

Proteções contra quedas de altura - Forças envolvidas

Introdução

Diante de um grupo de trabalhadores, não importando o grau de instrução, se perguntarmos a eles se conseguem sustentar por um breve momento um saco de cimento de vinte quilos, supondo que sejam adultos saudáveis e acostumados com esforço físico, responderão unânimes que sim. E se perguntarmos para esses mesmos trabalhadores se conseguirão segurar esse mesmo saco de cimento atirado do décimo andar de um prédio responderão que não, e com a observação de que o pacote irá matá-los! Isso mostra que, mesmo que não saibam explicar cientificamente, todos compreendem que esse peso (massa) em movimento exercerá sobre eles uma força muitas vezes maior. Apesar de terem essa compreensão não costumam aplicá-la na rotina de trabalhos. Muitas vezes não refletem que esse fenômeno acontece também sobre o corpo deles, sobre o cinturão de segurança, sobre o talabarte e sobre o ponto de ancoragem no momento de uma queda amparada por um sistema de segurança. Por isso é tão comum não compreenderem porque os equipamentos de segurança contra quedas precisam ser tão resistentes e o cuidado e a manutenção deles tão rigorosa.

Com a compreensão da dinâmica de uma queda e das forças que podem ser geradas, o rigor dos procedimentos, as características específicas dos equipamentos e o cuidadoso manuseio dos materiais serão valorizados.

Este texto se propõe a ser didático e compreensível a pessoas de diferentes graus de instrução, portanto, evita uma abordagem demasiadamente técnica e científica.

Força de frenagem

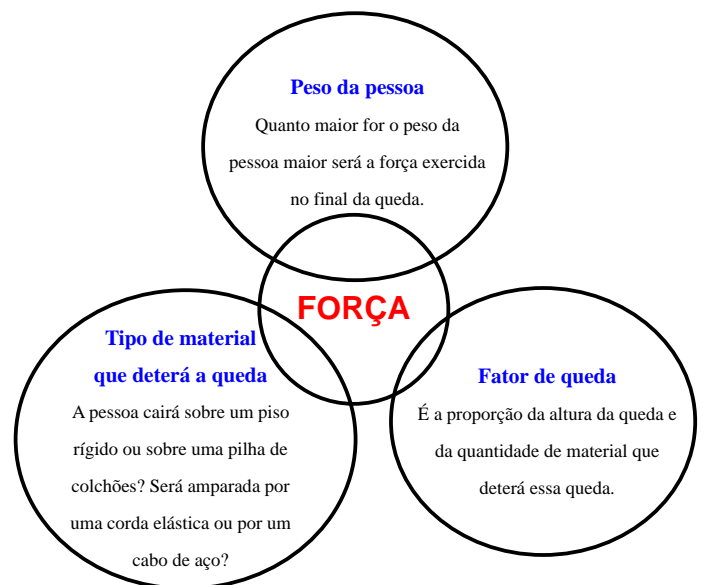
As pessoas sabem que um objeto em queda livre ao atingir o solo poderá sofrer um impacto capaz de destruí-lo, ou destruir o piso do solo ou a ambos, esse efeito chamamos de choque, impacto ou tecnicamente força de frenagem. Força de frenagem é a expressão utilizada nas novas normas de EPIs publicadas pela ABNT em 2010.

Para entendermos melhor o conceito, usemos como analogia a situação de parar um carro. Um motorista dirigindo um carro a uma velocidade de 100 Km por hora resolve repentinamente parar o veículo. Para isso ele pisará firmemente no freio e num determinado tempo e distância o carro irá desacelerar de 100Km a 0Km gradativamente. Esta desaceleração gradual é que irá proteger os ocupantes do carro. Se o mesmo carro batesse contra um muro de concreto o ato de parar o movimento seria muito mais eficiente, no entanto, as consequências seriam trágicas para os ocupantes do veículo! Esses efeitos são idênticos quando um trabalhador dispõe de um sistema para interromper

uma queda de forma gradual, como uma corda elástica ou um absorvedor de choque, ou se será amparado por um cabo de aço, que agirá como um “muro de concreto”.

Em sala de aula, em cursos de trabalho em altura e resgate (salvamento), quando questionados os alunos sobre os fatores que irão definir a força de frenagem, dois itens são recorrentes: o peso da pessoa (massa) e a altura da queda. E quando abordamos os fatores realmente relevantes, os alunos se surpreendem ao descobrirem que a altura de uma queda, isoladamente, não determina as consequências. Ou seja, cair de um metro pode gerar traumas muito graves ao corpo de uma pessoa, e um queda de vinte metros pode tornar-se uma brincadeira, sem nenhuma consequência ruim. Tudo dependerá de um conjunto de fatores.

Então, se a altura (de forma isolada) não é tão relevante, o que é? São três os fatores, e a relação entre eles, que determinará a força que o corpo de uma pessoa terá que suportar quando a queda for interrompida:



Explicando melhor...

O peso da pessoa

Quando nos referimos ao peso de uma pessoa estamos determinando a massa (quantidade de matéria) que o corpo dela possui. A ciência sabe que a gravidade do nosso planeta exerce uma determinada força sobre cada porção de matéria, e é graças a esse conhecimento que conseguimos através de uma balança a medida da nossa massa em quilogramas (kg), unidade internacional de peso.

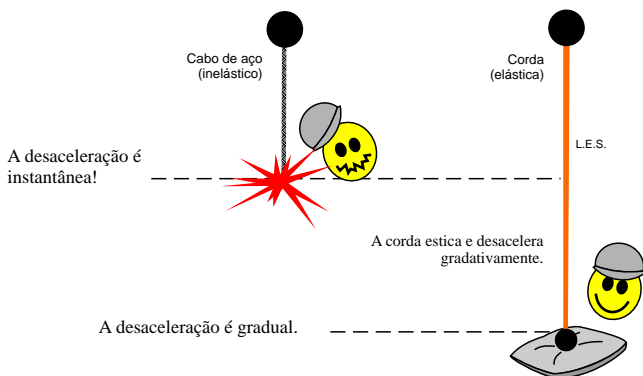
Quanto maior o peso da pessoa, maior será a força gerada ao final de uma queda, seja alcançando o piso ou sendo amparada por um sistema de segurança.

INFORMATIVO TÉCNICO NÚMERO 6 Fevereiro de 2012

Proteções contra quedas de altura - Forças envolvidas

Tipo de material que deterá a queda

Outro bom exemplo para compreender a importância desse fator é a prática do *Bungee Jump*, atividade em que pessoas saltam em vãos livres amarradas a cabos elásticos. Vamos imaginar o que aconteceria se substituíssemos o cabo elástico por um resistente cabo de aço? Embora o cabo de aço, com o dimensionamento certo, pudesse suportar a força de frenagem, o corpo da pessoa não aguentaria. O cabo de aço iria interromper a queda de forma tão abrupta, que a pessoa correria o risco de graves fraturas além de outras complicações. Portanto, o tipo de material que deterá a queda de um trabalhador, juntamente com os outros dois fatores, definirá se a situação será segura ou trágica.

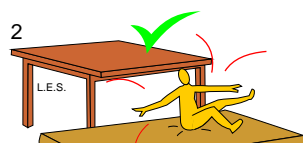


Fator de queda

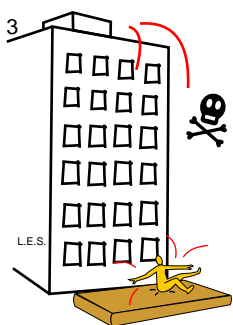
Um fator importante que pode influenciar a intensidade dessa força é a relação entre a altura e a quantidade de material que deterá a queda, ou seja, se tivéssemos utilizando colchões para amparar a queda de uma pessoa, teríamos que ter uma quantidade apropriada de colchões para a altura da queda, ou uma queda de altura controlada adequada a quantidade de colchões. E é essa relação que chamamos de Fator de Queda.



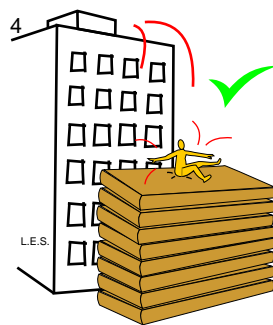
Condições:
1 metro de queda; massa de 70kg; piso de concreto.



Condições:
1 metro de queda; massa de 70kg; material capaz de amortecer a queda.



Condições:
21 metros de queda; massa de 70kg; quantidade de material insuficiente para amortecer a queda.



Condições:
21 metros de queda; massa de 70kg; quantidade adequada de material para amortecer a queda.

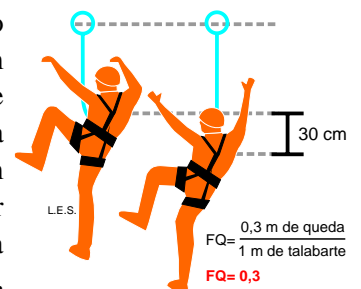
Os materiais utilizados para deter a queda de um trabalhador variam, por isso, para efeito de simplificação, adotaremos a corda.

O Fator de Queda é calculado com uma simples fórmula:

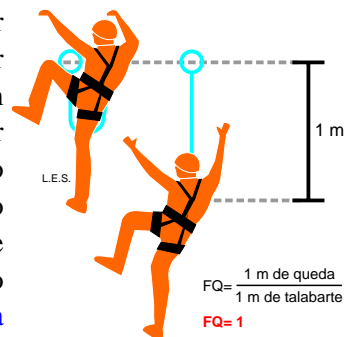
$$\text{Fator de Queda} = \frac{\text{Altura da queda}}{\text{Comprimento da corda}}$$

Vamos aplicar esse Fator de Queda ao uso do talabarte, equipamento de uso rotineiro no meio profissional:

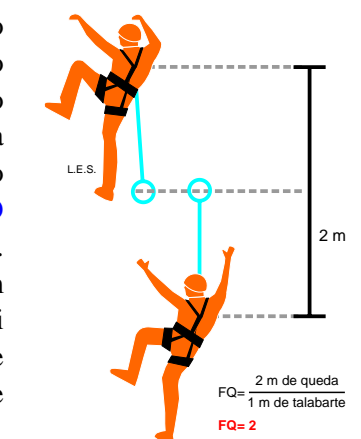
Neste primeiro exemplo o trabalhador instalou um talabarte de um metro de comprimento acima da cabeça, deixando-o com pouca folga. Vamos supor que a queda seja equivalente a pequena folga do talabarte, ou seja, de uns trinta centímetros para um talabarte de um metro, de forma alegórica, temos pouca queda para muito colchão. O Fator de Queda calculado é 0,3.



Mas essa situação pode ser diferente se o trabalhador instalar o mesmo talabarte em um ponto mais baixo, por exemplo, na mesma altura do ponto de conexão do cinturão de segurança. A queda será de um metro, que é a extensão do talabarte. O Fator de Queda calculado é 1. Nesta situação, de forma alegórica, teremos uma queda maior para uma mesma quantidade de colchões. Se o talabarte não oferecer recursos para uma boa absorção da força de frenagem, essa condição poderá ser perigosa para o corpo do trabalhador.



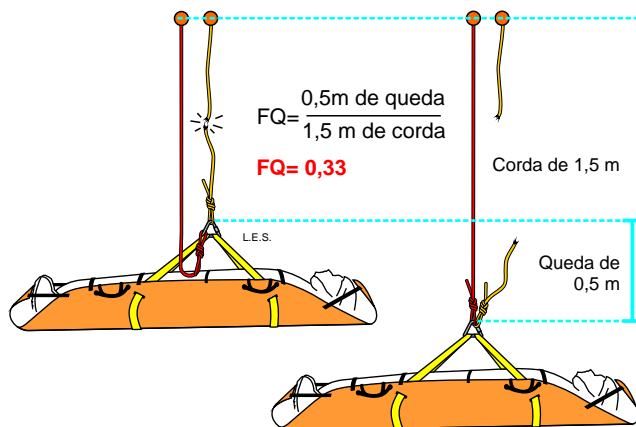
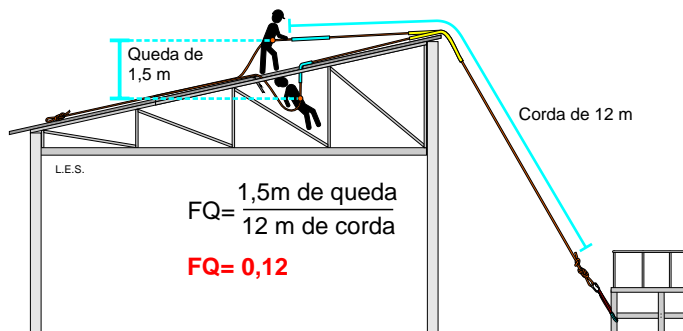
E pode ser ainda pior se o trabalhador instalar o talabarte no ponto mais baixo possível. Nesta situação a queda poderá ser duas vezes o comprimento do talabarte. O Fator de Queda calculado é 2. Dependendo do material com o qual o talabarte foi confeccionado, a força de frenagem gerada pela queda e transmitida para o trabalhador poderá ultrapassar o limite tolerado pelo corpo humano.



INFORMATIVO TÉCNICO NÚMERO 6 Fevereiro de 2012

Proteções contra quedas de altura - Forças envolvidas

Vejamos outros exemplos para o cálculo do Fator de Queda:



É considerado um sistema muito eficiente, e cujas características são normatizadas pela ABNT através da NBR 14629.

O inconveniente de qualquer sistema que absorva energia através do alongamento, e isso se aplica a cordas elásticas e absorvedores, é que impõe limites de uso. É aconselhável que esses sistemas sejam utilizados a uma altura mínima em relação ao piso, pois existe o risco do trabalhador se chocar contra o solo após esse processo de alongamento. No caso dos absorvedores a distância mínima do solo (ZLQ) é determinada pelo fabricante e impressa no equipamento.



Resistência do cinturão de segurança

Existe uma questão sobre a resistência e o uso dos cinturões de segurança que vem causando preocupações e equívocos de interpretação. Os cinturões de segurança são testados seguindo as determinações da norma da ABNT NBR 15836, assim como os talabartes e os absorvedores de choque seguem normas próprias. Para os testes destes equipamentos são utilizados dispositivos com 100 kg de massa, e considerando isso, muitos profissionais do mercado adotaram esse valor como limite para os trabalhadores, ou seja, pessoas com mais de 100kg não podem realizar trabalhos em altura em que o cinturão de segurança seja necessário. Não é bem assim! Como vimos neste texto, a força exercida sobre o corpo de um trabalhador ou sobre o sistema dependerá de um conjunto de fatores, e não somente do peso da pessoa. Além disso, os testes simulam situações extremas, e que não precisam ser criadas nos momentos reais de trabalho.

Num trabalho em altura, o peso de um trabalhador é um fator que pode não ser controlável, mas o tipo de equipamento que deterá a queda e o fator de queda (FQ) podem ser planejados. Desde de que o sistema seja adequadamente projetado, tendo o cuidado por exemplo, de garantir um fator de queda (FQ) pequeno (menor do que 1), um trabalhador mais pesado não enfrentará o risco de um colapso do sistema.

Recomendação

A via de regra, deve-se utilizar equipamentos contra quedas que ofereçam formas de absorção de choques capazes de reduzir a força de frenagem sobre o corpo do trabalhador. Deve-se também planejar o sistema para que o Fator de Queda seja igual ou menor que 1. Acima disso muitos materiais e sistemas são incapazes de preservar o corpo de uma pessoa de forças perigosas.

Os recursos mais utilizados para a redução da força de frenagem são as cordas com maior ou menor elasticidade ou o absorvedor de choque.

Absorvedor de choque

O absorvedor de choque ou absorvedor de energia é um dispositivo que tem a função de diminuir a força exercida sobre o corpo do trabalhador quando uma queda é interrompida por um sistema de segurança. É muito usado como elo entre o cinturão de segurança e o talabarte (as vezes sendo parte integrante dele) ou como elo entre o cinturão e o trava-quadras.

O absorvedor de choque se constitui de uma fita de poliamida ou poliéster dobrada e costurada. A partir de uma determinada força (em torno de uns 300kgf) as costuras vão cedendo e a fita se alongando conforme é desdobrada. Durante esse processo a queda do trabalhador vai sendo desacelerada gradativamente.

Texto e ilustrações:
Luiz Eduardo Spinelli

Agradecimento:
Cláudio S. Garcia, Gianfranco Pampalon e Jussara Nery
contribuíram com críticas e sugestões.

Este e outros cinco informativos estão disponíveis na internet em:
http://www.spinelli.blog.br/indice_tecnico.htm