

Análise do comportamento de ancoragens em Y em situações de falha *Analysis of the behavior of Y anchors in failure situations*

2º Ten. QOBM/Comb. Henrique Oliveira Merten¹

Cap. QOBM/Comb. Rommel Silva Mendonça²

Ten-Cel. QOBM/Comb. Estevão Lamartine Nogueira Passarinho³

RESUMO

O salvamento em altura é uma atividade característica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) e as ancoragens, como parte de todo sistema de resgate, são fundamentais para garantir a segurança da operação. O objetivo deste artigo foi avaliar o comportamento de ancoragens em Y utilizadas pelo CBMDF na prática do salvamento em altura na falha de um dos pontos. Utilizando o laboratório montado no Centro de Treinamento Operacional (CETOP), utilizou-se um dispositivo para simular a falha de um dos pontos das ancoragens equalizadas e equalizáveis. Os resultados demonstraram que as forças de impacto medidas nas ancoragens equalizadas são menores do que as percebidas nas ancoragens equalizáveis na falha de um ponto.

Palavras-chave: salvamento em altura; ancoragem; segurança.

ABSTRACT

Rope rescue is a characteristic activity of the Military Fire Department of the Federal District (CBMDF) and anchors, as part of the entire rescue system, are essential to guarantee the safety of the operation. The objective of this article was to evaluate the behavior of Y-anchors used by the CBMDF in the practice of rescue at height when one of the points fails. Using the laboratory set up at the Operational Training Center (CETOP), a device was used to simulate the failure of one of the points of the equalized and equalizable anchorages. The results demonstrated that the impact forces measured in equalized anchors are lower than those perceived in equalizable anchors in the event of a point failure.

Keywords: high angle rescue; anchoring; safety.

¹ Currículo Vitae: <https://orcid.org/0009-0004-2612-1190>

² Currículo Vitae: <https://orcid.org/0009-0006-1045-1747>

³ Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7172199549052467>

1 Introdução

O salvamento está presente nas atividades de bombeiro desde a sua criação. O salvamento em altura, especificamente, é a atividade de resgate especializada no plano vertical, acessando e retirando vítimas de locais onde existe risco de queda.

Essa atividade se trata de uma das mais perigosas executadas pelos bombeiros. Levando em consideração que um acidente pode ocorrer a qualquer momento, portanto, a segurança deve ser prioridade.

Todos os acessos por corda, seja em uma progressão vertical ou em uma travessia horizontal, precisam estar ancorados. Sendo assim, o processo de montagem de um sistema de ancoragem deve receber atenção especial.

As ancoragens são a base de todo sistema de resgate, sendo um dos principais fatores para garantir a segurança da operação; são formadas por três componentes: ponto, fixação e disposição.

Os pontos são os locais físicos onde a ancoragem é montada. A fixação é a forma como os pontos são equipados, isto é, se diretamente no ponto ou indiretamente, e a disposição é o formato ou desenho que a ancoragem assume (CBMDF, 2022a).

Devido à escassez de dados e estudos mensurando a efetiva resistência das diversas técnicas de ancoragem, este trabalho trouxe o seguinte problema: Como as ancoragens em Y se comportam na falha de um dos pontos?

Esse trabalho está alinhado com o Planejamento Estratégico da corporação, PLANES 2017-2024, dentro do objetivo: Desenvolver pesquisas e a gestão do conhecimento, cujas iniciativas incluem a realização de estudos na área operacional Bombeiro Militar e efetivar a retroalimentação dos diversos ciclos operacionais (CBMDF, 2017), visto que seus resultados podem embasar a manutenção ou substituição de técnicas utilizadas.

O objetivo desse artigo foi analisar o comportamento de ancoragens equalizadas e equalizáveis em Y na falha de um dos pontos, em que os resultados foram medidos com equipamento capaz de fazer a leitura da carga aplicada.

2 Revisão de literatura

Nas atividades de salvamento, de acordo com Araújo (2007), as atenções deverão estar voltadas para os princípios de segurança, tanto para os componentes das guarnições, quanto para os equipamentos, além de possíveis vítimas ou bens materiais que precisarão ser protegidos.

2.1 Salvamento em altura

Para o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP) (2006), salvamento em altura é a atividade especializada no salvamento de vítimas, com o uso de equipamentos e técnicas específicas, que não consigam sair por si só em segurança de um local elevado.

É definido na Norma Regulamentadora NR 35 que o trabalho em altura é toda atividade realizada acima de dois metros do piso inferior onde haja risco de queda (Brasil, 2013). O tema é muito complexo por englobar uma grande variedade de situações, trabalhos em andaimes, plataformas elevatórias, torres, telhados, taludes, entre outros (Spinelli, 2014).

O acesso à vítima é um dos objetivos principais e “deve ser obtido assim que a cena seja considerada segura para tal e sempre procurando o acesso mais simples, a fim de não tornar a operação desnecessariamente complexa” (CBMSC, 2012, p. 16).

As operações de salvamento em locais elevados são eminentemente perigosas devido ao ambiente onde ocorrem. Qualquer erro cometido pela equipe envolvida nesse tipo de operação pode resultar em lesões graves ou até mesmo na morte das vítimas e/ou dos próprios socorristas. (CBMSC, 2012).

Os principais riscos que afetam os trabalhos realizados no salvamento em altura são: a perda do controle da situação, a falta de conhecimento, de experiência e de domínio emocional (Araújo, 2007).

Resgate não é um ato de heroísmo; o socorro deve ser um procedimento técnico e racional. De acordo com Spinelli (2006), mais de 60% das mortes em operações de resgate são de pessoas que tentaram socorrer outras.

A atividade de resgate técnico no Brasil ainda não é regulamentada. Dessa forma, as

instituições públicas de combate a incêndio e salvamento desenvolveram suas próprias normas. Existem somente instruções técnicas dos bombeiros militares, sendo que cada estado tem autonomia para estabelecer os requisitos que lhe convêm, ou para adotar informações contidas em instruções técnicas de outros estados (Spinelli, 2009).

2.2 Ancoragem

De acordo com o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) (2012), os sistemas de ancoragem são meios de prender uma pessoa, corda, ou carga em um ponto fixo, para fins permanentes ou temporários.

Dependendo dos equipamentos disponíveis, existem diversas maneiras de montar um sistema de ancoragem. A montagem pode ser realizada utilizando pontos naturais, artificiais ou estruturais.

Um ponto de ancoragem natural é aquele que não foi confeccionado pela ação humana, como árvores, rochas, protruções ou blocos encravados em fendas. A ancoragem artificial é aquela em que se utilizam chumbadores mecânicos ou químicos. A ancoragem estrutural não necessita de acessórios para a sua confecção; ela se vale de componentes da estrutura de uma construção e sua montagem é basicamente realizada em vigas e colunas de concreto armado ou aço (CBMSC, 2012).

Segundo a Norma Regulamentadora (NR) 35 em Brasil (2013):

Sistema de ancoragem é definido como um conjunto de componentes que incorpora um ou mais pontos de ancoragem, aos quais podem ser conectados equipamentos contra quedas, diretamente ou por meio de outro componente, e projetado para suportar as forças aplicáveis.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2016), “os pontos de ancoragem devem possuir resistência para suportar a carga que irão sustentar, e a escolha desses pontos deve considerar os resultados dos estudos da análise de risco.”

O que limita a carga suportada pelo sistema é seu elo mais fraco. De nada adiantará trabalhar com equipamentos que possuam resistência de 2.000 kgf, se o ponto

de ancoragem resiste a no máximo 300 kgf. Por esse motivo, é de extrema importância ser criterioso na escolha do ponto de ancoragem. Além de resistente, deverá estar livre de pontos que possam cortar, queimar ou raspar os materiais flexíveis (CBMSC, 2012).

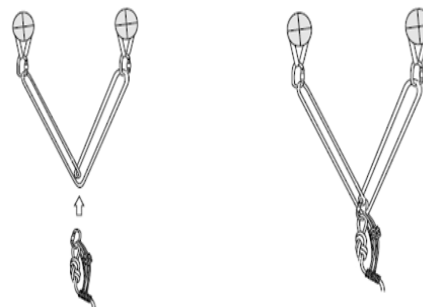
Ao realizar uma ancoragem, deve-se optar por técnicas e materiais que ofereçam as seguintes condições: rapidez, segurança e conservação do material (CBPMESP, 2006).

Uma ancoragem em Y pode ser montada de maneira equalizada ou equalizável, em que se combinam dois ou mais pontos de ancoragem para montar um único sistema. Isso tem como objetivo diminuir as chances de falha. Porém, se um ponto falhar, os outros ainda poderiam sustentar a carga (CBMSC, 2012).

2.2.1 Ancoragens equalizáveis

Araújo (2007) diz que sua principal vantagem é se ajustar automaticamente diante de uma mudança de direção de carga, como mostrado na Figura 1; continuando com sua função de distribuição equilibrada de forças e repartindo a carga por igual, tendo de utilizá-lo sempre com ancoragens de uma resistência similar, a fim de não sobrecarregar os possíveis pontos mais deficientes do sistema.

Figura 1 – Ancoragem equalizável

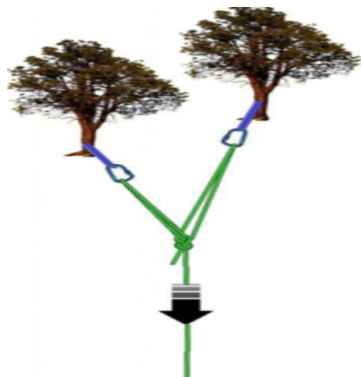


Fonte: CBPMESP (2006)

2.2.2 Ancoragens equalizadas

Sua característica é não permitir a mudança de direção da carga, como ilustrado na Figura 2. Apesar de aparentar ser uma desvantagem, na falha de um dos pontos, o fator de queda se torna menor, diminuindo o impacto gerado nas vítimas e socorristas.

Figura 2 – Ancoragem equalizada



Fonte: CBMDF (2022b)

3 Metodologia

O ensaio foi realizado na parte interna do 5º pavimento da Torre Tokyo¹, onde foram criadas 3 ancoragens artificiais com o uso de chapeletas em L. Para se aproximar da situação de um resgate, escolheu-se trabalhar com uma carga de 200 kg, com anilhas da academia de musculação, por ser um valor aproximado do peso de um bombeiro com equipamentos e uma vítima.

Com o objetivo de deixar todas as configurações testadas com as mesmas características, o comprimento padrão adotado foi o da fita costurada em anel da cor azul, que mede aproximadamente 75 cm. O ângulo formado entre os pontos foi de aproximadamente 30°, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Ancoragem equalizada com fita



Fonte: O autor

Para simular a falha, um dos pontos foi preso a fibras de poliamida, retiradas da alma de uma corda, como mostrado na Figura 4,

¹ A Torre Tokyo, localizada no Centro de Treinamento Operacional (CETOP) do CBMDF, foi inaugurada em 2 de julho de 1984, possui 12 (doze) andares e é utilizada nos treinamentos dos bombeiros militares do Distrito Federal.

e a liberação foi feita usando um canivete para cortar este dispositivo. No outro ponto da ancoragem foi fixado o dinamômetro para medição da força ao longo do tempo. A carga foi erguida até a posição inicial dos testes usando um sistema 4x1 com antirretorno.

Figura 4 – Sistema de liberação



Fonte: O autor

Na parte posterior às chapeletas, foi fixado um painel com a finalidade de verificar o deslocamento da carga ao final do ensaio. Esse painel possui 3 m de altura e contém um padrão quadriculado com 5 cm de lado, além das medidas escritas em sua lateral esquerda.

As variações da ancoragem em Y testadas foram aquelas abordadas nos cursos de formação:

- a) Equalizada com fita;
- b) Equalizável com fita;
- c) Equalizada com corda utilizando o nó oito duplo alçado;
- d) Equalizável com cabo solteiro.

Cada uma das configurações foi testada três (3) vezes. Nos testes utilizando corda, o nó foi refeito a cada ensaio, visto que o impacto da queda é parcialmente absorvido pelo nó, que fica mais apertado e altera os resultados subsequentes. Caso esse procedimento não seja realizado, a desaceleração da carga se torna mais abrupta e, conseqüentemente, o resultado encontrado se torna maior.

A corda utilizada foi de um rolo escolhido

aleatoriamente da marca Cousin Trestec, modelo Industrie Sécurité Pro 11 mm, corda padrão utilizada atualmente pelo CBMDF, que atende o padrão disposto na EN 1891:1998 (BSI, 1998). É feita de poliamida, do tipo Kernmantle, ou seja, corda que possui capa e alma, e tem resistência de 3.290 daN (Passarinho, 2017), o que equivale a 3.354,87 kgf.

Os mosquetões usados para compor os sistemas montados foram do tipo oval, feitos de aço, da marca Climbing Technology – CT, com resistência de 30 kN, o que equivale a 3.059,15 kgf.

As fitas utilizadas têm suas extremidades costuradas pelo fabricante, formando um anel, atendem à EN 566 e têm resistência de 22 kN, o que equivale a 2.243,38 kgf.

4 Resultados e discussão

Para cada uma das quatro configurações testadas, representadas nas Figuras 5, 6, 7 e 8, foram feitas três quedas, onde foi observado a força máxima atingida durante o ensaio e o deslocamento final da carga em relação à posição inicial. Os resultados encontrados estão descritos na Tabela 1.

Figura 5 – Ancoragem equalizada com fita



Fonte: O autor

Figura 6 – Ancoragem equalizável com fita



Fonte: O autor

Figura 7 – Ancoragem equalizada com corda



Fonte: O autor

Figura 8 – Ancoragem equalizável com corda



Fonte: O autor

Tabela 1 – Forças de impacto nas ancoragens em Y

Configuração	1ª queda	2ª queda	3ª queda	Deformação (cm)
	(kgf)	(kgf)	(kgf)	
Equalizada com fita	360	402	384	15
Equalizável com fita	1.314	1.422 (Rompimento)	-	100
Equalizada com corda	340	351	392	20
Equalizável com corda	1.064	1.120	1.140	100

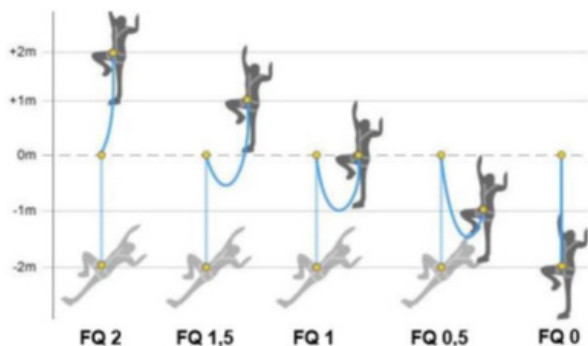
Fonte – O autor

Observou-se que, dentro da ordem de grandeza dos 5 cm do painel quadriculado, cada configuração testada teve o mesmo deslocamento em cada uma das três quedas realizadas.

Nota-se que as configurações equalizáveis apresentaram valores de força máxima extremamente superiores às configurações equalizadas. Isto se deve ao fato de que a carga sofre um deslocamento maior até encontrar resistência, se assemelhando a uma queda com fator 0,5; como explicado na Figura 9. As

configurações equalizadas, por outro lado, apenas pendulam sobre o ponto de ancoragem restante, não havendo aceleração em queda livre.

Figura 9 – Fator de queda



Fonte: Passarinho et. al. (2017)

A configuração equalizável com fita teve como resultado os maiores valores do ensaio e, na segunda queda, se rompeu; o que pode ser explicado pelo fato de a fita ter elasticidade menor que a corda, não sendo indicada para a absorção de choques em cargas dinâmicas. A ruptura ocorreu com 1.422 kgf, carga consideravelmente inferior aos 2.243,38 kgf, ou 22 kN, indicados na especificação da fita para cargas estáticas. Este fato pode ter como causa a aceleração abrupta característica deste teste. Corroborando a disponibilidade de material como limitação desta pesquisa, não foi viável inutilizar outra fita para testar em uma terceira queda e uma outra para ruptura em carregamento lento.

Como representado na Figura 10, onde a costura está circulada em amarelo, a falha se deu em uma região onde a fita é contínua e, provavelmente, era onde o mosquetão da carga estava posicionado, mostrando que a região da costura tem resistência superior àquela.

Figura 10 – Fita rompida



Fonte: O autor

5 Considerações finais

Esse trabalho teve como principal objetivo analisar o comportamento de ancoragens

equalizadas e equalizáveis em Y na falha de um dos pontos.

Em resumo, o tema ancoragens é de extrema importância para o salvamento em altura, garantindo a segurança pessoal dos envolvidos na atividade e permitindo operações eficazes de resgate em situações de emergência. Além disso, a pesquisa desempenha um papel fundamental na evolução das técnicas e normas de segurança aplicadas, contribuindo para o aprimoramento contínuo das práticas de segurança.

Os resultados mostraram que as configurações equalizadas são mais seguras do que as equalizáveis na falha de um dos pontos, visto que apenas pendulam sobre o ponto remanescente; não havendo aceleração em queda livre até encontrar resistência, o que gera um pico de carga excessivo na ruptura das ancoragens equalizáveis.

Os objetivos deste trabalho foram alcançados, tendo em vista que foi possível tabelar e discutir as características e comportamentos de diferentes configurações de ancoragens em Y quanto à forma de confecção.

6 Referências

ABNT. NBR 15595: Acesso por corda - Procedimento para aplicação do método. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ARAÚJO, Francisco. Manual de Instruções Técnico-Profissional – Salvamento. Brasília, [2007].

BRASIL. Ministério Do Trabalho E Emprego. NR-35: Trabalho em altura. Brasília, 2013.

BSI. EN 1891: Personal fall protection: equipment for the prevention of falls from a height - Low stretch kernmantel ropes. Londres, 1998.

CBPMESP. Coletânea de manuais técnicos de bombeiros: Salvamento em altura. 1. ed. São Paulo: CBPMESP, 2006.

CBMDF. Portaria nº 11, de 11 de abril de 2017. Aprova e publica o Plano Estratégico do CBMDF, ciclo 2017-2024. Boletim Geral nº 72, de 13 de abr. de 2017, Brasília, 2017.

CBMDF. Boletim de informação técnico-profissional CETOP nº 24/2022: ancoragens com estaca horizontal e vertical. Brasília: CETOP, 2022a.

CBMDF. Manual do aluno – Apostila de salvamento. Material utilizado no CFP. 5 ed. Brasília, 2022b.

CBMSC. Manuais Técnicos: Curso de Salvamento em Altura. Vol. II. Florianópolis: CBMSC, 2012. Disponível em: <https://www.bombeiros.pt/wp-content/uploads/2013/07/Manual-Tecnico-Curso-de-Salvamento-em-Altura.pdf>. Acesso em: 18/06/2022.

PASSARINHO, Estevão Lamartine Nogueira et al. Salvamento em Altura: Manual de Equipamentos. 1 ed. Brasília, CBMDF, 2017.

SPINELLI, Luiz Eduardo. INFORMATIVO TÉCNICO NÚMERO 3: Resgate - Qualidade de Treinamento. Disponível em http://www.spinelli.blog.br/indice_artigos.htm São Paulo, 2006. Acesso em: 18/06/2022.

SPINELLI, Luiz Eduardo. INFORMATIVO TÉCNICO NÚMERO 5: Normatização do Resgate no Brasil. Disponível em http://www.spinelli.blog.br/indice_artigos.htm São Paulo, 2009. Acesso em: 18/06/2022.

SPINELLI, Luiz Eduardo. INFORMATIVO TÉCNICO NÚMERO 7: Acesso por cordas é trabalho em altura, mas trabalho em altura não é acesso por cordas. Disponível em http://www.spinelli.blog.br/indice_artigos.htm São Paulo, 2014. Acesso em: 18/06/2022.