



Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
Departamento de Ensino, Pesquisa, Ciência e Tecnologia
Diretoria de Ensino
Centro de Treinamento Operacional

BOLETIM DE INFORMAÇÃO TÉCNICO-PROFISSIONAL

Nº 032/2024-CETOP

ÁREA: SALVAMENTO

DATA: MARÇO/2024

ASSUNTO: CONCEITOS EMPREGADOS NO SALVAMENTO EM ALTURA

OBJETIVO

O presente Boletim de Informação Técnico-Profissional visa apresentar o conteúdo teórico, nível especialização, relativo aos conceitos gerais empregados nas atividades de salvamento em altura do CBMDF.

Ressalta-se que para emprego nos níveis de formação (básico) e operações (intermediário), o conteúdo aqui apresentado deve ser filtrado, conforme previsto no projeto pedagógico do respectivo curso.

CONCEITOS INTRODUTÓRIOS

Para compreendermos todos os aspectos técnicos relativos aos equipamentos e a correta realização das técnicas de salvamento em altura, se faz necessário conhecer alguns conceitos relacionados à área.

ALTURA

Altura é a distância vertical entre dois pontos. A Norma Regulamentadora nº 35 do Ministério do Trabalho e Emprego, que versa sobre a atividade do trabalho em altura, ainda que não diretamente aplicável ao CBMDF, traz um conceito válido, considerando altura como toda **atividade executada acima de 2 (dois) metros do nível inferior, onde haja risco de queda.**

Na atividade bombeiro militar, o conceito de altura refere-se à execução de atividades de resgate em locais acima do solo ou de uma base de referência – como em um poço, ribanceira, etc. –, onde haja risco de queda e lesões graves. Isso geralmente inclui operações em estruturas como edifícios, torres, pontes, penhascos, ribanceiras, árvores, postes, muros, telhados, cavernas, cânions, poços, cisternas, buracos, caixas d'água, plataformas, andaimes, helicópteros e diversas outras situações em que o bombeiro está localizado em posições elevadas.

Assim, por vezes, ainda que relacionado à outra natureza de atendimento, como em uma captura de insetos, tentativa de suicídio ou incêndio em edifícios altos, a atividade de altura encontra-se presente.

FORÇA

Em física, força designa um **agente capaz de modificar o estado de repouso ou de movimento de um determinado corpo.** A força é uma grandeza vetorial, o que significa que tem tanto intensidade, quanto direção e sentido. A 2ª Lei de Newton nos diz que a força é dada pelo produto da massa de um corpo (a quantidade de matéria neste corpo, medida em kg) e da aceleração (em m/s^2) à que ele está sujeito.

$$F = m \times a$$

A unidade padrão do Sistema Internacional de Unidades (SI) para medida de uma força é o Newton (N). Assim, 1 (um) Newton é a força aplicada sobre um corpo de massa igual a 1 kg que lhe induz uma aceleração de 1 m/s² na mesma direção e sentido da força.

No contexto do salvamento em altura, o conceito de força é aplicado de diversas maneiras. As forças envolvidas incluem tanto a gravidade, que atua sobre a vítima e resgatistas, quanto as forças geradas pelo uso de equipamentos de salvamento, como tensões ou trações em cordas, mosquetões, ancoragens, equipamentos, etc.

MASSA

Na física, massa é a grandeza fundamental que dá a **quantidade de matéria de um objeto**, sendo a unidade padrão no Sistema Internacional de Unidades (SI) o **Kilograma (Kg)**. Assim, a massa é uma constante, que independe da gravidade.

Desta forma, um objeto de 100 kg, independente de onde estiver, sempre possuirá a mesma massa. Essa situação é ilustrada na Figura 1.

Figura 1 - A massa é uma constante.



Fonte: Os autores

PESO

O peso, por sua vez, é uma grandeza vetorial, sendo a medida da **força gravitacional exercida sobre um objeto**. O peso é o produto da massa (kg) do corpo e da aceleração da gravidade local (m/s²). Assim, **não se deve confundir peso e massa**. Enquanto massa é uma constante da quantidade de matéria do corpo (medida em kg), peso é a força resultante da atração gravitacional (medida em Newtons).

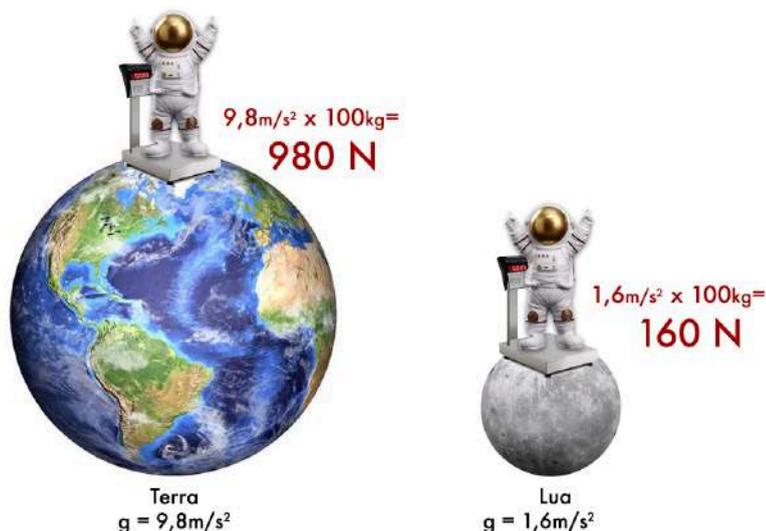
$$P = m \times g$$

Assim, na Terra, onde a aceleração da gravidade é de aproximadamente 9,8 m/s², um corpo com massa de 100 kg possui um peso de 980 kg·m/s² (100 kg x 9,8 m/s²), ou seja, 980 Newtons.

Outra medida comumente empregada é o Quilograma-força (kgf). Assim, um quilograma-força (1 kgf) é

a força gravitacional exercida sobre uma massa de um quilograma ao nível do mar e a 45° de latitude. Desta forma, 1 kgf equivale a 9,8 N.

Figura 2 - O peso é uma força



Fonte: Os autores

No cotidiano, os conceitos de massa e peso se confundem. É comum ouvir dizerem, por exemplo, “eu peso 80 quilos”, quando o tecnicamente correto – para fins de física – seria afirmar “eu peso 80 quilogramas-força”, ou então “eu peso 784,8 Newtons”.

CONVERSÃO DE MEDIDAS DE FORÇA

Na atividade de salvamento em altura, frequentemente o resgatista se depara com equipamentos que apresentam marcado suas limitações de força para emprego seguro. Tais forças podem estar marcadas em diferentes medidas, tais como N (newton), kN (quilonewton), kgf (quilograma-força), daN (decanewton), etc.

Assim, é fundamental que o militar especialista em salvamento em altura saiba realizar a conversão de medidas de força com vistas a conhecer os limites de uso e garantir o emprego seguro dos diversos equipamentos.

Para facilitar as conversões, na atividade considera-se a aceleração da gravidade em 10 m/s². Assim:

$$\begin{aligned} 1 \text{ N} &= 0,1 \text{ kgf} \\ 1 \text{ kgf} &= 10 \text{ N} \end{aligned}$$

Uma das medidas mais comuns é o Quilonewton (kN). 1 kN (quilonewton), que é igual a 1.000 N (Newton), equivale a 100 kgf. Outra medida que podemos nos deparar é o decanewton (daN). Assim como o prefixo Kilo, que equivale a 10³ ou 1.000, o Deca (daN) representa 10¹ ou 10. Assim, 1 daN é equivalente a 10 Newtons.

$$1 \text{ kN} = 1.000 \text{ N} = 100 \text{ daN} = 100 \text{ kgf}$$

Comumente, temos uma percepção mais intuitiva das forças quando as expressamos em quilograma-força (kgf), uma vez que essa unidade está mais alinhada com a nossa experiência cotidiana de peso. Por isso, ao analisar sistemas ou equipamentos, frequentemente convertemos as medidas de força para kgf. Essa conversão nos permite estimar de forma mais tangível a massa total do sistema, levando-se em conta o peso combinado das pessoas envolvidas, sejam elas vítimas ou resgatistas.

Convertendo de kN para kgf

Para converter de kilonewtons (kN) para quilograma-força (kgf), você deve multiplicar o valor em kN por 100, que é o resultado da divisão de 1.000 (o fator 'kilo' que representa mil) pela aceleração padrão da gravidade (10 m/s^2), que define o quilograma-força.

Assim, se um mosquetão possui carga de ruptura de 24 kN, então sua resistência é de 2.400 kgf.

Convertendo de daN para kgf

Neste caso, como 1 daN é igual a 10 N, e estamos considerando 1 kgf como equivalente a 10 N (dada a gravidade de 10 m/s^2), a conversão é de 1 para 1. Desta forma, para converter de decanewton (daN) para quilograma-força (kgf) basta alterar a unidade, não sendo necessário nenhum cálculo.

Assim, se um anel de fita possui carga de ruptura de 2.200 daN, então sua resistência é de 2.200 kgf.

Figura 3 - Exemplo de marcações em kilonewtons (kN) e decanewton (daN)



Fonte: os autores.

CARGA DE RUPTURA, FATOR DE SEGURANÇA E CARGA DE TRABALHO

De acordo com as normas que o certificam, os equipamentos de salvamento em altura podem apresentar diferentes marcações de sua “resistência”.

Carga de Ruptura

A Carga de Ruptura – ou *Minimum Breaking Strength (MBS)* – é a força que um equipamento suporta antes de falhar ou se romper. Este valor é determinado por meio de testes em ensaios destrutivos. No entanto, para garantir a segurança e a confiabilidade do equipamento, os fabricantes frequentemente empregam o princípio estatístico conhecido como “3-sigma” na determinação e marcação da carga de ruptura, sendo o valor obtido pela redução de três desvios padrão da média obtida em uma distribuição normal de dados obtidos nos ensaios.

Na prática, isso significa que a carga de ruptura marcada no equipamento é calculada de tal forma que 99,73% das unidades produzidas suportarão essa carga antes de falhar.

Assim, um mosquetão certificado marcado com 24 kN, na prática, pode vir a se romper com valores bem mais elevados. Todavia, ainda que o equipamento seja seguro, não seria prudente aplicar uma carga limite próxima deste valor no mosquetão, ainda que abaixo da carga de ruptura.

Fator de Segurança

Como regra geral, caso um equipamento seja submetido a uma tensão acima de $\frac{2}{3}$ (dois terços) de sua carga de ruptura, ele deve ser descartado, pois já pode sofrer deformações plásticas permanentes. Ainda durante uma operação, diversas variáveis podem afetar as forças aplicadas nos materiais, tais como variações de qualidade do equipamento, erros de fabricação, danos não detectados, nós confeccionados (que sempre reduzem a resistência de um cabo enquanto aplicados), carga elevadas ou de peso desconhecido, condições ambientais adversas como ventos ou chuvas, eventuais quedas, etc.

Assim, um importante conceito é o **Fator de Segurança**, que serve para garantir a segurança e a integridade dos sistemas e equipamentos, limitando a força aplicada a uma fração da carga de ruptura dos materiais. Em outras palavras, **o Fator de Segurança é uma margem de segurança que garante que o equipamento possa suportar cargas acima daquelas que normalmente encontrará em serviço**. O Fator de Segurança é definido como uma fração previamente definida por normas ou regulamentos, sendo que o padrão europeu das normas EN/CE estabelece um **fator de 10:1 – sendo este o fator adotado pelo CBMDF** – conforme Norma Interna de Segurança Básica nas Instruções Profissionais do CBMDF. A título de curiosidade, o padrão americano, baseado na NFPA, geralmente estabelece um Fator de Segurança de 15:1 (ainda que estes fatores não estejam explícitos nas normas).

Carga de Trabalho

Assim, tem-se que a **Carga de Trabalho é força máxima de utilização do equipamento com segurança**, sendo dada pela **razão entre a Carga de Ruptura (MBS) e o fator de segurança (FS)**.

$$\text{Carga de Trabalho} = \text{MBS} / \text{FS}$$

Assim, um mosquetão com carga de ruptura (MBS) de 24kN, quando aplicado o fator de segurança de 10:1 utilizado no CBMDF, tem uma carga de trabalho segura para 2.4kN, ou 240 kgf, equivalendo ao peso um pouco superior ao de duas pessoas.

Desta forma, a Carga de Trabalho é a máxima carga de emprego seguro no equipamento, e conforme norma e área de emprego, pode ter a sua marcação identificada pelas siglas **WLL** ou **SWL**.

- **Working Load Limit (WLL):** É a "carga de trabalho limite", em livre tradução. Este é o termo mais moderno e é frequentemente encontrado nas normas e especificações de equipamentos. O WLL é a carga máxima que um equipamento é autorizado a suportar em serviço. O WLL é determinado pelo fabricante com base em testes, conforme exigências das normas e padrões da indústria, sendo encontrada a marcação de forma explícita no corpo de alguns equipamentos. **Safe Working Load (SWL):** É a "carga de trabalho segura", em livre tradução. Este termo era mais comum em normas e regulamentações mais antigas e refere-se à carga máxima que um equipamento pode seguramente manusear sem risco de falha, levando-se em conta o fator de segurança. O SWL por vezes é tido também como um limite definido pelo usuário. Assim, quando o CBMDF impõe um fator de segurança de 10:1, podemos dizer que o SWL daquele mosquetão de 24 kN é de 2,4 Kn (240 kgf).

Todavia, ainda que conceitualmente possuindo algumas diferenças, tanto WLL quanto SWL, para fins práticos da atividade de salvamento em altura, podem ser consideradas sinônimos, sendo a razão entre a carga de ruptura e o fator de segurança, definindo a Carga de Trabalho do equipamento.

Figura 4 - Exemplo de marcações em WLL em equipamentos do CBMDF



Fonte: Os autores.

Na Figura 4 acima vemos exemplos de marcações em alguns equipamentos utilizados pelo CBMDF, tais

como um grampo com manilha com WLL de 4¾ Ton (4.750 kgf), uma fita de carga amarela com "WLL 3 Ton" (3.000 kgf), um maillon com "WLL 770 kg" e outra fita de carga roxa com "CMU", o que seria sua "carga máxima de utilização", de 1.000 kgf.

Destaca-se que tais valores são carga de trabalho conforme a norma de destinação destes equipamentos, geralmente empregados no içamento de cargas, nesse caso, deve-se observar o fator de segurança utilizado pelo fabricante para realizar este cálculo, diretamente no manual do produto.

Veja ainda que na fita roxa é apresentado o fator de segurança de 7:1. Assim, quando empregados na atividade de salvamento em altura no CBMDF, há de se considerar o SWL da Corporação. Por exemplo, a fita roxa possui marcação de carga de trabalho de 1.000 kg e fator de segurança de 7:1 (para içamento de cargas). Logo, sua Carga de Ruptura é de 7.000 kgf. Desta forma, quando empregada no salvamento em altura no CBMDF, com fator de segurança de 10:1, há de se considerar uma Carga de Trabalho (SWL) de 700 kgf.

Já o maillon com WLL de 770 kgf, em consulta no [site](#) do fabricante é possível verificar sua carga de ruptura de 3.850 kgf, logo o seu WLL levou em consideração um Fator de Segurança de 5:1. Para emprego em salvamento em altura, devemos aplicar o 10:1 sobre sua carga de ruptura, sendo seguro para forças de até 385 kgf.

Ressalta-se que em equipamentos industriais para trabalho com cargas é comum encontrar as marcações WLL ou SWL. Já os equipamentos destinados às atividades esportivas e ao trabalho em altura possuem comumente a marcação em MBS.

FATOR DE QUEDA E FORÇA DE CHOQUE

Durante uma operação de salvamento em altura, o risco de queda é uma constante que, ainda que mitigado pelos sistemas e cordas montados, deve ser evitado, pois podem gerar forças excessivas tanto nos sistemas (cordas, equipamentos e pontos de ancoragem) quanto no resgatista ou vítima.

Seria a altura de uma queda a principal variável com a qual devemos nos preocupar? Para responder essa pergunta é necessário compreender dois importantes conceitos: **fator de queda** e a **força de choque**.

FATOR DE QUEDA

O fator de queda é um indicador da **severidade da queda** de uma queda. Ele é calculado com base na **razão entre a distância da queda** ("quanto o resgatista cai") e o **comprimento da corda que atua para absorver essa queda** ("quanto de material está disponível para absorver a queda").

$$\text{Fator de Queda (FQ)} = \frac{\text{altura da queda (h)}}{\text{comprimento da corda (l)}}$$

Assim, a altura de uma queda será mais ou menos severa a depender da quantidade de corda disponível para "amortecer" ou desacelerar essa queda. Um fator de queda mais alto indica uma queda mais

severa e potencialmente mais perigosa, pois resulta em forças maiores tanto no sistema de segurança quanto no corpo do resgatista ou da vítima. Vejamos a seguir os possíveis fatores de queda.

Fator de Queda < 1

A altura da queda é menor que o comprimento da corda. Neste caso, o ponto de ancoragem está acima do centro de gravidade do bombeiro, resultando em um impacto menor no corpo. Esta é uma queda de baixa severidade.

Figura 5 - Ilustração e exemplo de Fator de Queda < 1



Fonte: Os autores

Fator de Queda = 1

A ancoragem está situada na mesma altura que o centro de gravidade do bombeiro. Sendo assim, no caso de uma queda a altura da queda será igual ao comprimento da corda. Esta é uma queda de moderada severidade. Cordas estáticas são projetadas para suportar quedas de fator igual a 1.

Figura 6 - Ilustração e exemplos de Fator de Queda = 1



Fonte: Os autores

Fator de queda > 1

A ancoragem está abaixo do centro de gravidade do bombeiro, porém a corda de sua segurança não

está completamente esticada. No caso de uma queda, a altura da queda será maior que a quantidade de corda disponível. Esta é uma queda de alta severidade. **Cordas dinâmicas** são projetadas para suportar algumas quedas com fator 1,77.

Figura 7 - Ilustração e exemplo de Fator de Queda > 1



Fonte: Os autores

Fator de queda igual a 2

Neste fator a ancoragem está abaixo do centro de gravidade do bombeiro e a sua corda de segurança está completamente esticada. No caso de uma queda, a altura da queda será o dobro da quantidade de corda disponível. Esta é uma queda perigosa de altíssima severidade.

Figura 8 - Ilustração e exemplos de Fator de Queda = 2



Fonte: Os autores

Fator de queda > 2

Este fator pode ocorrer em situações especiais onde a fixação ao ponto de ancoragem pode se movimentar verticalmente, sendo extremamente perigosa. Aqui o bombeiro está em um ponto de ancoragem correção, permitindo que a altura da queda seja bem maior que o comprimento de corda. Esta queda de

severidade extrema pode gerar lesões gravíssimas e até morte, além do alto risco de ruptura de equipamentos.

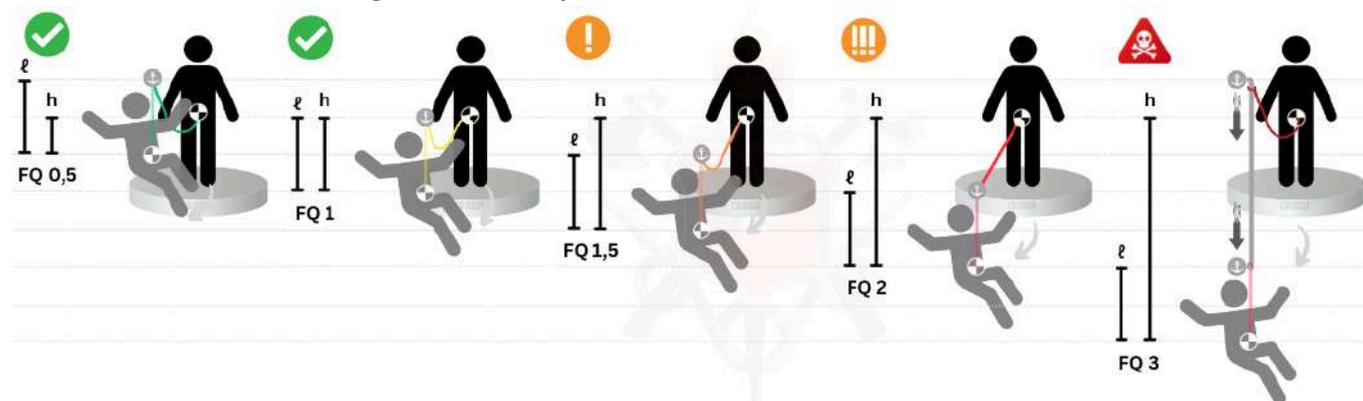
Figura 9 - Ilustração e exemplo de Fator de Queda > 2



Fonte: Os autores

Na figura a seguir percebem-se os diferentes fatores que um resgatista está exposto ao realizar uma escalada, conforme a localização do seu ponto de ancoragem.

Figura 10 - Ilustração dos diferentes Fatores de Queda

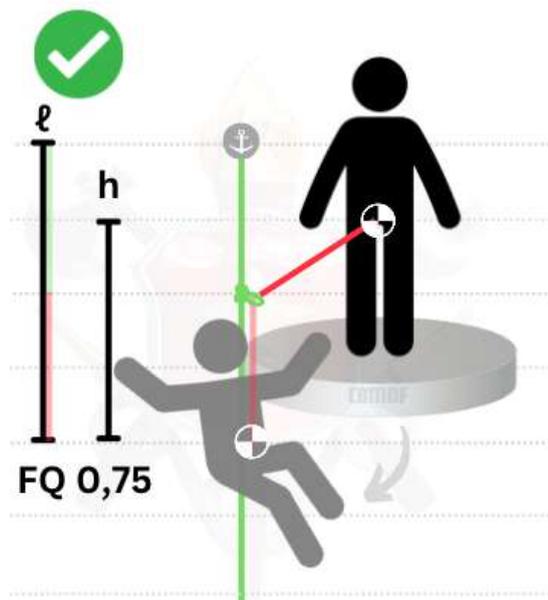


Fonte: Os autores

Assim, o fator de queda é uma medida de intensidade, não de distância. Uma queda de 2 metros de altura em 1 metro de corda (fator de queda 2) pode ser mais perigosa do que uma queda de 4 metros de altura em 8 metros de corda (fator de queda 0,5).

Por fim, ressalta-se que o fator de queda considera todos os elementos de segurança empregados para absorver a queda. Assim, conforme imagem a seguir, se um resgatista está com seu longe (em vermelho) conectado a uma corda (em verde) e sofre uma queda, o comprimento da corda para o cálculo do fator de queda considerará tanto o comprimento do longe quanto a porção da corda que sofrerá tração com a queda.

Figura 11 - Ilustração do Fator de Queda com longe conectado à corda



Fonte: Os autores

No salvamento em altura, o entendimento do fator de queda é essencial para a seleção e configuração adequada dos sistemas de segurança. Os **resgatistas devem sempre procurar minimizar o fator de queda para reduzir as forças envolvidas em uma eventual queda** e, conseqüentemente, o risco de lesões ou danos aos equipamentos. Isso é feito através de técnicas como:

- Emprego de pontos de ancoragem adequados e bem posicionados.
- Limitação da quantidade de corda livre no sistema.
- Utilização de dispositivos de absorção de energia que dissipam a força de uma queda; e/ou
- Emprego de *backup* para o caso de falha do sistema de segurança.

FORÇA DE CHOQUE

A força de choque ou força de impacto é a força máxima que é transmitida através do sistema de segurança quando uma queda é abruptamente interrompida. Assim, quando um resgatista ou uma vítima sofre uma queda durante uma operação, a energia potencial gravitacional da queda é rapidamente convertida em energia cinética, tensionando o sistema de segurança (corda, mosquetões, etc), o resgatista e também o ponto de ancoragem.

A fórmula correta para a força de impacto durante uma queda é complexa e depende de vários fatores, incluindo a absorção de energia pelo sistema de segurança e a dinâmica do sistema, mas de forma resumida ela é influenciada por 3 variáveis principais:

- **Fator de Queda:** A relação entre a altura da queda e o comprimento da corda em uso. Um fator de queda mais alto geralmente resulta em uma força de choque maior, pois há mais energia cinética a ser absorvida pelo sistema.

- **Elasticidade da Corda:** As características da corda são fundamentais na desaceleração do corpo, gerando maior ou menor choque. Naturalmente a força de choque será maior em um cabo de aço do que em uma corda dinâmica, por exemplo. Cordas dinâmicas são projetadas para esticar sob tensão, absorvendo assim a energia da queda e reduzindo a força de choque, por essa razão que os cabos da vida são confeccionados com cordas dinâmicas. Já as cordas semi-estáticas têm pouca elasticidade e, portanto, não são indicadas para deter quedas livres. Fitas e cordeletes não são projetados para absorver quedas e podem se romper devido às altas tensões geradas durante a queda.
- **Massa do Sistema:** Inclui o “peso” do usuário (resgatista ou vítima) e de qualquer equipamento adicional, como maca, mochila, etc. Um sistema mais pesado terá mais energia potencial gravitacional para uma dada altura de queda, resultando em uma força de choque maior.

Mas qual seria uma força de choque aceitável?

A força de choque aceitável é aquela que não causa lesões ao indivíduo sujeito à queda. O Coronel John Stapp¹ foi um médico americano da Força Aérea dos Estados Unidos e um pioneiro na pesquisa de segurança em alta velocidade e desaceleração rápida. Durante a década de 1950, John Stapp liderou uma série de experimentos conhecidos nos quais ele próprio se submeteu a testes em um trenó-foguete, sujeitando-o a forças G extremas².

Pesquisas posteriores determinaram que a força máxima tolerável para não causar lesões consideráveis em paraquedistas militares seria de 15 G, o que é equivalente a 12 kN³ para uma pessoa de 80 kg. Porém, devido às diferenças de cadeirinhas, idade e compleição física entre militares e trabalhadores da indústria, o comitê técnico europeu CEN/TC160 adotou o limite de 6 kN como a força máxima de retenção para dispositivos de proteção contra quedas em altura (CRAWFORD, 2003).

Assim, o limite de 6 kN pode ser geralmente encontrado em diversas normas destinadas ao trabalho em altura, enquanto o valor de 12 kN pode ser encontrado em várias normas destinadas ao montanhismo e outros esportes.

Em testes conduzidos no CETOP verifica-se que um manequim com massa de 100 kg, sofrendo uma queda de fator igual a 1 em seu longe de 60 cm, produz forças que variam de 420 a 550 kgf em cordas dinâmicas, a depender do diâmetro. A título de ilustração, a mesma queda em cordas estáticas ou fitas tubulares – ambos contraindicados para a confecção de longes – produzem forças da ordem de 630 a 900 kgf, respectivamente. (ALVES, 2022)

¹ Curiosidade #1: Nascido em Salvador, Bahia.

² Curiosidade #2: Seu engenheiro era o Sr. Edward A. Murphy que, diante do equívoco de um técnico que instalou um sensor erradamente durante um dos experimentos, formulou a famosa Lei de Murphy.

³ $F = m \times a \Rightarrow 80 \text{ kg} \times (15 \text{ G} \times 9,8 \text{ m/s}^2) = 11.760 \text{ Newtons} \approx 12 \text{ kN}$

NORMALIZAÇÃO E CERTIFICAÇÃO

A normalização e certificação de equipamentos de salvamento em altura são aspectos fundamentais para garantir a segurança dos equipamentos de resgate. Estes processos envolvem a **definição de padrões técnicos** (normalização) e a **verificação da conformidade dos equipamentos com esses padrões** (certificação), assegurando que os materiais utilizados sejam confiáveis e adequados para o uso em situações críticas.

Normalização é o processo de desenvolvimento, aplicação e implementação de normas técnicas. Estas normas são elaboradas por comitês técnicos e representam um consenso entre diferentes partes interessadas, como fabricantes, consumidores, especialistas técnicos e reguladores. O objetivo da normalização é estabelecer especificações e critérios mínimos de projeto, construção, resistência e identificação para garantir que equipamentos sejam seguros, confiáveis e de boa qualidade (ou apresentem uma qualidade mínima). A normalização é realizada por organismos nacionais e internacionais. No que tange os equipamentos de salvamento em altura, o CBMDF adota geralmente normas europeias ou norte-americanas.

Por sua vez, a **Certificação** é o reconhecimento formal de que um produto atende aos requisitos especificados em determinada norma técnica. A certificação é geralmente realizada por entidades acreditadas (agentes terceiros certificadores) que realizam testes e avaliações para assegurar que os produtos e o processo de fabricação estão em conformidade com as normas. A certificação proporciona uma garantia de que o equipamento foi submetido a um rigoroso controle de qualidade e que é seguro para o uso.

Os equipamentos de salvamento em altura incluem, mas não se limitam a cordas, cadeirinhas, mosquetões, capacetes, descensores, ascensores, sistemas de ancoragem, etc. Cada um desses itens deve ser certificado individualmente, conforme sua respectiva norma técnica, e os militares responsáveis pelo resgate devem ser treinados para utilizar corretamente os equipamentos, seguindo as recomendações e limitações estabelecidas pelos fabricantes, pelas normas técnicas e pela Corporação.

1. Normas Brasileiras

No Brasil, as Normas Brasileiras (NBRs) são as normas técnicas estabelecidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). A ABNT é uma entidade privada e sem fins lucrativos, que atua como o foro nacional de normalização através da produção de normas brasileiras (NBRs) que estabelecem requisitos de qualidade, segurança, desempenho, eficiência, entre outros, para produtos, serviços e processos.

As NBRs são elaboradas por representantes de diferentes setores, incluindo governo, meio acadêmico, indústria, consumidores e outros interessados. O processo de adesão à normalização é voluntário e busca o consenso entre as partes envolvidas, salvo quando exista lei obrigando sua adoção.

Em relação aos equipamentos de salvamento em altura, existem poucas normas que versam sobre eles, sendo geralmente baseadas nas normas internacionais, porém com algumas adaptações à realidade do mercado nacional, como a NBR 15837 ("Equipamento de proteção individual contra queda de altura — Conectores") e a NBR 15986 ("Cordas de alma e capa de baixo coeficiente de alongamento para acesso por cordas — Requisitos e

métodos de ensaio").

Todavia, apesar da existência de algumas normas, não existe um processo de certificação estruturado para todos os equipamentos de salvamento em altura. Hoje, se exige a certificação por "Organismo de Certificação de Produto" (OCP) acreditado pelo INMETRO somente para cadeirinhas, trava quedas e talabarte empregados na indústria – e não em atividades de resgate –. Nestes equipamentos é possível encontrar o selo Inmetro.

Figura 12 - Ilustração do selo de certificação do Inmetro



Selo Completo



Selo Compacto

Fonte: INMETRO, 2012

Geralmente, para os demais equipamentos o que se verifica são declarações do próprio fabricante, com base no laudo de teste de uma amostra do equipamento realizado em laboratório nacional acreditado pelo INMETRO, sendo este um processo bem menos rigoroso que o de uma certificação propriamente.

Por fim, no Brasil ainda existe o "CA", ou Certificado de Aprovação, que é um documento emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) que atesta que um Equipamento de Proteção Individual (EPI) foi laudado para as normas de segurança aplicáveis. O CA é regulamentado pela Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6), que estabelece as diretrizes para a utilização de EPIs no país e exige-o para que um equipamento possa ser posto à venda ou utilizado no país. Para obter o CA, o fabricante ou importador do EPI deve submeter o produto a testes em laboratórios credenciados pelo MTE. Esses testes verificam se o EPI atende aos requisitos mínimos de segurança e proteção estabelecidos pelas normas técnicas aplicáveis.

Para emissão do CA é necessário que o fabricante apresente ou certificado de conformidade, emitido por Organismo de Certificação de Produtos (OCP) nacionais acreditados pelo INMETRO – para equipamentos submetidos à avaliação compulsória⁴ ou então relatório de ensaio (laudo), emitido por laboratório nacional acreditado pelo INMETRO, para os demais equipamentos – sendo este processo bem menos rigoroso que uma certificação formal.

Enquanto o processo de certificação é realizado por organismo terceiro independente, com auditoria da linha de produção, dos insumos e coletas periódicas e aleatórias de amostras, o laudo é o relatório emitido por um laboratório de um ensaio com uma determinada amostra selecionada pelo próprio fabricante, não havendo

⁴ Somente cadeirinha, trava-quedas e talabarte empregados na indústria.

auditoria da linha de produção e das matérias-primas empregadas e não podendo ser estendido para toda a produção do produto testado. Assim, o resultado de um laudo não pode ser confundido com um certificado de conformidade.

Assim, um certo equipamento pode possuir "CA" sem ter passado por processo de certificação formal, bastando um laudo emitido por laboratório. Desta forma, conclui-se que o modelo de normalização e certificação nacional apresenta fragilidades em seu processo de análise de conformidade, geralmente baseada em laudos e não em um processo formal de certificação. Ademais, os equipamentos são voltados para as necessidades da indústria, ficando abaixo das exigências necessárias para o emprego nas condições extremas encontradas nos ambientes de resgate bombeiro-militar. Por estas razões, o CBMDF não adota normativos nacionais em seus EPIs.

2. Normas Europeias EN/CE e UIAA

As normas europeias são desenvolvidas por organizações de normalização reconhecidas e a certificação é realizada por organismos de certificação credenciados na União Europeia. Para equipamentos de salvamento em altura, as normas mais comuns são as normas EN e as UIAA.

Figura 13 - Marcações CE e UIAA



Fonte: Os autores

O Comitê Europeu de Normalização (CEN) é responsável pela normalização em todos os setores – exceto eletricidade e eletrônica – produzindo as Normas Europeias (EN). A marcação CE, que significa “*conformité européenne*” (conformidade europeia), é um símbolo de conformidade que indica que um produto atende a todos os requisitos legais para ser vendido dentro do Espaço Econômico Europeu, sendo que o equipamento e o processo de fabricação foram avaliados e auditados por um laboratório independente.

Por exemplo, cordas estáticas são testadas para atender a norma EN 1892 ("EPI contra quedas – Cordas de capa e alma com baixo coeficiente de elasticidade") enquanto cordas dinâmicas devem atender a norma EN 892 ("Equipamento para Montanhismo – Corda Dinâmica"). Já um mosquetão pode atender a norma EN 12275 ("Equipamento para Montanhismo – Conectores") e/ou a norma EN 362 ("EPI contra quedas – Conectores"), sendo a primeira destinada a equipamentos esportivos e a segunda para a indústria, em geral.

Em conjunto com a norma EN, há a marcação CE, que é acompanhada de quatro números que não indicam uma norma, mas sim o organismo certificador (*notified body*), podendo este ser consultado no [site](#) da

Comissão Europeia.

Assim, por exemplo, quando nos deparamos com um equipamento marcado com "CE 0333", temos que o número 0333 refere-se ao organismo certificador "AFNOR Certification", da França; enquanto o "CE 0426" refere-se ao organismo certificador "ITALCERT SRL", localizado na Itália.

Repare então, por exemplo, que para cordas dinâmicas que atendam a norma EN 892, é possível encontrar diferentes modelos com números de CE diferentes, já que estes indicam apenas o laboratório que acreditou o material, e não uma norma específica.

Existem também no mercado europeu as normas e certificação da UIAA ("*Union Internationale des Associations d'Alpinisme*", ou União Internacional das Associações de Alpinismo), que desenvolve e mantém padrões de segurança para o equipamento de montanhismo e escalada. A marcação UIAA significa que o item foi avaliado e certificado por um laboratório de teste autorizado pela UIAA e foi aprovado para uso, podendo então apresentar o selo UIAA no produto.

As normas UIAA estão disponíveis no [site](#) da organização e são geralmente baseadas nas normas EN, podendo possuir alguns requisitos adicionais. No [site](#) da UIAA ainda é possível consultar os equipamentos certificados e cada uma das normas.

Figura 14 - Identificação da marcação CE, UIAA e EN em um mosquetão

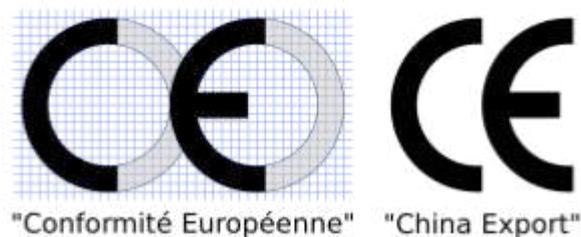


Fonte: Os autores.

Assim, na imagem acima podemos entender que o referido mosquetão atende as normas EN 12275 (Conector de montanhismo) e também a EN 362 (Conector de Trabalho em altura), conforme certificação CE emitida pelo organismo certificador n°0426 (Italcert, da Itália), bem como também possui certificação UIAA.

Por fim, atualmente especial atenção é exigida em relação a equipamentos originários da China. Há produtos que apresentam uma marcação com a inscrição "CE" muito similar à marcação europeia, porém tal marcação, que significa "China Export" e diz apenas que o produto foi fabricado na China, não estando relacionada a nenhum processo de certificação. Por vezes é encontrado também a inscrição "CE" com caracteres comuns, tendo o mesmo significado de fabricação chinesa.

Figura 15 - Diferença do CE oficial para "China Export" e exemplos de mosquetões não certificados



CE sem o número do organismo certificador

CE de China Export

CE com caracteres não estilizados

Fonte: Os autores.

3. Normas Norte-americanas: NFPA

Ainda que no mercado norte-americano seja mais comum encontrar as normas *American National Standards Institute* (ANSI), voltadas para a indústria, em geral, existem normas específicas para a atividade de bombeiros e resgate. A *National Fire Protection Association* (NFPA) é uma organização internacional sem fins lucrativos estabelecida para criar e manter normas e códigos para promover a prevenção de incêndios e segurança.

A NFPA 2500 ("*Standard for Operations and Training for Technical Search and Rescue Incidents and Life Safety Rope and Equipment for Emergency Services*") é norma específica que estabelece os requisitos para o design, construção e desempenho de equipamentos de salvamento em altura, como cordas, mosquetões, sistemas de ancoragem e outros dispositivos utilizados por bombeiros e equipes de resgate. Esta norma foi lançada no ano de 2022, recompilando outras normas existentes, como a NFPA 1983 ("*Standard on Life Safety Rope and Equipment for Emergency Services*"), em vigor até então. Os produtos que atendem esses padrões são avaliados por laboratórios independentes credenciados à NFPA, sendo mais comumente encontrado o UL (*Underwriters Laboratories*).

Figura 16 - Logo da NFPA e do Underwriters Laboratories



Fonte: Os autores.

A norma NFPA 2500 define padrões para os equipamentos, classificados em três categorias:

“**G – General Use**”: designação de um equipamento de uso geral, projetado para atender a requisitos de desempenho mais rigorosos, indicado para emprego comum, inclusive com múltiplas vítimas ou grandes forças. Tais equipamentos geralmente possuem carga de ruptura mínima de até 40 kN⁵, como para cordas e mosquetões. No geral, são equipamentos bastante resistentes e pesados, seguindo a “escola americana”, que preza pela robustez e superdimensionamento das cargas.

“**T - Technical Use**”: designação para atividades de resgate técnico. Possuem menor resistência que a categoria General. São equipamentos mais leves, mas de menor carga de ruptura (22 kN), sendo o seu uso indicado para equipes técnicas (especialistas).

“**E – Escape**”: designação de equipamentos para escape pessoal, onde um bombeiro precisa se evacuar rapidamente de um ambiente perigoso, tal como um edifício incendiado. Material projetado para uso individual com carga de ruptura de 15 kN, sendo mais leves e compactos que os das demais categorias.

Em atividades de salvamento em altura padrão NFPA, é comum a utilização de cordas de 12,5 mm (ou ~½ polegada), o que as tornam mais resistentes, porém mais pesadas que as cordas de 10 a 11 mm geralmente utilizadas pela escola europeia. Somente recentemente que o mercado conseguiu desenvolver as primeiras cordas de 11 mm com carga de ruptura superior a 40 kN.

Figura 17 - Identificação da marcação NFPA em um mosquetão



Fonte Os autores.

⁵ O valor de 40 kN é frequentemente associado à resistência necessária para suportar 2 pessoas (resgatista e vítima), de 300 lbs cada (136 kg), em um fator de segurança 15:1, o que exige uma resistência de 9.000 lbsf, equivalente a 40 kN.

Por fim, é importante destacar uma importante informação:

É comum encontrar na especificação de alguns equipamentos os termos “conforme a norma X”, “fabricada seguindo a norma Y”, “obedecendo aos parâmetros da norma Z”, “em conformidade com a norma W” ou “atendendo a norma V”. Estes “eufemismos” – desacompanhados de um certificado como *CE* ou *UL*, não caracterizam um processo de certificação, sendo uma mera declaração do próprio fabricante de que seu equipamento atende a requisitos de uma determinada norma, por vezes limitada a um laudo simples (em amostra selecionada pelo fabricante). Assim, é importante destacar que **estes equipamentos não são certificados**.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Diego de Sousa. **Longes no salvamento em altura**: análise de segurança das variações aplicáveis ao CBMDF. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais) - Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2022. Disponível em: <https://biblioteca.cbm.df.gov.br/jspui/handle/123456789/354>. Acesso em: 26 jan. 2024.

BRASIL. **Obter Certificado de Aprovação de Equipamento de Proteção Individual (CA)**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/obter-certificado-de-aprovacao-de-equipamento-de-protecao-individual-ca>. Acesso em: 26 jan. 2024.

CMC Pro. **NFPA 1983 - Life safety rope. PERFORMANCE REQUIREMENTS**. Disponível em: <https://www.cmcpro.com/wp-content/uploads/2013/03/Performance.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2024.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL (CBMDF). Portaria 25, de 1º de novembro de 2019. **NORMA INTERNA DE SEGURANÇA BÁSICA NAS INSTRUÇÕES PROFISSIONAIS DO CBMDF**. Boletim Geral 209, de 5 de novembro de 2019.

CRAWFORD, Harry C. Eng M I Mech E. **Survivable Impact Forces on Human Body Constrained by Full Body Harness**. Health and Safety Executive, 2003. Disponível em: https://wahmember.com/resources/Documents/Survivable%20Impact%20Forces%20with%20Harness_hsl03-09_HarryCrawford.pdf. Acesso em: 26 jan. 2024.

DYNAMIC RESCUE TEAM. **ASK A PRO: HOW DID THE NFPA COME UP WITH A 15:1 SAFETY FACTOR?** 2020. Disponível em: <https://www.dynamicrescue.com/blogs/news/16279785-ask-a-pro-how-did-the-nfpa-come-up-with-a-15-1-safe-ty-factor>. Acesso em: 26 jan. 2024.

INMETRO. **Certifique seu produto**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/iaac/certifique-seu-produto.asp>. Acesso em: 26 jan. 2024.

INMETRO. Portaria n.º 388, de 24 de julho de 2012. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001877.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2024.

PASSARINHO, Estevão; SOUZA, João Gabriel; SOUSA, Lúcio. **Salvamento em Altura**: Equipamentos. 1. ed. Brasília: CBMDF, 2017.

PETZL. **How was the max impact force of 12kN determined?** Disponível em: <https://www.petzl.com/INT/en/Sport/How-was-the-max-impact-force-of-12kN-determined-?ProductName=MAMBO-10-1-mm>. Acesso em: 26 jan. 2024.

RIGGING LAB ACADEMY. **What is Impact Force?** Disponível em: <https://rigginglabacademy.com/impact-force/>. Acesso em: 26 jan. 2024.

SIRA, Ashwin. **How to identify a Conformité Européenne mark vs a China Export mark.** Disponível em: <https://starfishmedical.com/blog/conformite-europeenne-mark-vs-a-china-export-mark/>. Acesso em: 26 jan. 2024.

SPINELLI, Luiz Eduardo. Os cem quilos. 2ª Edição. São Paulo/SP. 2017

THE UNDERCLING. **Petzl Dynamic Rope Experience.** Disponível em: <https://theundercling.com/wp-content/uploads/2014/03/PetzlDynamicRopeExperience.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2024.

EQUIPE RESPONSÁVEL

Elaboração:

- Maj. QOBM/Comb. ESTEVÃO LAMARTINE NOGUEIRA **PASSARINHO**
- 1º Ten. QOBM/Intd. JOÃO ROBSON **GABRIEL DE SOUZA**
- 2º Ten. QOMB/Comb. **DIEGO DE SOUSA ALVES**
- 2º Ten. QOMB/Comb. **ANDRÉ HENRIQUE PEREIRA FONSECA**
- 2º Sgt. QBMG-1 **ESDRAS LOPES FEIJÃO**
- 2º Sgt. QBMG-1 JOSÉ CARLOS **NEGRY**
- 2º Sgt. QBMG-1 CLORSIVALDO ALVES **MONTANHA**
- 3º Sgt. QBMG-1 **FARLEN RHENIR LIMA**
- 3º Sgt. QBMG-1 **ALLAN DE SOUZA NUNES**

Revisão - GBS:

- Cap. QOBM/Comb. **ROMMEL SILVA MENDONÇA**
- SubTen. QBMG-1 RODRIGO **GOSTON E FIGUEIREDO**