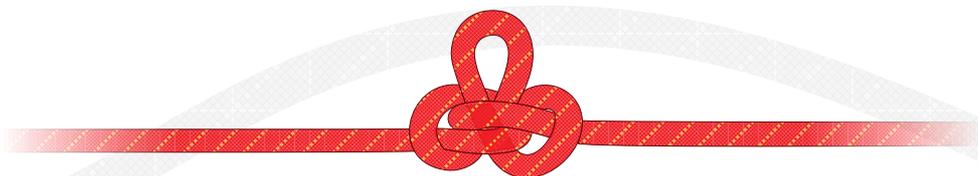
Redução temporária da resistência

A grande maioria das técnicas e dos sistemas de segurança e resgate que utilizam cordas dependem do uso de nós. Os nós têm várias aplicações, sendo que a mais comum é a confecção de terminações para conectar a corda a alguma coisa ou alguma coisa a corda.

O próximo capítulo tratará especificamente dos nós, mas podemos antecipar que o fator negativo na utilização de nós é que eles fragilizam a corda. Um nó pode reduzir significativamente a resistência original de uma corda, ou seja, a corda pode se romper com muito menos força do que suportaria originalmente.

O quanto um nó pode afetar a resistência de uma corda depende do tipo do nó, de como ele é confeccionado e até mesmo do tipo de corda na qual ele será aplicado. Considera-se como um valor de referência a perda média de 50% de resistência. Isso significa que uma corda de 3.000 kgf (30 kN) se romperá com 1.500 kgf (15 kN). Mesmo um nó considerado resistente, por preservar mais da resistência original da corda, como é o nó Oito (Oito Duplo), gera uma perda de aproximadamente 40%.

Essa perda é considerada temporária porque não afeta a corda definitivamente. Essa fragilização acontece enquanto a corda está em uso com o nó aplicado nela.



A aplicação de um nó numa corda reduz a sua resistência original.

Inspeção das cordas de segurança

A inspeção de uma corda de segurança se limita a identificar alguns possíveis danos. A deterioração das fibras por agentes químicos ou os efeitos dos raios Ultravioleta podem não ser percebidos nessa inspeção. No entanto, ela pode identificar danos mecânicos ou por calor, e deve ser considerada uma ação básica, obrigatória e rotineira.

A regularidade dessa inspeção depende das condições de uso. Se a corda é utilizada por uma única equipe de trabalho ela pode ser programada. Se a corda permaneceu instalada em algum lugar sem a presença de um membro da equipe ela deve ser inspecionada antes da retomada das atividades e logo após ser desinstalada. Se a corda é compartilhada por diferentes equipes de trabalho, o que deve ser evitado sempre que possível, ela deve ser inspecionada sempre após o término das atividades de uma equipe e sempre antes do início das atividades da outra equipe.

No caso das cordas de resgate, que podem ser utilizadas esporadicamente, um registro das inspeções deve ser mantido junto com elas.

Inspeção visual

Esse procedimento visa examinar a parte externa da corda em busca de danos por corte, abrasão, calor ou por agentes químicos que tenham alterado a aparência do equipamento.

Se a inspeção identificar um dano na corda, na maioria dos casos bastará cortar o trecho danificado. O inconveniente é que ao eliminar a parte comprometida da corda ela será dividida em pedaços menores, mas ainda assim evitará a perda total.

Exemplos de danos externos

Corte



Abrasão



Derretimento por calor



Imagens de Luiz E. Spinelli

Inspeção tátil

É possível acontecer danos a alma de uma corda sem que a capa tenha sido prejudicada, e com isso a inspeção meramente visual não detectará o risco.

Uma das técnicas de inspeção do interior da corda é através do tato. Apalpando todo o comprimento da corda é possível perceber eventuais deformações no diâmetro. Essas deformações podem indicar um dano nas fibras internas, e como não há um meio de confirmar se há realmente um dano sem a destruição do trecho suspeito, o procedimento é cortá-lo e eliminá-lo preventivamente.

Apalpando todo o comprimento da corda é possível perceber deformações no diâmetro, que por sua vez pode indicar um dano interno.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

Semicírculos

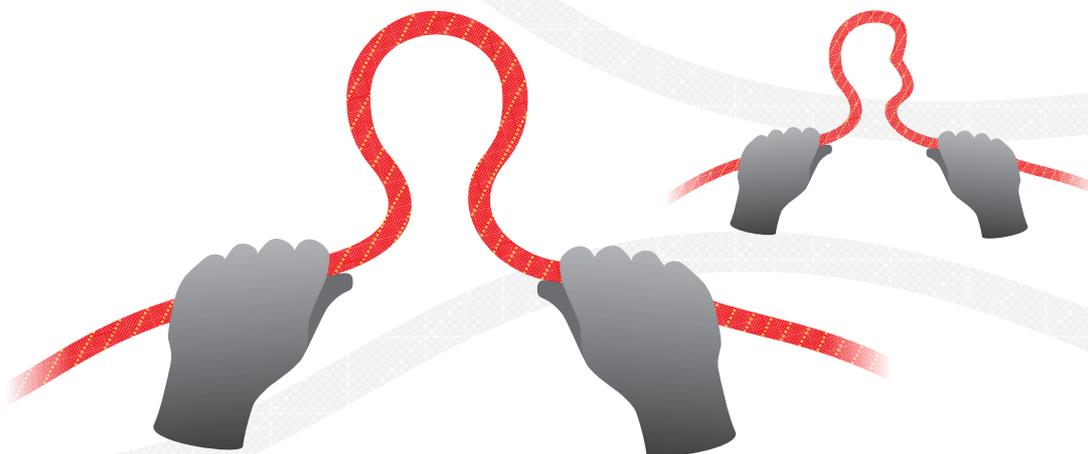
Um método alternativo para inspeção da parte interna da corda é fazer semicírculos trecho a trecho da corda. Se a alma estiver em condições normais todos os semicírculos serão simétricos, mas se houver alguma parte danificada o semicírculo da parte afetada ficará deformado.

O procedimento será o de eliminar a parte suspeita da corda.

Numa corda em condições normais todos os semicírculos, feitos trecho a trecho, deverão ser simétricos. Numa parte danificada o semicírculo será deformado.

Indicação de normalidade

Trecho potencialmente danificado



Cuidado com a ponta de uma corda

A construção de uma corda é feita apenas trançando fibras. Não há nada que fixe essa trama além dos fios sobrepostos uns sobre os outros. Portanto, a trama de uma corda pode se desfazer aos poucos se não for feito um acabamento na ponta para que isso não aconteça.



Imagem de Luiz E. Spinelli

O procedimento consiste em unir as pontas das fibras derretendo-as com calor.

Alguns outros cuidados são úteis quando se corta uma corda. Por exemplo, passar uma fita adesiva em torno do ponto onde ela será cortada. Essa fita impedirá que a trama comece a se desfazer conforme as fibras forem cortadas.

Após o corte e o derretimento das pontas para uni-las, uma etiqueta ou um pedaço de fita branca poderá ser colocada na ponta com informações sobre a corda, como modelo, data de entrada em uso, diâmetro e comprimento. Ou qualquer outra informação que seja pertinente para a empresa ou a equipe de trabalho.

Caso a corda venha a ser novamente cortada as informações nas extremidades deverão ser atualizadas.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli

1

Aplique um pedaço de fita adesiva no ponto que será cortado.



2

Corte no meio da fita.



3

Derreta as pontas dos filamentos para uni-los.



4

Aproveite para aplicar uma etiqueta com informações da corda. E sobre essa etiqueta instale um tubo termo retrátil transparente.

Soprador de ar quente ou secador de cabelos.



Lavagem das cordas

Foi abordado neste manual os potenciais danos causados por sujeiras e contaminantes, portanto, a lavagem das cordas de segurança deve ser enfatizada.

A orientação básica sobre a lavagem das cordas é fazê-la de forma mecânica, ou seja, com água corrente e escovação. E complementando essa orientação segue a recomendação de utilizar, se necessário, sabão de pH neutro (valor igual ou próximo a 7).



Ilustrações de Luiz E. Spinelli

Mas o assunto é acompanhado de algumas dificuldades e controvérsias. A primeira delas é ser ou não recomendável a lavagem dos equipamentos de segurança, como as cordas, por terceiros, como as empresas de limpeza e higienização de uniformes, que costumam incluir nos seus portfólios a lavagem de EPIs. Alguns profissionais do mercado condenam essa ação justificando que ao enviar os equipamentos para serem lavados fora da empresa, não há como saber quais produtos químicos foram utilizados na limpeza. Portanto, não há como avaliar se as características deles foram comprometidas, já que visualmente estarão em bom estado.

Uma dificuldade no que diz respeito a lavagem de cordas é o tipo de contaminante que se pretende eliminar na limpeza. Existem substâncias químicas que podem afetar as fibras muito rapidamente e por isso a lavagem pode não ter efeito para preservar a corda. Ou substâncias que não são removíveis com a lavagem a base de água corrente, escovação e sabão. Nesses casos é necessária uma pesquisa sobre os efeitos do contaminante sobre as fibras e sobre qual produto pode ser utilizado na remoção do contaminante sem prejudicar a corda.

Não deve ser utilizado jatos de água de alta pressão, pois há o risco de danificar as fibras da corda.

A secagem da corda deve ser feita em local ventilado e sombreado.

Transporte e armazenamento de cordas

Existem várias maneiras de preparar uma corda para o transporte e o armazenamento, porém, existe uma solução que se destaca pela praticidade e segurança, que é o uso de sacolas, sacos ou mochilas.

Trata-se de uma técnica que consiste em colocar trecho a trecho da corda dentro da mochila, deixando que ela se acomode naturalmente de baixo para cima de maneira que fique pronta para ser retirada livremente, bastando apenas puxá-la de volta para fora.

Esta técnica de armazenamento oferece importantes vantagens, começando pela praticidade, pois é possível guardar muitos metros de corda em poucos segundos. A corda dentro da mochila (sacola ou saco) não corre o risco de se embolar, evitando que crie emaranhados difíceis de desfazer. A outra vantagem é ter a corda livre para ser puxada para fora, permitindo expor somente o comprimento que será usado no sistema e na tarefa, mantendo preservado o trecho não utilizado da ação dos raios Ultravioleta, da sujeira e dos contaminantes.

Ao guardar a corda ou puxá-la para fora é possível realizar a inspeção visual e tátil trecho a trecho.

Além de ter a corda pronta para o uso, ela estará também pronta para o transporte e para o armazenamento e protegida de fatores ambientais. A única desvantagem é esconder a extremidade da corda que está no fundo, e dificultar a avaliação e a estimativa de quanto de corda ainda há disponível para uso. Isso pode gerar uma condição de risco e por isso a aplicação de um nó no final da corda é um procedimento de segurança obrigatório.

O tipo de invólucro pode oferecer mais ou menos praticidade nessa técnica. Por exemplo, um simples saco, por ser muito maleável, torna a tarefa de guardar a corda no seu interior um pouco mais difícil se comparado com uma sacola ou mochila. Existem modelos de mochilas específicas para o transporte e armazenamento de cordas, com características diferentes como laterais teladas para permitir a ventilação, com tecidos mais ou menos resistentes, mais maleáveis ou rígidos, de fechamento estanque, entre outros. Mas o que importa de fato é a técnica descrita aqui de guardar, armazenar e transportar.



Ao colocar a corda progressivamente dentro da mochila ela se acomoda naturalmente de uma forma que fica livre para ser puxada para fora.

Dentro da mochila ela não forma emaranhados.

Por segurança a ponta que fica no fundo da mochila precisa ter obrigatoriamente um nó.

Mochilas específicas para cordas costumam oferecer um bolso externo para instalação de uma etiqueta de identificação e/ou o controle de uso e inspeções.



Acondicionada desta forma a corda fica livre para ser puxada para fora. E permite que seja exposto apenas o trecho utilizado, mantendo o restante da corda protegida de agentes ambientais.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli

CAPÍTULO 6

Nós

Nós

Não há como desassociar o uso de cordas e o uso de nós. Isso porque uma das grandes vantagens das cordas é a sua maleabilidade e consequentemente a facilidade de confeccionar nós.

Existem muitos nós diferentes, e essa diversidade, em parte, é justificada pela variedade de atividades nas quais podem ser aplicados. Os nós podem ser decorativos, podem ser usados nas atividades náuticas, na pesca esportiva, na pesca comercial, no uso militar, nas atividades esportivas, sejam esportes convencionais ou de aventura, nas soluções de segurança do trabalho e nas operações de resgate (salvamento), entre outras.

O foco deste manual está na atividade industrial, especificamente nas soluções de segurança do trabalho e resgate técnico. E para essas atividades a variedade de nós também é considerável, porém, os de uso mais comum se restringem a aproximadamente uma dezena deles. E são praticamente os mesmos para a maioria das atividades verticais, sejam esportivas ou laborais.

Entre os nós destinados as atividades com cordas, embora seja um número limitado, são organizados em categorias considerando os tipos de uso, como por exemplo, os usados para a união de cordas, os destinados a laçar pontos de ancoragem ou para criar anéis com quais uma corda pode ser conectada a algum equipamento ou algum equipamento nela. Também existem os nós blocantes, que podem substituir equipamentos de travamento, entre outros.



Ilustrações de Luiz E. Spinelli



Entre tantas opções alguns poucos tipos de nós são os eleitos para as atividades com cordas. Isso porque existem critérios estabelecidos. São eles:

O nó precisa ser seguro e estável

Isso significa que com ou sem tensão ele não pode se desfazer acidentalmente e muito menos se soltar quando tracionado.

O nó precisa ser relativamente fácil de ser aprendido e confeccionado;

Para quem está aprendendo a confeccionar um nó a tarefa pode parecer difícil, mas este critério significa que entre as muitas opções a escolha é pelos menos complexos.

O nó deve permitir uma inspeção fácil para avaliar se está corretamente confeccionado;

Nós menos complexos oferecem a vantagem de uma aparência fácil de identificar e inspecionar, mesmo a uma certa distância.

O nó precisa ser relativamente fácil de ser desfeito depois de tensionado;

Um nó utilizado numa operação que sustentou uma grande carga ou que teve que reter a queda de uma ou mais pessoas pode ser difícil de ser desfeito após tensionado. Este critério não é determinante, mas é valorizado.

O nó precisa preservar o máximo da resistência da corda quando tensionada.

Veremos que os nós fragilizam as cordas, reduzindo a capacidade de suportar força. Portanto, um bom nó é aquele que preserva o máximo da resistência original da corda.

Lista dos nós mais utilizados

A seguir serão apresentados os nós de uso mais comum, bem como as suas características mais importantes e as indicações de possíveis aplicações.

É importante salientar que saber confeccionar o nó não basta para garantir a segurança e a eficiência. Um nó sempre fará parte de um sistema, portanto, a escolha do tipo de nó e das suas possíveis variações depende de uma série de fatores que precisam ser considerados na montagem do sistema.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli



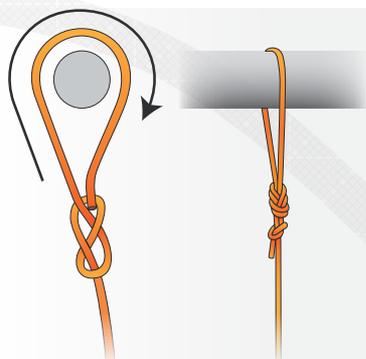
Oito

Os americanos chamam este nó de Oito Duplo e os europeus apenas de Oito.

É um nó muito confiável pois atende muito bem todas as qualidades listadas na página anterior.

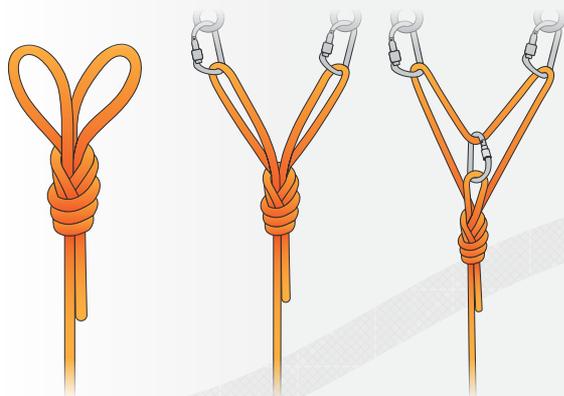
É um nó para aplicações onde se espera um grande esforço, como a força de impacto de uma queda, por isso é o nó mais utilizado para a confecção de uma terminação numa corda ou para conectar qualquer parte da corda a um sistema.

Além de ser o nó mais utilizado, ele oferece variações para atender necessidades diferentes, como segue:



Oito Guiado

Este nó é o mesmo do ilustrado acima, contudo, é confeccionado de uma forma diferente. Ele é feito em duas etapas permitindo laçar uma estrutura antes de finalizá-lo.



Coelho

Embora tenha um nome diferente ele é uma variação do nó Oito. A diferença está em ter duas alças (orelhas) o que permite dividir a força aplicada sobre a corda em dois ou mais pontos.

Ele também oferece uma variação que permite facilmente conectar a vários pontos e com a distribuição da força sendo feita independentemente do sentido da tensão.



Oito União

A forma de confeccioná-lo é semelhante ao Oito Guiado, no entanto, é feito com as pontas de duas cordas diferentes. Este nó é uma das opções para a união de cordas.



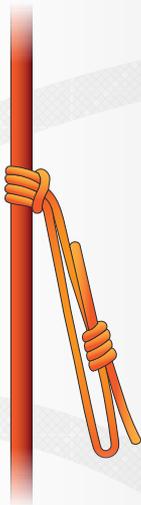
Borboleta

Este nó é uma alternativa ao nó Oito quando o sistema prevê a solicitação do nó em mais do que uma direção.



Pescador Duplo

Este nó é o mais popular entre as opções de união de cordas. Também é um dos mais confiáveis. O que depõe contra ele é o fato de ser muito difícil de ser desfeito depois de sofrer muita tensão ou ficar sobre tensão muito tempo.



Prusik

O nó Prusik é um nó dinâmico pelo fato dele não funcionar de forma fixa. Ele permite que uma corda corra por ele ou ele pode correr por uma corda. Sem tensão ele deslisa pela superfície de uma outra corda, tensionado ele trava, por isso é chamado de nó blocante. Normalmente ele é feito com uma corda fina chamada de cordelete e aplicado sobre uma corda mais grossa.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli



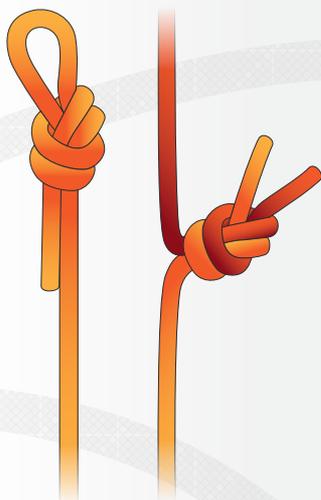
UIAA

Este também é um nó dinâmico. Ele é feito para permitir a movimentação da corda em um sentido e travá-la no sentido oposto. Ele pode ser invertido, invertendo assim o seu funcionamento.



Fiel

Este nó é usado para fixar a corda em alguma estrutura ou conector. Ele é bem mais simples que um nó Oito e também menos confiável, mas tem as suas aplicações nas atividades com cordas. Como outros nós ele tem maneiras diferentes de ser confeccionado em função do tipo de aplicação.



Azelha

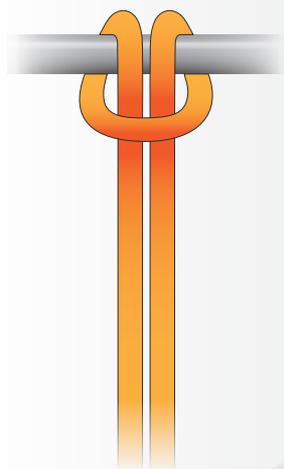
Este nó apresenta como desvantagens preservar menos a resistência da corda e ser difícil de ser desfeito depois de muita tensão. Mas oferece como vantagens ser compacto e como nó de união de cordas permite que a emenda passe por cantos e outras superfícies quando a corda está em movimento.

Ilustrações de Luiz E. Spinelli



Direito

Este não é um nó de segurança. Nas atividades técnicas ele tem funções muito limitadas, normalmente na finalização de alguns sistemas complexos.



Boca de Lobo

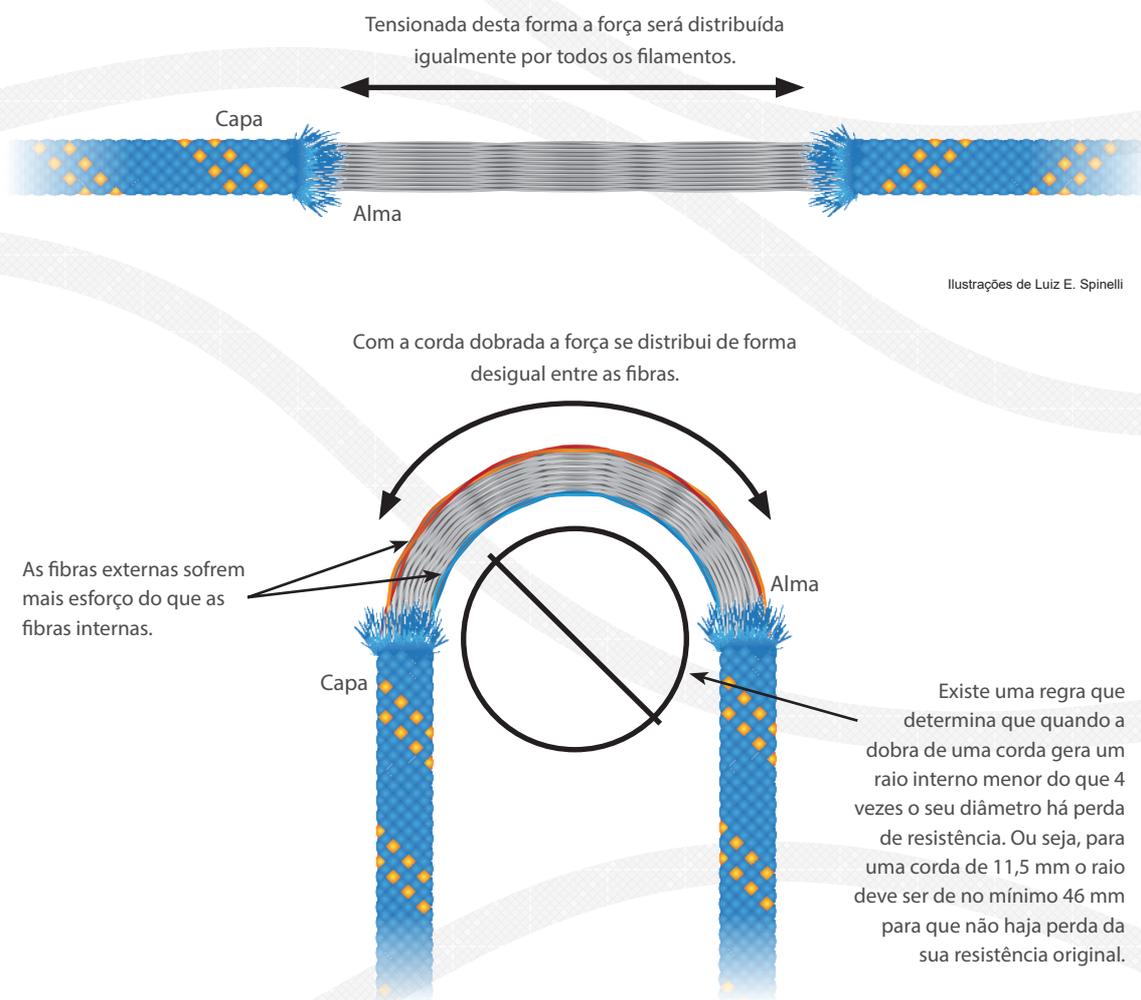
Este nó também não deve ser considerado um nó de segurança. Assim como o nó Direito ele tem funções limitadas dentro de sistemas.

Os nós reduzem a resistência das cordas

Existe uma técnica usada por pescadores para partir fios de náilon que é aplicar um pequeno nó na parte que deverá ser partida. Com o nó o fio se parte facilmente. Pois bem, isso também acontece com as cordas de segurança. Um nó aplicado numa corda se tornará o ponto frágil dela, e será neste nó que a corda se partirá com muito menos força do que a resistência original suportaria.

Essa perda de resistência é sempre significativa, tendo como valor médio 50%. Sim, é isso mesmo. Um nó pode reduzir pela metade a resistência de uma corda, ou até mais dependendo do tipo de corda e do tipo de nó. Mas porque isso acontece? É atribuído um conjunto de fatores, porém, o mais relevante e o mais fácil de observar é a distribuição desigual da força entre as fibras.

Sabemos que uma corda é formada por um conjunto de feixes de fibras sintéticas, e esperamos que ao tensionar uma corda todos os fios trabalhem juntos para suportar a força. Pois bem, isso será um fato se todas as fibras trabalharem paralelas, de forma que a força se distribua por igual entre as fibras. Para isso acontecer a tração precisa acontecer de forma a não gerar torções ou dobras na corda. Se a corda for tensionada dobrada, como acontece com um nó, os filamentos trabalharão de forma desigual. Para compreender melhor veja os exemplos abaixo.



Ensaio de resistência de nós

Para fim didático foram realizados ensaios da resistência de alguns nós utilizados em sistemas de acesso por cordas, segurança contra queda e resgate técnico vertical.

O objetivo é meramente instrucional, sem a pretensão de gerar resultados absolutos, pois tipos e modelos diferentes de cordas e variações na metodologia podem gerar valores alterados.

Abaixo são descritas as características técnicas da corda e da metodologia utilizada nos ensaios.

Corpo de prova

Foram utilizados vários pedaços de cordas com 3 metros de extensão de cores variadas. Todos os corpos de prova eram do modelo K2 da Casa das Cordas, cujas características técnicas são:

Corda de capa e alma de baixo coeficiente de alongamento, padrão ABNT NBR 15986:2011;

Capa de poliéster;

Alma de poliamida;

Diâmetro de 11,5 mm.

Cores da capa variadas.

Equipamento e metodologia

Os ensaios foram realizados numa máquina de tração da marca Kratos com célula de carga de 10.000 kgf.

A velocidade de tração foi de 83 mm/s (milímetros por segundo).

Em todos os ensaios foi aplicada nos corpos de prova uma pré-carga de 50 kgf durante 1 minuto. Na sequência a força foi aumentada até o resultado desejado.

Não foram usados conectores. Todos os corpos de prova foram instalados na máquina utilizando os cabeçotes de fixação padrão do equipamento.

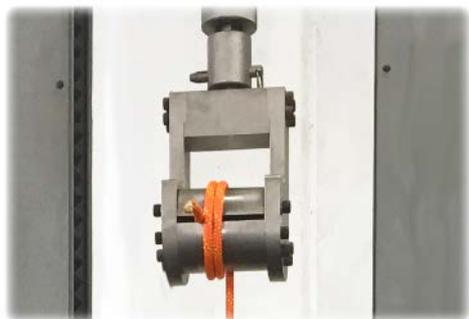


Imagem de Luiz E. Spinelli

Resistência dos corpos de prova sem terminações (sem nós)

A obtenção desses valores serviu de parâmetro para a comparação dos resultados dos ensaios com os nós.

Resultados

Corpo de prova	Resultado em kgf	Resultado em kN
1	4.032	39,5
2	3.962	38,8
3	3.930	38,5
Valores médios	3.974	38,9



Imagem de Luiz E. Spinelli

Alongamento

Pelo padrão ABNT NBR 15986 a corda é submetida a uma força de 150 kgf para medição do alongamento. Com essa carga a corda K2 alonga aproximadamente 2,5 %.

Os ensaios obedeceram a metodologia descrita na ABNT NBR 15986, com exceção do tempo de pré-carga que foi de 1 minuto e as cargas superiores de 600 kgf e 1.200 kgf.

Resultados

Corpo de prova	Força de 600 kgf	Força de 1.200 kgf
1	7 %	10,5 %
2	7 %	11,1 %
3	8 %	11,1 %
Valores médios	7,3 %	10,9 %



Imagem de Luiz E. Spinelli

Nó Oito

Nestes ensaios foram utilizados 6 corpos de prova porque os nós foram confeccionados com uma pequena variação na posição da corda sob tensão, porém, os resultados não indicaram diferenças.

Resultados

Corpo de prova	Ruptura em kgf	Ruptura em kN
1	2.192	21,5
2	2.565	25,1
3	2.327	22,8
4	2.042	20
5	2.387	23,4
6	2.245	22
Valores médios	2.293	22,5

Comparação

Resist. original	3.974	38,9
Com o nó Oito	2.293	22,5
Perda da resistência		42,3 %
Resistência preservada		57,7 %



Imagem de Luiz E. Spinelli

Nó Oito (união)

Foram utilizados dois pedaços de cordas com cores diferentes para cada corpo de prova.

Resultados

Corpo de prova	Ruptura em kgf	Ruptura em kN
1	1.684	16,5
2	1.637	16
3	1.580	15,5
Valores médios	1.633	16

Comparação

Resist. original	3.974	38,9
Com o Oito (união)	1.633	16
Perda da resistência		58,9 %
Resistência preservada		41,1 %



Imagem de Luiz E. Spinelli

Azelha

Resultados

Corpo de prova	Ruptura em kgf	Ruptura em kN
1	1.976	19,3
2	2.332	22,8
3	2.282	22,4
Valores médios	2.196	21,5

Comparação

Resist. original	3.974	38,9
Com o Oito (união)	2.196	21,5
Perda da resistência		44,8 %
Resistência preservada		55,2 %



Imagem de Luiz E. Spinelli

Azelha (união)

Foram utilizados dois pedaços de cordas com cores diferentes para cada corpo de prova.

Resultados

Corpo de prova	Ruptura em kgf	Ruptura em kN
1	1.560	15,3
2	1.542	15,1
3	1.500	14,7
Valores médios	1.534	15

Comparação

Resist. original	3.974	38,9
Com o Oito (união)	1.534	15
Perda da resistência		61,4 %
Resistência preservada		38,6 %



Imagem de Luiz E. Spinelli

Pescador Duplo

Foram utilizados dois pedaços de cordas com cores diferentes para cada corpo de prova.

Resultados

Corpo de prova	Ruptura em kgf	Ruptura em kN
1	2.272	22,3
2	2.750	26,9
3	2.162	21,2
Valores médios	2.217	21,7

Desconsiderado no cálculo da média

Comparação

Resist. original	3.974	38,9
Com o Oito (união)	2.217	21,7
Perda da resistência		44,2 %
Resistência preservada		55,8 %

Tabela comparativa

Resistência dos nós

Resistência original da corda	100 %
Nó Oito (Oito Duplo)	57,7 %
Nó Oito (união)	41,1 %
Azelha	52,2 %
Azelha (união)	38,6 %
Pescador Duplo	55,8 %

Tabela comparativa

Alongamento

Com força de 150 kgf	2,5 %
Com força de 600 kgf	7,3%
Com força de 1.200 kgf	10,9 %



Observação

Estes valores de alongamento foram obtidos em ensaios estáticos, ou seja, com a tração lenta e constante. O chamado alongamento dinâmico, que ocorre na retenção de uma queda, pode apresentar valores diferentes.

Referências

Norma técnica ABNT NBR 15986 – Cordas de alma e capa de baixo coeficiente de alongamento para acesso por cordas – Requisitos e métodos de ensaio - Associação Brasileira de Normas Técnicas – Novembro de 2011.

Norma Regulamentadora número 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção – Anexo II Cabos de aço e de fibra sintética – Texto atualizado de 2018.

Manual Prático de Cordas – Associação Brasileira dos Produtores de Fibras Poliolefínicas (AFIPOL) – Acesso: http://www.afipol.org.br/manual_de_cordas.php .

E-book “Os Cem Quilos!” – Luiz Spinelli – Segunda edição 2017 – Acesso: http://www.spinelli.blog.br/literatura/livro_os_cem_quilos_spinelli.pdf .

Livro Resgate Vertical – Eduardo José Slomp Aguiar – Associação Vila Militar Publicações técnicas – segunda edição 2016.

Livro Resgate em Espaços Confinados – Sérgio Luís Chagas – Fontenele Publicações – Primeira edição 2018.

Manual sobre Sistemas de Resgate com Cordas – Luiz Spinelli – Publicação independente – Sexta versão 2014.

Caderno número 7 – Cordas de Segurança – Normas Ilustradas / Trabalho em altura – Associação Nacional da Indústria de Material de Segurança e Proteção ao Trabalho (ANIMASEG) – 2017. Acesso: <https://animaseg.com.br/normas-ilustradas/> .

Apresentação Honeywell – Poliéster x Poliamida: conheça as diferenças e suas características físico químicas - Marcos Amazonas e Mayra Villaboim – Acesso: https://www.honeywellsafety.com/uploadedFiles/Sites/Regional/BR/Training_and_Support/Poli%C3%A9ster%20x%20Poliamida_Conhe%C3%A7a%20as%20diferen%C3%A7as.pdf .

Agradecimentos

Daniella Areias Egea

Engenheira civil

Elton Fagundes

Profissional de acesso por cordas nível 3, diretor da empresa Acesso.

Ígor Tschoepke Goedel

Engenheiro mecânico, engenheiro de segurança do trabalho e diretor da TeD Engenharia.

Luiz Cezar Freire

Engenheiro de segurança do trabalho e Oficial da Reserva do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.



Casa das Cordas

Rua Paula Sousa, 161 - Bairro Luz

São Paulo - Capital

CEP 01027-001

Tel.: (11) 3322-9555 ou

(11) 9 7267-6514

E-mail: vendas@casadascordas.com.br

www.casadascordas.com.br