

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE ENSINO
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR
“Coronel Osmar Alves Pinheiro”
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS**

Cadete BM/2 **BRUNA MESQUITA SILVA**



**ANÁLISE DAS FORÇAS ENVOLVIDAS NA ARMAÇÃO DO CABO DE
SUSTENTAÇÃO COM CORDA DE 11 MM NO CORPO DE
BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL**

BRASÍLIA
2023

Cadete BM/2 **BRUNA MESQUITA SILVA**

**ANÁLISE DAS FORÇAS ENVOLVIDAS NA ARMAÇÃO DO CABO
DE SUSTENTAÇÃO COM CORDA DE 11 MM NO CORPO DE
BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL**

Artigo científico apresentado à disciplina Trabalho de conclusão de curso como requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Orientador: Maj. QOBM/Comb. ESTEVÃO LAMARTINE NOGUEIRA
PASSARINHO

BRASÍLIA
2023

Cadete BM/2 **BRUNA MESQUITA SILVA**

**ANÁLISE DAS FORÇAS ENVOLVIDAS NA ARMAÇÃO DO CABO DE
SUSTENTAÇÃO COM CORDA DE 11 MM NO CORPO DE BOMBEIROS
MILITAR DO DISTRITO FEDERAL**

Artigo científico apresentado à disciplina
Trabalho de conclusão de curso como
requisito para conclusão do Curso de
Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros
Militar do Distrito Federal

Aprovado em: 14/11/2023.

BANCA EXAMINADORA

JACQUELINE NATHALY BARBOSA DE OLIVEIRA – Ten-Cel. QOBM/Comb.
Presidente

RAFAEL COSTA GUIMARÃES - Cap. QOBM/Compl.
Membro

AYMÊ PIRES SERRANO – 1º Tem. QOBM/Comb.
Membro

ESTEVÃO LAMARTINE NOGUEIRA PASSARINHO - Maj. QOBM/Comb.
Orientador

RESUMO

Existem várias técnicas de salvamento em altura, dentre elas a armação do cabo de sustentação, também conhecida como tirolesa utilizada para resgate de pessoas, animais e transporte de carga. Este estudo tem por objetivo avaliar se a corda de bitola de 11 mm possui resistência adequada para ser empregada na armação do cabo de sustentação. Portanto, foi desenvolvida uma pesquisa de campo e experimental, efetuando testes no Centro de Treinamento Operacional do CBMDF com cordas da marca *Cousin Trestec*, modelo *Safety Pro* de bitola de 12,5 mm e *Safety Pro Thermocore* de bitola de 11 mm. Nos testes foram aplicados a técnica do Comando *Crawl* e do Contrapeso, pois são as duas situações mais onerosas empregadas no CBMDF. A partir destes testes foi comparado a carga de ruptura dessas cordas e analisado as forças envolvidas após a tensão gerada na tração e durante o desenvolvimento das técnicas. Após a análise dos dados, conclui-se que é possível utilizar a corda de bitola de 11 mm na armação do cabo de sustentação, mantendo a segurança da operação, com algumas restrições na confecção da ancoragem. Portanto foi elaborado um Boletim de Informação Técnico Profissional para adequação da montagem da tirolesa de acordo com os padrões de segurança.

Palavras-chave: Salvamento em altura; armação do cabo de sustentação; tirolesa; carga de ruptura; fator de segurança; segurança.

**ANALYSIS OF THE FORCES INVOLVED IN THE ASSEMBLY OF THE
TYROLEAN TRAVERSE WITH THE 11MM ROPE IN THE MILITARY FIRE
DEPARTMENT OF THE FEDERAL DISTRICT**

ABSTRACT

There are several techniques of rescue height, including the tyrolean traverse, also known as ziplines, used to rescue people, animals and transport cargo. This study aims to evaluate whether the 11 mm diameter rope has adequate strength to be used in the tyrolean traverse. Therefore, field and experimental research was carried out at the CBMDF Operational Training Center with Cousin Trestec brand ropes, Safety Pro model of 12.5 mm diameter and Safety Pro Thermocore of 11 mm diameter. In the tests, the Command Crawl and Counterweight techniques were applied, as they are the two most costly situations for safety used in the CBMDF. From these tests, the breaking load of these ropes was compared and the forces involved after the tension generated during traction and during the development of the techniques were analyzed. After analyzing the data, it was concluded that it is possible to use the 11 mm diameter rope in the tyrolean traverse, maintaining the safety of the operation, with some restrictions in the system of the anchorage. Therefore, a Professional Technical Information Bulletin was prepared to adapt the assembly of the zipline in accordance with safety standards.

Keywords: *Height rescue; tyrolean traverse; zipline; breaking load; safety factor; security.*

1. INTRODUÇÃO

O salvamento em altura tem por objetivo resgatar pessoas ou animais em plano elevado que estão em condições de risco à vida, além de salvaguardar a integridade física e psíquica da vítima. Essa atividade é considerada altamente especializada, pois, em alguns casos, os bombeiros também prestam atendimento de primeiros socorros durante o salvamento e precisam possuir o devido conhecimento técnico, além de excelente manuseio dos equipamentos para obter um bom desempenho em suas tarefas (Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, 2017, p.15-17; Araújo; 2007, p. 28).

Dentre as diversas técnicas de salvamento em altura, tem-se a armação do cabo de sustentação, também conhecida como tirolesa, que consiste em um sistema de salvamento montado para travessia entre dois pontos, podendo ser utilizado para resgate de vítimas ou para deslocamento da própria guarnição, sempre preconizando pela segurança (Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, 2017, p.292-294).

No Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), apesar de fazer uso de cordas de bitola de 11 mm e de 12,5 mm, apenas esta última é utilizada para a montagem da armação de cabo de sustentação no plano horizontal (Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2019, p.28).

Pensando na redução da fadiga do bombeiro como no resgate em locais remotos (cachoeiras e matas), no qual o percurso de caminhada é longo e com altimetria irregular, do retorno do percurso carregando vítima e materiais de resgate, e considerando a guarnição que compõe as viaturas do CBMDF possuem em média 4 a 5 pessoas, essa fadiga pode ser amenizada com a redução do material a ser carregado. Uma forma de diminuir esse desgaste é reduzir a quantidade de corda a ser transportada, levando em conta que a atividade do bombeiro, por si só, já é muito exaustiva.

Devido às novas tecnologias desenvolvidas na área de salvamento em altura, os equipamentos fabricados possuem uma melhor resistência e custo-benefício, possibilitando, portanto, a comparação da qualidade das cordas de

bitola de 11 mm e de 12,5 mm. Ou seja, essas duas cordas contêm certificação e quando classificadas como do tipo A detêm a mesma resistência mínima, qual seja, carga de ruptura estática maior ou igual a 22 KN (2.243,37 kgf) (BSI, 1998, p. 4).

Além da vantagem apresentada, pretende-se dar praticidade nos processos de licitação, no qual, o CBMDF compraria apenas um modelo de corda para todas as atividades de salvamento em altura sem comprometimento dos padrões de segurança e qualidade. Tendo em vista a otimização do socorro, pretende-se demonstrar a versatilidade do uso da corda de 11 mm e reduzir a aplicabilidade das cordas de 12,5 mm, já que hoje na Corporação é utilizada em apenas duas técnicas de salvamento.

Com base nos benefícios elucidados, instigou-se a delimitação acerca do seguinte tema: **as cordas de bitola de 11 mm podem ser empregadas com segurança na armação do cabo de sustentação no resgate em altura no CBMDF?**

Logo, este trabalho tem como objetivo **avaliar se a corda de bitola de 11 mm possui resistência adequada para ser empregada na armação do cabo de sustentação**. Para alcançá-lo este estudo possui os seguintes objetivos específicos:

- a) Conhecer as resistências das cordas de 11 mm e 12,5 mm empregadas no CBMDF;
- b) Identificar as forças envolvidas na armação do cabo de sustentação horizontal usando a corda de bitola de 11 mm e de 12,5 mm;
- c) Identificar os padrões de segurança da armação do cabo de sustentação horizontal usados no CBMDF e em outros Estados do Brasil.
- d) Avaliar e comparar o uso da corda semi-estática de bitola 11 mm com a de 12,5 mm na armação do cabo de sustentação aplicando a técnica do Comando *Crawl* e do Contrapeso.

- e) Elaborar um Boletim de Informação Técnico-Profissional (BITP) com um modelo de armação de cabo de sustentação que pode ser empregado nas atividades de altura desenvolvidas pelo CBMDF.

Todo o estudo foi pautado em manuais do CBMDF e de outros estados, compondo uma revisão de literatura sobre conceitos e aplicações relacionados à armação de cabo de sustentação. Esse embasamento permitiu realizar uma pesquisa de campo, experimental, por meio de testes aplicados com as cordas de bitola de 11 mm e de 12,5 mm no Centro de Treinamento Operacional (CETOP).

Portanto, foram selecionadas duas técnicas, Comando *Crawl* e do Contrapeso, empregadas no CBMDF para realização desses testes, partindo do princípio que utilizam o cabo de sustentação e são as que mais oneraram as cordas. Na sequência, são apresentados os resultados obtidos, a discussão e as referências.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A Portaria nº 4.218, de 20 de dezembro de 2022 (Brasil, 2022, p. 1), aprovou a Norma Regulamentadora nº 35 (NR-35), a qual define que qualquer atividade realizada acima de 2 metros do nível inferior, que tenha risco de queda, é considerado trabalho em altura.

Segundo o manual de salvamento do CBMDF, tem-se que:

As operações de salvamento consistem, basicamente, na remoção de pessoas, animais e/ou bens dos mais variados sinistros ou calamidades, com a finalidade de salvaguardar sua integridade física e psíquica e/ou aplicar os atendimentos no que diz respeito ao primeiro exame (primeiros socorros), o que torna o serviço altamente especializado, o qual exigindo dos socorristas grande e amplo conhecimento profissional em função das diversificações das atividades e dos materiais nele empregados (Araújo, 2007, p.28).

2.1. Conceitos

2.1.1. Acesso por cordas

Conforme a Associação Brasileira de Norma Técnicas (ABNT), a Norma Brasileira (NBR) nº 15475 (2007, p.1) define acesso por corda como a técnica de progressão utilizando cordas para ascender, descender ou se deslocar horizontalmente. As técnicas de acesso por cordas vão desde “atividades em tensão ou suspensão, incluindo travessia, progressão artificial ou progressão guiada [...]” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2016, p.7).

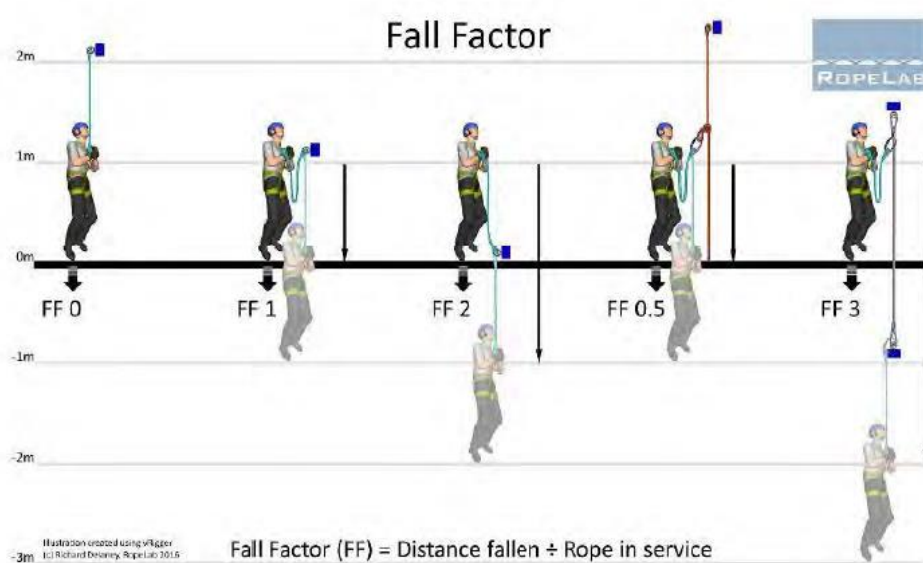
2.1.2. Fator de queda

Fator de queda define a severidade da queda, sendo a razão entre a altura da queda (quanto o resgatista cai) e o comprimento da corda (quanto de material existe para interromper a sua queda). Portanto, descreve o impacto sentido pela pessoa durante a queda. Segundo Delaney (2022, p. 12), esse fator pode ter determinadas classificações variando conforme o tipo de situação de queda e serão descritas algumas a seguir (Figura 1).

Fator zero (FF0) acontece quando o talabarte é ancorado acima da pessoa e, assim, sua corda está totalmente esticada, não proporcionando nenhuma queda possível. Se a corda está ancorada e depois de 1 m de distância for presa à corda uma pessoa com um talabarte de 1 m, há 2 m de corda no sistema para absorver o impacto da queda de 1 m, tornando fator de queda igual a 0,5 (Delaney, 2022, p. 12).

Quando o talabarte fica na altura do indivíduo, isto é, ele pode cair 1 m em um talabarte de 1 m, então este é o fator 1 (FF1). Entretanto, se estiver nessa mesma situação, mas ancorado ao nível do pé, gera uma queda de 2 m tornando-se fator 2 (FF2). No caso do ponto de ancoragem estiver correção em uma estrutura, o operador pode cair 3 m, fator 3 (FF3), sendo uma queda muito perigosa (Delaney, 2022, p. 12).

Figura 1 – Fator de queda



Fonte: Delaney (2022, p. 12).

2.1.3. Carga de ruptura

A carga de ruptura estática pode ser definida como a força mínima aplicada sobre a corda, de forma que ela se rompa. Pode ser medida com um dinamômetro aplicado na corda fazendo voltas secas ou com algum nó.

Entretanto, se a corda estiver ancorada por meio de um nó, o valor da carga de ruptura passa a ser outro, sendo este reduzido consideravelmente, pois constitui o ponto mais frágil do sistema (Araújo, 2007, p. 31 e p. 56).

De acordo o Corpo de Bombeiros Militar do Mato Grosso do Sul (2016, p. 23), a “carga de ruptura é a máxima tração que a corda pode suportar. Como medida de segurança, não se deve submeter uma corda a uma tração superior a metade da carga de ruptura”.

2.1.4. MBS, WLL e SWL

As cordas possuem uma carga mínima de ruptura (MBS), que é a mínima força necessária para que o equipamento se rompa, e, também, uma carga máxima de trabalho (WLL), isto é, a força máxima segura que pode ser aplicada sobre este equipamento definida pelo fabricante. O SWL é a carga de trabalho segura dada pela divisão do MBS pelo fator de segurança (Delaney, 2022, p. 15 e 19).

2.1.5. Fator de segurança (FS)

O fator de segurança é a relação entre resistência e a carga (MBS/WLL), sendo a resistência da corda definida como carga de ruptura. Essa relação é fundamental para utilizar qualquer tipo de equipamento de forma segura. O fator de 5:1 “é considerado adequado para transportar equipamentos, mas insuficiente se vidas humanas dependem da resistência da corda” (Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2006, p. 7-8; Araújo, 2007, p. 64).

Ainda sobre o tema, o fator de segurança é aplicado na carga de ruptura definindo o peso máximo a ser utilizado em uma corda, ou seja, limita a quantidade de carga a ser aplicada no sistema tornando toda a atividade segura. (Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, 2017, p.68).

Além disso, possui parâmetros determinados por normas que normalmente variam conforme o país. A “capacidade de carga de uma corda

variará de acordo com os tipos e as características do material empregado, da trama utilizada (trançado ou torcido), da sua confecção, além do estado de conservação” (Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, 2017, p.68).

De acordo com a *National Fire Protection Association* (NFPA) 1983 (2017, p. 46), a corda de uso geral não pode possuir resistência mínima de ruptura menor que 40 KN (4.078,86 kgf). Portanto, ao definir esse valor foi utilizado o fator de segurança de 15:1, considerando a carga de duas pessoas juntas como 271,92 kgf e a de um resgatista ou paciente no sistema de corda de 135,96 kg (Dynamic Rescue Systems, 2020). Entretanto, a EN 364:1993 (BSI, 1993) define a carga para testes como peso de 100 kg, considerando o bombeiro equipado.

2.1.6. Fator de choque

Araújo (2007, p. 57-58) define esse termo como a força que é dissipada para pessoa e equipamentos no processo de queda, isto é, o resultado do alongamento da corda devido a força transmitida à pessoa e sistema. O Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (2006, p. 58) corrobora com essa perspectiva e reforça que para minimizar essa força é necessário diminuir o fator de queda, já que quanto maior a altura conseqüentemente maior a queda e acúmulo de energia potencial.

Desta forma, é necessário medir e averiguar o fator de choque sobre um profissional causado pela queda, pois, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2016, p. 8), a queda nunca pode ser superior a 6 KN (611,82 kgf).

2.2. Armação do cabo de sustentação

No resgate, armação do cabo de sustentação (tirolesa) pode ser utilizada em várias situações, tais como, “evacuação de vítimas do alto de uma torre, caixa d'água ou qualquer tipo de edificação, onde a área imediatamente abaixo está obstruída, impedindo uma evacuação na vertical” (Corpo de Bombeiros Militar do Mato Grosso do Sul, 2016, p.99).

Uma vantagem do seu uso é a possibilidade de transportar vítimas por trechos complexos e difíceis de serem percorridos, entretanto, demanda um tempo maior para montagem e gera sobrecarga na ancoragem, corda e equipamento (Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2006, p. 102).

Além do transporte de pessoas, equipamentos e/ou objetos, a armação do cabo de sustentação, também é utilizada para “operações de acesso e resgate nos trabalhos verticais; graças a ela pode-se chegar a áreas naturais dificilmente acessíveis [...] e artificiais” (Grilo, 2020).

A tirolesa pode ser montada em dois planos: horizontal e inclinado, sendo o uso determinado pela acessibilidade do local no resgate da vítima. Nos dois planos, a corda é dupla ou dobrada e, para manter a tensão, aplica-se uma tração. No entanto, no plano inclinado, recomenda-se a angulação de 25° e 30°. Caso seja maior, é obrigatório o uso do freio na amarração (Araújo, 2007, p.78-82).

Portanto, a tirolesa, quando usada para transportar pessoas ou cargas, terá pelo menos duas cordas paralelas em sua montagem, dando preferência a utilização de nós mais resistentes para sua fixação. Nos casos de utilização de ancoragens do tipo EN 795 A1, tais como chapeletas, parabolt, entre outras, faz-se necessária a distribuição de cargas usando uma equalização dinâmica, por exemplo, ancoragens em “Y” ou em “W” (Grilo, 2020).

2.2.1. Padrões de segurança no Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF)

A segurança durante uma atividade de salvamento em altura é de fundamental importância, sendo responsabilidade de todos os integrantes da guarnição, que devem estar atentos tanto aos indivíduos que estão presentes na cena quanto aos materiais e equipamentos envolvidos (Araújo, 2007, p.31).

Nos trabalhos em altura, o CBMDF segue a doutrina e Normas Europeias tanto para padrões de segurança quanto para resistências dos materiais. Dessa forma, na montagem da tirolesa, a corporação aplica em todos os sistemas e

equipamentos o fator de segurança de 10:1 quando se trata de vidas humanas, conforme a publicação de instruções de salvamento em altura no Boletim Geral do CBMDF. Além disso, “a tração do sistema deve ser aplicada de forma manual com até 4 militares, sendo vedado o uso de viatura, guincho manual de alavanca ou similar para tensionamento do sistema” (Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2019, p.28-29).

Quando se trata de altura, podem ser utilizadas cordas dinâmicas e semi-estáticas. As semi-estáticas são definidas pela norma EN 1891 e possuem diâmetro de 8,5 mm a 16 mm com elasticidade inferior a 5%. Neste estudo foram abordadas apenas as semi-estáticas, pois são usadas nas atividades de salvamento devido sua pouca elasticidade (armação do cabo de sustentação e acesso) (BSI, 1998, p. 3).

Pela norma, as cordas semi-estáticas são classificadas em tipo A e tipo B, sendo a do tipo A mais usada para salvamento, possuindo carga de ruptura estática maior ou igual a 22 KN (2.243,37 kgf) e com nó maior ou igual a 15 KN (1.529,57 kgf). Além disso, a sua performance dinâmica exige a resistência de 5 quedas de fator 1 (Figura 1) com carga de 100 kg” (BSI, 1998, p. 4; Araújo, 2007, p. 56 e p. 59).

Ademais, “as cordas de trabalho e de segurança devem ser do tipo alma e capa de baixo coeficiente de alongamento, tipo A, em conformidade com a ABNT NBR 15986” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2016, p.8). Outra característica importante a ser observada na utilização desse tipo de corda é sua vida útil, isto é, as cordas possuem “5 anos de utilização, caso uso intensivo a duração deverá ser reduzida, e 10 anos de tempo total de existência” (Spéléo Secours Français, 2017, p.35).

Neste contexto, as cordas utilizadas para atividades de acesso/progressão, por exemplo, rapel, ascensão e segurança devem possuir bitolas entre 10 mm a 11 mm e com certificação EN 1891. Por outro lado, as cordas utilizadas em armação do cabo de sustentação (tirolesa) devem estar permeadas ou dobradas, possuir bitola entre 10,5 milímetros a 12,5 milímetros

e estar de acordo com a norma EN 1891 (Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2019, p.28).

Além da corda, utiliza-se mosquetões (preferencialmente de aço), freio oito de resgate, cabos da vida ou fita de carga para montagem de todo sistema da armação do cabo de sustentação (Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2020, p.65).

2.2.2. Padrões de segurança em outros Estados do Brasil

Alguns cuidados precisam ser tomados ao montar uma tirolesa, tais como, “o correto dimensionamento dos equipamentos e pontos de ancoragem, o adequado tensionamento das cordas, o emprego de corda dupla, [...] e a utilização de cordas de tração e liberação da vítima” (Corpo de Bombeiros Militar do Mato Grosso do Sul, 2016, p.99).

De acordo com o Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás (2017, p.292-294), para a montagem da tirolesa, é importante observar alguns pontos, tais como: o grau de inclinação (25° a 30°), caso seja inclinada; o sistema de freio realizado por dois militares; e deve ser montado com cordas duplas.

No Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP) (2006, p.102-103), as cordas não podem ser tracionadas, excessivamente, pois, quando submetida a uma carga pontual, a corda deve formar um ângulo adequado, de forma a não sobrecarregar o sistema. Logo, deve-se utilizar cordas duplas e estáticas, na sua montagem, e dividir a carga entre ambas.

No CBPMESP utiliza-se para tração de uma tirolesa um sistema de vantagem mecânica 12x1 (regra dos doze), isto é, “estabelece que [...], por exemplo, em um sistema 3:1, podemos utilizar até quatro homens para a tração”. É importante salientar que a tração deve ser contínua, evitando trancos, e os sistemas movidos por força humana (Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2006, p.94).

No Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo (2022, p. 66) e no Corpo de Bombeiro Militar de Santa Catarina (2012, p. 122-125) utilizam na ancoragem da armação do cabo de sustentação voltas secas e finalizando com arremate, ou seja, evitam usar nós com grande tensão para não ocasionar a redução da resistência da corda. Além disso, deve ser montada com corda dupla e tensionamento moderado com sistema de vantagem mecânica movidos por força humana.

Neste contexto, “alguns fabricantes devido ao nível de responsabilidade da atividade levam em consideração um fator de segurança igual a 10:1, o que significa dizer que o esforço nos cabos não deva ultrapassar a 10% da sua carga nominal de ruptura” (Corpo de Bombeiros Militar do Mato Grosso do Sul, 2016, p. 24).

Os manuais do Corpo de Bombeiros Militar do Mato Grosso (2021, p.20) e do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (2006, p.7-8) utilizam como base a norma da NFPA 1983 de 2017, isto é, eles usam a corda com “diâmetro de 12,5 mm e carga de ruptura de 4000 kgf” e o fator de segurança 15:1, quando a carga envolve vidas humanas, e 5:1 para transportar equipamentos.

2.2.3. Ângulos e forças envolvidas na armação do cabo de sustentação

Uma pessoa em queda livre gera forças que podem causar sobrecarga no sistema de ancoragem bem como nos materiais envolvidos na montagem da tirolesa. Por não estar relacionado apenas com o peso do indivíduo, o fator de segurança é majorado para prevenir danos no sistema e evitar possíveis acidentes (Spinelli, 2006).

Desta forma, de acordo com o Spéléo Secours Français (2017, p. 85), quando se tem uma carga na tirolesa, “as ancoragens são submetidas a um aumento da tensão inicial [...] de 80% a 120% da massa da carga”. Grilo (2020) corrobora essa argumentação, afirmando que uma pessoa de 80 daN (81,57 kgf) no centro da tirolesa, cuja tensão inicial era de 180 daN (183,54 kgf), implicará

em esforços de 280 daN (285,52 kgf) nas ancoragens. Ressalta-se que devemos levar em consideração o SWL da corda recomendado pelo fabricante.

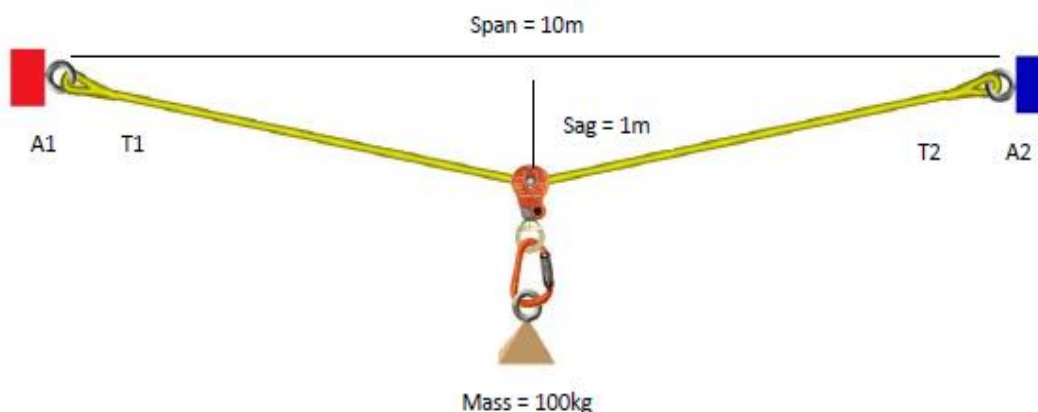
Em uma hipótese, na qual a tração aplicada na tirolesa com no máximo três resgatistas, usando polias sem rolamento, os esforços registrados nas extremidades podem chegar a 550 daN (560,84 kgf) antes da bloqueio do sistema (Spéléo Secours Français, 2017).

Outra característica importante a ser observada na armação do cabo de sustentação é a formação da catenária, isto é, uma forma curva resultante de uma *highline*, sujeita a gravidade, quando sua extremidade está ancorada em dois pontos (Delaney, 2020).

Logo, para evitar a sobrecarga nas ancoragens, é recomendado uma tensão inferior a 2 kN (203,94 kgf) ao tracionar o sistema. Essa força pode ser obtida por uma pessoa puxando um sistema de polias 3:1. Ressalta-se que uma tensão maior a esta aumenta muito a tensão nas ancoragens, apesar de reduzir a catenária em 60-80 cm. Para que não ocorra essa sobrecarga e obtenha a diminuição da catenária, o mais adequado seria dobrar a corda da tirolesa com objetivo de dividir a carga no sistema ou procurar ancoragens mais altas (PETZL, 2022).

A distribuição de carga nas ancoragens pode ser exemplificada na montagem de uma corda ancorada em dois pontos de mesma altura. Quando aplicada uma carga ao centro, a massa poderá ser distribuída igualmente dividindo o sistema em duas partes idênticas conforme descrito na Figura 2 (Delaney, 2020, p. 28).

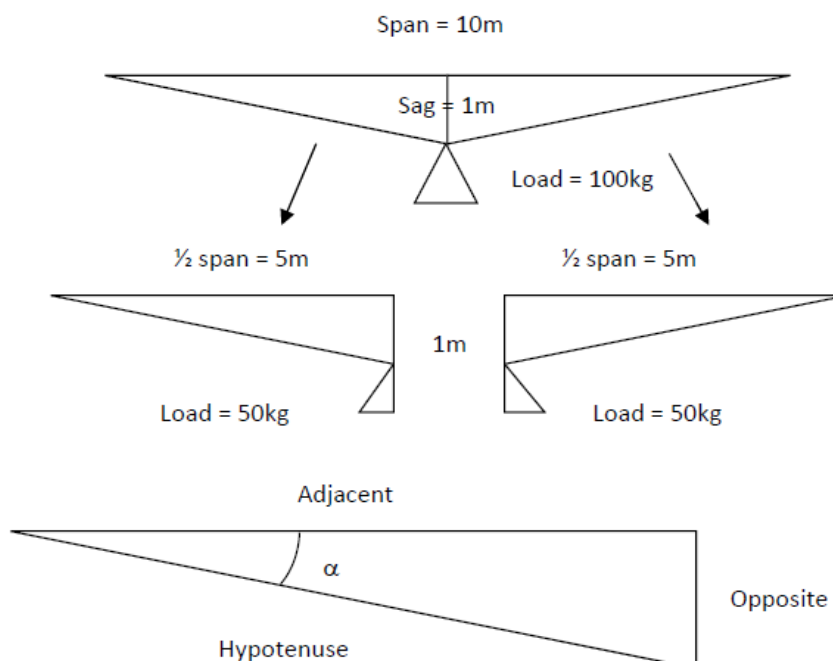
Figura 2 – Highline com carga



Fonte: Delaney (2020, p. 28)

Se a catenária (*sag*) é pequena em relação à distância (*span*) entre os dois pontos, pode-se considerar que os pontos de ancoragem sofrem uma sobrecarga se distribuindo uniformemente por toda sua projeção horizontal. Portanto, no caso representado pela Figura 2, com uma carga de 100 kg, o *sag* (o quanto a corda cede com peso) não deve ser menor que 10% que a distância entre o ponto A1 e A2 (*span*) (Delaney, 2020; Grilo, 2020).

Figura 3 – Distribuição da carga na Highline



Fonte: Delaney (2020, p. 31)

Analisando a Figura 3, é possível dizer que se a catenária for de 10% do *span*, a hipotenusa é, aproximadamente, a metade do comprimento da corda. Considerando que a massa de 100 kg é distribuída igualmente para cada segmento de corda, a força aplicada seria equivalente a uma carga estática de 255 kgf (Delaney, 2020, p. 28-30).

Portanto, o pior cenário de aumento da tensão do sistema seria quando a carga é lançada no meio da tirolesa. Além disso, a catenária aumenta em função do peso. Por consequência, o aumento da tensão resultante na ancoragem pode gerar uma sobrecarga (Delaney, 2020).

3. METODOLOGIA

A fim de alcançar os objetivos previstos, foi realizada pesquisa de campo e experimental, efetuando testes no Centro de Treinamento Operacional do CBMDF com cordas de bitola de 11 mm e 12,5 mm.

3.1. Classificação de pesquisa

As pesquisas científicas podem ser classificadas quanto ao propósito, finalidade e métodos empregados. Este trabalho possui um objetivo descritivo, sendo classificado, segundo sua finalidade, como pesquisa aplicada com desenvolvimento experimental, que possui o intuito de melhorar os serviços prestados pelo CBMDF. Além disso, é classificada em sua abordagem como uma pesquisa quantitativa e experimental, segundo os métodos empregados (Gil, 2017, p.32-41).

3.2. Universo e amostra

O universo dessa pesquisa constitui nas cordas de bitolas de 11 mm e de 12,5 mm usadas no CBMDF. Na Corporação existem cordas semi-estáticas e dinâmicas, foram usadas as semi-estáticas da marca *Cousin Trestec*. Atualmente, os modelos mais usados na corporação são o *Safety Pro* para corda de bitola de 12,5 mm e o *Safety Pro Thermocore* para corda de bitola de 11 mm, portanto, esses dois modelos fizeram parte da amostra utilizada nos testes.

3.3. Procedimentos metodológicos

3.3.1. Materiais usados na armação do cabo de sustentação

Para a montagem de uma tirolesa, foram necessários: 1 freio oito de resgate, 14 mosquetões simétricos de aço, 2 fitas de carga da marca *Lambin-Ravau*, 2 dinamômetros Oswaldo Filizola DAC Crown 5 Ton (Figura 4), 1 corda de bitola de 12,5 mm ou 1 corda de bitola de 11 mm.

Figura 4 – Dinamômetro Oswaldo Filizola DAC Crown 5 Ton



Fonte: O autor.

No CBMDF, são utilizados dois tipos de fitas de carga, neste estudo é usada a da marca *Lambin-Ravau* para a ancoragem, que segue a norma EN 1492-2. Esta fita possui 30 mm de largura, carga de trabalho de 1.000 kg e carga de ruptura (MBS) de 7.000 kg (Figura 5).

Figura 5 – Fita de carga roxa



Fonte: O autor.

O mosquetão usado na montagem é em aço, pois possui maior resistência à tração (Figura 6). Este segue a norma EN 362:2004 e possui carga de ruptura estática de 30 KN (3.059,14 kgf). O freio oito de resgate possui carga de ruptura estática de 40 KN (4.078,86 kgf) (Figura 7).

Figura 6 – Mosquetão usado no sistema



Fonte: O autor.

Figura 7 – Freio oito de resgate usado no sistema



Fonte: O autor.

As cordas testadas são semi-estáticas, de *Kernmantle* (corda que possui capa e alma), e seguem o padrão disposto na EN 1891 do tipo A. Foram usadas as cordas existentes no CBMDF, sendo da marca *Cousin Trestec*, modelo *Safety Pro* de bitola de 12,5 mm e *Safety Pro Thermocore* de bitola de 11 mm. As características técnicas são descritas no Quadro 1.

Quadro 1 – Cordas usadas no teste

Especificação técnica	<i>Safety Pro Thermocore</i> 11 mm	<i>Safety Pro</i> 12,5 mm
Tipo de corda	A	A
Diâmetro sob carga de 10kg	11 mm	12,5 mm
Massa/metro sob carga de 10kg	75 g/m	94 g/m
Número de quedas	> 39	> 5
Fator de choque	5,1 KN (520,05 kgf)	5,7 KN (581,23 kgf)
Alongamento de 50 a 150kg	2,3%	2,5 %
Força de ruptura	37,4 KN (3.813,7386 kgf)	42,1 KN (4.293,00 kgf)
B/S com figura de 8 nós	≥ 15 KN (1.529,57 kgf)	≥15 KN (1.529,57 kgf)
% Alma	62 %	61,7 %
% Capa	38 %	38,3 %
Capacidade de nó	1,18	1,12
Encolhimento à água	2,1 %	3 %
Deslizamento da bainha	0 %	0 %
Número de tranças	32	48
Material	100 % poliamida de alta tenacidade	100 % poliamida de alta tenacidade
Comprimentos	200 m, outros comprimentos disponíveis	Outros comprimentos disponíveis

Fonte: Cousin Trestec, 2022; Cousin Trestec, 2022.

3.3.2. Definição da carga

Dentre as várias possibilidades de uso da armação do cabo de sustentação, existem duas técnicas usadas pelo CBMDF que mais oneram a corda e as ancoragens. Uma é a técnica do Comando *Crawl* (Figura 8), devido

a possibilidade de queda do sistema e o retorno para corda, aumentando as forças aplicadas nos equipamentos, ancoragens e cordas. A outra é a técnica do Contrapeso (Figura 9), que pode onerar a corda devido a sobrecarga, isto é, devido a quantidade de militares presentes na corda simultaneamente, podendo ou não estar com a maca.

Figura 8 – Teste do Comando *Crawl* nas cordas de bitola de 11 mm e 12,5 mm



Fonte: O autor

Figura 9 – Técnica do Contrapeso na corda de 12,5 mm



Fonte: O autor.

Com intuito de definir o valor da carga a ser utilizado nesse trabalho foi comparado e analisado o valor do peso estabelecido pela NFPA com a EN para testes com carga. Desta forma o peso de um resgatista ou paciente no sistema de corda definido pela NFPA é de 135,96 kg e da EN 364:1993, de 100 kg.

Este estudo optou por seguir a EN, já que a Corporação segue a doutrina europeia trabalhando com fator de segurança de 10:1. Portanto, para a técnica do Contrapeso utilizou-se um cofre de metal de 358 kg (Figura 10), para simular o peso da carga humana de dois resgatistas equipados mais a vítima na maca, conforme demonstrado na Figura 11.

Figura 10 – Cofre usado como carga no teste



Fonte: O autor.

Figura 11 – Peso do cofre



Fonte: O autor.

3.3.3. Montagem do sistema

Foi desenvolvido um laboratório na área de treinamento das torres do CBMDF, em que foram confeccionadas duas armações do cabo de sustentação horizontais no segundo pavimento da torre Yokohama para o segundo pavimento da torre Tóquio, com uma corda de bitola de 12,5 mm e uma de 11 mm, permeadas, tendo comprimento da corda entre as duas ancoragens de 22,6 m e a tração realizada por 4 militares integrantes da Corporação.

A corda de 11 mm e de 12 mm foram tracionadas 4 vezes cada uma, em dias distintos para possibilitar o retorno da corda ao alongamento original, com intuito de analisar as forças obtidas após a tração do sistema. Depois, cada uma foi testada nas duas situações que mais oneram a corda em seu uso (técnica do Contrapeso e do Comando *Crawl*) e, por fim, foi medido a catenária de cada uma das cordas. Além disso, os dados foram obtidos por meio do dinamômetro e trena a laser, sendo considerado para os cálculos apresentados a aceleração da gravidade como $9,807 \text{ m/s}^2$.

Todos os procedimentos foram realizados conforme o Protocolo de segurança do Centro de Treinamento Operacional do CBMDF, visando garantir que os militares envolvidos não corressem riscos durante a atividade. Portanto, o sistema aplicado nos testes foi com cordas duplas, fator de segurança 10:1 e na ancoragem um nó com baixa perda de resistência. Além disso, na aplicação da técnica do Comando *Crawl* foi usado rede de proteção logo abaixo das cordas, tanto para a corda de bitola de 11 mm quanto a 12,5 mm.

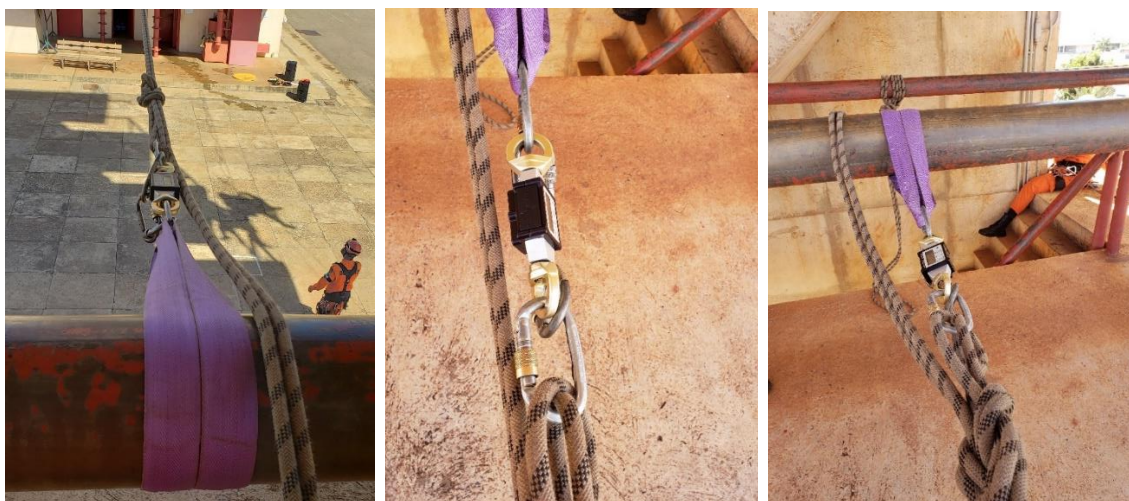
Assim sendo, não foi possível utilizar carga humana no teste da técnica do Contrapeso com corda de 11 mm, apenas a corda de 12,5 mm, uma vez que o protocolo não abrange a utilização da bitola de 11 mm para montagem da tirolesa horizontal, de forma que os militares envolvidos estivessem respaldados para realização da atividade. Na corda de 11 mm foi utilizado um cofre metálico como carga para simular o peso da vítima. Este mesmo cofre foi aplicado na corda de 12,5 mm para comparar o seu resultado das duas cordas.

Submetendo o sistema ao pior cenário, o cofre foi colocado no ponto de maior tensão, o centro da corda, conforme literatura. Para posicionar

corretamente o cofre neste local, foi realizada a medição da armação do cabo de sustentação e uma marcação, identificando o meio da corda. Na técnica do Comando *Crawl*, o peso foi lançado com fator de queda 1.

Para a montagem da tirolesa é necessário fixá-la em dois pontos. Um deles é na torre auxiliar (Yokohama), no qual foi realizada uma ancoragem sobreposta. Isto é, a ancoragem secundária é do tipo direta, com a utilização do nó fiel reforçado, e a principal do tipo indireta, com o emprego de fita de carga, mosquetões e nó nove. Na ancoragem indireta, foi colocado um dinamômetro a fim que de verificar a tensão aplicada neste ponto, conforme Figura 12.

Figura 12 – Montagem da ancoragem com dinamômetro na Torre Auxiliar



Fonte: O autor.

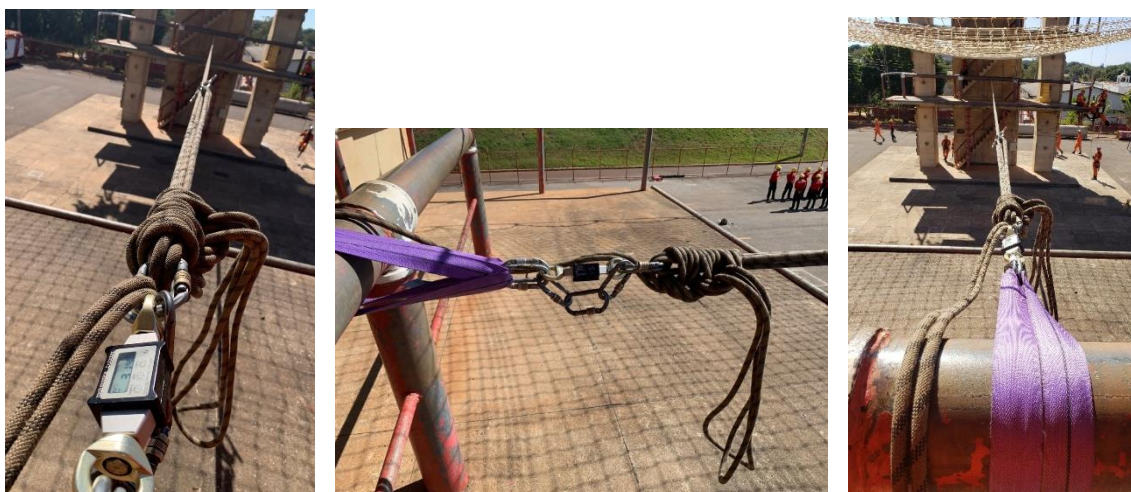
O outro ponto de ancoragem é na torre principal (Tóquio) com uma ancoragem indireta, usando uma fita de carga, mosquetões, um dinamômetro e um aparelho freio oito de resgate (para montagem do sistema de tração 3:1), conforme Figura 13. A finalização é com o nó de igreja e o dinamômetro foi aplicado no mosquetão mais próximo da fita de carga (Figura 14).

Figura 13 – Freio oito de resgate na Torre Principal



Fonte: O autor.

Figura 14 – Ancoragem com dinamômetro na Torre Principal



Fonte: O autor.

No CBMDF, a ancoragem primária na torre auxiliar é padronizada com a confecção do nó fiel reforçado (ancoragem direta). Neste estudo, foi necessário mudar a montagem do cabo de sustentação para ancoragem indireta com fita de carga e o nó nove devido ao uso do dinamômetro.

De acordo com Mezêncio (2019), o nó nove possui baixa perda de resistência (20%), com carga de ruptura de 2.602 kgf e o nó fiel reforçado é de 1.710 kgf com percentual de perda aproximado de 48%. Importante salientar que o estudo em questão confeccionou os nós em mosquetões, desta forma, este possui um diâmetro muito pequeno e onera mais a capa e alma da corda.

Neste trabalho, foram usados canos com grande circunferência (54 cm) para os pontos de ancoragem, proporcionando uma perda menor de resistência quando comparada com pontos de ancoragem de menor circunferência, por exemplo em um mosquetão. Isto é, a perda de resistência é inversamente proporcional à circunferência do ponto de ancoragem.

Na aplicação dos testes na tirolesa, foi realizado a técnica do Comando *Crawl* e técnica do Contrapeso. Nesta última, foi utilizado carga humana na corda de 12,5 mm. A carga usada foi um contrapesista, um resgatista e um manequim adulto humano, simulando uma vítima, com o peso de 100 kg, estipulado na EN 364:1993 para testes estáticos e dinâmicos (BSI, 1993). O manequim desse projeto possui 1,85 m dos pés à cabeça, corpo e membros completos. Esse boneco foi resgatado em uma maca tipo cesto (material utilizado e fornecido pela Corporação).

Foi aplicada a técnica do Contrapeso duas vezes na corda de 12,5 mm. No primeiro teste, o resgatista possui peso de 75 kg, o contrapesista com 68 kg e a vítima com 110 kg (vítima, a maca e equipamentos presos a ela). No segundo teste, manteve-se a vítima de 110 kg com um resgatista de 75 kg e o contrapesista com 84 kg (Figura 15).

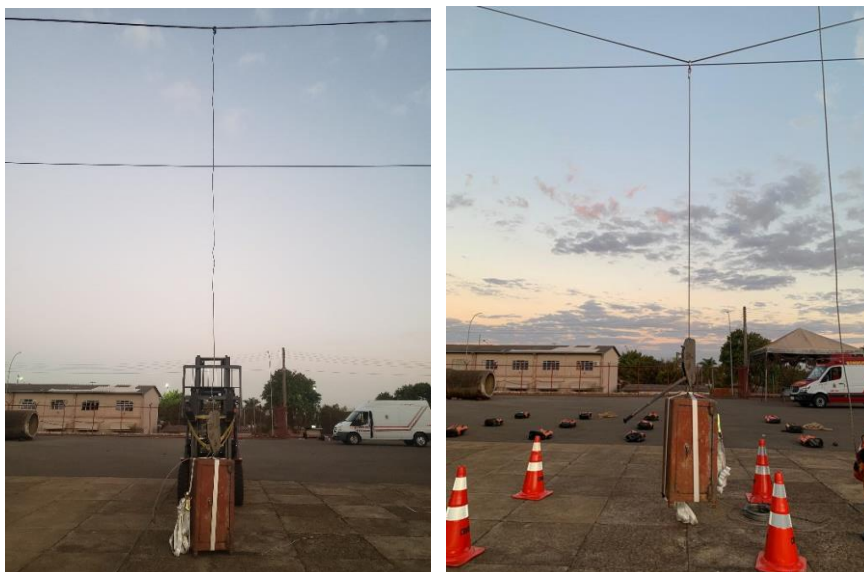
Figura 15 – Dois resgatistas e vítima na técnica do Contrapeso



Fonte: O autor.

Já na corda de bitola de 11 mm, a técnica do Contrapeso foi aplicada uma vez. Os pesos da vítima, do contrapesista e do resgatista foram simulados por um cofre de 358 kg posicionado ao centro da corda por meio de uma empilhadeira. Preso ao cofre foi colocado um guincho de alavanca para elevar a carga. Após a elevação da carga, foram anotados os registros da tensão nas ancoragens (Figura 16).

Figura 16 – Disposição do cofre na corda e cofre elevado

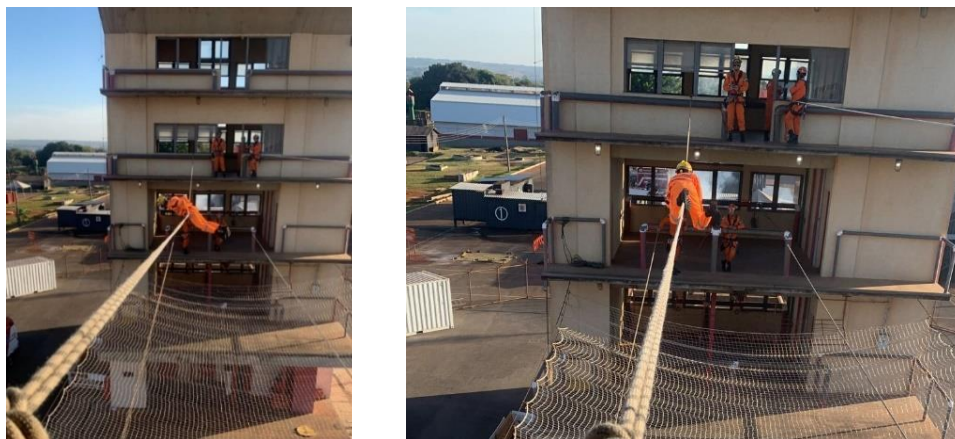


Fonte: O autor.

Na aplicação da técnica do Comando *Crawl*, foram utilizados 21 bombeiros militares voluntários com peso entre 57 kg a 84 kg, os quais realizaram 14 quedas na corda de bitola de 11 mm e 14 quedas na corda de bitola de 12,5 mm. Os bombeiros estavam presos pelo nó da vida e se deslocaram até o centro da corda para realizarem a queda e a técnica da retomada (Figura 17 e Figura 18).

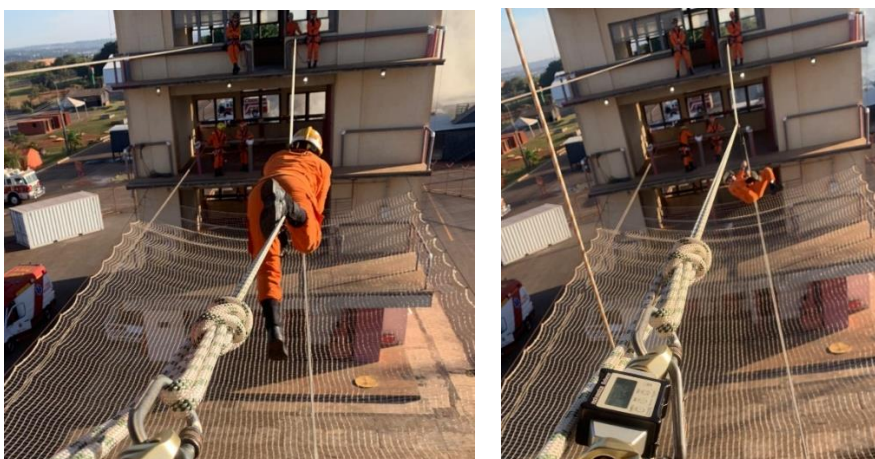
O nó da vida foi confeccionado da seguinte forma: o nó balso do calafate na cintura e o nó oito no outro chicote da corda. A alça formada pelo nó oito ficou a cerca de 20 cm de altura do chão, sendo que, ao conectar um mosquetão nesta alça, este não pode tocar o solo (altura do tornozelo). Essa padronização está de acordo com a Apostila de Salvamento desenvolvida pelo CBMDF no ano de 2022 (Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2022, p.71).

Figura 17 – Comando *Crawl* na corda de 12,5 mm



Fonte: O autor.

Figura 18 – Comando *Crawl* na corda de 11 mm



Fonte: O autor.

Algumas das limitações foram: a não possibilidade de usar carga humana para o teste de Contrapeso devido questões de segurança; as quedas no Comando *Crawl* serem oscilantes, isto é, alguns militares durante o teste se jogavam da corda durante a queda para depois fazer o retorno à corda, enquanto outros executavam uma extensão de braço, soltavam a corda e realizavam o regresso. Desta forma, os resultados gerados no dinamômetro foram bem distintos de um para o outro.

Além disso, as trações foram realizadas em dias distintos e por pessoas diferentes, isto é, não foi possível padronização para realizar os testes com o mesmo tipo de tração inicial. Ou seja, cada teste aplicado foi com uma tensão inicial distinta.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizados quatro testes de tração com a corda de bitola de 12,5 mm, seguindo o protocolo de segurança estabelecido pelo Boletim Geral da Corporação (Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2019, p.28-29). Cada tração foi realizada por quatro militares diferentes. O menor valor obtido foi 298 kgf e o maior foi 334 kgf. A mesma situação foi aplicada na corda de 11 mm e o menor valor obtido foi 370 kgf e o maior foi 378 kgf (Quadro 2).

Após o teste de tracionamento, foi colocado o cofre de 358 kg nos sistemas de corda de 12,5 mm e de 11 mm ao centro da corda, por ser o local com maior aumento da tensão (Delaney, 2020). A corda com bitola de 12,5 mm obteve uma tensão máxima de 656 kgf com a catenária de 3,11 m (Figura 19). A de bitola de 11 mm obteve tensão máxima de 684 kgf com catenária no valor de 2,78 m (Figura 20).

Figura 19 – Catenária na corda de 12,5 mm na técnica do Contrapeso



Fonte: O autor.

Figura 20 – Catenária na corda de 11 mm na técnica do Contrapeso



Fonte: O autor.

O teste usando carga humana na técnica do Contrapeso só foi possível ser realizado na corda de 12,5 mm devido fatores de segurança para realização do teste, conforme mencionado no referencial teórico. No primeiro teste, o dinamômetro obteve o maior valor de 688 kgf e no segundo teste obteve o maior valor de 762 kgf.

No segundo teste a ser aplicado foi do Comando *Crawl*, sendo aplicadas 14 quedas na corda de bitola de 11 mm e 14 quedas na corda de bitola de 12,5 mm. O maior valor encontrado na corda de 12,5 mm foi de 654 kgf. Enquanto que o maior valor encontrado na de 11 mm foi de 642 kgf.

Outro aspecto importante a ser avaliado é a catenária. De acordo com referencial teórico, a catenária não deve ser menor que 10% do comprimento da corda (Delaney, 2020, p. 28-30). Considerando o comprimento de uma ancoragem a outra é de 22,6 m, a catenária deve possuir comprimento superior à 2,26 m.

Na corda de bitola de 12,5 mm a catenária foi de 3,11m e na de 11 mm foi de 2,78 m, ou seja, estão dentro do padrão de segurança. Desta forma, a pequena diferença entre as catenárias está diretamente proporcional a força exercida no tracionamento, já que a elasticidade das cordas testadas é semelhante (2,3% de 11 mm e 2,5% de 12,5 mm) (Cousin Trestec, 2022).

As cordas usadas na instituição, atualmente, são de bitola de 12,5 mm com carga de ruptura de 42,1 KN (4.293,0053 kgf) e de 11 mm com carga de ruptura de 37,4 KN (3.813,7386 kgf), conforme apresentado na Quadro 1. Devido aos fatores de segurança já mencionados, é usada corda dupla em sua montagem, portanto, a resistência da corda de 12,5 mm passa para 84,2 KN (8.586,01 kgf) e a de 11 mm para 74,8 KN (7.627,47 kgf).

Conforme a revisão de literatura, foi utilizado o fator de segurança definido pelo Boletim Geral do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (2019, p.28-29) de 10:1. Isto é, a carga de trabalho da corda de 12,5 mm passa a ser 858,6 kgf e a de 11 mm passa a ser 762,74 kgf.

Esses valores ainda podem sofrer alterações, conforme o tipo de nó realizado na ancoragem, pois cada nó tem uma perda de resistência específica. Ou seja, ainda é necessário considerar esse valor de perda para definir a carga de trabalho da corda.

Analisando os resultados dos testes aplicados na técnica do Contrapeso, o maior valor de tensão gerado foi de 762 kgf na corda de 12,5 mm e de 684 kgf na corda de 11 mm (Quadro 2). Portanto as duas podem ser utilizadas com segurança nessa técnica se o nó utilizado na ancoragem não tiver perda de resistência maior que 10% para os dois tipos de bitola de corda.

Avaliando os resultados da técnica do Comando Crawl o maior valor de tensão gerado foi de 654 kgf na corda de 12,5 mm e 642 kgf na corda de 11 mm. Portanto as duas podem ser aplicadas com segurança nessa técnica. Entretanto, o nó a ser usado na ancoragem para os dois tipos de corda terá perda de no máximo 20% (Quadro 2 e Quadro 3).

Quadro 2 – Resultado dos testes

Testes realizados	Corda de bitola de 11 mm	Corda de bitola de 12,5 mm
1ª Tração máxima	378 kgf	298 kgf
2ª Tração máxima	376 kgf	334 kgf
3ª Tração máxima	370 kgf	314 kgf
4ª Tração máxima	374 kgf	328 kgf
Contrapeso utilizando o cofre: força máxima	684 kgf	656 kgf
Catenária do cofre	2,78 m	3,11 m
1º Teste: Contrapeso com carga humana	--	688 kgf
2º Teste: Contrapeso com carga humana	--	762 kgf
Comando <i>Crawl</i> : força máxima	642 kgf	654 kgf

Fonte: O autor.

Quadro 3 – Comparativo dos resultados

	Corda de bitola de 11 mm	Corda de bitola de 12,5 mm
Carga de ruptura da corda	3.813,73 kgf	4.293,00 kgf
Carga de ruptura da corda dupla	7.627,47 kgf	8.586,01 kgf
Armação do cabo de sustentação com FS (10:1)	762,74 kgf	858,6 kgf

Fonte: O autor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A armação do cabo de sustentação é utilizada pelos Corpos de Bombeiros Militar para resgatar vidas e transportar patrimônio. As cordas utilizadas para essa atividade normalmente são as de bitola de 12,5 mm. Entretanto para os outros serviços prestados é usada a de bitola de 11 mm. Com intuito de simplificar o processo de licitação, otimizar o socorro entre outros fatores já mencionados, este estudo teve o intuito de verificar a viabilidade do uso da corda de bitola de 11 mm no emprego da armação da tirolesa, preconizando a segurança de todos os envolvidos.

Nesse sentido, comparando os dois tipos de cordas, a de bitola 11 mm possui especificidades técnicas similares com a de 12,5 mm e possui as especificidades técnicas necessárias para aplicação da armação do cabo de sustentação. Entretanto para utilizar com segurança qualquer uma das duas cordas, na técnica do Comando *Crawl*, a ancoragem teria que ser confeccionada com um nó de perda no máximo de 20%. Outra possibilidade é da realização de voltas secas para não ter perda de resistência, e assim garantindo a operação dentro da carga de trabalho da corda.

Avaliando os resultados da técnica do Contrapeso, as duas cordas poderiam ser utilizadas, pois atendem aos requisitos de segurança. Contudo tem restrições na execução da ancoragem, isto é, o nó utilizado na ancoragem não pode ter perda maior que 10%. Outra opção seria usar voltas secas na montagem da ancoragem do sistema para os dois tipos de bitola, desta forma permaneceria a carga de trabalho da corda.

Ainda há possibilidade de utilizar um sistema que limite a força aplicada nas cordas, por exemplo o uso de um descensor bloqueado, isto é, no eventual excesso de força permite que a corda deslize ligeiramente, aliviando a tensão. Esse tipo de sistema pode ser aplicado nas duas técnicas e nos dois tipos de bitolas.

Com base nos resultados obtidos, é possível utilizar a corda de bitola de 11 mm na armação do cabo de sustentação, desta forma foi elaborado um

Boletim de Informação Técnico-Profissional estabelecendo um protocolo de utilização para essa técnica, afim de facilitar a montagem da tirolesa pelos miliares da Corporação, atendendo aos padrões de segurança e prestar um serviço de qualidade a população.

Por fim, sugere testar a armação do cabo de sustentação no plano inclinado com uma corda simples, com intuito de descer um resgatista usando a corda de 11 mm. Além disso, avaliar as tensões e forças geradas na tirolesa, no plano horizontal e no inclinado, com corda de bitola de 11 mm usando ancoragem debreável. A partir disso, pretende-se verificar se esta corda atende aos padrões de segurança para uso em todos os tipos de tirolesa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Francisco B. de. **Manual de instruções técnico profissional para bombeiros**. Brasília, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma brasileira 15475. Acesso por corda**: qualificação e certificação de pessoas. 1. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma brasileira 15595. Acesso por corda**: Procedimento para aplicação do método. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

BRITISH STANDARD INSTITUTION – BSI. **EN 1891**: Personal fall protection equipment for the prevention of falls from a height — Low stretch kernmantel ropes. Londres, 1998.

BRITISH STANDARD INSTITUTION – BSI. **EN 364**: Personal protective equipment against falls from a height — Test methods. Londres, 1993.

BRASIL. **Portaria nº 4.218, de 20 de dezembro de 2022**. Aprova a Norma Regulamentadora nº 35 – Trabalho em altura. Brasília: Secretaria de Inspeção do Trabalho, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-35-nr-35>. Acesso em: 06 set. 2023 às 09h10.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Coletânea de manuais técnicos de bombeiros**: Salvamento em altura. 1ª ed. São Paulo, 2006. Disponível em: https://www.cbm.ro.gov.br/images/2020/-editais/CFS_2020/MTB-26SALVAMENTO_EM_ALTURA-compactado.pdf. Acesso em: 11 jun. 2022 às 09h22.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **Manuais Técnicos**: Curso de Salvamento em Altura – CSALT. Vol. 2. Florianópolis, Santa Catarina, 2012. Disponível em: <https://www.cbm.sc.gov.br/index.php/biblioteca/manuais-cbm-sc?start=20>. Acesso em: 21 ago. 2023 às 18h16.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Portaria nº 25, de 1 de novembro de 2019. Aprova a norma interna de segurança básica nas instruções profissionais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. **Boletim Geral nº 209, de 5 de nov. de 2019**, Brasília, 2019.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Protocolo de Utilização das Torres de Treinamento Tokyo e Yokohama. **Boletim Geral nº 205, de 3 de nov. de 2020**. Brasília, 2020.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Apostila de Salvamento do Curso de Formação de Praças - CFP**. 5. ed. Brasília: CBMDF, 2022.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESPÍRITO SANTO. **Gerência de Cursos Extensão – Salvamento em Altura**. Espírito Santo, 2022. Disponível em:
<https://cb.es.gov.br/Media/CBMES/PDF's/CEIB/GCE/Salvamento%20em%20Alturas%20Apostila%20CFBP%202022.pdf>. Acessado em: 21 ago. 2023 às 17h36.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS. **Manual Operacional de Bombeiros: Salvamento em Altura**. Goiânia: CBMGO, 2017. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/MOB-SALVAMENTO-EM-ALTURA-1.pdf>. Acesso em 5 mar. 2022 às 16h30.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MATO GROSSO DO SUL. **Portaria Nº 007/BM-3/EMG, de 29 de novembro de 2016**. Aprova o Manual Técnico Bombeiro Militar de Salvamento em Altura (CBMMS10-MTBM-02.005), no âmbito do Corpo de Bombeiros Militar de Mato Grosso do Sul, 2016. Disponível em: http://legislacao.bombeiros.ms.gov.br/wp-content/uploads/2019/06/BG2222016_05_12_2016_SUP01.pdf. Acessado em: 09 jun. 2022 às 16h35.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MATO GROSSO. **Manual de Salvamento em Altura**. Mato Grosso: CBMMT, 2021. Disponível em: shorturl.at/rCQT4. Acessado em: 15 jun. 2022 às 18h40.

COUSIN TRESTEC. **Acesso por cordas e resgate**: cordas semi-estáticas. França, [2022?]a. Disponível em: <https://www.cousin-trestec.com/en/produit/en-safety-pro-thermocore-11/>. Acesso em: 17 mar. 2023 às 10h15.

COUSIN TRESTEC. **Acesso por cordas e resgate**: cordas semi-estáticas. França, [2022?]b. Disponível em: <https://www.cousin-trestec.com/en/produit/en-safety-pro-12-5/>. Acesso em: 17 mar. 2023 às 10h15.

DELANEY, Richard. **ROPELAB: Physics for Roping Technicians**. Austrália, 2020.

DELANEY, Richard. **ROPELAB: Physics for Roping Technicians**. Austrália, 2022.

DYNAMIC RESCUE SYSTEMS. 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-safety-factor>. Acesso em: 11 set. 2023 às 16h20.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRILO, Maycon André. **Tirolesa de corda**: princípios de funcionamento, instalação e dimensionamento. Paraná, 2020. Disponível em: <http://www.guiavertical.com.br/noticias/70/tirolesa-de-corda:%E2%80%A6ipios-de-funcionamento,-instalacao-e-dimensionamento.html>. Acesso em: 23 junho 2022 às 10h40.

MEZÊNCIO, André Luís Silva. **Carga de ruptura estática dos nós utilizados nas atividades de salvamento em altura do CBMDF**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais) - Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2019.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 1893**. Standard on Life Safety Rope and Equipment for Emergency Services. Quincy, Massachusetts, 2017.

PETZL. **Tensioning a tyrolean with MAESTRO, I'D, RIG**. s/d. Disponível em: <https://www.petzl.com/US/en/Professional/Tensioning-a-tyrolean-with-MAESTRO--I-D--RIG?ActivityName=Technical-rescue>. Acesso em: 07 dez. 2022 às 15h30.

SPÉLÉO SECOURS FRANÇAIS. **Manual do Espeleorresgatista / Spéléo Secours Français**. Tradução de Bernardo Menegale Bianchetti, Carla Rizzo e Rodrigo Severo. 1. ed. Brasília: Spéléo Secours Français, 2017.

SPINELLI, Luiz Eduardo. **Artigos Técnicos**: Informativo técnico número 2. 2006. Disponível em: http://www.spinelli.blog.br/indice_artigos.htm. Acesso em: 20 out. 2022 às 17h15.

APÊNDICE A - ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO

1. **Aluno:** Cadete BM/2 **Bruna Mesquita Silva**
2. **Nome:** Boletim de Informação Técnico-Profissional (BITP) sobre a armação do cabo de sustentação com corda de bitola de 11 mm.
3. **Descrição:** Este produto, além da fundamentação teórica, apresenta os resultados dos testes da armação com cabo de sustentação em duas situações que mais oneram a corda. Baseado nas técnicas empregadas pelo CBMDF as duas escolhidas para aplicação dos testes foram a do Comando Crawl e do Contrapeso. O trabalho foi realizado no Centro de Treinamento Operacional do CBMDF utilizando cordas que são mais utilizadas na Corporação de bitola de 11 mm e 12,5 mm. O foco deste estudo é aprimorar os procedimentos dos bombeiros na montagem segura de uma tirolesa com cordas de 11 mm. Com base nas descobertas apresentadas neste trabalho, pretende-se contribuir para a elaboração de um Boletim de Informação Técnico-Profissional. Dessa forma, busca-se proporcionar o conhecimento necessário para a utilização eficiente desse modelo nas atividades de resgate em altura desenvolvidas pela corporação.
4. **Finalidade:** Avaliar se a corda de bitola de 11 mm possui resistência adequada para ser empregada na armação do cabo de sustentação.
5. **A quem se destina:** Militares do CBMDF que atuam em atividades no qual envolvem altura.
6. **Funcionalidades:** Fonte de consulta para instruções e referências para possíveis pesquisas.
7. **Especificações técnicas:**

Material textual: Em consonância com a proposta da Portaria nº 21 de 28 de maio de 2002 do CBMDF publicada no Boletim Geral nº 101 de 29 de maio de 2002 que cria o Boletim de Informação Técnico-Profissional (CBMDF, 2002), este produto foi confeccionado no processador de texto Word, desenvolvido pela Microsoft®. Possui 6 páginas que podem ser divulgadas na forma impressa ou digital. Para a versão digital está salvo no formato .pdf (*Portable Document Format*). Para impressão, é desejável que seja em papel de tamanho A4.
8. **Instruções de uso:** Não se aplica.
9. **Condições de conservação, manutenção, armazenamento:** Não se aplica.



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 XX/2023-CETOP

ÁREA: SALVAMENTO

DATA: OUTUBRO/2023

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESAS COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

OBJETIVO

O presente Boletim de Informação Técnico-Profissional visa normatizar os procedimentos técnicos relativos à armação do cabo de sustentação nas atividades de salvamento em altura do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), com base em pesquisa experimental realizada no Centro de Treinamento Operacional (CETOP).

INTRODUÇÃO

O salvamento em altura tem por objetivo resgatar pessoas ou animais em plano elevado que estão em condições de risco à vida (Araújo; 2007, p. 28). Dentre as diversas técnicas de salvamento em altura, tem-se a armação do cabo de sustentação, também conhecida como tirolesa, que consiste em um sistema de salvamento montado para travessia entre dois pontos, “onde a área imediatamente abaixo está obstruída, impedindo uma evacuação na vertical” (Corpo de Bombeiros Militar do Mato Grosso do Sul, 2016, p.99; Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, 2017, p.292-294).

Além disso, pode ser utilizado para resgate de vítimas ou para deslocamento da própria guarnição, por trechos complexos e difíceis de serem percorridos, sempre preconizando pela segurança (Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, 2017, p.292-294). Contudo, a armação do cabo de sustentação demanda um tempo maior para montagem e gera sobrecarga na ancoragem, corda e equipamento (Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2006, p. 102).

BOLETIM DE INFORMAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

Nº XXX/2023-CETOP

ÁREA: SALVAMENTO

DATA: OUTUBRO/2023

Página 42 de 57

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. Conceitos

1.1. Carga de ruptura

A carga de ruptura estática pode ser definida como a força mínima aplicada sobre a corda, de forma que ela se rompa. Pode ser medida com um dinamômetro aplicado na corda fazendo voltas secas ou com algum nó. Entretanto, se a corda estiver ancorada por meio de um nó, o valor da carga de ruptura passa a ser outro, sendo este reduzido consideravelmente, pois constitui o ponto mais frágil do sistema (Araújo, 2007, p. 31 e p. 56).

1.2. MBS, WLL e SWL

As cordas possuem uma carga mínima de ruptura (MBS), que é a mínima força necessária para que o equipamento se rompa, e, também, uma carga máxima de trabalho (WLL), isto é, a força máxima segura que pode ser aplicada sobre este equipamento definida pelo fabricante. O SWL é a carga de trabalho segura dada pela divisão do MBS pelo fator de segurança (Delaney, 2022, p. 15 e 19).

1.3. Fator de segurança (FS)

O fator de segurança é a relação entre resistência e a carga (MBS/WLL), sendo a resistência da corda definida como carga de ruptura. Essa relação é fundamental para utilizar qualquer tipo de equipamento de forma segura. O fator de 5:1 “é considerado adequado para transportar equipamentos, mas insuficiente se vidas humanas dependem da resistência da corda” (Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2006, p. 7-8; Araújo, 2007, p. 64). Além disso, o fator de segurança é aplicado na carga de ruptura definindo o peso máximo a ser utilizado em uma corda, ou seja, limita a quantidade de carga a ser aplicada no sistema tornando toda a atividade segura. (Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, 2017, p.68).

BOLETIM DE INFORMAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

Nº XXX/2023-CETOP

ÁREA: SALVAMENTO

DATA: OUTUBRO/2023

Página 43 de 57

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

DETALHAMENTO TÉCNICO

Nos trabalhos em altura, o CBMDF segue a doutrina e Normas Europeias tanto para padrões de segurança quanto para resistências dos materiais. Desta forma, na montagem da tirolesa a Corporação aplica em todos os sistemas e equipamentos o fator de segurança de 10:1 quando se trata de vidas humanas, conforme a publicação de instruções de salvamento em altura no Boletim Geral do CBMDF (Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2019, p.28-29).

Além disso, as cordas utilizadas em armação do cabo de sustentação (tirolesa) devem estar permeadas ou dobradas, possuir bitola entre 10,5 milímetros a 12,5 milímetros e estar de acordo com a norma EN 1891. Na sua montagem é utilizada o sistema de vantagem mecânica 3:1, sendo que a tração a ser aplicada é manual com até 4 militares seguindo a regra dos doze (Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 2019, p.28-29; Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2006, p.94).

As cordas usadas na instituição, atualmente, são de bitola de 12,5 mm com carga de ruptura de 42,1 KN (4.293,0053 kgf) e de 11 mm com carga de ruptura de 37,4 KN (3.813,7386 kgf). Devido ao fator de segurança de 10: 1 e o uso de corda dupla em sua montagem, a carga de trabalho da corda de 12,5 mm passa a ser 858,6 kgf e a de 11 mm passa a ser 762,74 kgf (Quadro 2). Esses valores ainda podem sofrer alterações conforme o tipo de nó realizado na ancoragem, pois cada nó tem uma perda de resistência específica. Ou seja, ainda é necessário considerar esse valor de perda para definir a carga de trabalho da corda.

Dentre as várias possibilidades de uso da armação do cabo de sustentação, existem duas técnicas usadas pelo CBMDF que mais oneram a corda e as ancoragens. Uma é a técnica do comando *Crawl*, devido à possibilidade de queda do sistema e o retorno para corda, aumentando as forças aplicadas nos equipamentos, ancoragens e cordas. A outra é a técnica do contrapeso, que pode onerar a corda devido à sobrecarga, isto é, devido a quantidade de militares presentes na corda simultaneamente, podendo ou não estar com a maca.

BOLETIM DE INFORMAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

Nº XXX/2023-CETOP

ÁREA: SALVAMENTO

DATA: OUTUBRO/2023

Página 44 de 57

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

As duas técnicas foram aplicadas tanto na corda de 11 mm quanto na de 12,5 mm e os valores das tensões obtidos foram utilizados como referência para comparar a carga de trabalho da corda de 11 mm e com a de 12,5 mm. Aplicando as duas técnicas é possível afirmar que no Comando *Crawl* o maior valor de tensão gerado foi de 654 kgf na corda de 12,5 mm e 642 kgf na corda de 11 mm. Portanto, as duas podem ser aplicadas com segurança nessa técnica (Quadro 1). Entretanto, o nó a ser usado na ancoragem para os dois tipos de corda terá perda de no máximo 20%.

Já nos testes aplicados na técnica do Contrapeso, o maior valor de tensão gerado foi de 762 kgf na corda de 12,5 mm e de 684 kgf na corda de 11 mm (Quadro 1). Portanto, as duas cordas podem ser aplicadas com segurança nessa técnica, quando utilizado na ancoragem um nó que não possui perda de resistência maior que 10%, para os dois tipos de bitola.

Outra possibilidade para a montagem da ancoragem com os dois tipos de bitola é da realização de voltas secas ou a utilização de um sistema que limite a força aplicada nas cordas, por exemplo o uso de um descensor bloqueado, isto é, no eventual excesso de força permite que a corda deslize ligeiramente, aliviando a tensão. Nessas duas formas não há perda de resistência, e assim garante que a corda permaneça durante a operação dentro da sua carga de trabalho.

Quadro 1 – Resultado dos testes

Testes realizados	Corda de bitola de 11 mm	Corda de bitola de 12,5 mm
1ª Tração máxima	378 kgf	298 kgf
2ª Tração máxima	376 kgf	334 kgf
3ª Tração máxima	370 kgf	314 kgf
4ª Tração máxima	374 kgf	328 kgf
Contrapeso utilizando o cofre: foça máxima	684 kgf	656 kgf
Catenária do cofre	2,78 m	3,11 m
1º Teste: contrapeso com carga humana	--	688 kgf
2º Teste: contrapeso com carga humana	--	762 kgf
Comando <i>Crawl</i> : força máxima	642 kgf	654 kgf

Fonte: O autor.

Quadro 2 – Comparativo dos resultados

	Corda de bitola de 11 mm	Corda de bitola de 12,5 mm
Carga de ruptura da corda	3.813,73 kgf	4.293,00 kgf
Carga de ruptura da corda dupla	7.627,47 kgf	8.586,01 kgf
Armação do cabo de sustentação com FS (10:1)	762,74 kgf	858,6 kgf

BOLETIM DE INFORMAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

Nº XXX/2023-CETOP

ÁREA: SALVAMENTO

DATA: OUTUBRO/2023

Página 45 de 57

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

Fonte: O autor.

ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO

As etapas para a armação do cabo de sustentação descritas a seguir estão em consonância com a publicação do Boletim Geral nº 209 da Corporação referente as instruções de salvamento em altura complementado pelos resultados obtidos no trabalho de conclusão do Curso de Formação de Oficiais do CBMDF: “Análise das forças envolvidas na armação do cabo de sustentação com corda de 11 mm no Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal”.

1. Materiais necessários para montagem da tirolesa com ancoragem direta:

- a) 1 corda de bitola de 11 mm;
- b) 1 freio oito de resgate;
- c) 4 mosquetões simétricos de aço;
- d) 1 fitas de carga;
- e) 1 cabo solteiro (tamanho suficiente para a corda ir do solo até o pavimento onde será realizado a ancoragem);
- f) 2 protetores de quina, se necessário.

2. Materiais necessários para montagem da tirolesa com ancoragem indireta:

- a) 1 corda de bitola de 11 mm;
- b) 1 freio oito de resgate;
- c) 6 mosquetões simétricos de aço;
- d) 3 fitas de carga;
- e) 1 cabo solteiro (tamanho suficiente para a corda ir do solo até o pavimento onde será realizado a ancoragem);
- f) 2 protetores de quina, se necessário.

BOLETIM DE INFORMAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

N° XXX/2023-CETOP

ÁREA: SALVAMENTO

DATA: OUTUBRO/2023

Página 46 de 57

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

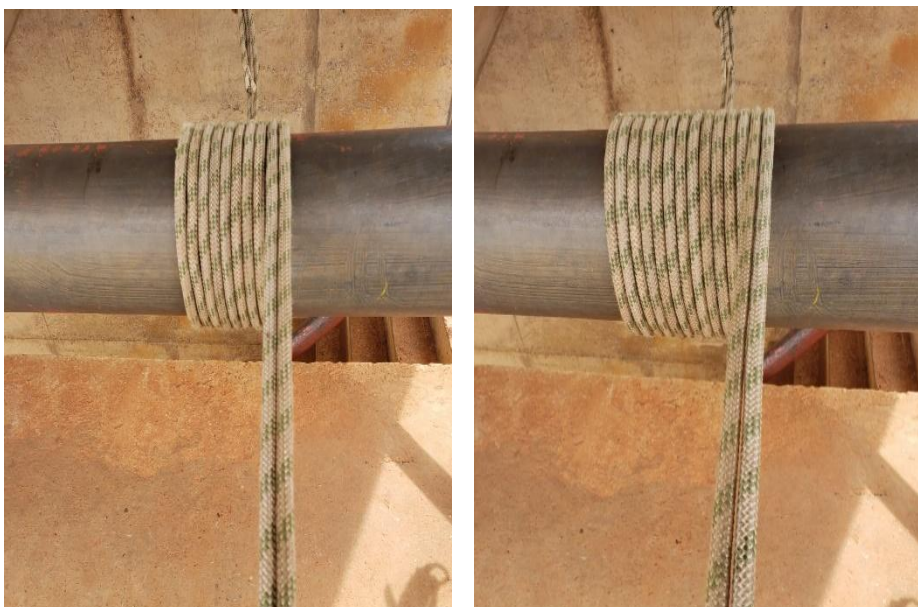
3. Montagem do sistema:

- a) Permeia ou dobre a corda de 11 mm;
- b) Com o seio da corda faça um fiel reforçado ou voltas secas (5 a 7 voltas) no ponto de ancoragem primário e secundário (Torre Auxiliar), caso:
 - I) O diâmetro da ancoragem seja adequado (circunferência do cano da torre é 54 cm);
 - II) Superfície lisa, ou que não gere atrito/desgaste na corda.
- c) Se não estiver dentro dessas condições faça ancoragem indireta. Coloque uma fita de carga, um mosquetão e faça o nó nove na ancoragem primária e repita o processo na secundária;
- d) Leve a corda para o outro lado onde será o ponto de ancoragem;
- e) Um militar com o cabo solteiro sobe até o pavimento, onde será realizado a ancoragem, e faz uma pré-ancoragem com o chicote do cabo. O outro chicote é lançado ao solo.
- f) O militar que está no solo une a corda de 11 mm com o cabo solteiro. A corda de 11 mm é içada para o outro lado;
- g) Quando a corda chegar retire a torção da corda, faça uma leve tração e vista o freio oito de resgate;
- h) Faça a meia blocagem do freio oito de resgate;
- i) Clipar 2 mosquetões no freio oito;
- j) No outro ponto de ancoragem primária (Torre Principal) coloque a fita de carga;
- k) Clipar 2 mosquetões na fita de carga;
- l) Monte o sistema de vantagem mecânica (3x1);
- m) Faça o tracionamento do sistema de forma manual com até 4 militares sendo vedado o uso de viatura, guincho manual de alavanca ou similar para tensionamento do sistema.
- n) Faça o nó de igreja para finalizar;

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

- o) Caso não seja possível faça o fiel reforçado o mais próximo possível do ponto de ancoragem primária dentro dos quesitos de segurança informados no item b. I e II.

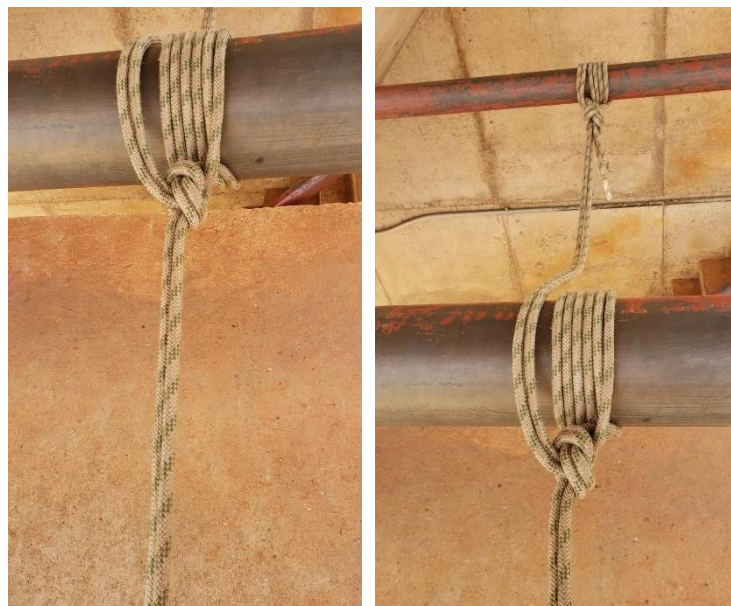
Figura 1 – Ancoragem primária direta com voltas secas na Torre Auxiliar



Fonte: O autor.

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

Figura 2 – Ancoragem primária direta com fiel reforçado na Torre Auxiliar



Fonte: O autor.

Figura 3 – Ancoragem secundária direta na Torre Auxiliar



ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

Fonte: O autor.

Figura 4 – Ancoragem primária indireta na Torre Auxiliar



Fonte: O autor.

BOLETIM DE INFORMAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

Nº XXX/2023-CETOP

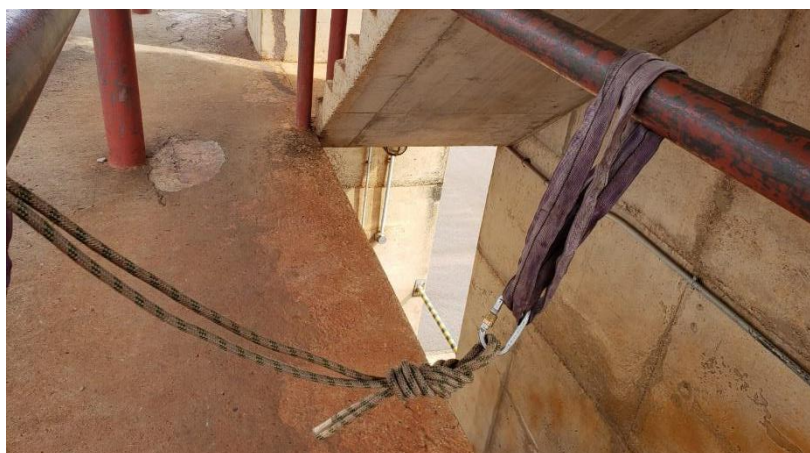
ÁREA: SALVAMENTO

DATA: OUTUBRO/2023

Página 50 de 57

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

Figura 5 – Ancoragem secundária indireta na Torre Auxiliar



Fonte: O autor.

BOLETIM DE INFORMAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

Nº XXX/2023-CETOP

ÁREA: SALVAMENTO

DATA: OUTUBRO/2023

Página 51 de 57

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

Figura 6 – Ancoragem primária na Torre Principal



Fonte: O autor.

Figura 7 – Finalização com nó de igreja



ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

Fonte: O autor.

Figura 8 – Finalização com fiel reforçado



Fonte: O autor.

BOLETIM DE INFORMAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

Nº XXX/2023-CETOP

ÁREA: SALVAMENTO

DATA: OUTUBRO/2023

Página 53 de 57

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

Figura 9 – Freio oito de resgate na Torre Principal



Fonte: O autor.

Figura 10 – Posicionamento dos mosquetões no freio oito e na ancoragem primária



BOLETIM DE INFORMAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

Nº XXX/2023-CETOP

ÁREA: SALVAMENTO

DATA: OUTUBRO/2023

Página 54 de 57

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

Fonte: O autor.

Figura 11 – Sistema de vantagem mecânica



Fonte: O autor.

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM**Figura 12 – Tirolesa**

Fonte: O autor.

Figura 13 – Tirolesa com corda permeada ou dupla com ancoragem indireta

A - Nó oito; B - Nó nove; C - Freio oito com a meia blocagem; D - Nó de igreja.

Fonte: O autor.

BOLETIM DE INFORMAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

Nº XXX/2023-CETOP

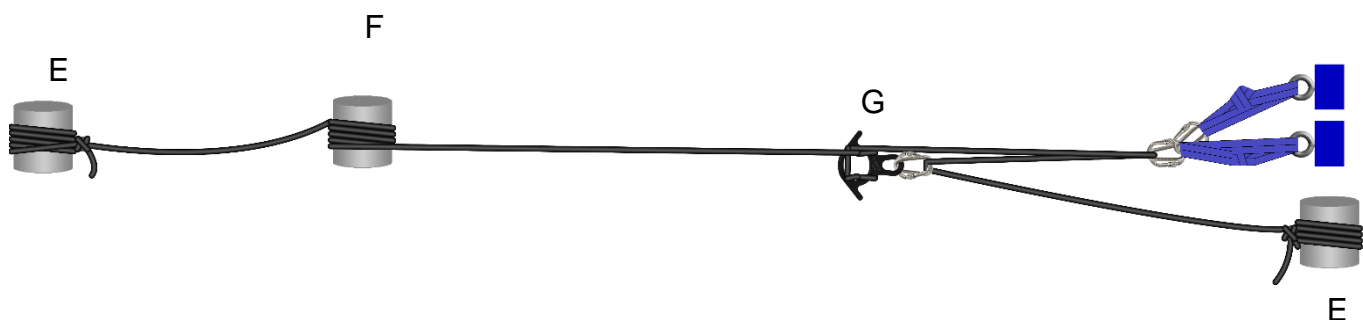
ÁREA: SALVAMENTO

DATA: OUTUBRO/2023

Página 56 de 57

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

Figura 14 – Tiroleza com corda permeada ou dupla com ancoragem direta



E - Nó fiel reforçado; F - 5 a 7 voltas secas; G - Freio oito com a meia blocagem.

Fonte: O autor.

A partir da comparação dos dois tipos de bitolas (11 mm e 12,5 mm), o estudo utilizado para elaboração deste BITP concluiu que a de 11 mm possui especificidades técnicas similares com a de 12,5 mm podendo ser aplicada na armação do cabo de sustentação, dentro dos padrões de segurança. Este Boletim tem o intuito de otimizar o socorro, ou seja, facilitar a utilização dessa técnica em cordas de bitolas de 11 mm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Francisco B. de. **Manual de instruções técnico profissional para bombeiros**. Brasília, 2007.
- CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Coletânea de manuais técnicos de bombeiros: Salvamento em altura**. 1ª ed. São Paulo, 2006. Disponível em: https://www.cbm.ro.gov.br/images/2020/-editais/CFS_2020/MTB-26SALVAMENTO_EM_ALTURA-compactado.pdf. Acesso em: 11 jun. 2022 às 09h22.

BOLETIM DE INFORMAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL

Nº XXX/2023-CETOP

ÁREA: SALVAMENTO

DATA: OUTUBRO/2023

Página 57 de 57

ASSUNTO: ARMAÇÃO DO CABO DE SUSTENTAÇÃO: TIROLESA COM CORDA DE BITOLA DE 11 MM

- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Portaria nº 25, de 1 de novembro de 2019. Aprova a norma interna de segurança básica nas instruções profissionais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. **Boletim Geral nº 209, de 5 de nov. de 2019**, Brasília, 2019.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS. **Manual Operacional de Bombeiros: Salvamento em Altura**. Goiânia: CBMGO, 2017. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/MOB-SALVAMENTO-EM-ALTURA-1.pdf>. Acesso em 5 mar. 2022 às 16h30.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MATO GROSSO DO SUL. **Portaria Nº 007/BM-3/EMG, de 29 de novembro de 2016**. Aprova o Manual Técnico Bombeiro Militar de Salvamento em Altura (CBMMS10-MTBM-02.005), no âmbito do Corpo de Bombeiros Militar de Mato Grosso do Sul, 2016. Disponível em: http://legislacao.bombeiros.ms.gov.br/wp-content/uploads/2019/06/BG2222016_05_12_2016_SUP01.pdf. Acessado em: 09 jun. 2022 às 16h35.
- DELANEY, Richard. **ROPELAB: Physics for Roping Technicians**. Austrália, 2022.

EQUIPE RESPONSÁVEL

Elaboração:

- Maj. QOBM/Comb. ESTEVÃO LAMARTINE NOGUEIRA **PASSARINHO** (orientador da pesquisa)
- Cad. QOBM/Comb. **BRUNA MESQUITA SILVA** (autor da pesquisa)

Revisão - CETOP:

- 3º Sgt. QBMG-1 **FARLEN RHENIR LIMA**